

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO NA EDUCAÇÃO BÁSICA

MARCONI ROCHA

**A INFLUÊNCIA DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL NA APRENDIZAGEM  
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA DE SOLUÇÕES QUÍMICAS PARA ALUNOS  
DO ENSINO MÉDIO**

SÃO MATEUS – ES  
2018

MARCONI ROCHA

**A INFLUÊNCIA DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL NA APRENDIZAGEM  
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA DE SOLUÇÕES QUÍMICAS PARA ALUNOS  
DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino na Educação Básica do Centro Universitário Norte do Espírito Santo da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino na Educação Básica.

Orientadora: Profa. Dra. Gilmene Bianco

SÃO MATEUS – ES

2018

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

---

R672i Rocha, Marconi, 1968-  
A influência da atividade experimental na aprendizagem potencialmente significativa de soluções químicas para alunos do ensino médio / Marconi Rocha. - 2018.  
187 f. : il.

Orientadora: Gilmene Bianco.  
Dissertação (Mestrado em Ensino na Educação Básica) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo.

1. Atividade Experimental. 2. Estudo das Soluções. 3. Aprendizagem Significativa. 4. Metodologias Ativas. 5. Jogos didáticos. I. Bianco, Gilmene. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Universitário Norte do Espírito Santo. III. Título.

CDU: 37

---

MARCONI ROCHA

**A INFLUÊNCIA DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL NA  
APRENDIZAGEM POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA DE  
SOLUÇÕES QUÍMICAS PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino na Educação Básica da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino na Educação Básica.

Aprovada em 14 de dezembro de 2018.

**COMISSÃO EXAMINADORA**



Prof(a). Dr(a). Gilmene Bianco  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Orientadora



Prof(a). Dr(a). Eliane Gonçalves da  
Costa

Universidade Federal do Espírito Santo



Prof. Dr. Gustavo Vialí Loyola  
Universidade Federal do Espírito Santo

Ao meu Deus, que é Onipresente, Onipotente e Onisciente.

Aos meus filhos Dulce Maria e Pedro, que busquem o conhecimento e cresçam em graça e sabedoria.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, que me concedeu a graça de ter concluído mais uma etapa de minha formação;

À minha esposa Bethania, por ter me apoiado e incentivado em todos os momentos;

Aos bolsistas do Pibid Brunelly, Daiany, Isabella, Kercya, Lúcio, Luiza, Lorena, Marla, Roberta e ao estagiário Rodrigo, pelo apoio e pronto atendimento na execução dos trabalhos realizados;

À minha orientadora Profa. Dra. Gilmene, que sempre esteve atenta e disponível para indicar o caminho a seguir na execução deste trabalho;

À EEEM Ceciliano Abel de Almeida, SRE São Mateus, SEDU e aos alunos participantes desta pesquisa.

Aos funcionários, professores, colegas do CEUNES-UFES e demais profissionais que, direta ou indiretamente, colaboraram com a realização deste trabalho.

A interação entre novos significados potenciais e ideias relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz dá origem a significados verdadeiros ou psicológicos. Devido à estrutura cognitiva de cada aprendiz ser única, todos os novos significados adquiridos são, também eles, obrigatoriamente únicos.

David P. Ausubel

## RESUMO

O estudo das soluções, na disciplina de Química, tem sido feito de maneira tradicional através do modelo transmissão e recepção com exposição verbal de conteúdos. Por isso não é exagero supor que muitas dificuldades de aprendizagem relacionadas ao estudo das soluções são decorrentes da inadequação das práticas pedagógicas adotadas. Na maioria das vezes os estudantes não conseguem relacionar os conhecimentos adquiridos em sala de aula com situações concretas do cotidiano envolvendo soluções químicas. A utilização de atividades experimentais tem sido sugerida constantemente nos documentos oficiais que tratam de questões curriculares e metodológicas do ensino de nível médio e também por diversos pesquisadores que procuram avaliar sua importância e eficácia na relação ensino e aprendizagem. Diante de tal situação, buscou-se investigar a influência e contribuições das atividades experimentais na aprendizagem potencialmente significativa de conceitos relacionados ao estudo das soluções para os alunos do 2º ano da Escola Estadual de Ensino Médio Ceciliano Abel de Almeida, no Município de São Mateus – ES. O aporte teórico utilizado nessa discussão fundou-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Como metodologia utilizou-se uma abordagem qualitativa com objetivo descritivo e delineamento quase experimental que contou com as etapas de problematização inicial, organização do conhecimento e avaliação final. Os dados foram coletados com 96 alunos de quatro turmas através de questionários e testes com perguntas objetivas e discursivas. A análise qualitativa do quase experimento revelou que o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino permitiu maior envolvimento e participação ativa dos alunos criando condições para a aprendizagem significativa de conceitos relacionados ao estudo das soluções. A comparação entre o questionário inicial de problematização e a avaliação final evidenciou evolução conceitual e procedimental na resolução bem sucedida de problemas propostos além da compreensão de ideias subjacentes ao tema. Espera-se que esta pesquisa possa fornecer elementos de análise para subsidiar o desenvolvimento e a utilização de práticas pedagógicas potencialmente significativas para o aprendizado de soluções químicas.

**Palavras-Chave:** Atividade Experimental. Estudo das Soluções. Aprendizagem Significativa. Metodologias Ativas.



## ABSTRACT

The study of solutions, in the discipline of Chemistry, has been done in a traditional way through the model transmission and reception with verbal display of contents. Therefore, it is not an exaggeration to suppose that many learning difficulties related to the study of solutions are due to the inadequacy of the pedagogical practices adopted. Most of the time the students can not relate the knowledge acquired in the classroom with concrete situations of daily life involving chemical solutions. The use of experimental activities has been consistently suggested in the official documents dealing with curricular and methodological issues of secondary education and also by several researchers who seek to evaluate their importance and effectiveness in the relation between teaching and learning. Faced with this situation, we sought to investigate the influence and contributions of experimental activities in the potentially meaningful learning of concepts related to the study of solutions for the students of the 2nd year of the Ceciliano Abel de Almeida State High School, in the Municipality of São Mateus - ES. The theoretical contribution used in this discussion was based on David Ausubel's Meaningful Learning Theory. As a methodology, a qualitative approach was used with a descriptive objective and a quasi-experimental design that included the stages of initial problematization, knowledge organization and final evaluation. Data were collected with 96 students from four classes through questionnaires and tests with objective and discursive questions. The qualitative analysis of the quasi-experiment revealed that the use of experimental activities as a teaching strategy allowed for greater involvement and active participation of the students, creating conditions for meaningful learning of concepts related to the study of solutions. The comparison between the initial questionnaire of problematization and the final evaluation showed a conceptual and procedural evolution in the successful resolution of proposed problems besides the understanding of ideas underlying the theme. It is hoped that this research can provide elements of analysis to subsidize the development and use of pedagogical practices potentially significant for the learning of chemical solutions.

**Keywords:** Experimental Activity. Solutions Study. Meaningful Learning. Active Methodologies.

## **LISTA DE SIGLAS**

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CNE/CEB – Conselho Nacional de Educação - Câmara de Educação Básica

DCNEM – Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio

PhET - PhET Simulações Interativas

PIBID – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência

PISA – Programa Internacional de Avaliação de Estudantes

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

SEDU – Secretaria de Estado da Educação do Espírito Santo

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

UNICEF – Fundo das Nações Unidas para a Infância

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Ambiente em sala de aula .....	68
Tabela 2	– Função de ensinar dos professores .....	70
Tabela 3	– Recursos didáticos e estratégias de ensino .....	73
Tabela 4	– Ocorrência das questões, acertos e erros do Jogo das Soluções	127
Tabela 5	– Cartas com as questões que mais apareceram durante o Jogo das Soluções .....	128
Tabela 6	– Avaliação do conteúdo das atividades da prática de ensino .....	129
Tabela 7	– Avaliação dos recursos pedagógicos e metodológicos .....	131
Tabela 8	– Avaliação do professor da prática de ensino .....	133
Tabela 9	– Autoavaliação dos alunos .....	133

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Visão esquemática do contínuo aprendizagem significativa-aprendizagem mecânica .....	50
Figura 2 – Diferenciação progressiva e reconciliação integradora .....	55
Figura 3 – Prédio principal EEEM Ceciliano Abel de Almeida .....	62
Figura 4 – EEEM Ceciliano Abel de Almeida .....	63
Figura 5 – Aplicação do Pré-teste $O_{12}$ .....	75
Figura 6 – Organização dos materiais na bancada do laboratório .....	75
Figura 7 – Desenho do aluno G09 representando a dissolução .....	85
Figura 8 – Desenho do aluno G14 representando a dissolução .....	85
Figura 9 – Rótulo de refrigerante .....	92
Figura 10 – Diferenciação progressiva e reconciliação integradora dos conceitos envolvidos no estudo das soluções .....	100
Figura 11 – Experimento Efeito Tyndall .....	107
Figura 12 – Experimento solubilidade 2 .....	109
Figura 13 – Simulação da dissolução do cloreto de sódio .....	110
Figura 14 – Simulação da dissolução do brometo de mercúrio .....	111
Figura 15 – Jogo didático das Soluções .....	115
Figura 16 – Exemplo de fichas crédito do Jogo das Soluções .....	116
Figura 17 – Participação dos alunos no Jogo das Soluções .....	118

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	–	Categorias de respostas para a Questão 1 do Pré-Teste 0 <sub>12</sub> .....	76
Gráfico 2	–	Categorias de respostas para a Questão 2 do Pré-Teste 0 <sub>12</sub> .....	79
Gráfico 3	–	Categorias de respostas para a Questão 3 do Pré-Teste 0 <sub>12</sub> .....	81
Gráfico 4	–	Categorias de respostas para a Questão 4 do Pré-Teste 0 <sub>12</sub> .....	83
Gráfico 5	–	Categorias de respostas para a Questão 5 do Pré-Teste 0 <sub>12</sub> .....	87
Gráfico 6	–	Categorias de respostas para a Questão 6 do Pré-Teste 0 <sub>12</sub> .....	89
Gráfico 7	–	Padrão de respostas para a categoria Fervendo da Questão 6 do Pré-Teste 0 <sub>12</sub> .....	91
Gráfico 8	–	Categorias de respostas para o item A da Questão 8 do Pré-Teste 0 <sub>12</sub> .....	93
Gráfico 9	–	Categorias de respostas para o item B da Questão 8 do Pré-Teste 0 <sub>12</sub> .....	95
Gráfico 10	–	Categorias de respostas para o item C da Questão 8 do Pré-Teste 0 <sub>12</sub> .....	97
Gráfico 11	–	Categorias de respostas para a Questão 1 do Pós-Teste 0 <sub>22</sub> .....	135
Gráfico 12	–	Categorias de respostas para a Questão 2 do Pós-Teste 0 <sub>22</sub> .....	138
Gráfico 13	–	Categorias de respostas para a Questão 3 do Pós-Teste 0 <sub>22</sub> .....	139
Gráfico 14	–	Categorias de respostas para a Questão 4 do Pós-Teste 0 <sub>22</sub> .....	140
Gráfico 15	–	Categorias de respostas para a Questão 5 do Pós-Teste 0 <sub>22</sub> .....	143
Gráfico 16	–	Evolução do conceito de mistura homogênea e heterogênea .....	147
Gráfico 17	–	Evolução do conceito de solução .....	147
Gráfico 18	–	Reconhecimento de soluções verdadeiras .....	148
Gráfico 19	–	Evolução nos conceitos de soluto e solvente .....	148
Gráfico 20	–	Cálculos de concentração de soluções em g/L .....	149
Gráfico 21	–	Cálculos de concentração de soluções em mol/L .....	150

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Atividades Práticas de Experimentação .....	65
Quadro 2 – Atividades experimentais realizadas .....	103
Quadro 3 – Exemplo de cartão tarefa do Jogo das Soluções .....	116
Quadro 4 – Regras do Jogo das Soluções .....	117
Quadro 5 – Desempenho do Grupo 01 durante o Jogo das Soluções .....	119
Quadro 6 – Desempenho do Grupo 02 durante o Jogo das Soluções .....	120
Quadro 7 – Desempenho do Grupo 04 durante o Jogo das Soluções .....	121
Quadro 8 – Desempenho do Grupo 05 durante o Jogo das Soluções .....	122
Quadro 9 – Desempenho do Grupo 08 durante o Jogo das Soluções .....	123
Quadro 10 – Desempenho do Grupo 10 durante o Jogo das Soluções .....	124
Quadro 11 – Desempenho do Grupo 07 durante o Jogo das Soluções .....	125
Quadro 12 – Escala de notas do Pós-teste 0 <sub>21</sub> .....	129

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	17
2	OBJETIVOS .....	21
2.1	Geral.....	21
2.2	Específicos .....	21
3	REVISÃO DE LITERATURA .....	22
3.1	O ENSINO DE QUÍMICA .....	22
3.2	EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA .....	33
3.3	ESTUDO DAS SOLUÇÕES .....	39
3.4	TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA .....	42
3.4.1	TEORIAS DE APRENDIZAGEM .....	42
3.4.2	TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL..	44
3.4.3	FORMAÇÃO DE CONCEITOS .....	45
3.4.4	CONDIÇÕES PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA .....	46
3.4.5	APRENDIZAGEM MECÂNICA E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA ....	48
3.4.6	TIPOS E FORMAS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA .....	50
3.4.7	DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA E RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA .....	54
3.4.8	ORGANIZADORES PRÉVIOS OU AVANÇADOS .....	56
3.4.9	APROPRIAÇÃO DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA ...	58
4	METODOLOGIA .....	60
4.1	TIPIFICAÇÃO DA PESQUISA .....	60
4.2	AMBIENTE DA PESQUISA .....	61
4.3	SUJEITOS DA PESQUISA .....	63
4.4	DELINEAMENTO DO QUASE EXPERIMENTO .....	63

4.5	PRÉ-TESTE .....	64
4.6	ORGANIZADOR PRÉVIO .....	65
4.7	TRATAMENTO X: PRÁTICAS PEDAGÓGICAS DE EXPERIMENTAÇÃO .....	65
4.8	PÓS-TESTE .....	65
4.9	VALIDADE INTERNA E EXTERNA .....	66
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	67
5.1	SUJEITOS DA PESQUISA .....	67
5.2	PRÉ-TESTE $0_{11}$ – CONCEPÇÕES DOS ALUNOS SOBRE O MODELO DE ENSINO .....	70
5.3	PRÉ-TESTE $0_{12}$ – CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS RELACIONADOS AO ESTUDO DAS SOLUÇÕES .....	74
5.4	ORGANIZADOR PRÉVIO .....	100
5.5	ATIVIDADES EXPERIMENTAIS .....	103
5.5.1	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS .....	104
5.6	PÓS-TESTE $0_{21}$ – PERCEPÇÃO DOS ALUNOS SOBRE A PRÁTICA PEDAGÓGICA DA EXPERIMENTAÇÃO .....	129
5.7	PÓS-TESTE $0_{22}$ – AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM .....	134
5.8	COMPARAÇÃO ENTRE PRÉ-TESTE $0_{21}$ e PÓS-TESTE $0_{22}$ .....	145
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	151
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	154
8	APÊNDICES .....	162



## 1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa teve sua origem diante de certa indignação contra a atual conjuntura do Ensino de Química no nível médio. Tal discussão parece ser oportuna principalmente quando observamos que as práticas docentes são praticamente as mesmas desde o surgimento do Ensino de Química no Brasil. Esse quadro tende a se complicar nas escolas públicas. Uma breve revisão de literatura sobre o assunto aponta para a hegemonia do modelo tradicional de ensino. Fragmentado e centrado no papel do professor transmissor de conhecimento. As aulas são essencialmente teóricas. O aluno deve assimilar os conhecimentos que lhe são repassados seguindo uma sequência linear de conteúdo. Por isso não é exagero supor que muitas dificuldades de aprendizagem relacionadas ao Ensino de Química são decorrentes da inadequação das práticas pedagógicas. O modelo de aprendizagem tradicional, focado na premissa de que o aluno deve receber um conhecimento pronto, sem qualquer relação com sua vida cotidiana, não é mais adequado. O processo de ensino e aprendizagem deve se alinhar a uma metodologia de educação dinâmica que torne o conhecimento significativo para o aluno.

Da inquietação inicial surgiu a certeza de podermos contribuir para a superação do paradigma do modelo tradicional de ensino. Atuando sobre nossa realidade local. Desenvolvendo uma ação concreta com os alunos que permita aprendizagem significativa. Ação que possa servir de referencial para o desenvolvimento de práticas pedagógicas voltadas para a construção de conceitos científicos. Afinal, a responsabilidade sobre o processo de aprendizagem recai, fundamentalmente, sobre o professor. Foi assim que esta pesquisa foi planejada e executada.

Escolhemos um tema expressivo do Ensino de Química dentre um universo de possibilidades. A intenção foi desenvolver uma estratégia didática com base na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Para isso foram considerados os imperativos da contextualização e experimentação.

O tema selecionado foi o estudo das soluções, esse é um tema de grande importância no Ensino de Química. A afirmação certamente não gera discordância entre professores. Provavelmente pela presença marcante do uso das soluções no cotidiano das pessoas, como: metais, combustíveis, medicamentos, bebidas,

alimentos, produtos de limpeza e cosméticos são exemplos. A água que cerca ou envolve os seres vivos no ambiente aquático é uma solução. Vivemos mergulhados na atmosfera terrestre que também é uma solução. A atividade humana doméstica, urbana ou industrial tem gerado diversos resíduos que vêm afetando o equilíbrio do meio ambiente e muitos desses resíduos são soluções.

Outros exemplos que justificam a importância das soluções poderiam ser citados. Talvez um dos mais significativos para a realidade desta pesquisa esteja relacionado com a água potável. O município de São Mateus – ES, localidade onde foi desenvolvida esta investigação, tem sofrido uma crise hídrica sem precedentes. Desde outubro de 2015 a população da cidade vem recebendo água salgada em suas torneiras de forma intermitente. Por falta de chuvas o mar tem invadido o rio até o ponto de captação do sistema de abastecimento. A situação tem gerado grandes transtornos para os moradores. Quando a água fica salgada os bebedouros das escolas são lacrados e os alunos passam a receber água de um esquema especial de racionamento. A distribuição é organizada em cada unidade escolar com intervenção do poder público e de gestores da educação. Esse fato tangencia o estudo das soluções em um ponto claro de inflexão que permite uma abordagem contextualizada do assunto. Afinal a água potável também é uma solução.

O estudo das soluções não é tarefa fácil, abrange aspectos qualitativos e quantitativos. Exige conhecimentos prévios de vários conceitos químicos. Tais conceitos tratam de ideias relativas às misturas, modelo corpuscular da matéria, ligações químicas, polaridade, forças de atrações intermoleculares, dissociação iônica e ionização. Além disso, apresenta um conjunto de conceitos próprios que incluem dispersão, soluto, solvente, saturação, solubilidade e diluição. O estudo quantitativo das soluções ainda requer conhecimentos de matemática básica.

É difícil conceber que conceitos complexos e abstratos do estudo das soluções sejam trabalhados apenas de forma verbal pelo professor. A complexidade do tema sugere a necessidade de se trazer para a sala de aula diferentes estratégias didáticas que possam favorecer a aprendizagem significativa dos conceitos pertinentes ao estudo das soluções. Isso indica que o desenho metodológico das aulas deve ir além do modelo tradicional de ensino da transmissão e recepção.

Como romper com o paradigma do modelo tradicional de ensino? Qual deve ser a principal estratégia para o ensino de soluções? Para onde direcionar os esforços de intervenção buscando melhorias no aprendizado? Qual deve ser o foco da intervenção? O aluno? O professor?

Algumas conjecturas permitiram pautar a busca por réplicas aos questionamentos anteriormente apresentados. Várias pesquisas sugerem que a atividade experimental é uma estratégia didática que pode contribuir para o aprendizado. Outras pesquisas na área do Ensino de Química apontam para a necessidade da participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem. A produção de bibliografia relacionada ao tema faz alusão a formulações, ainda que decorrentes, de aprendizagem significativa e construção do conhecimento. Tais elementos considerados nos levam ao principal problema desta investigação: **A atividade experimental permite uma aprendizagem potencialmente significativa de conceitos relacionados ao estudo das soluções?**

Buscando responder ao problema desta investigação, revelaram-se possibilidades para melhor compreender a influência das atividades experimentais na formação de conceitos, as contribuições da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

As ideias do pesquisador norte-americano David Paul Ausubel (1918-2008), cujas formulações iniciais são dos anos 60, situam-se entre as primeiras proposições psicoeducativas que buscam explicar a aprendizagem escolar e o ensino a partir de um referencial apartado dos princípios behavioristas<sup>1</sup>. Para Ausubel a nova informação interage com algum conhecimento prévio existente na estrutura cognitiva do aprendiz denominado “subsunção”. Esta é uma palavra que tenta traduzir a palavra original inglesa “subsumer”. Quando o conteúdo escolar a ser aprendido não é ligado a algo já conhecido, ocorre o que Ausubel chama de aprendizagem mecânica, ou seja, as novas informações são aprendidas sem interagir com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Dessa maneira, o aluno

---

<sup>1</sup> A tônica da visão de mundo behaviorista está nos comportamentos observáveis e mensuráveis do sujeito, i. e., nas respostas que ele dá aos estímulos externos (MOREIRA, 1999, p. 14).

acaba decorando fórmulas, enunciados e leis, mas esquece praticamente tudo logo após a avaliação.

As ideias de Ausubel partem da consideração de que o aprendiz apresenta uma estrutura cognitiva interna baseada em conhecimentos de caráter conceitual, sendo que a sua complexidade depende muito mais das relações estabelecidas entre esses conceitos que do número de conceitos presentes.

Com esse marco referencial, esta pesquisa pretende fornecer elementos de análise que poderão subsidiar o desenvolvimento e a utilização de práticas pedagógicas que venham favorecer o aprendizado potencialmente significativo de soluções químicas.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

O principal objetivo deste trabalho é verificar como o uso de metodologias ativas, em atividades experimentais no estudo de soluções químicas para os alunos do 2º ano do ensino médio da Escola Estadual Ceciliano Abel de Almeida, no município de São Mateus – ES, pode favorecer uma aprendizagem potencialmente significativa.

### **2.2 Específicos**

Investigar as concepções dos alunos do 2º ano da Escola Ceciliano Abel de Almeida sobre o modelo tradicional de ensino e sobre a prática da experimentação;

Fazer o levantamento de concepções prévias dos alunos sobre os aspectos qualitativos e quantitativos das soluções;

Utilizar atividades experimentais para significar o aprendizado de soluções;

Investigar a eficácia das atividades experimentais na elaboração de conceitos sobre o estudo das soluções no ensino médio.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 O ENSINO DE QUÍMICA

Um objeto qualquer pode ser feito de uma infinidade de materiais diferentes. Uma mesa, por exemplo, pode ser de madeira, de vidro, de ferro ou de alumínio, apesar disso, é sempre uma mesa. Por norma, qualquer material pode ser transformado em uma variedade de produtos diferentes. O plástico é um desses materiais que pode ser utilizado para fabricar copos, barcos, eletrodomésticos, encanamentos, vasilhames, calçados, roupas e até mesas. Tais modificações que alteram a natureza dos materiais são transformações químicas. Até mesmo os processos metabólicos que sustentam a vida como a fotossíntese e a respiração são transformações químicas.

O homem aprendeu a transformar os materiais. A Química evoluiu junto com essa prática e modificou profundamente o modo de vida das pessoas. Como resultado da evolução da Química surgiram mais conforto, segurança, saúde e também desastres e fatalidades. Fato é que a Química é parte da história da humanidade, independentemente de qualquer estertor filosófico. As pessoas lidam com diferentes materiais e substâncias a todo instante, por isso a importância de uma educação em Química, uma formação básica que permita ao indivíduo compreender as transformações químicas e suas relações com a dinâmica social, política, econômica e ambiental. Incluída nessa formação o entendimento de que a Química pode ajudar a melhorar a qualidade de vida das pessoas.

O conhecimento químico tem sido transmitido, ao longo do tempo, através da interação social entre humanos. Neste caso, com destaque para o senso comum e a escolarização.

O senso comum surge de uma herança cultural que orienta a sobrevivência humana em diversos aspectos. Resulta da observação do mundo natural, de forma intuitiva e não testada. (ZANOTTO, 2011). “É um conjunto de opiniões e valores característicos daquilo que é corretamente aceito em um meio social determinado” (JAPIASSÚ; MARCONDES, 2006 p. 250).

A escolarização tem caráter oficial e institucional. É oferecida nas escolas em cursos regulares, dividida em níveis e graus, articulada por programas e currículos, sendo chamada de educação formal. É um instituto bastante antigo, cuja origem está ligada ao desenvolvimento da civilização humana (GASPAR, 2007).

Evidente que a educação existe além da escola em toda rede ou estrutura social. A prática educativa que envolve transferência do saber de uma geração para outra é anterior a qualquer modelo de ensino formal e institucionalizado (BRANDÃO, 1989). Cada grupo humano que se constitui cria condições, mobiliza recursos e métodos para ensinar crianças, adolescentes e adultos o saber, as crenças e os valores da sociedade (BRANDÃO, 1989). O processo educativo vai além envolvendo ainda a formação política, capacitação técnica para o trabalho, desenvolvimento científico e tecnológico.

Desde o surgimento, o sistema educacional brasileiro é marcado por constantes reformas. As reformas evidenciam diferentes objetivos da educação ao longo do tempo refletindo mudanças na sociedade que ocorrem em função de transformações políticas e econômicas (KRASILCHIK, 2000). A cada novo governo surge uma reforma que procura impactar principalmente a educação básica. Tais reformas têm atestado o papel centralizador do Estado na edição de normas e regulamentos para o sistema educacional brasileiro.

O furor reformista na educação assentada na letra da Lei é mais uma página do bacharelismo brasileiro. Desde o Império até os dias atuais, diversos governantes e gestores públicos acreditam ser possível engendrar mudanças sociais através da edição de leis. O Estado Brasileiro é ímpar em gerar excessivas diretrizes burocráticas para o sistema educacional. As regras e propostas curriculares dos sistemas de ensino geralmente são feitas por pessoas que estão longe do local onde os alunos aprendem (MORAES, 2004). Tais formalidades dos sistemas de ensino e respectivos princípios de gestão têm absorvido e dominado a liberdade do educador em sala de aula, limitando a construção de estratégias voltadas para a formação da consciência crítica do sujeito. Limita também o construir de uma educação com concepção dialética dentro do universo da cultura e do social, do educando, dos professores e da escola.

O sistema escolar brasileiro é relativamente recente e já acumula inúmeras reformas<sup>2</sup>. Teve origem somente a partir da chegada dos jesuítas ao Brasil, em 1549 (LIMA, 2013). As primeiras salas de aula foram destinadas a catequizar índios. A catequese envolvia um sistemático e intensivo trabalho de aculturação aos valores espirituais e morais da civilização ocidental. De 1549 a 1759 a educação formal foi controlada pelos padres jesuítas, membros da Companhia de Jesus. O principal objetivo da Companhia era expandir o cristianismo católico.

O século XVIII foi marcado por profundas transformações que provocaram a reestruturação do sistema capitalista de produção. A Metrópole Portuguesa buscou se adaptar aos novos tempos e adotou uma série de medidas reformistas na política, economia e educação. A reforma atingiu o Estado Lusitano e seus domínios.

Em 1759 os jesuítas foram expulsos do Brasil. Nesse mesmo ano foi expedido o Alvará Régio que organizou a educação subordinada ao Estado (MÉDICE, 2011). O alvará determinava o ensino de línguas modernas além do latim e do grego introduzindo ainda aritmética, geometria e ciências naturais. O Ensino Régio era fragmentado, constituído por disciplinas isoladas que não dialogavam entre si (MÉDICE, 2011). Ainda em 1759 a estrutura educacional brasileira contava com aproximadamente 33 estabelecimentos. Tais escolas atendiam tão somente a aristocracia da colônia. A educação desse período privilegiava a formação humanista (LIMA, 2013).

O ensino de ciências experimentais surge em 1771 e com ele vem o Ensino de Química de caráter embrionário, livresco e essencialmente teórico. Em 1810 foi criada no Brasil a Academia Real Militar<sup>3</sup> onde o Curso de Engenharia passou a ter a

---

<sup>2</sup>As principais reformas na educação brasileira foram: Leôncio Carvalho (1879 a 1889), Benjamim Constant (1890 a 1900), Epitácio Pessoa (1901 a 1910), Rivadália Correa (1911 a 1914), Carlos Maximiliano (1915 a 1924), Rocha Vaz (1925 a 1939), Francisco Campos (1931 a 1941), Gustavo Capanema (1942 a 1960), LDB n.º. 4024 (1961 a 1970), LDB n.º. 5692 (1971 a 1995) e LDB n.º. 9394 (1996 a atualmente) (SCHNETZLER, 2007).

<sup>3</sup>A Academia Real Militar tinha por objetivo ministrar na colônia um “curso completo de ciências matemáticas, de ciências de observações, quais a física, química, mineralogia, metalurgia e história natural que compreenderá o reino vegetal e animal, e das ciências militares em toda a sua extensão, tanto de tática como de fortificação e artilharia”. Na Academia Real Militar deveriam ser formados oficiais de artilharia e engenharia, bem como oficiais engenheiros geógrafos e topógrafos, que estivessem habilitados “aos estudos militares e práticos que formam a ciência militar”, capazes de dirigir trabalhos “de minas, de caminhos, portos, canais, pontes, fontes e calçadas” (BRASIL, 2017).



Química no currículo. Já a autoafirmação da Química como disciplina curricular ocorreu em 1837 quando foi criado o Colégio Pedro II, primeira escola de Ensino Secundário<sup>4</sup> no Brasil. Desde o Império até a República, o Colégio foi modelo da educação nacional. Por décadas, o programa estabelecido pelo Colégio Pedro II foi referência para outros estabelecimentos de Ensino Secundário.

Em 1862 a Química começou a ser abordada em várias escolas de Ensino Secundário, porém, atrelada à Física, com reduzido número de aulas nos dois últimos anos do Ensino Secundário (SCHNETZLER, 2007).

É certo que no período de 1875 – 1930 a Química não mereceu atenção devida dos professores da época, pois a formação literária e humanística era considerada mais importante (SCHNETZLER, 2007).

Em 1918 foi criado pela lei nº 3.454 o Instituto de Química do Rio de Janeiro<sup>5</sup>. Nesse mesmo ano de 1918 também foi criado o Curso de Química na Escola Politécnica de São Paulo. Em 1920 foi criado o curso de Química Industrial Agrícola na Escola Superior de Agricultura e Medicina Veterinária do Rio de Janeiro. Posteriormente, em 1933, esse curso deu origem à Escola Nacional de Química no Rio de Janeiro. No ano de 1934, foi criado o Departamento de Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo (LIMA, 2013).

Durante o império e nas primeiras décadas do século XX a Química estava como disciplina básica dos cursos de Medicina, Engenharia e Farmácia (SILVA; SANTOS; AFONSO, 2006). O conhecimento químico era obtido através do aprendizado dos processos e das reações químicas envolvidas na preparação dos produtos fabricados na época (SILVA; SANTOS; AFONSO, 2006).

---

<sup>4</sup>A denotação Ensino Secundário foi utilizada de 1931 a 1941. Posteriormente passou para Curso Científico (1942 a 1960). Adiante, Segundo Grau (1961 a 1995. Por fim, Ensino Médio (1996 a atualmente) (SCHNETZLER, 2007).

<sup>5</sup>Ao Instituto de Química, criado pela presente lei, caberão não só as funções do atual serviço de Fiscalização da Manteiga [...] mas também a fiscalização de adubos, inseticidas e fungicidas [...], o estudo de forragens e análises que interessem à agricultura e à pecuária, bem assim o ensino da química, tendo em vista o preparo de técnicos para as repartições oficiais ou estabelecimentos industriais e as análises comerciais que forem solicitadas por particulares, ficando sujeitas às taxas que pelo Governo forem estipuladas para tal fim (BRASIL, 1919, p.67).

Nos cursos de Engenharia o foco do Ensino de Química estava direcionado para a formação de técnicos que se tornariam mão de obra para suprir a demanda por profissionais mais qualificados. Os conhecimentos químicos deveriam permitir o aprimoramento da metalurgia e da exploração mineral (SILVA; SANTOS; AFONSO, 2006).

Em 1931, depois da Reforma Educacional Francisco Campos, a Química passou a ser ministrada como disciplina regular do Ensino Secundário (LIMA, 2013).

Desde a reforma educacional de 1931 os objetivos do Ensino Secundário de Química são praticamente os mesmos. Tais objetivos estariam direcionados para “promover a aprendizagem dos princípios gerais da ciência Química; enfatizar o seu caráter experimental e suas relações com a vida cotidiana dos alunos” (SCHNETZLER, 2007, p. 56).

Schnetzer (2011) analisou 28 livros didáticos de Química para o Ensino Secundário pertencente aos períodos 1875 – 1978. A autora verificou um descompasso entre os objetivos propostos para o Ensino Secundário de Química e as características dos livros. O referido material didático analisado não abordava a experimentação. Também não relacionava o conhecimento químico com a vida cotidiana do aluno. Ele espelhava traços de um ensino tradicional.

Lima (2013) aponta que a visão de conhecimento científico atrelado ao cotidiano foi perdendo força, paulatinamente, desde a Reforma Francisco Campos até nova reforma promovida pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) nº. 5.692 de 1971. A partir de então, o Ensino de Química adquiriu um caráter essencialmente técnico-científico.

De 1971 até início da década de 1980 o Ensino de Química e todo o Ensino Médio estiveram organizados em torno de duas tradições formativas: pré-universitária e profissionalizante (BRASIL, 1999). A versão pré-universitária preparava para o curso superior sendo o aprendizado sistematizado em torno de uma lista de tópicos por disciplinas. Somente no curso superior os conhecimentos iriam adquirir amplitude cultural e sentido prático. Por outro lado, o ensino profissionalizante daria ênfase aos afazeres técnicos, relacionados com serviços ou atividades produtivas. Nessa

época, a natureza estritamente propedêutica do Ensino Médio não era questionada (BRASIL, 1999).

A década de 1990 foi marcada por mais uma reforma na educação. Silva e Abreu (2008) esclarecem que as reformas educacionais da década de 1990 tiveram origem na Conferência Mundial de Educação para Todos, ocorrida na Tailândia em março de 1990. A conferência foi iniciativa da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e do Banco Mundial. O evento contou com a participação de 155 países e indicou os rumos para as políticas educacionais nos países classificados no grupo E-9 – os nove países com os piores indicadores educacionais do mundo e nesse grupo estava o Brasil.

Dentre as agências internacionais que articularam a Conferência na Tailândia merece especial destaque o Banco Mundial. O Banco tem assumido posição preponderante na definição das políticas educacionais em diversos países parceiros<sup>6</sup> há várias décadas. O Banco Mundial tem sugerido como prioridade o investimento na educação básica. Na visão do Banco existe uma estreita relação entre educação e desenvolvimento econômico (SILVA; ABREU, 2008). Essa visão economicista sugere adaptar a formação escolar básica às demandas do sistema produtivo capitalista.

As orientações das agências internacionais foram incorporadas pela política educacional brasileira na reforma propugnada na década de 1990. O marco regulatório desse período foi a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) n<sup>o</sup>. 9.394 de 1996. O conjunto de normas e regulamentos editados acabou condicionando a dinâmica educacional nas unidades de ensino, com diferentes graus de imposição. Os focos principais de mudanças da LDB foram o currículo, financiamento, sistema de gestão e avaliação externa da educação básica.

---

<sup>6</sup>O Banco Mundial é uma instituição financeira internacional. É como uma cooperativa composta por 189 países membros. Os Estados Unidos são o maior acionista e indicam o presidente. O Brasil é signatário do Banco desde 1946.

Após a LDB foi lançada a Resolução CNE/CEB Nº 03/98 que instituiu as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM). O referido documento trouxe um conjunto de princípios e fundamentos para a organização pedagógica e curricular das unidades de ensino. Entre os princípios a interdisciplinaridade e a contextualização. Além disso, definiu uma organização curricular em torno de habilidades e competências. Outro conjunto de orientações veio dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) de 1999. Esse documento detalhou a organização curricular das disciplinas.

No caso do Ensino de Química os PCNEM (1999) orientam que

O aprendizado de Química pelos alunos de Ensino Médio implica que eles compreendam as transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada e assim possam julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos. Esse aprendizado deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas. Tal a importância da presença da Química em um Ensino Médio compreendido na perspectiva de uma Educação Básica (BRASIL, 1999, p. 31).

O conhecimento químico não deve ser entendido como pronto e acabado. Mas sim como uma construção da mente humana, em contínuo processo de transformação (BRASIL, 1999). Os PCNEM registram ainda que os saberes da ciência química devem estar associados ao desenvolvimento de habilidades e competências que permitam ao estudante articular, mobilizar e utilizar os conhecimentos em situações do cotidiano.

Algumas críticas aos PCNEM partiram das formulações de Young (2010) que considera o modelo de currículo organizado em torno de habilidades e competências incapaz de promover o conhecimento. Esta organização do currículo serve tão somente para permitir resultados mensuráveis e contribuir para a futura empregabilidade dos estudantes. A proposta até parece bem intencionada e tem objetivos progressistas, enfatiza a universalização de acesso e promove inclusão social. Contudo, uma política educacional voltada para metas de desenvolvimento econômico é um equívoco e marginaliza o papel do conhecimento.

Por outro lado, vários profissionais do ensino, bem como o público em geral, têm assinalado que o principal papel da educação escolar é promover a cidadania e

formar sujeitos críticos, capazes de atuarem ativamente em seu entorno social (LIMA; SILVA, 2007). No caso específico da Química existe uma preocupação de se buscar um ensino mais articulado com a prática social (TREVISAN; MARTINS, 2008). Assim, a Química deve contribuir para uma interpretação crítica da realidade possibilitando ao sujeito avaliar as implicações e conseqüências do uso do conhecimento químico para a coletividade.

Além das orientações dos documentos oficiais existem variadas recomendações de educadores e pesquisadores brasileiros e de outros países para a melhoria do Ensino de Química desde a década de 1980. Tais propostas enfatizam a experimentação, contextualização e promoção de aprendizagem significativa que serão aprofundadas mais adiante. Em relação à aprendizagem significativa, que será discutida em um tópico específico nesta dissertação, podemos adiantar que:

A aprendizagem por recepção significativa envolve, principalmente, a aquisição de novos significados a partir de material de aprendizagem apresentado. Exige quer um mecanismo de aprendizagem significativa, quer a apresentação de material potencialmente significativo para o aprendiz. Por sua vez, a última condição pressupõe (1) que o próprio material de aprendizagem possa estar relacionado de forma não arbitrária (plausível, sensível e não aleatória) e não literal com qualquer estrutura cognitiva apropriada e relevante (i.e., que possui significado 'lógico') e (2) que a estrutura cognitiva particular do aprendiz contenha ideias ancoradas relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material. A interação entre novos significados potenciais e ideias relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz dá origem a significados verdadeiros ou psicológicos. (AUSUBEL, 2000, p. 17).

Entretanto, pouco ou quase nada das orientações dos documentos oficiais e recomendações de pesquisadores tem sido aplicado na prática do cotidiano das unidades de ensino, principalmente nas escolas públicas.

Diante de tantas discussões ainda não foi possível superar as características e vicissitudes do modelo tradicional de ensino que tem reduzido o conhecimento químico a um amontoado de definições, classificações e leis científicas. Tudo empacotado em fórmulas matemáticas, com regras de resolução mecânica de problemas sem qualquer relação com a história de vida dos alunos. As avaliações acabam valorizando a aprendizagem automatizada reproduzindo situações idênticas às apresentadas pelo professor em sala de aula. Dessa maneira o conhecimento químico adquire caráter pragmático. Para o aluno serve apenas para fazer as avaliações, depois é descartado e praticamente esquecido.

Essa realidade do Ensino de Química no Brasil é filigrana estampada nos já mencionados documentos oficiais que orientam a elaboração de currículos e metodologias de trabalho com alunos no nível médio. Para superar o paradigma do modelo tradicional de Ensino de Química a visão predominante nos documentos oficiais como Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 1999), Orientações Curriculares para o Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (BRASIL, 2008), Currículo Básico da Escola Estadual do Espírito Santo (ESPÍRITO SANTO, 2009) e Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (BRASIL, 2013) ressalta a importância de se elaborar estratégias didáticas direcionadas para a valorização de elementos cotidianos. Nesses documentos existem referências de contextualização e utilização de atividades experimentais no Ensino de Química. Tais atividades devem estar voltadas para a compreensão dos conceitos científicos e apropriação de ensinamentos fundamentais para a vida.

O Currículo Básico da Escola Estadual da Secretaria de Educação do Espírito Santo (ESPÍRITO SANTO, 2009) orienta para a mudança do foco de abordagem para o Ensino da Química no nível médio. O referido documento sugere que as metodologias empregadas devem ser revistas. Sobretudo abandonar a concepção de ensino no modelo transmissão e recepção. A questão fulcral evidenciada no Currículo Básico do Espírito Santo reside em direcionar os esforços do processo de aprendizagem para permitir ao aluno desenvolver capacidades de analisar e refletir, criar e agir sobre a realidade (ESPÍRITO SANTO, 2009). Essa orientação do Currículo reflete o prescrito nos demais documentos oficiais e considera que a prática experimental é de grande relevância para o processo de formação em Química.

Embora muitos professores reconheçam a importância da experimentação, poucos utilizam essa metodologia. O Ensino de Química, na maioria das escolas públicas brasileiras, tem sido limitado ao modelo tradicional da transmissão e recepção (LUCA, 2001; SCHNETZLER, 2002; TREVISAN; MARTINS, 2008; NUNES; ADORNI, 2010; MOREIRA, 2012; LIMA; LEITE, 2013; SANTOS et al., 2013; VASCONCELOS, 2016; SANTOS, 2017).

Luca (2001) considera que os professores não são preparados adequadamente para trabalhar a Química na sala de aula. Eles ficam limitados a reproduzir um programa tradicional através algumas poucas técnicas pedagógicas simplistas.

Para Schnetzler (2002), a prática pedagógica de cada professor revela suas concepções de ensino, de aprendizagem e de conhecimento bem como suas crenças, sentimentos, visão política e social. Pois, o que emerge das investigações sobre concepções de ensino dos professores revela que os docentes também estão sendo formados no modelo tradicional.

As autoras Trevisan e Martins (2008) afirmam que a Química entra no currículo como algo pronto e definitivo. Sem relação com os problemas que desafiam os estudantes fora da sala de aula. Elas chegam a sugerir que a situação relatada não é particularidade da Química. O ensino na maioria das disciplinas do currículo é quase sempre orientado por uma concepção de educação conservadora. Tal concepção sugere que o ensino tem objetivo primordial de satisfazer a exigência de pré-requisitos que serão necessários para o prosseguimento dos estudos em séries e graus subsequentes.

Para Nunes e Adorni (2010) a abordagem descontextualizada dos conteúdos torna o Ensino de Química asséptico e ininteligível. Essa prática não desperta o interesse nem a motivação dos alunos. Também afirmam os autores que os estudantes não percebem o significado ou a validade do que estudam. Alguns professores de Química, talvez pela falta de formação específica na área, demonstram dificuldades em relacionar os conteúdos científicos com eventos da vida cotidiana. Suas práticas, na maioria das vezes, priorizam a reprodução do conhecimento, a cópia e a memorização, salientando a dicotomia teoria-prática presente no ensino.

A pesquisa de Santos e outros (2013) mostrou que os alunos relacionam dificuldades de aprendizagem com aulas essencialmente expositivas. Os autores realizaram pesquisa com alunos do ensino médio de três escolas da Rede Pública Estadual em Aracaju – SE.

Até mesmo os livros de Química do Programa Nacional do Livro Didático do Ministério da Educação assumem uma metodologia de ensino tradicional ao

apresentarem aspectos conceituais da Química numa sequência linear de conteúdo (LEITE, 2013).

Um estudo realizado por Lima e Leite (2013) em três escolas da Rede Pública Estadual de Crateús – CE procurou investigar as causas do baixo nível de aprendizado em Química. Os pesquisadores identificaram duas causas para o fracasso escolar sendo uma delas a falta de conhecimentos básicos essenciais de português e matemática não adquiridos pelos alunos no ensino fundamental. A outra causa considera a formação insatisfatória dos professores que acabam ministrando aulas de baixa qualidade totalmente desvinculadas da realidade dos alunos.

É possível ainda citar a referência feita por Souza (2013) que destaca o elevado número de alunos por sala de aula nas escolas públicas. O autor considera que esta situação dificulta o uso de estratégias diferenciadas para o Ensino de Química que acaba sendo reduzido ao quadro e giz.

Vasconcelos (2016) considera ser muito difícil encontrar alunos que saibam explicar quimicamente os fenômenos do seu cotidiano com os conceitos aprendidos em sala de aula que foram ministrados de maneira tradicional através da exposição verbal de conteúdo.

Outra contribuição vem de Santos (2017) que registra ser comum verificarmos alunos dizendo que não aprendem Química porque os conteúdos ensinados na disciplina não são relacionados com o cotidiano.

Todas as conjecturas apresentadas permitem supor que o modelo tradicional de ensino, que acredita que o aluno deve receber um conhecimento pronto, não é mais adequado ao nosso tempo. Deve se alinhar a uma metodologia de educação dinâmica, capaz de promover aprendizagem significativa, na qual o aluno é considerado, com todos os seus saberes e interconexões mentais (SANTOS, 2006). A sugestão é que o aluno participe ativamente do processo de aprendizagem onde a aquisição de conhecimento não seja uma mera repetição de saberes, mas uma reelaboração pessoal (PELIZZARI et. al, 2002).

As críticas ao modelo tradicional de ensino estão presentes em praticamente todos os debates sobre educação escolar. Conforme apresentado nesta revisão de



literatura, o modelo tradicional foi forjado em razão de um dado contexto histórico. Planejado para um momento de quase imobilidade de circulação do conhecimento científico, o que é perfeitamente natural. A escola sempre espelhou a realidade histórico-cultural da sociedade. O fato que chama atenção é que ainda hoje, passados mais de 450 anos de escolarização no Brasil, o modelo tradicional ainda pulsa forte na maioria das escolas públicas e no Ensino de Química.

Certamente que o debate sobre o modelo tradicional de ensino não é conclusivo, e por ser debate admite visões diversas, posicionamentos transversais que refletem a dimensão social da educação. Dessa maneira seria até um equívoco desdenhar das contribuições do modelo tradicional na história da educação. Não se trata de abandonar por completo o modelo tradicional. O momento atual exige adaptação, requer práticas pedagógicas construtivas, abertas e participativas que permitam significar o conhecimento. Devemos mirar nosso olhar para o futuro, respeitando o passado, para fazer a educação do presente adequada ao nosso tempo.

### **3.2 EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA**

A experimentação no ensino de ciências da natureza (biologia, física e química) é discutida de modo bastante variado na literatura. Em termos gerais o debate gravita em torno de dois eixos epistemológicos. Um deles tenta definir o que é experimentação e o outro discute o papel da atividade experimental no ensino de ciências (LIMA; TEIXEIRA, 2011). Os textos publicados sobre o assunto nas últimas décadas revelam que a discussão continua aguda e longe do consenso (HODSON, 1988; GIORDAN, 1999; ARAÚJO; ABIB, 2003; LEAL, 2009; LIMA; GIANI, 2010; TEIXEIRA, 2011). Diante desse amplo panorama de ideias sobre a experimentação no ensino de ciências seria razoável fazer um recorte talhado nas contribuições mais pertinentes para a realidade desta pesquisa.

Para o dicionário Houaiss (2011, p. 415) a palavra experimentação é definida como “observação científica que parte de uma hipótese e tem como objetivo a classificação de um fenômeno sob determinadas condições”. Esta definição se aproxima muito da linguagem dos manuais de metodologia científica que discutem o método experimental (GIL, 1989). Em tal circunstância, a experimentação é apresentada com o propósito de organizar um conhecimento racional e sistemático

que ofereça suporte ao teórico no momento de conceber um veredito sobre determinado conceito. A verdade enunciada pelo teórico é então exposta para ser testada, refutada ou revista por outros (LIMA; TEIXEIRA, 2011).

Todavia, a experimentação no ensino médio move-se em outra direção diversa daquela apontada pelo método científico. O sentido da atividade experimental em sala de aula sinaliza para um conjunto de atividades que possam permitir a articulação entre fenômenos e teorias na tentativa de conectar vivências cotidianas do aluno com o pensamento reflexivo da ciência (SILVA et al., 2011).

Hodson (1988), por exemplo, sugere uma reavaliação minuciosa dos papéis do trabalho prático, do trabalho em laboratório, e dos experimentos no ensino de ciências. O referido autor ressalta que esses três termos têm sido usados, de maneira indistinta, denotando um engano premeditado para ilustrar a confusão que surge no debate do ensino de ciências por causa do fracasso em se reconhecer que nem todo trabalho prático é feito no laboratório, e que nem todo trabalho de laboratório inclui experimentos. Em outras palavras, a interpretação mais ampla do trabalho prático como atividade de aprendizagem de ciências deve substituir a interpretação mais restrita de trabalho manual na bancada do laboratório. Para Hodson (1988) qualquer estratégia de ensino que exija que o aprendiz seja ativo, mais do que passivo, está de acordo com a convicção de que os alunos aprendem melhor pela experiência direta.

Neste instante, as contribuições de Hodson (1988) concordam por definir a experimentação ou atividade experimental como um trabalho prático de aprendizagem que permite ao aluno construir novos entendimentos sobre o objeto ou fenômeno estudado a partir de seus saberes e suas experiências pessoais. Possibilidades legítimas de experimentação, em sentido ampliado, poderiam incluir simulações em computador, demonstrações feitas pelo professor, vídeos ou filmes apoiados em registros de dados e discussões, estudos de caso, debates, seminários, teatro científico, tarefas escritas, confecção de modelos, jogos didáticos, aulas de campo, experiências na bancada do laboratório ou na sala de aula (HODSON, 1988; SILVA et al., 2011).

Com base no exposto, surge a necessidade de buscarmos novos caminhos, metodologias e estratégias de ensino que foquem no protagonismo dos jovens, favorecendo a motivação e promovendo autonomia dos estudantes (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017). Devemos oportunizar a participação ativa dos alunos, valorizar suas opiniões, responder aos questionamentos, encorajá-los a falar e expor suas ideias, criando um ambiente favorável à aprendizagem. É nesse contexto que se situam as metodologias ativas como uma possibilidade do deslocamento da perspectiva do docente (ensino) para o estudante (aprendizagem). Nesse sentido, o estudante se torna o centro das atenções educativas e o conhecimento é construído de forma colaborativa (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017).

Ausubel (2000) afirma que a aprendizagem por recepção significativa é, por inerência, um processo ativo e pontua que:

O estudante assume uma responsabilidade adequada pela própria aprendizagem: (1) quando aceita a tarefa de aprender ativamente, procurando compreender o material de instrução que lhe ensinam; (2) quando tenta, de forma genuína, integrá-lo nos conhecimentos que já possui; (3) quando não evita o esforço ou a batalha por novas aprendizagens difíceis e não exige que o professor 'lhe faça a papa toda'; (4) quando decide fazer as perguntas necessárias sobre o que não compreende (AUSUBEL, 2000, p. 36).

A assertiva de Ausubel (2000) citada anteriormente sugere que o aluno participe ativamente do processo de construção do conhecimento e esteja comprometido com sua própria aprendizagem. Por outro lado, o professor não deve dar ao aluno respostas prontas e acabadas, mas conduzi-lo para a autonomia, incutindo-lhe o senso crítico, levando-o a refletir sobre o esforço cognitivo que a aprendizagem significativa demanda. Para tanto, o professor deve planejar e executar atividades relevantes que vão de encontro à realidade e as necessidades dos alunos. O momento atual requer novas formas e estratégias de ensinar visando à atualização do modelo de ensino, em que alunos e professores possam participar de modo conjunto e ativo.

Os argumentos até aqui apresentados sugerem que a interpretação ampliada da atividade experimental permite supor que o trabalho prático viabiliza o encontro do sujeito com as particularidades do objeto de aprendizagem. É a possibilidade da existência de algo novo que não é o acontecimento em si (LIMA; TEIXEIRA, 2011). Tais considerações permitem pautar que as atividades experimentais objetivam a

transposição dos limites frios do ensino formal, descritivo e axiomático, em direção a um cenário interativo e rico em estímulos (SOUZA, 2011).

Outro elemento que pode ser incorporado nesta discussão advém do aporte de Guimarães (2009). Este autor afirma que a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização do ensino. O conteúdo a ser trabalhado torna-se parte das respostas aos questionamentos feitos pelos alunos durante a interação com o contexto criado na experiência. Nesse sentido, Ferreira e outros (2010) registram que a experimentação no ensino de química se constitui em recurso pedagógico importante para auxiliar na construção de conceitos.

Leal (2009) aponta que a experimentação permite mobilizar os alunos a partir da manipulação de materiais, do uso de instrumentos e da observação de objetos e transformações associando avaliação visual e reflexão conceitual.

Por outro lado, Guimarães (2011) alerta que as aulas experimentais não devem ser orientadas por roteiros prefixados para os alunos seguirem passo a passo até chegarem a um resultado esperado pelo professor. O referido autor considera que é pouco provável que o conhecimento seja construído através de mera observação. O ensino de ciências deve considerar que a observação não é feita no vácuo conceitual, mas a partir de um corpo teórico que orienta tal observação. Hodson (1988) discute este tema indicando a necessidade dos alunos perceberem que todo experimento está situado dentro de uma matriz teórica, uma matriz procedimental (sustentada por convenções acerca de como conduzir, registrar e comunicar experimentos) e de uma matriz instrumental (envolvendo diversos procedimentos de instrumentação). Em outras palavras, é a compreensão teórica que dá propósito e forma aos experimentos.

Hodson (1988) traz outra contribuição para o debate da experimentação no ensino ao afirmar que as visões particulares dos professores sobre a natureza da ciência influenciam profundamente a abordagem didática e os tipos de experimentos porventura realizados. O autor distingue três principais abordagens para o ensino de ciências: (1) modelo de transmissão, (2) aprendizagem por descoberta e (3) abordagem construtivista. Cada abordagem inclui ideias próprias acerca da natureza

do conhecimento, do papel do aprendiz, e dos mecanismos do processo de aprendizagem. Além disso, cada uma delas parece implicar em uma visão diferente da própria ciência.

O modelo de transmissão no ensino básico tem sua ênfase na instrução formal e na apresentação verbal de informações. Coloca o aluno como um receptor passivo do conhecimento acumulado. Desse modo, o conhecimento científico é absoluto, não negociável e não problemático. Hodson (1988) afirma que poucas coisas podem ser afirmadas mais explicitamente do que a baixa eficiência deste método didático. Pior do que isso: ele é contraproducente, e é uma das principais causas do baixo rendimento escolar generalizado. Este modelo de transmissão utiliza com frequência as atividades experimentais para dar sustentação a um modelo verificacionista<sup>7</sup> de ciência.

A abordagem por descoberta tem como predicado exigir que o aprendiz seja um sujeito ativo. Porém, esse modelo parece ignorar a influência dos conhecimentos prévios dos alunos sobre os objetos e fenômenos. Assume que os processos da ciência são isentos de conteúdo, generalizáveis e transferíveis de um contexto para outro. Ao declarar a prioridade dos processos sobre os conceitos, assume a característica de um modelo indutivista de ciência (HODSON, 1988).

Em contraposição, a abordagem construtivista para o ensino estabelece a precedência do conhecimento prévio do aprendiz sobre os demais fatores associados ao processo de ensino e aprendizagem. Resultados de aprendizagem não dependem apenas do ambiente de ensino criado pelo professor, mas também do que o aprendiz já sabe. Hodson (1988) registra que o aluno precisa ter tempo e oportunidade suficientes para reconstruir sua compreensão sobre os objetos e fenômenos encontrando assim motivos para mudar seus conceitos. Portanto, a experimentação deve integrar a prática com discussão, análise dos dados obtidos e interpretação dos resultados. Todo este movimento deve oferecer ao aluno condições para estabelecer relações das respostas obtidas na experimentação com

---

<sup>7</sup> "Procedimento que busca confirmar ou negar uma afirmação ou uma hipótese teórica através do confronto com a experiência, com a realidade empírica, por meio de observações, testes e experimentos" (JAPIASSÚ; MARCONDES, 2006 p. 276-277).

as situações cotidianas. Como resultado, o aluno poderá redefinir percepções e representações de modo a reconstruir significados (LIMA; TEIXEIRA, 2011).

Por pressuposto, seria então razoável cogitar os sentidos da experimentação sugeridos por Praia, Cachapuz e Gil-Perez (2002). Os autores refletem que a experimentação deve ser um meio para explorar o conhecimento prévio do aluno e desenvolver a sua compreensão conceitual. Além disso, deve ser sustentada por uma base teórica prévia que possa orientar a coleta de dados, análise e interpretação dos resultados.

Muito do que se apresentou nesta revisão de literatura nos permite sublinhar que a atividade experimental deve ser utilizada para ajudar na exploração, construção e manipulação de significados, tornando os conceitos explícitos, compreensíveis e úteis. Assim, a experimentação que se pretende neste trabalho de pesquisa é aquela que se enquadra no modelo construtivista, desenvolvida com orientação e mediação do professor, baseada em questões que estejam relacionadas com o cotidiano dos alunos e que vá além da observação direta das evidências e da mera manipulação de materiais em laboratório. É a exploração das ideias que constitui o processo de aprendizagem e o experimento apenas fornece a evidência concreta para evoluções conceituais posteriores (HODSON, 1988).

O mais importante parece ser a riqueza das interações discursivas e conceituais que podem ser estabelecidas com a experimentação. Leal (2009) reforça que os materiais, procedimentos, testes e simulações precisam ser envolvidos pela fala de professores e alunos. Com a atividade experimental o aluno pode aprender a fazer conjecturas, trabalhar em equipe, interagir com colegas e professores, expor pontos de vista, confrontar erros e acertos. Em muitos casos, os verdadeiros ganhos em aprendizagem estão associados ao fato de se pensar sobre as ideias, experimentar meios de conduzir a investigação e interpretar os resultados (HODSON, 1988).

Diferente do método tradicional que tende a engessar o ensino, esta pesquisa busca defender e compartilhar a proposta da experimentação, em sentido ampliado, como recurso didático capaz de criar novas situações de aprendizagem.

### 3.3 ESTUDO DAS SOLUÇÕES

Brown e outros (2005, p. 446) registram que a maior parte das substâncias que encontramos no dia-a-dia são misturas. Muitas misturas são homogêneas, isto é, seus componentes estão misturados uniformemente no nível atômico-molecular. Misturas homogêneas são denominadas soluções. Exemplos de soluções são abundantes no mundo ao nosso redor: o ar que respiramos é uma solução de vários gases, o bronze é uma solução sólida de estanho em cobre, diversos produtos de limpeza doméstica são soluções, além do soro fisiológico, vários medicamentos, água potável, dentre outros exemplos.

Brown e outros (2005) também citam que as soluções podem ser gases, líquidos ou sólidos. Cada uma das substâncias em uma solução é chamada componente da solução. O solvente é normalmente o componente presente em maior quantidade. Os outros componentes são chamados solutos.

Brady e Humiston (1986) estabelecem que o tipo mais comum de solução seja aquele em que um soluto está dissolvido em um líquido. Tais soluções líquidas podem ser preparadas dissolvendo-se um sólido em um líquido (por exemplo, cloreto de sódio em água), um líquido em outro líquido (por exemplo, etanol em água), ou um gás em um líquido (por exemplo, uma bebida gaseificada contendo dióxido de carbono dissolvido em água).

O estudo de soluções é geralmente trabalhado no 2º ano do ensino médio com ênfase em cálculos e descrição macroscópica das dispersões (ECHEVERRIA, 1996; NIEZER, 2012). A situação acaba valorizando sobremaneira os aspectos quantitativos do conteúdo (coeficiente de solubilidade, cálculos de solubilidade, construção de tabelas e gráficos, cálculos de concentração) em detrimento dos aspectos qualitativos moldando um conhecimento matemático abstrato incompreensível para o aluno (ECHEVERRÍA, 1996, VASCONCELOS, 2016).

Por certo, convenções, fórmulas, símbolos e equações fazem parte da etiqueta linguística da Química e são utilizados para representar o real e as transformações químicas. Espera-se que o aluno desenvolva competências adequadas para reconhecer e saber utilizar tal linguagem, sendo capaz de entender e empregar, a partir das informações disponíveis, a representação simbólica adequada dos

fenômenos e transformações químicas. A memorização indiscriminada de símbolos, fórmulas e nomes de substâncias não contribui para o desenvolvimento de competências e habilidades desejáveis no Ensino Médio (BRASIL, 2000). Isto permite supor que a maneira de ensinar Química utilizando fórmulas e equações isoladas do universo cognoscível do aluno, através de uma tradução mecânica de um símbolo por outro, afeta a qualidade da aprendizagem (PELEGRINI, 1995).

Ao mesmo tempo, é possível verificar que os estudantes têm criado concepções inadequadas dos conceitos mais fundamentais da Química, causando prejuízos na aprendizagem de novos conteúdos (PELEGRINI, 1995). Muitas ideias dos alunos sobre fenômenos químicos relacionados com as soluções podem estar calcadas em modelos intuitivos construídos a partir do senso comum e não em modelos científicos baseados em leis que regem o mundo natural (CARMO, 2005). Tais argumentos permitem concluir que a estrutura conceitual dos aprendizes sobre as soluções é geralmente incompatível com a dos professores e dos livros didáticos e, assim, eles não estão sintonizados para derivar a intenção da instrução de ensino que é, em geral, dominada por um ponto de vista científico (VALANIDES, 2000).

Carmo e Marcondes (2008) mencionam, por exemplo, que nas concepções dos alunos sobre soluções o soluto desaparece, sofre fusão, acumula-se no fundo do recipiente, combina ou se decompõe. As ideias dos alunos sobre as soluções são estáveis e resistentes a mudanças persistindo mesmo após instrução específica (CARMO, 2005). No caso da dissolução do sal ou do açúcar em água, alguns estudantes acreditam que uma reação química ocorre modificando as moléculas originais formando uma nova substância: "água salgada" ou "água açucarada" (VALANIDES, 2000).

Saraiva (2017) conduziu uma investigação com alunos do ensino médio da Rede Pública Estadual do Ceará e constatou que os estudantes apresentam dificuldades em relacionar conceitos e definições dos termos soluto, solvente e solução. Tal situação demanda refletir as orientações de Carmo (2005) que sugere a importância de investir nos conceitos das palavras de forma bastante cautelosa buscando construir os significados para os termos do estudo das soluções junto com os alunos.



Carmo e Marcondes (2008) anotam que o estudo dos aspectos qualitativos das soluções voltado para uma noção microscópica da dissolução não tem se mostrado uma prática pedagógica efetiva no cotidiano do Ensino de Química. Neste caso, os estudantes acabam tendo dificuldades em utilizar um modelo atômico-molecular para explicar o processo de dissolução (CARMO; MARCONDES, 2008; FERREIRA, 2015; SARAIVA, 2017). Os fenômenos macroscópicos podem ser o ponto de partida para a construção de modelos microscópicos que devem ser utilizados para explicar e prever novos fatos (BRASIL, 2000). Porém, as explicações oferecidas pelos alunos sobre os fenômenos relacionados com soluções são apoiadas em aspectos macroscópicos perceptíveis do processo.

Echeverría (1996) argumenta que o conhecimento empírico dos fenômenos químicos não conduz o pensamento à cognição da identidade, da essência, da causalidade. Para a autora, isto só é feito pelo pensamento teórico. Carmo (2005) até considera que é difícil romper a barreira de um pensamento do senso comum para um pensamento científico. Seja como for, é papel da escola desenvolver nos alunos o pensamento teórico, estabelecendo uma relação dinâmica e negociada entre teoria e prática (ECHEVERRÍA, 1996). Desse modo, compreender as soluções como interações microscópicas entre partículas do soluto e solvente exigirá que o aluno reorganize suas ideias de um nível de abstração empírico de menor complexidade para um nível mais complexo de sua cognição (CARMO; MARCONDES, 2008).

O estudo das soluções também exige habilidades e competências em matemática básica que incluem operações fundamentais, conversão de unidades de medidas, regra de três e notação científica. Neste caso específico, muitos estudantes não conseguem transpor a linguagem matemática para a linguagem química na preparação de soluções e interpretação das relações massa/volume (SILVA, 2011; FERREIRA, 2015; SARAIVA, 2017).

Embora pouco relatado na literatura e diante do quadro acima apresentado, é possível perceber que o ensino de soluções requer o uso de estratégias didáticas que busquem eliminar confusões ou falta de clareza de conceitos. Neste sentido, torna-se oportuno trabalhar alguns tópicos relacionados ao ensino de soluções através de atividades práticas de experimentação estruturadas e voltadas para a

construção de significados. Dois princípios básicos orientam esta proposta: (1) o ensino deve ser organizado a partir das concepções prévias dos alunos e (2) a aprendizagem significativa exige o envolvimento ativo do aprendiz.

### **3.4 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

#### **3.4.1 TEORIAS DE APRENDIZAGEM**

O aluno é o centro do processo educativo. Ele é um ser original, ímpar, diferente de todos da mesma espécie, dotado de individualidade biológica, com perfil intelectual único. Alguém que é sujeito e não objeto, que constrói seu conhecimento através de sua relação com o mundo e com os outros, que estipula suas próprias experiências e aprende de uma maneira peculiar e específica. Um humano em permanente estado de busca, ainda inacabado e que necessita aprender continuamente por toda a vida (MORAES, 2004).

Essa compreensão vem fundamentada nos aportes teóricos da ciência cognitiva e nas recentes contribuições da neurociência que reconhecem a existência de diferentes tipos de mentes (MORAES, 2004). Isso significa dizer que cada sujeito constrói um espaço mental próprio, povoado de representações singulares da realidade (FABREGAT; REIG, 1998).

Por pressuposto, se o foco da escola é o aluno, então o eixo central da escolarização é a aprendizagem, sendo assim não é possível ensinar sem tentar entender como o aluno aprende. Para dar conta deste propósito é necessário considerar as contribuições teóricas relacionadas aos diferentes pontos de vista do processo de construção do conhecimento. Tais contribuições estão no domínio das teorias de aprendizagem.

Seguramente que as teorias de aprendizagem estão calcadas em sistemas de valores que são correntes filosóficas ou visões de mundo, são opiniões que procuram explicar como os sujeitos aprendem. Bigge (1977) registra que desde o século XVII têm surgido com regularidade diversas teorias de aprendizagem de forma mais ou menos sistemática. O referido autor assevera que uma nova teoria de aprendizagem não é integrada à prática das escolas sem que antes tenham se passado de 25 a 75 anos. E mesmo assim, se “uma nova teoria chega,

eventualmente, a influir na orientação de uma escola, geralmente não substitui as que antecederam, simplesmente compete com elas” (BIGGE, 1977 p. 3). Equivale dizer que não se trata propriamente de elaborar novas ideias sobre as contribuições teóricas e sim considerar que o aprofundamento dos estudos sobre as teorias da aprendizagem podem oferecer interessantes contribuições para a educação, tanto na elaboração de políticas públicas quanto no desenvolvimento de modelos e práticas de ensino (CACHAPUZ, 2000).

Buscando entender como o aluno aprende, com base nos diferentes aportes teóricos disponíveis, devemos dirigir nossa atenção para múltiplos sentidos integradores do processo de aprendizagem. Dessa maneira é importante compreender como o aluno constrói conhecimentos e confronta suas hipóteses com o objeto de aprendizagem, quais processos cognitivos e estruturas conceituais estão envolvidos e qual a melhor apresentação deste objeto de aprendizagem (CACHAPUZ, 2000). Sobre o referido tema Ausubel (2000) destaca que

[...] durante a fase abstrata do desenvolvimento cognitivo, que tem início no último período da escola secundária, os estudantes adquirem a maioria dos novos conceitos e aprendem grande parte das novas proposições dominando diretamente relações de ordem superior entre as abstrações. Para o fazerem de forma significativa, já não necessitam de depender de experiências empíricas concretas atuais ou recentes; logo conseguem transpor completamente o tipo intuitivo de compreensão que reflete tal dependência. Através de um ensino expositivo adequado podem prosseguir diretamente para um nível de compreensão abstrata que é qualitativamente superior ao nível intuitivo em termos de generalização, clareza, precisão e capacidade de explicação (AUSUBEL, 2000, p. 53).

Diante de tal complexidade não é exagero afirmar que nenhuma teoria oferece isoladamente todas as possíveis respostas sobre a dinâmica da aprendizagem. Felizmente o pluralismo de ideias, interpretações e pontos de vista sobre fatos e fenômenos relacionados com a aprendizagem nos permite enxergar o processo nos mais variados contextos educacionais. Uma das consequências deste argumento permite considerar que a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel pode fornecer subsídios para alcançar os objetivos propostos nesta pesquisa. De tal maneira, são apresentados a seguir alguns elementos da formulação de Ausubel considerados como mais expressivos para os propósitos desta investigação.

### 3.4.2 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL

Inicialmente é importante registrar que a Aprendizagem Significativa de David Ausubel é uma teoria cognitiva e construtivista (MOREIRA, 1999; NETO, 2006; MOREIRA; MASINI, 2006; OSTERMANN; HOLANDA, 2011). Cognitiva porque trata principalmente dos processos mentais superiores como percepção, processamento de informações, atribuições de significados, compreensão, resolução de problemas e tomada de decisões. Construtivista porque considera que o conhecimento é uma construção do próprio homem, tanto coletiva como individual.

As proposições de Ausubel (2000) foram pensadas para o contexto de instrução formal das escolas e universidades, como declarado pelo próprio autor.

Contudo, é inegável que o melhor âmbito para a utilização e melhoramento sistemáticos da aprendizagem por recepção e da retenção significativas – para a aquisição e a retenção de conhecimentos – reside nas práticas de instrução formais das escolas primárias e secundárias e das Universidades (AUSUBEL, 2000 p. 9).

A Teoria da Aprendizagem Significativa é uma tentativa de explicar a construção intelectual do sujeito em função da utilização de conceitos prévios. Tais conceitos prévios são considerados os organizadores da nova informação que adquire significado para o aprendiz e contribui para a consolidação e o desenvolvimento da estrutura cognitiva já existente (MARTINEZ-MUT; GARFELLA, 1998). Os significados são adquiridos, processados e atribuídos por meio da interação entre conhecimentos novos e algum conhecimento prévio, denominado subsunçor<sup>8</sup>, existente na estrutura cognitiva do aprendiz. Ocorrendo a interação, os dois conhecimentos se modificam, o novo passa a ter significado e o prévio fica mais elaborado e diferenciado. Isso implica dizer que se não houver conhecimento prévio relevante para dar significado ao novo conhecimento muito provavelmente pode ser comprometida a aprendizagem significativa (MASINI; MOREIRA, 2008). A construção de significados pressupõe a conexão ou vinculação do que o aluno sabe com os novos conhecimentos apresentados no material de aprendizagem (MARTINEZ-MUT; GARFELLA, 1998 p. 128). Ausubel (2000) sublinha que o conhecimento prévio é,

---

<sup>8</sup>"O subsunçor é um conceito, uma ideia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva, capaz de servir de ancoradouro a uma nova informação de modo que ela adquira, assim, significado para o indivíduo" (OSTERMANN; HOLANDA, 2011 p. 34).

isoladamente, a variável que mais influencia o processo de aprendizagem, portanto o aluno somente pode aprender a partir daquilo que já conhece. Para promover a aprendizagem significativa é preciso investigar esse conhecimento prévio do aluno para poder ensinar de acordo.

### **3.4.3 FORMAÇÃO DE CONCEITOS**

Ausubel (2000) considera que os subsunçores podem ser adquiridos por duas vias básicas: (1) formação de conceitos e (2) assimilação de conceitos.

A primeira forma de interiorização é produzida por via indutiva e espontânea, focada em experiências contextuais específicas e por meio da aprendizagem por descoberta (MARTINEZ-MUT; GARFELLA, 1998). Moreira (2012) registra que além de conceitos, a criança na fase pré-escolar, vai formando também modelos causais de estados de coisas do mundo cognoscível e outras construções mentais. No início, a criança depende sobremaneira da experiência concreta com exemplos de objetos e eventos, bem como da mediação de adultos. De modo progressivo, a criança passa a aprender cada vez mais em função dos subsunçores já firmados e a mediação pessoal passa a ser uma transação de significados, aceitos e não aceitos no contexto de um dado corpo de conhecimentos (MOREIRA, 2012). Dessa maneira, a formação de conceitos é um processo básico que a criança utiliza para representar a realidade. Martinez-Mut e Garfella (1998 p. 144) dividem o processo de formação de conceitos na idade pré-escolar em quatro etapas: (1) familiarização com objetos e eventos através da observação e da experiência; (2) descoberta gradativa das características dos eventos e objetos; (3) aprendizagem da etiqueta linguística do nome dos eventos e objetos e (4) aquisição de uma representação simplificada e generalizada da realidade.

No processo de assimilação de conceitos o novo conhecimento interage, de forma não arbitrária e não literal, com algum conhecimento prévio especificamente relevante (MOREIRA, 2012). Uma vez formado um marco conceitual adequado, as etapas posteriores de aprendizagem são baseadas essencialmente na recepção significativa (MARTINEZ-MUT; GARFELLA, 1998).

Ausubel (2000) aponta que a posição cognitiva relacionada com a construção de significados tem um teor ideário e mentalístico.

Os teóricos cognitivos defendem que o significado não é uma resposta implícita, mas antes uma experiência consciente claramente articulada e precisamente diferenciada que surge quando signos, símbolos, conceitos ou proposições potencialmente significativos se relacionam e incorporam em componentes relevantes da estrutura de um determinado indivíduo, numa base não arbitrária e não literal (AUSUBEL, 2000 p. 43).

Tais considerações atestam que a estrutura cognitiva é um sistema de conceitos organizados de maneira hierárquica que são representações que o sujeito faz da experiência sensorial. Através do processo de assimilação ocorre um incremento quantitativo e qualitativo da estrutura cognitiva, tanto em relação aos conteúdos bem como na organização (MARTINEZ-MUT; GARFELLA, 1998). Para que isto ocorra é necessário que a estrutura cognitiva do aprendiz apresente características de clareza, estabilidade e organização. Clareza como ausência de confusão entre os conceitos e estabilidade enquanto permanência dos conceitos na estrutura cognitiva sem perdas ou esquecimento. E organização que possibilite a inclusão, coesão e discriminação permitindo que os conceitos possam estar acessíveis para serem relacionados com as novas informações. Dessa maneira, a estrutura cognitiva torna-se, concomitantemente, variável dependente e independente de todo o processo de aprendizagem (MARTINEZ-MUT; GARFELLA, 1998).

#### **3.4.4 CONDIÇÕES PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Partindo de construtores provenientes da ciência cognitiva, a ideia de Ausubel (2000) estabelece duas condições para a aprendizagem significativa: (1) o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e (2) o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender de forma significativa.

A primeira condição implica que o material de aprendizagem possa estar relacionado de maneira lógica (não arbitrária, não aleatória e não literal) com qualquer estrutura cognitiva apropriada e relevante. Ausubel (2000 p. 10) afirma que “a aprendizagem por recepção significativa, envolve, principalmente, a aquisição de novos significados a partir do material de aprendizagem apresentado”.

Logicamente, o material significativo (conteúdo da matéria no contexto da aprendizagem escolar) é sempre, e apenas pode ser, aprendido em relação a uma base de conceitos e de princípios relevantes, anteriormente apreendidos por um determinado aprendiz e, também, a informações pertinentes que tornam possível o aparecimento de novos significados e melhoram a organização e a retenção dos mesmos (AUSUBEL, 2000 p. 10).

Masini e Moreira (2008) alertam que os significados não estão no material de aprendizagem. Eles estão nos sujeitos que interagem com esses materiais. Por isso o material de aprendizagem é considerado potencialmente significativo, pois deve estar relacionado ao domínio dos subsunçores existentes na estrutura cognitiva do aluno (NETO, 2006).

Os subsunçores são conhecimentos prévios relevantes existentes na estrutura cognitiva que servem de matriz ideacional e organizacional (âncoras) para a incorporação de novos conhecimentos (MOREIRA, 1997). Ausubel (2000) esclarece que as ideias ancoradas tendem a se modificar de forma variável no processo de interação com o novo conhecimento. No Ensino de Química, por exemplo, se os conceitos de soluto e solvente já estiverem presentes na estrutura cognitiva do aluno, eles servirão de subsunçores (âncoras) para novas informações relacionadas com a concentração das soluções.

De outra maneira, um conhecimento que ocupa uma posição específica em uma dada hierarquia de subsunçores poderá ocupar outra posição, até pouco importante, em outra hierarquia de outro campo de conhecimento. Vale então considerar que as hierarquias de subsunçores não são engessadas dentro de um mesmo campo de conhecimento e variam de um campo para outro (MOREIRA, 2012).

A segunda condição exige que o aluno apresente disposição para o aprendizado. É indispensável ter vontade de relacionar os novos conhecimentos aos prévios para que ocorra aprendizagem significativa (MOREIRA; MASINI, 2016). Ou seja, mesmo que o aluno possua subsunçores adequados não haverá aprendizagem significativa se a intenção dele for apenas memorizar as partes componentes do material de instrução (NETO, 2006). As tarefas de aprendizagem mecânica por memorização se relacionam com a estrutura cognitiva de forma arbitrária e literal e não resultam na aquisição de novos significados (AUSUBEL, 2000). A aprendizagem mecânica por memorização é uma das características do modelo tradicional de ensino. Para Moreira (2010), esse tipo de aprendizagem, bastante estimulado na escola, serve para passar nas avaliações, pois tem pouca retenção, não requer compreensão e não dá conta de situações novas.

### 3.4.5 APRENDIZAGEM MECÂNICA E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Moreira (2011) esclarece que aprendizagem mecânica é a memorização, sem significado, de informações a serem reproduzidas em curto prazo. Para o referido autor, aprender mecanicamente é simplesmente decorar. Do ponto de vista cognitivo, as informações são internalizadas praticamente sem interação com conhecimentos prévios.

Para Ausubel (2000) as aprendizagens por memorização não aumentam a substância ou composição do conhecimento pois,

É óbvio que esta capacidade, arbitrária e literal, de relacionar tarefas de aprendizagem por memorização com a estrutura cognitiva possui determinadas consequências significativas para a aprendizagem. Em primeiro lugar, uma vez que o equipamento cognitivo humano, ao contrário do de um computador, não consegue lidar de modo eficaz com as informações relacionadas consigo numa base arbitrária e literal, apenas se conseguem interiorizar tarefas de aprendizagem relativamente simples e estas apenas conseguem ficar retidas por curtos períodos de tempo, a não ser que sejam bem apreendidas. Em segundo, a capacidade de relação arbitrária e literal para com a estrutura cognitiva torna as tarefas de aprendizagem por memorização altamente vulneráveis a interferência de materiais semelhantes, anteriormente apreendidos e descobertos de forma simultânea ou retroativa. (AUSUBEL, 2000 p. 4).

Moreira (2011) também afirma que as formas clássicas para ensinar e aprender estão fundadas na narrativa verbal do professor e na aprendizagem mecânica do aluno. O referido autor registra que na escola, seja qual for o nível de ensino, os professores apresentam aos alunos conhecimentos que eles supostamente precisam saber. Os alunos copiam tais conhecimentos como se fossem informações a serem memorizadas, reproduzidas nas avaliações e esquecidas logo em seguida. Sobre o referido tema Ausubel (2000) destaca que

Assim, independentemente da quantidade de potenciais significados que pode ser inerente a uma determinada proposição, se a intenção do aprendiz for memorizá-la de forma arbitrária e literal, i. e., como uma série de palavras relacionadas de forma arbitrária e inalterável, quer o processo de aprendizagem, quer o resultado desta devem ser necessariamente memorizados e sem sentido. Pelo contrário, por muito significativo que seja o mecanismo do aprendiz, nem o processo nem o resultado da aprendizagem podem ser significativos, se a própria tarefa de aprendizagem consistir em associações puramente arbitrárias, tal como nas tarefas de aprendizagem de associação de pares ou de séries memorizadas, ou se não existirem ideias relevantes ancoradas na estrutura cognitiva do aprendiz (AUSUBEL, 2000, p. 56).



Entretanto, Ausubel (2000) considera que a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica podem ocorrer simultaneamente. É possível realizar aprendizagem mecânica quando não se tem nenhum conhecimento prévio sobre determinado campo de conhecimento. Neste caso, as novas informações vão adquirindo relevância na estrutura cognitiva, formando subsunçores com capacidades de ancorar novas informações de maneira significativa (MOREIRA, 2012). Dessa forma admite-se que a aprendizagem mecânica pode evoluir para a aprendizagem significativa.

Assim, deve-se considerar a importância da aquisição de uma aprendizagem mecânica por um indivíduo numa área de conhecimento que antes não tinha nenhuma informação prévia. Isso pode ser essencial para ocorrência da aprendizagem, pois à medida que as novas informações adquirem magnitude de conhecimentos em uma mesma área da estrutura cognitiva, surgem os subsunçores, destarte, menos elaborados. Na medida em que a aprendizagem evolui de forma significativa, os conceitos se tornam mais elaborados e com capacidade de ancorar novas informações (MOREIRA; MASINI, 2016).

Moreira (2012) destaca que aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica não constituem uma dicotomia: estão ao longo de um mesmo contínuo. Por isso, o citado autor chega a sugerir a existência de uma zona cinza ou intermediária entre essas duas categorias de aprendizagem. A grande parte da aprendizagem ocorre nessa zona intermediária do contínuo aprendizagem significativa-aprendizagem mecânica (Figura 1).

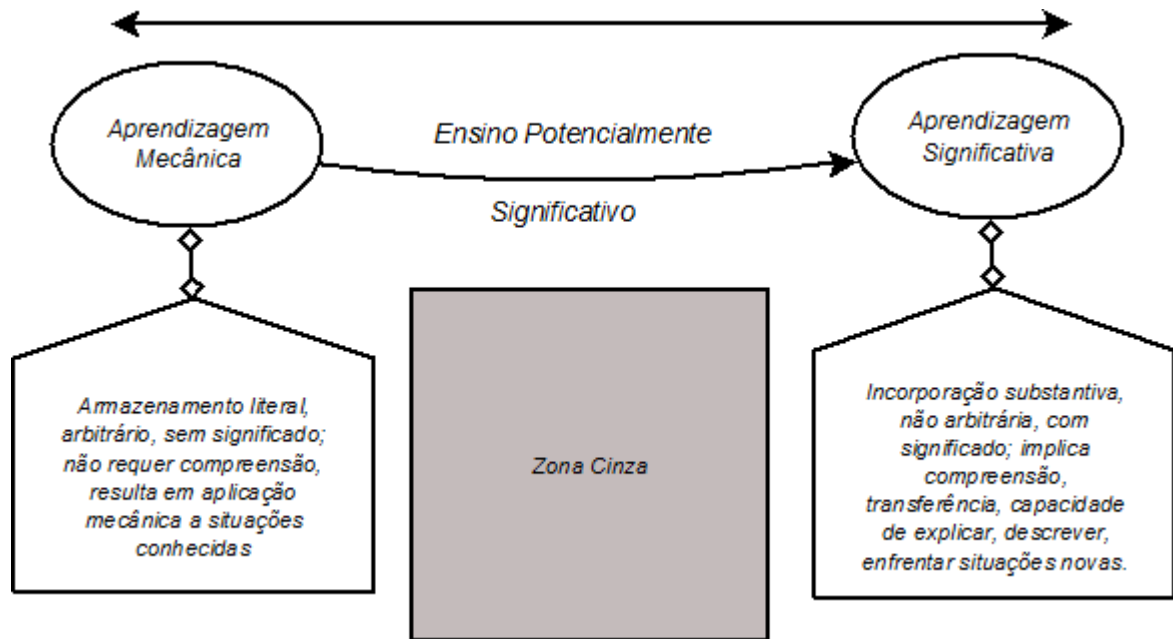
Sobre a aprendizagem mecânica Ausubel (2000) ainda desta que

[...] na aprendizagem por memorização, o mecanismo do aprendiz pode consistir em descobrir uma solução arbitrária para um problema, ou interiorizar o material verbal de forma arbitrária e literal, como um objetivo discreto e isolado por si só. Contudo, tal aprendizagem não ocorre, como é óbvio, num vácuo cognitivo. O material está relacionado com aspectos relevantes da estrutura cognitiva, mas não de forma substantiva (não literal) e não arbitrária, permitindo a incorporação numa das relações existentes na estrutura cognitiva acima especificados (AUSUBEL, 2000, p. 57).

De qualquer maneira, apesar de existirem diferenças entre aprendizagem significativa e por memorização podemos concluir que elas podem seguir sucessivamente em um mesmo material de aprendizagem (AUSUBEL, 2000). A

diferença básica entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica está na relacionabilidade com a estrutura cognitiva: não arbitrária e substantiva versus arbitrária e literal. Não se trata de uma dicotomia, mas de um contínuo no qual elas ocupam os extremos (MOREIRA, 2012).

Figura 1 – Visão esquemática do contínuo aprendizagem significativa-aprendizagem mecânica



FONTE: Adaptado de MOREIRA (2012)

### 3.4.6 TIPOS E FORMAS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Ausubel (2000) apresenta de maneira distinta três tipos de aprendizagem significativa: (1) representacional (de representações), (2) conceitual (de conceitos) e (3) proposicional (de proposições).

Aprendizagem representacional é a que ocorre quando “o significado dos símbolos arbitrários se equipara aos referentes (objetos, acontecimentos, conceitos) e tem para o aprendiz o significado, seja ele qual for, que os referentes possuem” (AUSUBEL, 2000 p. 1). Moreira (2012) esclarece que os símbolos arbitrários passam a representar, em significado, objetos ou acontecimentos numa relação unívoca. Para uma criança, por exemplo, a palavra mesa significa apenas uma mesa, como aquela de sua casa. A criança não tem ainda o conceito de mesa, apenas e tão somente uma representação desse objeto. A mesma situação pode ocorrer com um adulto diante de acontecimentos ou objetos dos quais ainda não foi capaz de

identificar atributos e regularidades que definiriam o conceito correspondente (MOREIRA, 2012). Ausubel (2000) declara que a aprendizagem representacional é significativa porque o símbolo significa um referente concreto, uma generalização existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende, desde o primeiro ano de vida, que tudo tem um nome. No que se refere aos tipos de aprendizagem significativa, a aprendizagem representacional é a mais importante, pois dela dependem todos os outros tipos (MOREIRA, 2012). Para Ausubel (2000)

A aprendizagem representacional (ex.: aprendizagem de nomes de conceitos), por exemplo, está muito mais próxima da extremidade memorização do que as aprendizagens conceitual ou proposicional, visto que o processo engloba elementos significativos de relação arbitrária e literal para com o próprio referente na estrutura cognitiva. Por vezes, também acontece a aprendizagem por memorização e a significativa seguirem-se, sucessivamente, em relação ao mesmo material de aprendizagem (AUSUBEL, 2000, p. 5).

A aprendizagem conceitual ou de conceitos ocorre quando o sujeito identifica regularidades em acontecimentos ou objetos. A partir daí passa a utilizar símbolos associados às suas representações não mais dependendo de um referente concreto do acontecimento ou do objeto para dar significado a esse símbolo (MOREIRA, 2012). Ausubel (2000) estabelece que os conceitos são objetos, eventos, situações ou propriedades que possuem características específicas comuns e são designados pelo mesmo signo ou símbolo. Tomando de volta o exemplo da mesa, quando o sujeito possui o conceito de mesa, o símbolo mesa passa a representar uma infinidade de objetos com características semelhantes e não mais apenas um único objeto como no caso da aprendizagem representacional. Uma vez construído o conceito, ele passa a ser representado por um símbolo, geralmente linguístico (MOREIRA, 2012).

A aprendizagem proposicional pressupõe dar significado a novas ideias apresentadas na forma de uma proposição verbal. “Carlos comprou uma mesa de sinuca”, “Maria arrumou a mesa para o jantar”, “A mesa é redonda” são exemplos de proposições. O sujeito constrói as proposições a partir dos conceitos. Entretanto, o significado das proposições é maior que o significado dos conceitos (MASINI; MOREIRA, 2008). As aprendizagens representacional e conceitual são condições para a proposicional.

Existem ainda diferentes formas hierárquicas de relacionar novas informações com as ideias ancoradas na estrutura cognitiva. Ausubel (2000) estabelece três formas de aprendizagem significativa: (1) por subordinação, (2) por superordenação e (3) de modo combinatório.

A aprendizagem significativa subordinada ocorre quando os novos conhecimentos adquirem significados para o aprendiz através de um processo de ancoragem interativa que envolve subsunçores gerais e inclusivos existentes na estrutura de cognição. É a forma mais comum de aprendizagem significativa (MASINI; MOREIRA, 2008). Podemos supor, por exemplo, que o aluno tenha construído significado para o conceito de mistura homogênea através de experiências do cotidiano. O senso comum permite estabelecer que mistura homogênea é uma associação de dois ou mais componentes resultando em um sistema de aspecto visual uniforme. Este conceito é bem próximo do conceito químico de mistura homogênea. Agora vamos imaginar que a nova informação seja o conceito de solução. Se o aluno apresentar predisposição para aprender significativamente este novo conceito supostamente usará como subsunçor a ideia de mistura homogênea construída na experiência do cotidiano. Isto porque existe uma correspondência entre os conceitos de solução e mistura homogênea. A solução é uma mistura homogênea. A homogeneidade é uma das características da solução. Mas existem misturas aparentemente homogêneas que não são soluções. Dessa maneira, ocorrendo interação, o conhecimento mistura homogênea tende a se modificar, adquirindo novos significados, ficando mais elaborado. Esta ideia modificada pode servir de ancoradouro para os conceitos de soluto e solvente. Posteriormente, estes conceitos de solução, soluto e solvente poderão ser utilizados na aprendizagem significativa de concentração de soluções.

A aprendizagem superordenada envolve processos de abstração, indução e síntese, que levam a novos conhecimentos. Tais conhecimentos passam a subordinar aqueles que lhes deram origem. É considerado um mecanismo fundamental para a aquisição de conceitos (MOREIRA, 2012). Podemos considerar, por exemplo, que o aluno não possua o conceito mais amplo de solução. Entretanto, através de experiências do cotidiano ou durante sua trajetória escolar no Ensino de Química ele vai aprendendo de modo significativo os conceitos de solução aquosa, solução diluída, solução concentrada, solução saturada, solução insaturada e solução ácida.

A partir daí, o aluno pode começar a fazer associações entre as diferentes categorias de solução e chegar, através de um raciocínio indutivo, ao conceito de solução.

Aprendizagem combinatória é uma forma de aprendizagem significativa, na qual o novo conhecimento recebe significado através da interação com vários outros conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva, mas não é nem mais inclusiva nem mais específica do que os conhecimentos originais. Neste caso, o significado é assimilado por interação do novo conhecimento com uma base subsunçora mais abrangente que o aprendiz já possui em determinada área de conhecimento (MOREIRA, 2012). Por exemplo, para entender a relação entre as soluções químicas e o potencial hidrogeniônico (pH) não bastam os conceitos de solução química ou de pH. São necessários conhecimentos mais amplos de química e matemática.

Ausubel (2000) destaca que a aprendizagem significativa não é aquela que o aluno nunca esquece. O esquecimento é um processo natural da aprendizagem. Emerge daí, nas formulações do referido autor, a ideia de assimilação obliteradora como a perda progressiva da dissociabilidade dos novos conhecimentos em relação aos conhecimentos que lhes deram significados e que serviram de subsunçor cognitivo.

Durante o intervalo de retenção, armazenam-se (ligam-se) significados acabados de surgir em relação às ideias ancoradas que lhes correspondem. Contudo, enquanto entidades identificáveis separadamente e por si só apenas são dissociáveis e reproduzíveis relativamente às ideias ancoradas por um determinado período de tempo limitado (a não ser que se aprendam bem através da repetição ou do ensaio). Quando a força de dissociabilidade dos mesmos chega abaixo de um determinado ponto crítico (o limiar de disponibilidade), ocorre o esquecimento ou uma redução gradual em relação às ideias ancoradas em questão (subsunção obliterante). [...] Esta é a segunda fase de retenção-esquecimento, dos processos de assimilação (no sentido lato do termo) que estão envolvidos e subjacentes à aprendizagem significativa e à retenção. Assemelha-se, em termos de continuidade de processo, aos atos cognitivos correspondentemente manifestos da aprendizagem e da retenção significativas (AUSUBEL, 2000, p. 8-9).

Em outras palavras, os novos conhecimentos, com o tempo, acabam sendo obliterados. Ainda assim, de alguma forma, ficam os conceitos gerais e isso facilita a reaprendizagem. Entretanto, se o esquecimento for total, como se o sujeito nunca tivesse aprendido certo conteúdo, é bastante provável que a aprendizagem tenha sido mecânica, por memorização, não significativa (MOREIRA, 2012).

### 3.4.7 DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA E RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA

A estrutura cognitiva, considerada como uma estrutura de subsunçores relacionados entre si e organizados de maneira hierárquica é uma estrutura dinâmica que pode ser caracterizada por dois processos principais, a (1) diferenciação progressiva e a (2) reconciliação integradora (MOREIRA, 2012).

A diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado conceito que resulta da sucessiva utilização desse mesmo conceito para dar significado a novos conhecimentos. Através de sucessivas interações, uma determinada ideia vai, paulatinamente, adquirindo novos significados e dessa maneira vai sendo capaz de servir de ancoradouro para novas aprendizagens significativas (MOREIRA, 2012).

Em outras palavras, quando a matéria a ser lecionada é preparada de acordo com o princípio da diferenciação progressiva, apresentam-se em primeiro lugar as ideias mais gerais e inclusivas do tema e depois, estas são progressivamente diferenciadas por meio de detalhes e especificidades. Sobre o tema Ausubel (2000) registra que

Esta ordem de apresentação corresponde, presumivelmente, à sequência natural de aquisição de consciência cognitiva e de sofisticação, quando os seres humanos estão expostos, de forma espontânea, quer a uma área de conhecimento completamente desconhecida, quer a um ramo desconhecido de um conjunto de conhecimento particular. Também corresponde à forma postulada, através da qual se representam, organizam e armazenam estes conhecimentos nas estruturas cognitivas humanas (AUSUBEL, 2000, p. 166).

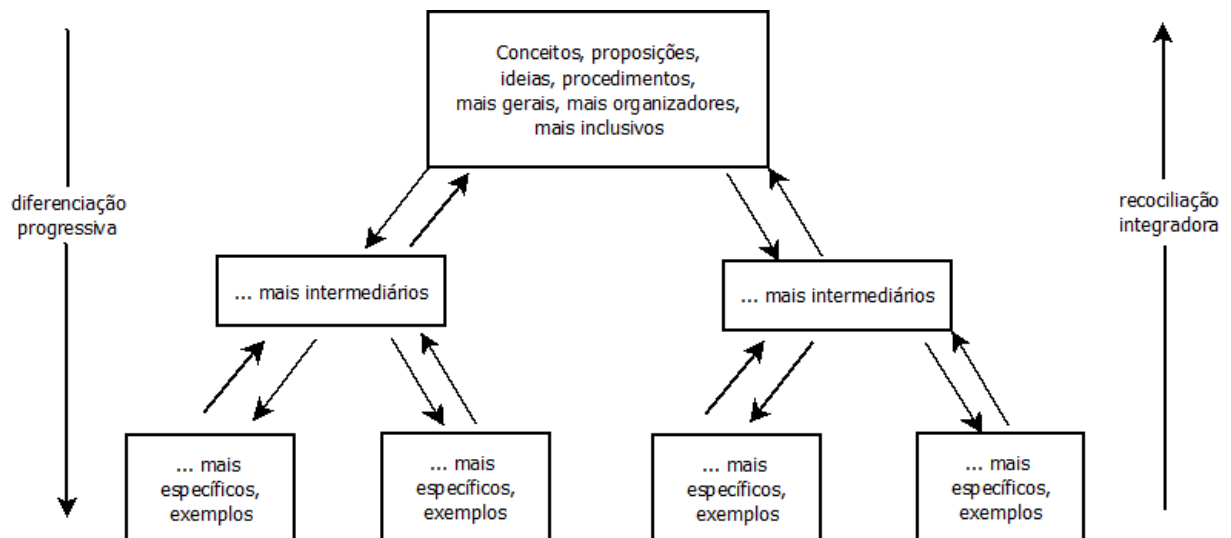
A reconciliação integradora é um processo da estrutura cognitiva que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações. Ocorre simultaneamente com a diferenciação progressiva conforme define Moreira (2012):

Quando aprendemos de maneira significativa temos que progressivamente diferenciar significados dos novos conhecimentos adquiridos a fim de perceber diferenças entre eles, mas é preciso também proceder à reconciliação integradora. Se apenas diferenciarmos cada vez mais os significados, acabaremos por perceber tudo diferente. Se somente integrarmos os significados indefinidamente, terminaremos percebendo tudo igual. Os dois processos são simultâneos e necessários à construção cognitiva, mas parecem ocorrer com intensidades distintas. A diferenciação progressiva está mais relacionada à aprendizagem significativa subordinada, que é mais comum, e a reconciliação integradora tem mais a

ver com a aprendizagem significativa superordenada que ocorre com menos frequência (MOREIRA, 2012, p. 7).

Moreira (2012) orienta então que o conteúdo curricular deve, primeiramente, passar por um mapeamento de modo a identificar aquelas ideias mais gerais, mais inclusivas, os conceitos estruturantes, as proposições-chave daquilo que vai ser ensinado. Essa análise possibilita identificar o que é importante e o que é secundário, desnecessário, no conteúdo curricular. Feito isso, “o ensino deve começar com os aspectos mais gerais, mais inclusivos, mais organizadores, do conteúdo e, então, progressivamente diferenciá-los” (MOREIRA, 2012). Após a introdução dos conceitos mais gerais e inclusivos, deve-se partir para situações de ensino com exemplos e aplicações práticas dos conceitos. “Os conteúdos gerais e específicos devem ser trabalhados em uma perspectiva de diferenciação e integração, de descer e subir, várias vezes, nas hierarquias conceituais” (MOREIRA, 2012). São as duas coisas, diferenciação progressiva e reconciliação integradora, acontecendo, intencionalmente, ao mesmo tempo; tal como sugere a Figura 2.

Figura 2 – Diferenciação progressiva e reconciliação integradora



FONTE: MOREIRA (2012)

Seguindo as orientações de Moreira (2012) o mapeamento do tópico curricular do estudo das soluções permite identificar como ideia geral e inclusiva a crise hídrica do município de São Mateus, causas e consequências da salinidade da água. Em seguida, admite-se como conceito estruturante a ideia de mistura homogênea. A partir daí fica estabelecido que os conceitos de solução, soluto, solvente, dissolução,

solubilidade e concentração de soluções são os mais importantes e devem ser trabalhados com os alunos.

### **3.4.8 ORGANIZADORES PRÉVIOS OU AVANÇADOS**

Ausubel (2000) defende uma manipulação intencional da estrutura cognitiva do aprendiz. O autor sugere então a utilização de organizadores prévios (avançados) da aprendizagem. Os organizadores prévios são materiais introdutórios administrados antes da situação de aprendizagem. Nas palavras de Ausubel (2000)

Estes organizadores avançados consistem no material introdutório a um nível mais elevado de abstração, generalidade e inclusão do que a própria tarefa de aprendizagem. A função do organizador é proporcionar um suporte (ancoragem) ideário para a incorporação e retenção estáveis do material mais pormenorizado e diferenciado que resulta da situação de aprendizagem, bem como aumentar a capacidade de discriminação entre esta situação e as ideias ancoradas relevantes na estrutura cognitiva (AUSUBEL, 2000 p. 65-66).

Tais organizadores buscam relacionar ideias contidas na estrutura cognitiva do aprendiz com os novos conhecimentos. Funcionam como ponte entre o que o aluno já sabe e o que deveria saber (NETO, 2006).

Sobre o tema Ausubel (2000) afirma que

Um organizador avançado é um mecanismo pedagógico que ajuda a implementar estes princípios, estabelecendo uma ligação entre aquilo que o aprendiz já sabe e aquilo que precisa saber, caso necessite de aprender novos materiais de forma mais ativa e expedita. A situação mais imediata que faz com que um organizador avançado seja desejável e potencialmente eficaz no estabelecimento desta ligação é que, na maioria dos contextos de aprendizagem significativa, as ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva são demasiado gerais e não possuem uma particularidade de relevância e de conteúdo suficientes para servirem como ideias ancoradas eficientes relativamente às novas ideias introduzidas pelo material de instrução em questão (AUSUBEL, 2000, p. 11).

Moreira (2012) destaca que em algumas situações de aprendizagem o aluno possui conhecimentos prévios, mas não percebe como os novos conhecimentos se relacionam com os anteriores e como se diferenciam deles. Neste caso, o uso de organizadores prévios poderia servir de ponte cognitiva entre estes conhecimentos e aqueles que o aluno deveria ter para que o material de aprendizagem se torne potencialmente significativo.



Moreira (2008) ainda esclarece que os organizadores prévios podem tanto fornecer subsunçores relevantes para a aprendizagem significativa do novo material, quanto estabelecer relações entre ideias, proposições e conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz e aqueles contidos no material de aprendizagem. Em outras palavras, o organizador prévio deve servir para explicitar relações entre os novos conhecimentos e aqueles que o aprendiz já tem, mas não percebe que são relacionáveis aos novos. Em se tratando de material totalmente não familiar, pode-se utilizar um organizador expositivo, formulado em termos daquilo que o aprendiz já sabe em outras áreas de conhecimento, devendo ser utilizado para suprir a falta de conceitos, ideias ou proposições relevantes à aprendizagem desse material e servir de ponto de ancoragem inicial. No caso da aprendizagem de material relativamente familiar, pode-se utilizar um organizador comparativo para integrar e discriminar as novas informações e conceitos, ideias ou proposições, basicamente similares, já existentes na estrutura cognitiva.

Ausubel (2000) afirma que o organizador deve não só estar relacionado explicitamente com a nova situação de aprendizagem como também estabelecer relações apreensíveis e estáveis com as ideias relevantes da estrutura cognitiva do aprendiz.

A situação vulgar que causa dificuldades à aprendizagem e à retenção significativa de ideias novas e estranhas (mas potencialmente significativas) é que os possíveis subsunçores da estrutura cognitiva do aprendiz não possuem o grau necessário e desejável de relevância e de especificidade (além da falta de capacidade de discriminação das ideias relevantes estabelecidas na estrutura cognitiva), para agirem como ideias ancoradas eficazes. Por conseguinte, introduz-se o organizador avançado para preencher esta lacuna [...] (AUSUBEL, 2000, p. 66).

Os organizadores prévios podem ser textos introdutórios, filmes ou documentários, uma discussão, uma frase ou até mesmo uma dramatização (MOREIRA, 2012). Para a realidade desta pesquisa, o debate sobre a crise hídrica do município de São Mateus poderia ser utilizada como organizador prévio. Por pressuposto, seria possível problematizar a crise hídrica para os alunos na tentativa de estabelecer relações entre conhecimentos prévios adquiridos pela experiência cotidiana e conceitos gerais das soluções. Os conhecimentos prévios estariam relacionados com situações decorrentes da crise hídrica vivenciadas pelos alunos como o teor de sal presente na água, dificuldade de ação dos sabões, impossibilidade de consumir

a água salgada, bebedouros lacrados nas escolas, distribuição de água potável para a população, choque elétrico durante o banho, dentre outros.

### **3.4.9 APROPRIAÇÃO DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Ausubel (2000) releva a importância da linguagem no processo de construção de significados.

Pode afirmar-se que a linguagem contribui de três importantes formas, para a formação de conceitos e para a resolução de problemas: (1) As propriedades representativas das palavras facilitam os processos de transformação envolvidos no pensamento. (2) A verbalização dos produtos subverbiais emergentes destas operações, antes da designação dos mesmos, aperfeiçoa e melhora os significados e aumenta, assim, o poder de transferência. (3) Num sentido lato, a aquisição de linguagem também permite que os seres humanos desenvolvam no sentido de adquirirem, através da aprendizagem por recepção e de utilizarem, na aprendizagem por descoberta, um vasto repertório de conceitos e de princípios que nunca poderiam descobrir por si próprios, durante toda a vida (AUSUBEL, 2000 p. 100).

Para Moreira (2012 p. 22) “as palavras são signos linguísticos e delas dependemos para ensinar qualquer corpo organizado de conhecimentos em situação formal de ensino”. Importa igualmente considerar que a aprendizagem significativa é progressiva, ou seja, os significados vão sendo captados e internalizados progressivamente e nesse processo a linguagem e a interação pessoal são muito importantes (MOREIRA, 2000). Ausubel (2000 p. 100) pontua que a capacidade humana para o simbolismo e para a verbalização torna possível a criação original de ideias em um nível elevado de abstração bem como acumulação e transmissão dessas ideias durante o decurso da história cultural.

A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel foi apresentada há mais de cinquenta anos. Ainda não houve, no entanto, uma apropriação da teoria ou da filosofia subjacente a ela (MOREIRA, 2012). Um trabalho realizado por Francisco e Queiroz (2007) analisou 2841 resumos apresentados nas Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira de Química (seção de Ensino de Química), Encontros Nacionais de Ensino de Química e Encontros de Debates Sobre o Ensino de Química nos anos de 1999 a 2007. Deste total apenas 32 trabalhos estavam relacionados à Teoria da Aprendizagem Significativa. Uma busca no Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível

Superior (CAPES) realizada em agosto de 2018 indicou 141 dissertações de mestrado relacionadas ao tema nos últimos quatro anos.

Entretanto, a escola continua estimulando a aprendizagem mecânica. Aquele modelo clássico tradicional onde o professor expõe o material de aprendizagem, o aluno copia e memoriza na véspera das avaliações. As avaliações apresentam questões que reproduzem os conhecimentos memorizados sem qualquer significado. Terminadas as avaliações o aluno esquece aquilo que memorizou (MOREIRA, 2012). “Uma enorme perda de tempo. Os alunos passam anos de sua vida estudando, segundo esse modelo, informações que serão esquecidas rapidamente” (MOREIRA, 2012 p. 25).

Finalmente, é preciso entender que não existe resposta única sobre o processo de aprendizagem. Os diferentes pontos de vista sobre a construção do conhecimento nos permitem refletir sobre o modo de ensinar. Sobretudo buscar novas estratégias de aprendizagem que possam valorizar o conhecimento prévio dos alunos. Dessa maneira, sem descuidar de outras contribuições, esta pesquisa tem como referencial a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 TIPIFICAÇÃO DA PESQUISA

A investigação sobre a influência da atividade experimental na aprendizagem potencialmente significativa de soluções químicas utilizou abordagem qualitativa com objetivo descritivo e delineamento quase experimental.

O método qualitativo foi escolhido porque permite flexibilidade na condução do processo de investigação de problemas complexos cujo foco é a interpretação ao invés da quantificação. Além disso, permite avaliar o contexto no sentido de que o comportamento das pessoas e a situação ligam-se intimamente na formação da experiência (DALFOVO; LANA; SILVEIRA, 2008). A pesquisa qualitativa está centrada na interpretação e na busca de explicações para a dinâmica das relações sociais.

André (2013) considera que a abordagem qualitativa de pesquisa concebe o conhecimento como um processo socialmente construído pelos sujeitos nas suas interações cotidianas. Assim, a autora sustenta que é fundamental uma aproximação entre pesquisador e os sujeitos da investigação objetivando compreender, interpretar e atribuir significados para as ações das pessoas. André (2013) ainda afirma que a cosmovisão do sujeito, seu linguajar, os significados que atribui às suas experiências cotidianas, sua produção cultural e a maneira como interage com outros no seu ambiente devem ser o foco de preocupação dos pesquisadores.

A abordagem qualitativa somou-se ao propósito descritivo deste trabalho. Nas palavras de Gil (2008, p. 28), pesquisas descritivas “têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou estabelecimento de relação entre variáveis”.

E como o interesse desta pesquisa foi investigar o aprendizado dos alunos quando submetidos a uma prática pedagógica diferenciada, o delineamento quase experimental se mostrou mais adequado. Nesse caso, os quase experimentos buscam estabelecer relações entre variáveis. As variáveis são conhecidas como variável independente (causa) e variável dependente (efeito). Em um quase experimento a variável a ser manipulada é sempre a variável independente.

Os quase experimentos são definidos por Gil (2008) como delineamentos de pesquisa que não utilizam distribuição aleatória dos sujeitos nem grupos de controle. Ao invés disso, a comparação entre as condições de tratamento e não tratamento deve sempre ser feita com grupos não equivalentes ou com os mesmos sujeitos antes e depois do tratamento. Gil (2008) ainda sustenta que a diagramação quase experimental permite observar o que ocorre, quando ocorre, a quem ocorre, como ocorre, tornando-se possível, de alguma forma, a análise de relações causa-efeito.

Como as doutrinas que tratam da educação não permitem separar professor e aluno no ambiente escolar ficou estabelecido aplicar o quase experimento aos nossos próprios alunos. Os dados obtidos emergiram das relações entre os sujeitos da pesquisa no ambiente de sala de aula. Para tanto foi solicitada autorização da direção da escola (APÊNDICE A) e o consentimento dos pais dos alunos (APÊNDICE B) para realizar esta investigação.

## **4.2 AMBIENTE DA PESQUISA**

A EEEM Ceciliano Abel de Almeida está localizada no centro da cidade de São Mateus, norte do Espírito Santo. A escola dispõe de uma estrutura física composta por três edificações. O prédio principal (Figura 3) abriga, em dois pavimentos, 20 salas de aula, 02 banheiros para estudantes, sala de coordenação escolar, quadra esportiva e um dos laboratórios de informática educacional. O prédio secundário, construído em dois pavimentos, comporta a secretaria, sala de professores, sala da direção, sala do pedagogo, sala de apoio administrativo, 04 banheiros, 01 laboratório de informática educacional, cantina e refeitório. A terceira edificação abriga, em um único pavimento, a biblioteca, o laboratório de ciências e o almoxarifado.

O laboratório de ciências é um espaço utilizado para realização de aulas práticas, experimentações e demonstrações das disciplinas de ciências da natureza da escola. Possui área de 60m<sup>2</sup>, piso em granito, duas bancadas de alvenaria com tampo em mármore, duas pias com torneiras localizadas em uma das extremidades de cada bancada e duas salas para almoxarifado.

Figura 3 – Prédio principal EEEM Ceciliano Abel de Almeida



Fonte: Google Mapas (2015)

A estrutura física da escola resulta de adaptações ocorridas ao longo dos anos no prédio histórico original da década de 1950. Isso provocou uma série de problemas estruturais persistentes que têm causado prejuízos ao processo ensino e aprendizagem. A quadra de esportes não é coberta e está muito próxima das salas de aula. As janelas são baixas e voltadas para a rua (Figura 4). O pátio é pequeno e descoberto. A escola não possui auditório. O tamanho das salas de aula não é padrão variando o quantitativo de alunos que suportam. A localização central traz problemas de poluição sonora.

A EEEM Ceciliano Abel de Almeida oferece o ensino médio regular, ensino de jovens e adultos, curso Técnico de Logística e Curso Técnico de Informática. Funciona nos turnos matutino, vespertino e noturno, atendendo cerca de 1800 alunos provenientes do centro, de bairros da periferia e zona rural, comunidades quilombolas e até cidades vizinhas. A clientela é bastante diversificada. Os alunos são filhos de trabalhadores da construção civil, funcionários públicos, do comércio, trabalhadores autônomos, diaristas, aposentados e pensionistas, dentre outros.

Figura 4 – EEEM Ceciliano Abel de Almeida



Fonte: Google Mapas (2017)

### 4.3 SUJEITOS DA PESQUISA

Participaram desta pesquisa 96 alunos de quatro turmas do turno matutino do 2<sup>o</sup> ano do ensino médio regular da EEEM Ceciliano Abel de Almeida no município de São Mateus – ES. Foi aplicado um questionário contextual (APÊNDICE C) adaptado do Programa de Avaliação da Educação Básica do Espírito Santo (PAEBES) para levantar informações sobre os alunos.

### 4.4 DELINEAMENTO DO QUASE EXPERIMENTO

O delineamento utilizado nesta pesquisa foi adaptado de Campbell e Stanley (1979, p. 14). É um delineamento muito utilizado nas pesquisas em ensino e segue o modelo:  $O_1 \times O_2$ .

Foi aplicado um pré-teste (que será chamado de  $O_1$ ) ao grupo de alunos, submeteu-se esse grupo a um tratamento (que será chamado de atividades de

experimentação) e aplicou-se então um pós-teste (que será chamado de  $O_2$ ). Isso significa que o mesmo grupo de alunos foi observado antes e depois do tratamento das práticas pedagógicas de experimentação. As diferenças entre  $O_1$  e  $O_2$  serviram de base para analisar a influência da atividade experimental sobre a aprendizagem potencialmente significativa de soluções químicas.

Os testes foram examinados com base na análise de conteúdo proposta por Bardin (1979). A referida autora resume o domínio, funcionamento e o objetivo do método ao evidenciar que o termo análise de conteúdo é:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 1979, p.42).

O tratamento de dados em pesquisas educacionais por análise de conteúdo tem por finalidade sistematizar e significar o conteúdo das mensagens. O método utiliza deduções lógicas e justificadas tendo como referência a origem (quem emitiu) e o contexto ou os efeitos dessas mensagens (OLIVEIRA, et al., 2003).

Bardin (1979) estabelece três etapas da análise de conteúdo: (1) pré-análise; (2) exploração do material; e (3) tratamento dos resultados, inferência e interpretação. A etapa de pré-análise tem por objetivo organizar os dados, sistematizar as ideias iniciais, formular hipóteses e elaborar indicadores que fundamentem a interpretação final. A etapa de exploração do material consiste na sistematização dos dados em função das regras previamente formuladas. Na terceira etapa da análise de conteúdo os resultados são tratados de maneira a serem significativos e válidos (BARDIN, 1979).

#### **4.5 PRÉ-TESTE**

Dois pré-testes foram aplicados:  $O_{11}$  e  $O_{12}$ . O pré-teste  $O_{11}$  foi aplicado em sala de aula e teve como objetivo levantar a concepção dos alunos sobre o modelo de ensino ao qual estão submetidos (APÊNDICE D). O pré-teste  $O_{12}$  (que será chamado de problematização) foi aplicado no Laboratório de Ciências da escola e envolveu manipulação de objetos e instrumentos com o propósito de identificar conhecimentos prévios dos alunos relacionados ao estudo das soluções (APÊNDICE E).



#### 4.6 ORGANIZADOR PRÉVIO

Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem propriamente dito. Eles são propostos como um recurso instrucional potencialmente facilitador da aprendizagem significativa para servirem de pontes cognitivas entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deveria saber (AUSUBEL, 2000).

Destaca-se, neste quase experimento, como organizador prévio, a utilização de um debate com os alunos em sala de aula sobre a crise hídrica do Município de São Mateus. A tentativa é buscar fazer referências contextuais gerais aos conceitos de solução, soluto, solvente, dissolução, solubilidade, concentração de soluções com conhecimentos prévios adquiridos a partir dos problemas vivenciados com a crise hídrica.

#### 4.7 TRATAMENTO X: PRÁTICAS PEDAGÓGICAS DE EXPERIMENTAÇÃO

As atividades experimentais  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ ,  $X_5$  e  $X_6$  (Quadro1), foram planejadas a partir do pré-teste  $O_{12}$ . As perguntas contidas em  $O_{12}$  estiveram relacionadas com as atividades experimentais, que ocorreram no Laboratório de Ciências, sala de aula e outros espaços escolares.

##### Quadro 1 – Atividades Práticas de Experimentação

---

$X_1$ : Discutindo o conceito de solubilidade 1

$X_2$ : Construindo o conceito de soluções

$X_3$ : Discutindo o conceito de solubilidade 2

$X_4$ : Fenômeno da dissolução através de simulação em computador

$X_5$ : Aspectos quantitativos das soluções

$X_6$ : Jogo didático das soluções

---

**Fonte: AUTOR 2017**

#### 4.8 PÓS-TESTE

Foram aplicados dois pós-testes:  $O_{21}$  e  $O_{22}$ . O pós-teste  $O_{21}$  buscou levantar a percepção dos alunos sobre a prática pedagógica da experimentação adotada durante a pesquisa (APÊNDICE F). O pós-teste  $O_{22}$  (que será chamado de avaliação final) buscou verificar se as atividades experimentais  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ ,  $X_5$  e  $X_6$  permitiram a construção de conceitos relacionados ao estudo das soluções.

#### 4.9 VALIDADE INTERNA E EXTERNA

Para averiguar a validade de uma pesquisa qualitativa, deve-se verificar se realmente mede aquilo que o pesquisador se propôs a investigar, se a metodologia utilizada foi coerente e se os resultados obtidos são consistentes (OLLAIK; ZILLER, 2012). Assim, a validade seria a correspondência entre os resultados da investigação e a realidade. Em um quase experimento qualitativo admite-se tanto validade interna como validade externa. A validade interna seria as relações de causa e efeito entre as variáveis analisadas para a população do estudo. É então definida a partir do contexto específico da investigação. A validade externa estaria relacionada com a generalização dos resultados para outros grupos e realidades. É a possibilidade de diferentes pesquisadores obterem resultados idênticos sobre o mesmo fenômeno (OLLAIK; ZILLER, 2012).

A validade interna é garantida quando o delineamento escolhido permite vislumbrar a certeza de que as relações de causa e efeito observadas empiricamente são decorrentes do tratamento, e não devido a outros fatores antagônicos. Neste delineamento quase experimental não foi possível controlar outras variáveis além das atividades experimentais. Seria razoável supor que muitos eventos entre  $O_1$  e  $O_2$  possam ter ocorrido, além das práticas de experimentação, causando algum tipo de interferência.

Ollaik e Ziller (2012) destacam que a proposição de se adotar algum método de validação interna consiste em uma perspectiva integradora e não excludente. Os autores citam variadas técnicas de validação interna, dentre elas novas abordagens com os pesquisados. Com essa técnica, os sujeitos da pesquisa são instados a confirmarem se a interpretação do pesquisador corresponde à sua realidade. Assim, a comparação entre o Pré-teste  $O_{12}$  de problematização (APÊNDICE E) e o Pós-teste  $O_{22}$  de avaliação final (APÊNDICE G) foi utilizada para assegurar a maior aderência possível entre a interpretação dos dados e a realidade.

Quanto à validade externa, cumpre esclarecer que a generalização de resultados de pesquisas qualitativas é controversa, pois nem sempre os grupos humanos podem ser equiparados em suas características (OLLAIK; ZILLER, 2012). Dessa maneira não foi realizada qualquer validação externa.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 SUJEITOS DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada com quatro turmas de 2º ano do ensino médio regular, turno matutino, da EEEM Ceciliano Abel de Almeida, São Mateus, ES. Os dados sobre os alunos foram obtidos a partir de um questionário contextual adaptado do PAEBES (APÊNDICE C) aplicado antes do início deste quase experimento.

Em 2017, durante a realização desta pesquisa, estavam regularmente matriculados 96 alunos nas quatro turmas de 2<sup>os</sup> anos que participaram dessa investigação, sendo 50% de cada sexo revelando um equilíbrio de gênero. Os dados sobre idade mostraram que 82% dos alunos estavam enquadrados no fluxo escolar, livres de reprovações e interrupções. A distorção idade-série foi de 18% com atrasos escolares de um a três anos. A maioria dos alunos num percentual de 92% fez todo o ensino fundamental do 1º ano/alfabetização até 9º ano em escola pública.

Os dados que emergiram do questionário contextual tornaram manifesto que 83% dos alunos ficaram em estudos de recuperação no primeiro trimestre de 2017. Desse percentual: 49% em uma ou duas disciplinas e 34% em três ou mais disciplinas. Sobre os motivos da recuperação: 78% dos alunos responderam que não estudaram o suficiente e 82% não conseguiram organizar seus estudos.

Sobre projetos de futuro, foi possível verificar que 74% dos alunos pretendem trabalhar e também estudar ao término do ensino médio. Outros 14% pensam somente continuar estudando, enquanto 7% planejam encerrar a escolarização e trabalhar.

Indagados sobre “Qual a importância da escola para o seu futuro?”: 1,1% dos alunos afirmaram *Não possui importância*; 4,3% *Pouca importância*; para 43,6% dos alunos a escola é *Importante*; outros 50,0% dos alunos registraram que é *Decisiva*; e 1,1% dos alunos disseram *Não sei*.

Quanto às condições de existência das famílias verifica-se o predomínio de um relativo capital físico que inclui geladeira, máquina de lavar roupas, banheiro interno, computador com acesso à internet, televisão, TV por assinatura, rádio e aparelhos de DVD. A posse de veículos é uma realidade para 56% das famílias.

Os dados evidenciados pelo questionário contextual permitiram obter registros com a opinião dos alunos sobre o ambiente em sala de aula. Estes dados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Ambiente em sala de aula

Com que frequência essas coisas acontecem em suas aulas nesta escola:	Nunca	Em algumas aulas	Na maioria das aulas	Em todas as aulas
1. Os professores têm que esperar muito tempo pelo silêncio dos alunos	2,1%	37,2%	39,4%	21,3%
2. Há barulho e desordem na sala de aula	2,1%	38,3%	35,1%	24,5%
3. Os alunos prestam atenção ao que o professor fala	0,0%	65,0%	27,0%	8,0%
4. Os alunos prestam atenção às perguntas feitas pelos colegas	12,8%	64,9%	16,0%	6,4%
5. Os alunos não conseguem estudar direito	3,3%	58,7%	31,5%	6,5%
6. Os alunos entram e saem da sala sem pedir licença	38,3%	45,7%	11,7%	4,3%
7. Os alunos respeitam as regras de convivência da escola	22,3%	41,5%	30,9%	5,3%

Fonte: AUTOR (2017)

Os dados indicam que *Na maioria das aulas* (39,4%) e *Em todas as aulas* (21,3%) “Os professores têm que esperar muito tempo pelo silêncio dos alunos”. Além disso, verifica-se que “Há barulho e desordem na sala de aula” *Na maioria das aulas* (35,1%) e *Em todas as aulas* (24,5%). Em outro item ficou registrado que “Os alunos não conseguem estudar direito” *Em algumas aulas* (58,7%) e *Na maioria das aulas* (31,5%).

Ausubel (2000, p. 202) afirma que “em termos gerais, aquilo que não se assiste, não se pode aprender nem lembrar”. Os argumentos de Ausubel (2000) buscam atestar que

Grande parte do efeito de facilitação da motivação é, aparentemente, mediada por um aumento de atenção. Direcionar-se, simplesmente, a atenção dos estudantes para determinados aspectos da matéria, independente da forma como se faz, promove a aprendizagem. A variável mediadora da atenção *per se* é largamente equivalente a uma disposição mental, para colocar em prontidão um determinado grupo de limiares reduzidos para a aprendizagem, na altura em que se apresenta o material de instrução. Como uma variável mediadora em casos indiscutíveis de motivação, a atenção é, presumivelmente, a principal variável geral interveniente, através da qual os fatores de motivação influenciam a aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2000, p. 202).

Dessa maneira, o ambiente de sala de aula deve permitir ao professor direcionar a atenção dos alunos para certos aspectos relevantes da matéria, independentemente de como isso é feito. As conversas têm de girar em torno do material de aprendizagem durante o momento da instrução. Devemos considerar que os significados não são respostas implícitas, mas se constituem em uma experiência consciente devidamente articulada e mentalística que surge quando signos, símbolos, conceitos ou proposições potencialmente significativas são relacionados e incorporados aos componentes relevantes da estrutura cognitiva do aluno (AUSUBEL, 2000). Neste caso, é importante desenvolver nos alunos uma atitude de concordância e apoio às regras que organizam as relações pedagógicas no contexto escolar, pois o aluno também é responsável pela construção de um ambiente favorável que possa contribuir para a eficácia da aprendizagem.

Para Ausubel (2000) a perda indevida de material apreendido e conseqüentemente dos conhecimentos potencialmente adquiridos, uma importante causa para o esquecimento cotidiano, é não prestar uma atenção devida aos momentos dedicados à aprendizagem. É possível que a prática da experimentação possa ser utilizada como estratégia didática capaz de envolver e atrair a atenção necessária dos alunos diminuindo dessa maneira o nível de conversas paralelas (não relacionadas ao material de aprendizagem) em sala de aula.

O questionário contextual também apresentou itens de avaliação na tentativa de caracterizar o histórico de escolarização dos pais dos alunos. Em relação à escolaridade, 25% das mães ou madrastas possuem ensino fundamental incompleto, 31% têm ensino médio completo e 7% possuem ensino superior completo. No caso dos pais foram verificados que 30% deles possuem ensino fundamental incompleto, 31% concluíram o ensino médio e 9% tem ensino superior completo. As respostas registradas indicam ausência de títulos e diplomas escolares, caracterizando dessa maneira uma fraca escolarização dos pais.

Em relação às condições domésticas, o modelo preponderante de organização familiar observado foi aquele que apresenta pai, mãe e filhos. Os dados tornaram manifesto que 89% dos alunos mora com a mãe. Em relação aos parentes: 72% mora com irmãos e 33% com avós. Um dado interessante observado é que 46% dos alunos não mora com o pai e em 25% das famílias existe outro homem responsável

identificado como companheiro da mãe, padrasto ou pai de criação. As informações analisadas permitem repercutir diferentes formas de organização familiar que não se enquadram no modelo tradicional preponderante.

## **5.2 PRÉ-TESTE 0<sub>11</sub> – CONCEPÇÕES DOS ALUNOS SOBRE O MODELO DE ENSINO**

As situações de ensino que podem favorecer a aprendizagem são debatidas há muito tempo na educação e não existe ainda consenso sobre metodologias ou itens de suporte que sejam os mais eficientes e eficazes no contexto educacional (MACHADO, 2014). Por outro lado, a disposição do aluno para aprender de forma memorizada ou significativa depende diretamente do método e das práticas de ensino adotadas.

Dessa maneira, buscamos investigar a percepção dos alunos sobre o ângulo de abordagem do trabalho docente em sala de aula. A ideia de arguir os alunos parte do princípio de que eles estão mais habituados à índole de seus professores. O envolvimento nas atividades de sala de aula permite ao aluno ocupar uma melhor posição para julgar certas características do comportamento docente. O objetivo foi tentar estabelecer relações entre a prática pedagógica dos professores e a disposição do aprendiz para a aprendizagem memorizada ou significativa. Assim, foram oportunizados no pré-teste 0<sub>11</sub> itens de avaliação relacionados com as ações pedagógicas e os recursos didáticos mais utilizados pelos professores envolvidos diretamente com os alunos sujeitos desta pesquisa.

Um primeiro conjunto de itens de avaliação procurou levantar a percepção dos alunos sobre a função de ensinar do professor. Os dados obtidos são apresentados na Tabela 2.

A análise dos itens 1 a 7 relacionados na Tabela 2 permitiu verificar que a maioria dos alunos considera como atendidas as expectativas comuns relacionadas com o ofício de ensinar. Os dados mostram que os professores: incentivam os alunos a melhorar (64%); estão disponíveis para esclarecer as dúvidas dos alunos (57%); dão oportunidade aos alunos para exporem opiniões nas aulas (67%); organizam bem a apresentação das matérias (54%); corrigem os exercícios que recomendam (54%);

demonstram domínio da matéria que ensinam (69%) e cobram as tarefas passadas para casa (66%).

Tabela 2 – Função de ensinar dos professores

<b>Considerando a maioria de seus professores, você percebe que eles:</b>	<b>Nunca</b>	<b>Algumas vezes</b>	<b>Frequentemente</b>
1. Incentivam os alunos a melhorar	3%	33%	64%
2. Estão disponíveis para esclarecer as dúvidas dos alunos	1%	42%	57%
3. Dão oportunidade aos alunos para exporem opiniões nas aulas	1%	32%	67%
4. Organizam bem a apresentação das matérias	1%	45%	54%
5. Corrigem os exercícios que recomendam	2%	44%	54%
6. Demonstram domínio da matéria que ensinam	1%	30%	69%
7. Cobram as tarefas passadas para casa	2%	32%	66%
8. Relacionam-se bem com os alunos	2%	76%	22%
9. Continuam a explicar até que todos entendam a matéria	5%	54%	41%
10. Demonstra interesse pelo aprendizado de todos os alunos	3%	59%	38%
11. Realizam uma avaliação justa	2%	57%	41%
12. Utilizam diferentes estratégias para auxiliar alunos com dificuldades	10%	70%	20%
13. Procuram saber sobre os interesses dos alunos	13%	68%	20%

Fonte: AUTOR (2017)

Os dados apurados para o item “Relacionam-se bem com os alunos” registram um percentual de 76% de respostas enquadradas na categoria *Algumas vezes* da escala de mensuração. Isso indica possíveis problemas de relacionamento entre professores e alunos. Tal situação nos permite considerar a existência de animosidades e conflitos permeando as relações em sala de aula. Não seria exagero supor, neste caso, que os conflitos tendem a influenciar a aprendizagem de maneira negativa, pois a interação entre professor e aluno produz muito mais do que a instrução (MACHADO, 2014). De qualquer modo, devemos considerar que no contexto educacional sempre vão existir reclamações e insatisfações por parte dos professores em relação aos alunos e vice-versa.

Os itens “Continuam a explicar até que todos entendam a matéria” e “Demonstra interesse pelo aprendizado de todos os alunos” registram na categoria *Algumas vezes* da escala de mensuração percentuais de 54% e 59%, respectivamente. Estes dados sinalizam para algum tipo de obstáculo no exercício educativo substancial do professor que é o ato de ensinar. E muitos são os obstáculos que podem levar os docentes a abandonarem seus alunos à própria sorte. Como exemplos é possível

citar os problemas na formação inicial, as longas jornadas de trabalho, os baixos salários da categoria, a deterioração das condições de trabalho, a superlotação das salas de aula, a falta de uma política de formação continuada e até mesmo os recursos escassos da escola (MACHADO, 2014). Tais problemas são intangíveis para os propósitos desta investigação. Entretanto cabe destacar que é impossível pensar em aprendizagem significativa se o professor não se interessa pelo aluno.

Outro item de arguição do teste apontou que 57% dos alunos consideram que em *Algumas vezes* os professores “Realizam uma avaliação justa”. Sobre o tema vale considerar que existe uma longa tradição na cultura docente em realizar avaliações autoritárias e mecanicistas. Moreira (2012) afirma que as avaliações baseadas no sabe ou não sabe, no certo ou errado, no sim ou não tem predominado no cotidiano escolar e acabam promovendo a aprendizagem mecânica. Ausubel (2000, p. 72) admite que uma das razões por que o aluno frequentemente desenvolve um mecanismo de aprendizagem memorizada prende-se ao fato de aprenderem, a partir de “lamentáveis experiências anteriores, que as respostas substancialmente corretas que não estejam, em conformidade, de forma literal, com aquilo que o professor ou o manual escolar afirmam não têm qualquer crédito”. Nesse contexto, o aluno sente que seus conhecimentos não estão sendo adequadamente avaliados e acaba por considerar a avaliação injusta. Moreira (2012) orienta que talvez se devessem agregar ao trabalho docente novas maneiras de avaliar.

Continuando a análise das respostas do questionário sobre o modelo de ensino, verificamos que 70% dos alunos consideram que em *Algumas vezes* os professores “Utilizam diferentes estratégias para auxiliar alunos com dificuldades”. Sobre este tema Moreira (2000) orienta que devemos utilizar estratégias de instrução distintas e variadas que impliquem participação ativa do aluno como forma de facilitar a aprendizagem significativa. Nesse contexto, a proposta que sugere utilização de atividades práticas de experimentação caminha no sentido de oferecer ao aluno diferentes oportunidades de aprendizagem.

A Tabela 3 apresenta outro conjunto de itens de avaliação relacionados com os recursos didáticos mais utilizados pelos professores.



Tabela 3 – Recursos didáticos e estratégias de ensino

<b>Considerando a maioria de seus professores, quais os recursos didáticos mais utilizados:</b>	<b>Nunca</b>	<b>Algumas vezes</b>	<b>Frequentemente</b>
14. Aulas expositivas com quadro e pincel	3%	19%	78%
15. Aulas expositivas com data show	1%	64%	35%
16. Apresentação de trabalhos do tipo seminários	2%	31%	67%
17. Filmes e documentários	26%	67%	8%
18. Leitura e interpretação de textos do livro didático	3%	59%	38%
19. Resolução de exercícios do livro didático	1%	58%	41%
20. Resolução de exercícios passados no quadro	0%	55%	45%
21. Resolução de exercícios em listas extras	13%	62%	25%
22. Jogos didáticos	52%	45%	3%
23. Debates	24%	71%	5%
24. Visitas técnicas	72%	27%	1%
25. Viagens de estudo	88%	8%	3%

**Fonte: AUTOR (2017)**

Os dados apresentados na Tabela 3 dão conta que 78% dos alunos registraram que seus professores ministram com frequência “Aulas expositivas com quadro e pincel”. Para Moreira (2000) é difícil imaginar ensino mais anti-aprendizagem significativa do que esse: o professor escreve no quadro, os alunos copiam, memorizam e reproduzem nas avaliações. É a apologia do ensino transmissivo e da aprendizagem mecânica que tem predominado nas escolas. Moreira (2000) ainda assevera que eliminar o quadro de pincel não resolve o problema do ensino transmissivo. Outras técnicas podem manter vivo este tipo de ensino como o data show e os quadros digitais que na grande maioria dos casos são usados do mesmo modo, como veículos de transmissão.

Os itens “Leitura e interpretação de textos do livro didático” e “Resolução de exercícios do livro didático” demonstram que o livro didático é utilizado tanto de forma circunstancial como frequente. Moreira (2000) insiste que o livro didático também favorece a aprendizagem mecânica. Superar a centralidade do livro com a utilização de materiais diversificados, cuidadosamente selecionados, é um princípio facilitador da aprendizagem significativa.

Por outro lado, o quadro de pincel e o livro didático são os únicos recursos didáticos disponíveis para os professores na maioria das escolas públicas brasileiras. Como consequência, o ensino baseado na exposição verbal e no uso do livro didático acaba se tornando o núcleo comum de aglutinação das práticas de ensino.

Ausubel (2000) discute o tema do ensino verbal. Para o referido autor, neste tipo de ensino, o conteúdo principal daquilo que o aluno deve aprender é apresentado, numa forma mais ou menos acabada, através de exposição verbal. Neste modelo, apenas se exige do aluno que incorpore o material de aprendizagem em sua estrutura cognitiva de forma a ficar disponível para a reprodução futura.

Por conseguinte, a análise das respostas dos alunos sobre os recursos didáticos e práticas pedagógicas dos professores permite identificar a hegemonia do modelo tradicional de ensino com favorecimento da aprendizagem mecânica. Desta maneira o aluno consegue apenas reproduzir o conteúdo curricular de maneira idêntica àquela que lhe foi apresentada pelo professor. Para Moreira (2012) muito da aprendizagem mecânica que usualmente ocorre na escola resulta das avaliações e procedimentos de ensino que estimulam esse tipo de aprendizagem. Em linguagem coloquial a aprendizagem mecânica é a conhecida decoreba, tão utilizada pelos alunos e tão incentivada na escola (MOREIRA, 2012).

A passagem da aprendizagem mecânica para a aprendizagem significativa não é natural ou automática. Moreira (2012) assinala que é uma ilusão pensar que o aluno pode inicialmente aprender de forma mecânica e ao final do processo aprender de forma significativa. O referido autor até concorda que isto pode acontecer, mas depende da existência de subsunçores adequados, da predisposição do aluno para a aprendizagem significativa, de materiais potencialmente significativos e da mediação do professor.

### **5.3 PRÉ-TESTE 0<sub>12</sub> – CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS RELACIONADOS AO ESTUDO DAS SOLUÇÕES**

O pré-teste 0<sub>12</sub> de problematização buscou identificar conhecimentos prévios dos alunos sobre misturas, soluções, dissolução, solubilidade e concentração de soluções. Foi aplicado no Laboratório de Ciências da escola na forma de um questionário com oito questões abertas (APENDICE E).

O questionário foi planejado para ser respondido em até 55 minutos. Cada turma de alunos foi dividida em quatro grupos formados por seis a dez componentes (Figura 5). Os conteúdos abordados nas questões foram baseados na Matriz de Referência do PAEBES para o Currículo de Química do 2º ano do Ensino Médio. As questões

foram propostas seguindo uma sequência de conceitos, procedimentos e atitudes considerados adequados ao estudo das soluções.

Figura 5 – Aplicação do Pré-teste  $O_{12}$



Fonte: AUTOR (2017)

A orientação foi para que os alunos seguissem rigorosamente a ordem proposta das questões. Além disso, não teriam qualquer ajuda do professor na resolução de dúvidas ou elaboração das respostas pertinentes ao questionário.

As questões do teste de problematização envolveram execução de procedimentos simples com manipulação de materiais e instrumentos. Esta foi uma estratégia pensada previamente para trazer as situações problematizadas para o contexto da realidade concreta. O objetivo foi permitir aos alunos transitar entre o visual (forma) e o imaginário (conteúdo). Esta estratégia buscou oferecer a oportunidade para o aluno utilizar ao máximo os conhecimentos prévios adquiridos. Certas transformações ou eventos são muito evidentes para os alunos e eles acabam interagindo com esses conhecimentos de maneira intuitiva. Para tanto, os materiais e instrumentos utilizados na resolução do questionário foram organizados e identificados sobre a bancada do laboratório (Figura 6).

Figura 6 – Organização dos materiais na bancada do laboratório



Fonte: AUTOR (2017)

As respostas oferecidas pelos alunos às questões do Teste 0<sub>12</sub> serviram de ponto de partida para reconhecer os conhecimentos prévios adquiridos em experiências anteriores.

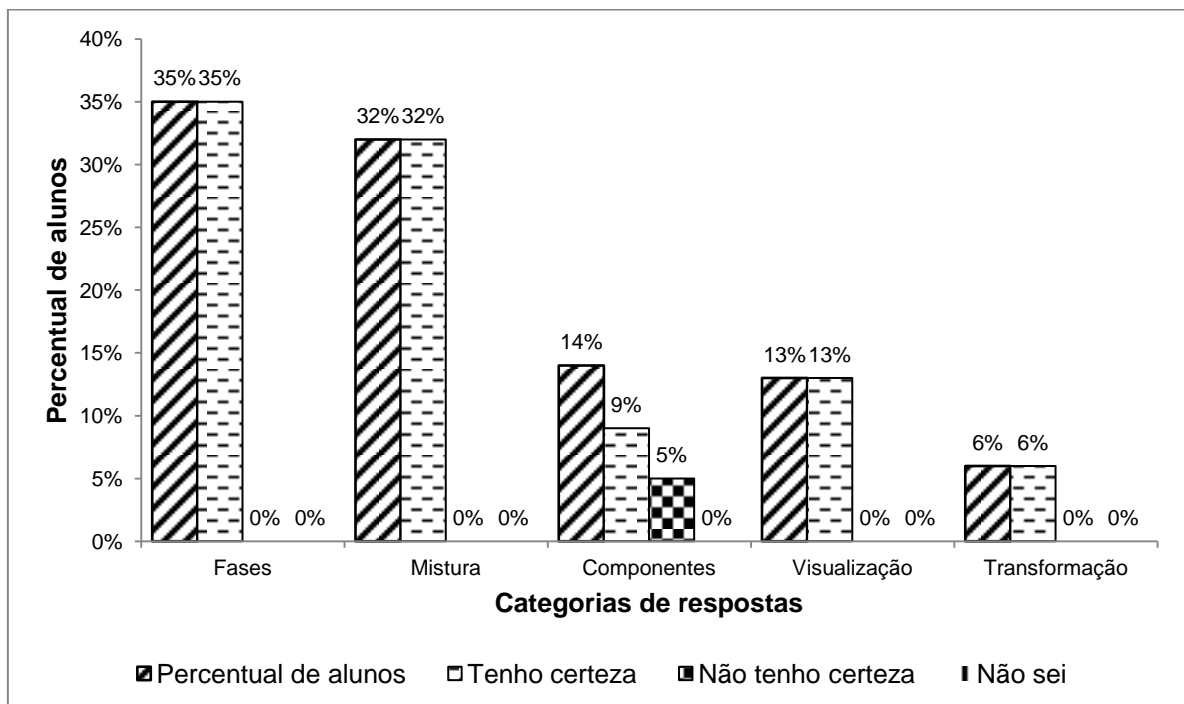
A análise dos questionários permitiu agrupar as respostas dos alunos em categorias. Os gráficos a seguir apresentam o quantitativo de alunos e o grau de certeza das respostas em cada categoria. O grau de certeza foi solicitado para caracterizar a confiança, ou seja, o quão seguro o aluno estava ao responder a questão. Algumas respostas dos grupos (G1 a G16) são transcritas sem a identificação dos alunos.

### QUESTÃO 1

“Estabeleça a diferença entre mistura homogênea e heterogênea.”

A primeira questão buscou verificar os conhecimentos dos alunos sobre a classificação macroscópica clássica das misturas. A análise dos registros dos alunos permitiu identificar um conjunto de palavras repetidas que gerou cinco categorias de respostas, apresentadas no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Categorias de respostas para a Questão 1 do Pré-Teste 0<sub>12</sub>



Fonte: Autor (2017)

Em termos percentuais 35% dos alunos responderam corretamente a Questão 1 se enquadrando na categoria *Fases*. Demonstraram conhecer o conceito clássico de

misturas e afirmaram certeza de suas respostas. Estabeleceram que a distinção entre mistura homogênea e heterogênea está no conjunto de fases. As respostas nesta categoria permitem supor que os alunos sabem que a fase está relacionada aos diferentes aspectos visuais da mistura.

A seguir, exemplos de respostas na categoria *Fases*.

G10 – *“A diferença é que a mistura homogênea apresenta uma fase já a heterogênea mais de uma”*.

G06 – *“Homogênea quando misturada contém apenas uma fase e heterogênea não se mistura e demonstra duas ou mais fases”*.

Na categoria *Mistura* estão enquadradas 32% de respostas que indicam certa compreensão do conceito de misturas. Nesta categoria os alunos não mencionam explicitamente as fases como critério de distinção. Mas é possível perceber que as respostas se aproximam do conceito clássico de misturas quando os alunos citam exemplos. A seguir algumas respostas desta categoria.

G16 – *“Homogênea quando as substâncias se misturam e heterogênea quando não se misturam (água e óleo)”*.

G14 – *“Homogênea substâncias que são capazes de se misturar, por exemplo, água e sal e heterogênea que não se misturam, por exemplo, água e óleo”*.

*Componentes* é a terceira categoria de respostas para a Questão 1. O percentual de respostas nesta categoria somou 14%. As respostas indicam certa dificuldade em estabelecer o aspecto visual como critério de distinção entre as misturas. Dos 14% de alunos enquadrados nesta categoria, 9% deram certeza de suas respostas enquanto 5% afirmaram não terem certeza. Seguem exemplos de respostas dos alunos.

“G05 – *Homogênea quando tem apenas uma mistura e heterogênea quando tem mais de uma mistura*”.

G08 – *“Homogênea contém duas substâncias na mesma mistura e heterogênea contém três ou mais substâncias”*.

A quarta categoria foi nomeada *Visualização*. Os 13% de alunos desta categoria demonstraram desconhecer a distinção entre os tipos clássicos de mistura. As respostas apontam para uma falta de estabilidade e clareza das ideias ancoradas na estrutura cognitiva sobre o tema. Ainda assim afirmaram certeza em suas respostas. São apresentados a seguir dois exemplos desta categoria.

“G12 – *Homogênea quando mistura e não consegue distingui-las e heterogênea é uma mistura não compatível*”.

G13 – *“Heterogênea é uma mistura de duas substâncias que a solução fica visível e homogênea é a mistura de duas substâncias que não dá pra ver”*”.

Na última categoria *Transformação* estão 6% das respostas. Os registros destes alunos indicam pouco ou nenhum domínio dos conceitos de fenômeno físico e químico. Isso pode ter gerado tais respostas que relacionaram equivocadamente fenômenos físicos com processos de transformação da matéria. Segue um exemplo de resposta desta categoria.

G02 – *“Homogênea se misturam e se transformam e heterogênea não se misturam e não se modificam”*”.

De maneira geral as respostas categorizadas apontaram que 67% dos alunos são capazes de estabelecer a diferença entre mistura homogênea e heterogênea. Este é um dado significativo. A homogeneidade da solução é uma característica importante. Sua compreensão pode provocar reflexões sobre as interações microscópicas entre soluto e solvente além de servir de subsunçor para a apropriação do conceito de solução.

## QUESTÃO 2

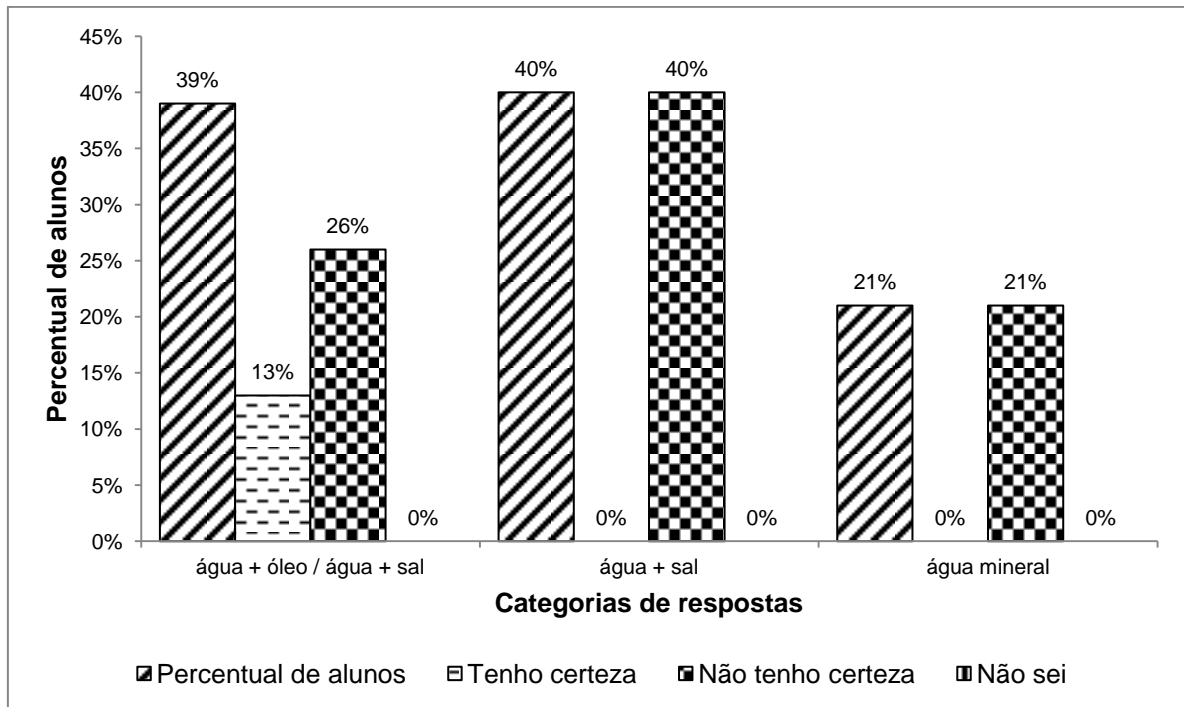
“Observe as fotos sobre a bancada. Quais dos materiais são soluções?”

- |                                  |                     |
|----------------------------------|---------------------|
| (    ) Ar dentro de um balão     | (    ) Refrigerante |
| (    ) Leite integral longa vida | (    ) Álcool gel   |
| (    ) Água + óleo               | (    ) Água mineral |
| (    ) Maionese                  | (    ) Água + sal   |
| (    ) Aliança em ouro           | (    ) Espuma”      |

O objetivo da Questão 2 foi verificar se os conhecimentos prévios dos alunos são suficientes para permitir reconhecer exemplos de soluções verdadeiras. Foram

apresentadas dez fotos de materiais diversos comuns no cotidiano: Ar dentro de um balão, Leite integral longa vida, Água + óleo, Maionese, Aliança em ouro, Refrigerante, Álcool gel, Água mineral, Água + sal e Espuma. As respostas dos alunos foram enquadradas em três categorias de acordo com a repetição de respostas e a distinção entre mistura homogênea e mistura heterogênea (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Categorias de respostas para a Questão 2 do Pré-Teste 0<sub>12</sub>



Fonte: Autor (2017)

As respostas indicaram que os alunos não dominam o conceito de soluções. Marcaram indistintamente os materiais sem qualquer critério científico aparente. Conforme análises de Carmo (2005), muitas ideias dos alunos sobre as soluções podem estar fundadas em modelos intuitivos construídos a partir do senso comum e não em modelos científicos baseados em leis que regem o mundo natural.

A primeira categoria *Água + óleo e Água + sal* representou um percentual de 39% das respostas. Foram agrupados os alunos que marcaram *Água + óleo* e *Água + sal* como exemplos de soluções. Tais respostas tendem a demonstrar que os alunos não relacionam o conceito de soluções com as misturas homogêneas. Nesta categoria foi possível verificar ainda que do total de 39% alunos, 21% marcaram também Leite e Maionese, 7% somente Leite, 11% somente Maionese. Nenhum dos alunos desta categoria marcou Aliança em ouro, 7% marcaram Ar dentro do balão e

21% marcaram *Água Mineral*. A maioria dos alunos não teve certeza das respostas assinaladas.

Outra categoria de respostas reuniu os alunos que marcaram *Água + Sal*. As respostas desta categoria representaram um percentual de 40%. Desse percentual, 23% também marcaram Leite e Maionese, 6% somente Leite e nenhum deles marcou somente Maionese. Ainda foi verificado que 11% alunos marcaram Aliança em ouro, outros 11% alunos Ar dentro do balão e 16% marcaram *Água Mineral*. A maioria dos alunos não teve certeza das respostas assinaladas.

Na categoria *Água Mineral* foram agrupadas 21% das respostas. Todos os alunos registraram não terem certeza da resposta. Dos 21% de alunos desta categoria, 15% deles ainda marcaram Leite e Maionese, nenhum marcou somente Leite ou somente Maionese. Todos os alunos marcaram Aliança em ouro e também Ar dentro do balão.

A análise das respostas permitiu verificar que nenhum dos alunos acertou a Questão 2. Os registros demonstraram que os alunos não possuem conhecimentos prévios sobre a classificação das dispersões e o conceito de solução química. Em todas as categorias de respostas os alunos marcaram leite e maionese como exemplos de soluções. Estes sistemas são dispersões coloidais. Apresentam um aspecto visual homogêneo. Entretanto possuem características próprias que os diferenciam das soluções verdadeiras.

A Questão 2 foi formatada para reduzir ao máximo a tentativa de acertar sem saber o significado e trazia como exemplos de soluções verdadeiras: ar dentro de um balão; aliança em ouro, refrigerante, água mineral e água + sal. Conforme mencionado anteriormente, todos os alunos erraram a questão. O estudo de soluções geralmente é feito no 2º ano do ensino médio. Supõe-se que todos os alunos erraram a questão por não terem tido ainda a oportunidade de serem confrontados com esse tipo de conhecimento. Além disso, podemos considerar que o senso comum não é capaz de oferecer as condições necessárias para o aluno desenvolver o conceito químico de soluções (CARMO, 2005). Nesta altura, vale registrar que um grande percentual de respostas erradas já eram esperadas no questionário de problematização.

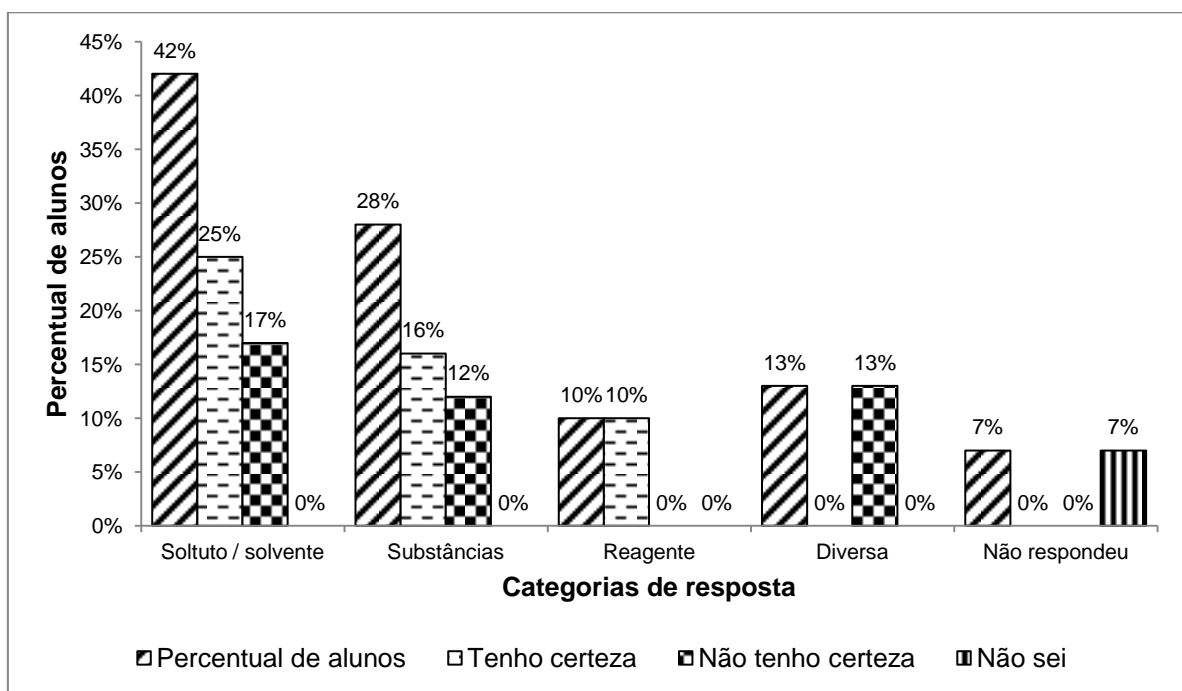


### QUESTÃO 3

“Quais os principais componentes de uma solução?”

Esta questão buscou verificar se os alunos possuem conhecimentos prévios sobre a classificação geral dos componentes de uma solução. A classificação leva em conta que cada uma das substâncias em uma solução é chamada componente da solução. De maneira genérica, os componentes de uma solução são classificados como soluto e solvente (Brown et al., 2005). Esta distinção faz parte da etiqueta linguística do estudo das soluções. Os registros dos alunos para a Questão 3 permitiram estabelecer cinco categorias conforme palavras comuns reconhecidas nas respostas analisadas. Os dados são apresentados no Gráfico 3.

Gráfico 3 – Categorias de respostas para a Questão 3 do Pré-Teste 0<sub>12</sub>



Fonte: Autor (2017)

A primeira categoria foi nomeada *Soluto / solvente*. São os alunos que registraram corretamente a resposta. Os registros permitiram verificar que o percentual desta categoria somou 42%. Desse percentual 17% dos alunos marcaram não terem certeza da resposta.

Na segunda categoria *Substância* foram agrupados 28% dos alunos. Os registros permitiram concluir que os alunos agrupados nesta categoria não têm conhecimento

prévio sobre a classificação dos principais componentes de uma solução. Em suas respostas citaram exemplos de substâncias diversas que supostamente estariam presentes nas soluções. Podemos supor que estes alunos talvez não tenham levado em conta a classificação genérica dos componentes de uma solução. Seguem exemplos de respostas dos alunos.

G10 – “Água, hidrogênio”.

G02 – “Cloreto, sulfato, cálcio, ferro e sódio”.

A terceira categoria de registros está agrupada em *Reagente* com 10% de alunos. Os registros nesta categoria tendem a indicar uma percepção de que qualquer mistura de duas ou mais substâncias deva resultar necessariamente em uma reação química. Talvez por isso estes alunos tenham registrado que os componentes de uma solução são reagente e produto. Todos os alunos desta categoria deram certeza de suas respostas.

A categoria *Diversos* agrupou 13% de alunos. Os alunos não deram certeza de suas respostas. Os registros desta categoria apontaram para a falta de conhecimentos prévios sobre os principais componentes de uma solução. Seguem algumas respostas desta categoria.

G04 – “Tem que ser uma mistura homogênea”.

G05 – “São estados físicos: sólido, líquido e gasoso”.

A Questão 3 não foi respondida por 7% dos alunos.

Os registros para a Questão 3 permitem supor que 58% dos alunos não têm conhecimento prévio sobre a classificação geral dos componentes de uma solução. Este é um dado relevante. A classificação dos componentes de uma solução em soluto e solvente é uma designação genérica que busca tornar prática a abordagem do assunto e faz parte da linguagem química necessária ao estudo das soluções.

Em sua pesquisa, Saraiva (2017) constatou que os estudantes têm dificuldades para entenderem os conceitos de cada termo no estudo das soluções, trocando muitas vezes o solvente pelo soluto e vice-versa.

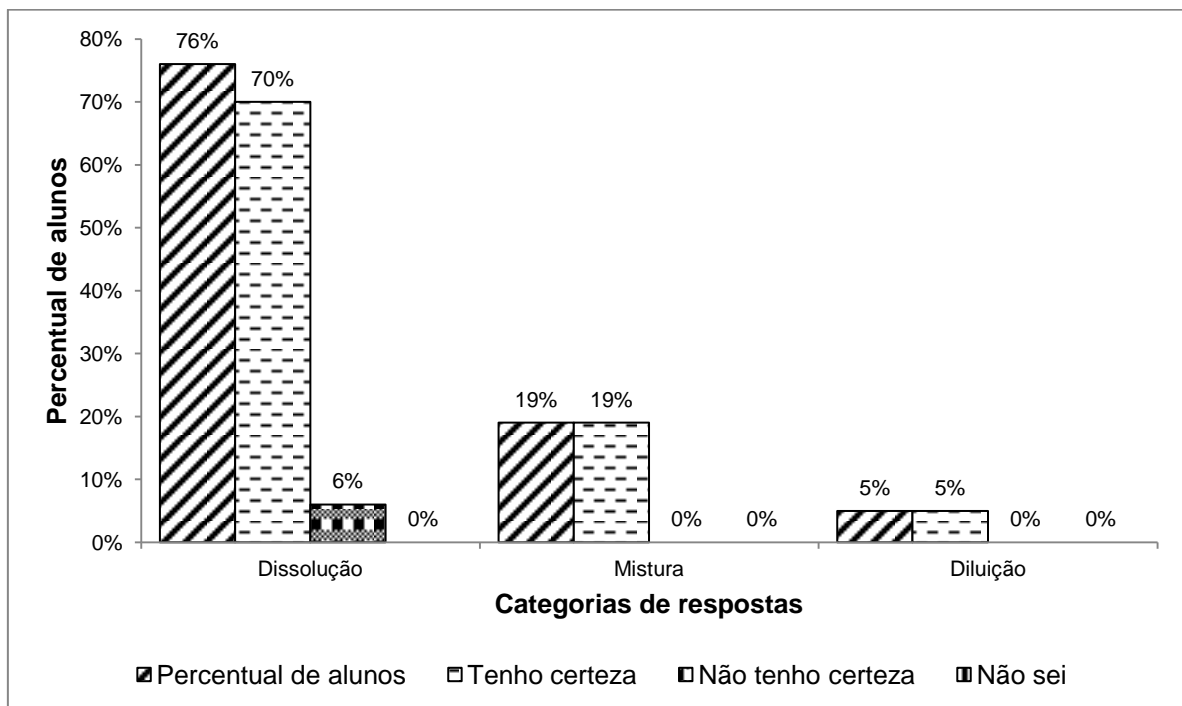
Ausubel (2000) destaca os conceitos como um aspecto relevante da aprendizagem significativa. A compreensão dos conceitos pelos alunos depende da percepção nas regularidades dos fenômenos, eventos ou propriedades do objeto de estudo. À medida que a estrutura conceitual evolui, podem-se representar fenômenos, eventos ou propriedades por símbolos relevantes, tornando-se mais fácil a abstração e incorporação das novas ideias na estrutura cognitiva.

#### QUESTÃO 4

“Colocar 5,0g de sal de cozinha (cloreto de sódio) em 100mL de água. Agitar. O que aconteceu com o sal? Proponha um modelo para explicar esse fenômeno. Faça um desenho para ilustrar seu modelo”.

A Questão 4 buscou verificar a percepção dos alunos sobre o fenômeno da dissolução. As respostas foram agrupadas em três categorias conforme a repetição de palavras e ideias comuns. O Gráfico 4 apresenta as categorias para a Questão 4.

Gráfico 4 – Categorias de respostas para a Questão 4 do Pré-Teste 0<sub>12</sub>



Fonte: Autor (2017)

A categoria *Dissolução* agrupou 76% das respostas. Os alunos não ofereceram qualquer explicação para o fenômeno. Apenas registraram observações apoiadas nos aspectos perceptíveis do processo. O grau de certeza assinalado para esta

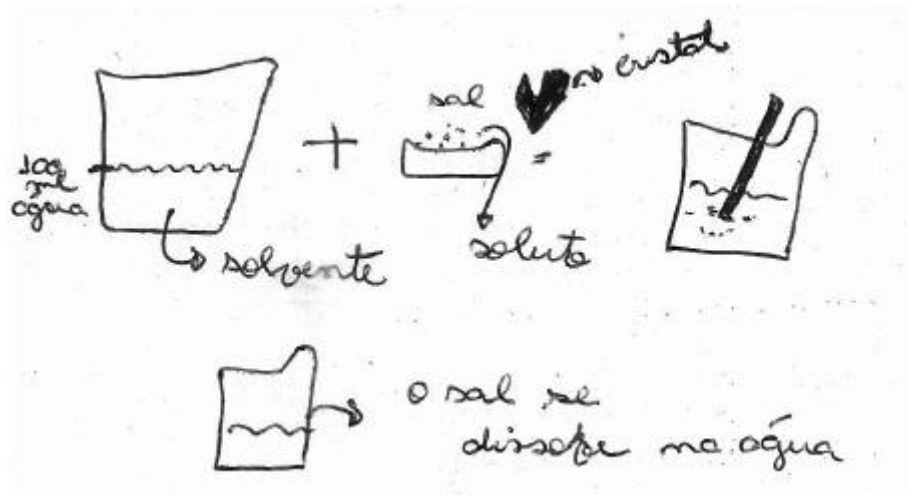
questão foi de 70%. As respostas podem indicar que os alunos percebem a dissolução em um cenário de continuidade da matéria. Tal percepção pode estar associada ao senso comum como resultado de observações e experiências cotidianas. Afinal o sal foi misturado com a água. Mas o que de fato aconteceu? Por que não enxergamos mais o sal?

As respostas tendem a demonstrar que os alunos podem não ter ainda elaborado um modelo de dissolução que envolva o nível microscópico da matéria. Neste caso, os estudantes acabam tendo dificuldades em explicar o processo de dissolução através um modelo atômico-molecular (CARMO; MARCONDES, 2008; FERREIRA, 2015; SARAIVA, 2017). De acordo com o CBC do Espírito Santo, os conteúdos relacionados com a estrutura da matéria devem ser estudados no 1º ano do ensino médio. É possível que os estudantes tenham subsunçores relacionados com os aspectos microscópicos da matéria mais não saibam relacioná-los aos fenômenos da dissolução, conforme verificado através das respostas dos alunos. Em outro cenário, os conhecimentos sobre a estrutura da matéria podem ter sido obliterados com o tempo.

Conforme destaca Echeverría (1997), na química, como na vida em geral, nem sempre os fenômenos mostram sua essência. É até possível se dizer que na maioria das vezes realmente não mostram. E no cotidiano, as pessoas lidam com os fenômenos em num nível fenomenológico e macroscópico. Daí talvez possa advir a dificuldade dos alunos em transitar entre os níveis de conhecimento macro e submicroscópico, conforme afirma Ferreira (2015).

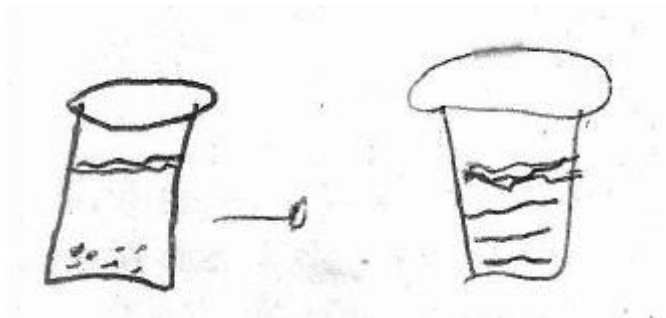
Os desenhos apresentados por 69% dos alunos retratam apenas uma visão macroscópica. As representações destacam linhas horizontais e verticais que são utilizadas para delimitar os limites da solução. Para este item 31% dos alunos não fizeram desenhos. A seguir exemplos de ilustrações feitas pelos alunos (Figura 7 e Figura 8).

Figura 7 – Desenho do aluno G09 representando a dissolução



FONTE: Autor (2017)

Figura 8 – Desenho do aluno G14 representando a dissolução



FONTE: Autor (2017)

A segunda categoria de respostas para a Questão 4 foi denominada *Mistura*. O percentual de registros deste grupo somou 19%. O padrão de respostas tende a indicar que estes alunos não têm conhecimentos prévios sobre o fenômeno da dissolução. Os registros estão limitados à descrição do fato ocorrido sem qualquer explicação sobre o que realmente aconteceu com o sal. Todos os alunos desta categoria fizeram desenhos ilustrativos e afirmaram terem certeza de suas respostas. Seguem exemplos de respostas dos alunos.

G05 – “O sal se mistura com a água virando uma mistura homogênea”.

G11 – “Ocorreu uma mistura homogênea”.

A terceira categoria *Diluição* agrupou 5% das respostas. Os registros destes alunos podem indicar uma concepção equivocada do fenômeno da dissolução. Todos

afirmaram certeza em suas respostas e nenhum deles apresentou desenhos ilustrativos na questão. A seguir exemplo de resposta desta categoria.

G03 – *“O sal foi diluído por completo na água. No começo a água ficou turva só depois ficou clara”.*

Os registros para a Questão 4 indicam que os alunos não possuem conhecimentos prévios do fenômeno da dissolução. Por conseguinte, não foram capazes de utilizar um modelo atômico-molecular para explicar o processo de dissolução. As respostas descrevem, mas não explicam de fato o que ocorre. É possível reconhecer uma tendência equivocada do aluno de considerar que o soluto não está mais presente após a dissolução. A situação verificada é análoga à pesquisa realizada por Carmo e Marcondes (2008).

#### QUESTÃO 5

“A) Em um tubo de ensaio misturar 2g de dicromato de potássio em 5mL de água na temperatura ambiente. O que ocorre?

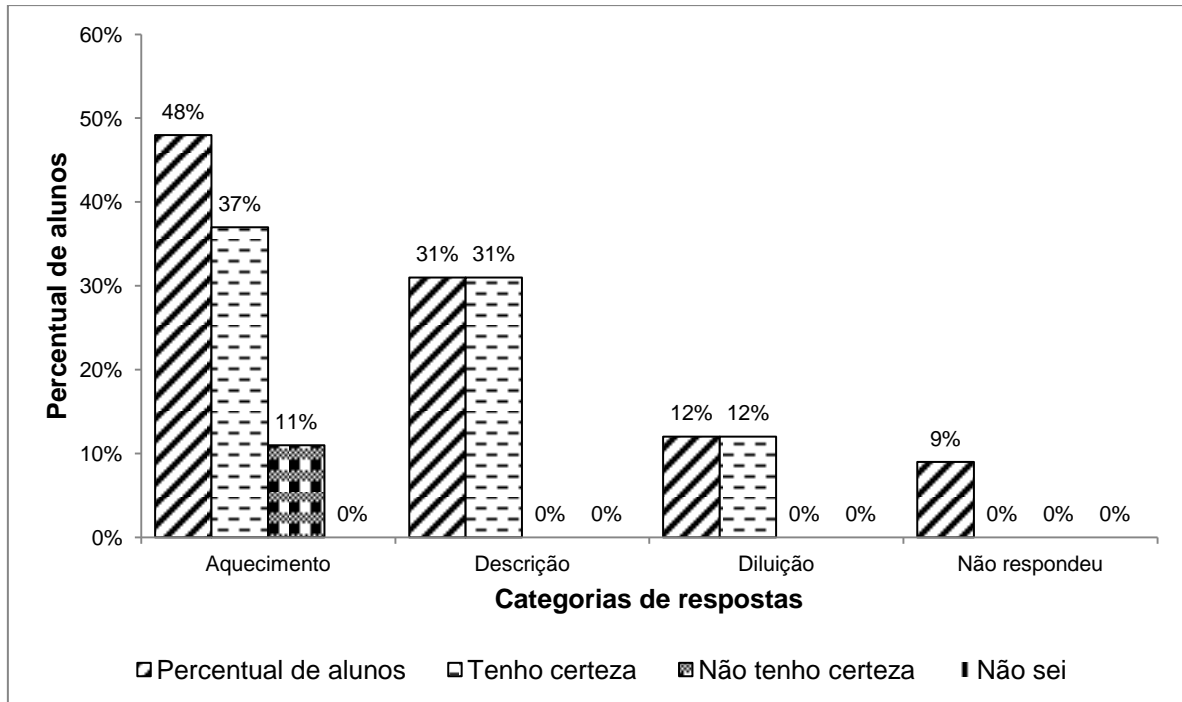
B) Colocar o tubo com o dicromato de potássio em banho-maria. O que ocorre?

Como você explica o comportamento observado na dissolução do dicromato de potássio nas duas temperaturas consideradas?”

Esta questão procurou levantar conhecimentos prévios dos alunos sobre a influência da temperatura na solubilidade dos solutos sólidos. É sabido que a solubilidade da maioria dos solutos sólidos em água aumenta à medida que a temperatura da solução aumenta (Brown et al., 2005). Pode ser que esta ideia tenha sido desenvolvida pelo aluno em experiências cotidianas anteriores.

O padrão de respostas para a Questão 5 é apresentado Gráfico 5.

Os registros dos alunos permitiram identificar quatro categorias de respostas agrupadas por palavras repetidas e sentidos convergentes. A primeira categoria *Aquecimento* reuniu 48% das respostas. Neste grupo 37% dos alunos afirmaram tenho certeza, 11% não tenho certeza. Os 48% de alunos deste grupo fizeram uma descrição sucinta dos fenômenos observados. Demonstraram capacidade de relacionar aquecimento e temperatura com a dissolução do dicromato de potássio.

Gráfico 5 – Categorias de respostas para a Questão 5 do Pré-Teste 0<sub>12</sub>

Fonte: Autor (2017)

A seguir estão transcritas algumas respostas dos alunos.

G03 – “A) A água muda de cor para laranja e sobra um pouco do material no fundo. B) A densidade do material aumenta e o resto do material que tinha no fundo se dissolve. Com a temperatura alta as moléculas de água destilada se separam mais facilitando a dissolução”.

G04 – “A) A água ficou da mesma cor do dicromato de potássio. B) O resto de elemento se dissolveu e mudou de densidade. Na temperatura ambiente o potássio tinha tonalidade laranja claro e no banho-maria sua densidade aumentou, a cor escureceu e o resto do elemento foi dissolvido”.

Nas respostas transcritas acima ainda chama atenção o conceito errado de densidade. Russel (2008) esclarece que “a densidade é definida como a massa da unidade de volume de uma substância, ou, simplesmente, massa por unidade de volume”. A densidade é calculada pela divisão da massa do objeto por seu volume. Dessa maneira, a densidade expressa a quantidade de matéria presente em cada unidade de volume. O referido autor esclarece que “quando dizemos que o chumbo tem maior densidade do que o alumínio, isto significa que num dado volume de

chumbo há mais matéria que no mesmo volume de alumínio” (RUSSEL, 2008, p.40). Nas respostas transcritas acima os alunos confundem a mudança de coloração da solução como mudança de densidade. Parece que os alunos não conseguem conceber que a densidade é uma relação entre massa e volume. Então, para ocorrer aumento de densidade, conforme afirmaram os alunos, a massa do material deveria aumentar ou o volume da solução deveria diminuir. Nenhuma das supostas situações de fato ocorreu no procedimento realizado pelos estudantes.

A segunda categoria de respostas foi denominada *Descrição*. Este grupo reuniu 31% das respostas. Nesta categoria os alunos apenas descreveram os fenômenos observados. Não foram verificados registros que indicassem qualquer relação entre temperatura e solubilidade. Todos os alunos afirmaram terem certeza de suas respostas. A seguir são transcritos exemplos de respostas dos alunos.

G08 – “A) *Mudou a coloração, ficou alaranjado e não dissolveu tudo, ficou um pouco no fundo. B) O dicromato de potássio que estava no fundo dissolveu*”.

G13 – “A) *O dicromato de potássio não dissolve totalmente na temperatura ambiente. B) Dissolveu o resto do potássio e a cor ficou mais escura*”.

Outra categoria de respostas foi denominada *Diluição*. O percentual de alunos desta categoria atingiu 12%. As respostas deste grupo apontam para uma suposta falta de conhecimentos prévios sobre o fenômeno da dissolução e sua relação com a temperatura. Para eles dissolução é uma diluição. Estes alunos também registraram apenas observações. Não apresentam qualquer explicação para os fatos observados. A seguir alguns registros desta categoria.

G01 – “A) *Ocorreu uma mudança na cor e sobrou alguns grãos no fundo. B) Ao colocar em banho-maria observamos que começa a criar bolhas na superfície, e a densidade aumenta e a substância que tinha embaixo diluiu*”.

G02 – “A) *O dicromato de potássio não se dissolveu completamente. B) A densidade do material subiu e o dicromato que estava no fundo se diluiu*”.

Os registros de respostas para a Questão 5 permitem verificar que os alunos apenas descrevem fenômenos observados sem apresentar explicações vinculadas aos



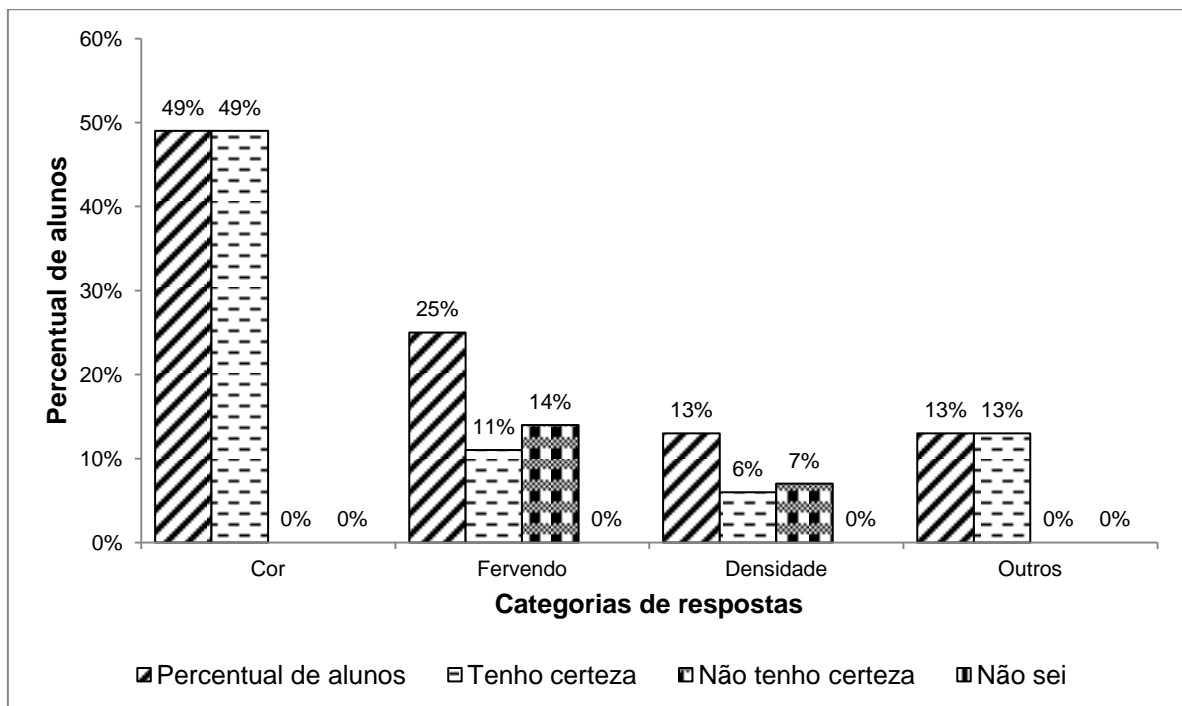
modelos científicos. Isso permite supor que os alunos não têm conhecimentos prévios que lhes permitam estabelecer relações entre temperatura e solubilidade.

## QUESTÃO 6

“Problema da água em São Mateus. Observe os dois copos com água. Um deles tem água potável. O outro contém água salgada. Como saber qual deles tem água salgada sem provar o sabor?”

A Questão 6 buscou contextualizar o estudo das soluções. Desde 2015 os alunos têm recebido água salgada em suas casas de forma intermitente devido aos problemas de abastecimento de água potável da cidade. O objetivo foi verificar conhecimentos prévios sobre critérios de identificação de soluções. O Gráfico 6 apresenta as categorias de respostas dos alunos para a referida questão.

Gráfico 6 – Categorias de respostas para a Questão 6 do Pré-Teste 0<sub>12</sub>



Fonte: Autor (2017)

As categorias foram organizadas de acordo com o sentido das respostas dos alunos. A primeira categoria *Cor* reuniu 49% das respostas. Os alunos afirmaram ser possível distinguir as amostras através da cor. Todos deram certeza de suas respostas. Os registros indicam falta de conhecimentos prévios sobre critérios de identificação de soluções. As duas amostras eram incolores e inodoras. Portanto, o

critério cor era totalmente inadequado para definir qual era a amostra de água salgada. A seguir exemplos de respostas desta categoria.

G04 – *“Observando a tonalidade da água”.*

G16 – *“Pela cor da água, o sal mostra um contraste mais branco e a água pura há transparência”.*

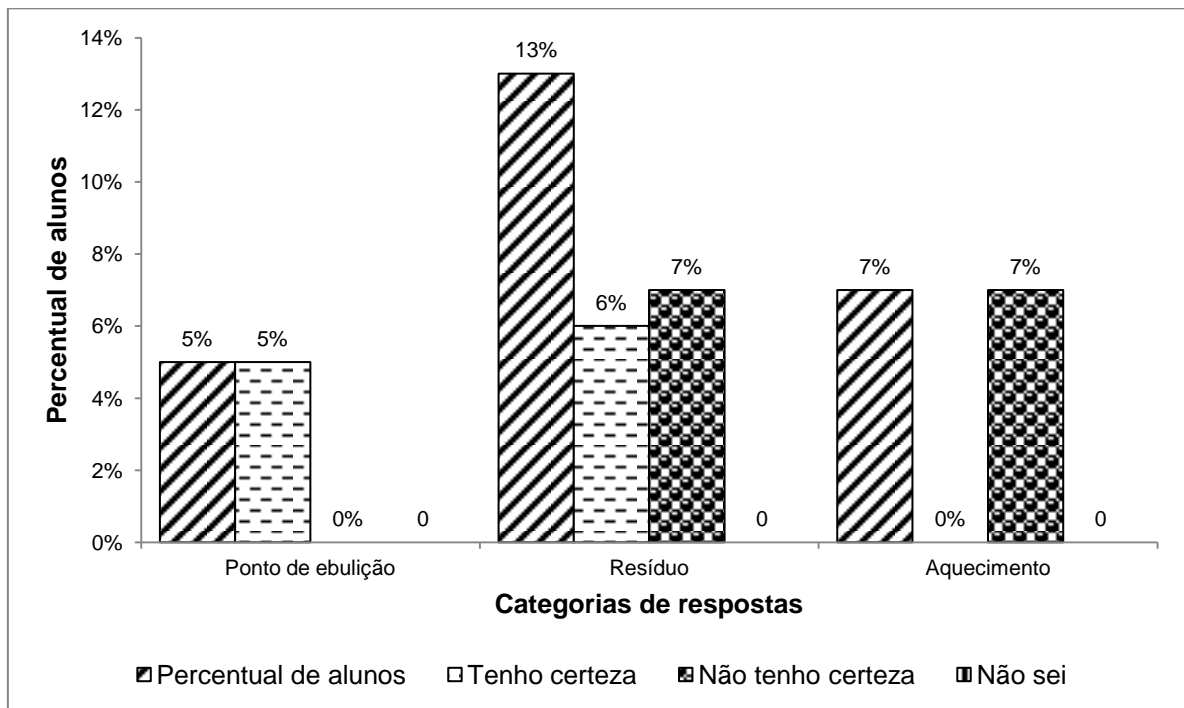
Uma categoria de registros para a Questão 6 foi denominada *Densidade* que representou 13% das respostas. Estes alunos apresentaram a densidade como critério para identificar a amostra de água salgada. Deram certeza de suas respostas 6% dos alunos e 7% registraram não tenho certeza. As respostas fizeram referência a um dos critérios de identificação da água salgada. Porém os registros dos alunos não explicitam como a densidade poderia ser utilizada para diferenciar as amostras de água. Ademais, os alunos não realizaram qualquer procedimento experimental para determinar a densidade das amostras. Afirmaram que uma amostra era mais densa que a outra por mera intuição. A seguir exemplos de respostas desta categoria.

G08 – *“Após balançar o balão podemos ver que o balão com água salgada do número 2 é mais denso que o número 1 por isso é o salgado”.*

G14 – *“A primeira está salgada pela densidade e o odor da água”.*

Outra categoria de respostas foi denominada *Fervendo*. Representou 25% dos registros, sendo que 11% dos alunos afirmaram terem certeza de suas respostas e 14% marcaram não tenho certeza. Estes alunos demonstraram possuir algum conhecimento prévio sobre critérios de identificação de soluções. Responderam acertadamente que as amostras poderiam ser diferenciadas pelo aquecimento. Dos 25% de alunos enquadrados nesta categoria 5% responderam com certeza que o ponto de ebulição poderia ser utilizado na identificação da água salgada. Fizeram referência ao sal como resíduo que deveria surgir após o processo de evaporação da amostra de água salgada 13% dos alunos. Apenas 7% dos alunos registraram que a identificação poderia ser feita com o aquecimento da amostra. Porém, não forneceram qualquer detalhe de como isso seria possível. O Gráfico 7 traz o padrão de respostas desta categoria.

Gráfico 7 – Padrão de respostas para a categoria *Fervendo* da Questão 6 do Pré-Teste 0<sub>12</sub>



Fonte: Autor (2017)

A seguir exemplos de respostas dos alunos na categoria *Fervendo*.

G03 – “Basta ferver a água dos dois balões e observar a temperatura de ebulição dos dois”.

G02 – “Ao fervermos as duas quantias de água iremos distinguir qual é a salgada pelo sal que vai sobrar no fundo do recipiente, pois a água evapora e o sal não”.

## QUESTÃO 7

1) Misturar isopor com água. 2) Misturar isopor com xileno. O que você observou? Explique por que isso aconteceu?

A Questão 7 buscou avaliar conhecimentos prévios dos alunos relacionados aos conceitos de solubilidade. A análise das respostas apontou uma única categoria de respostas em que são feitas apenas descrições dos fenômenos observados. Nenhum dos alunos ofereceu qualquer explicação científica para os fatos. A seguir exemplos de respostas dos alunos.

G11 – “O isopor foi dissolvido no xileno, enquanto na água o isopor ficou na superfície.”

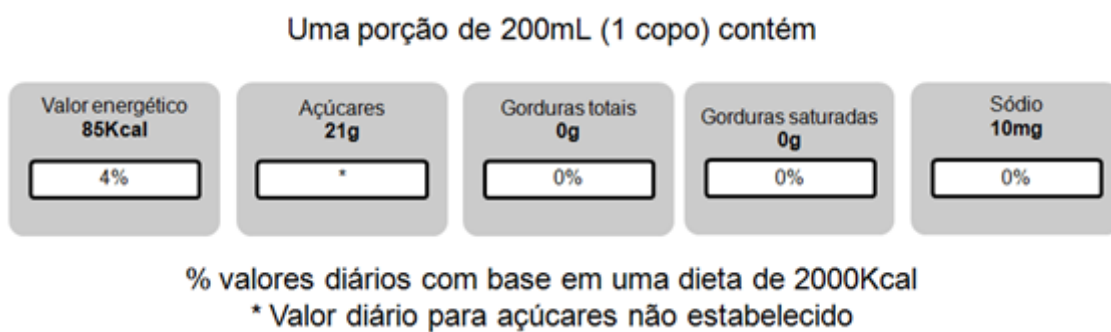
G06 – “Mistura com água nada aconteceu. Misturado com xileno dissolveu tudo.”

As respostas baseadas apenas na descrição dos fatos observados podem indicar que os alunos ainda não têm elaborado um conceito químico de solubilidade.

## QUESTÃO 8

“Considere o rótulo do refrigerante sobre a bancada. Responda as questões abaixo com base nas informações do rótulo (Figura 9).

Figura 9 – Rótulo de refrigerante



Fonte: Autor (2017)

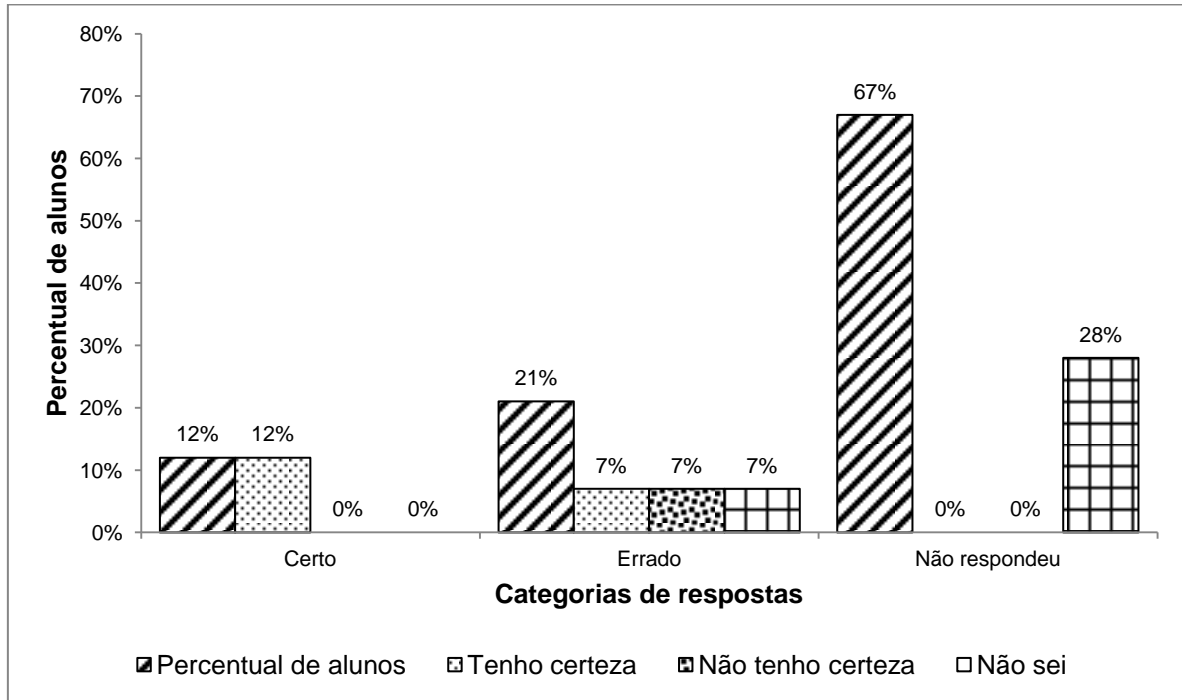
- Qual a concentração de açúcar no refrigerante em g/L?
- Qual a concentração de açúcar em mol/L? Massa molar do açúcar: 342g/mol
- Qual a quantidade (em gramas) de açúcar ingerida por uma pessoa que consome uma lata com 350mL do refrigerante?”

A Questão 8 buscou verificar conhecimentos prévios relacionados aos aspectos quantitativos das soluções. Os três itens apresentados aos alunos envolveram conversão de unidades de volume, cálculos com regra de três, massa molar e quantidade de matéria a partir da leitura e interpretação de rótulos de bebidas refrigerantes. A seguir são analisadas as respostas dos alunos em cada item da questão.

“A) Qual a concentração de açúcar no refrigerante em g/L?”

Este item apresentou três categorias de respostas conforme Gráfico 8 agrupadas em categorias de certo, errado e não responderam.

Gráfico 8 – Categorias de respostas para o item A da Questão 8 do Pré-Teste 0<sub>12</sub>



Fonte: Autor (2017)

A informação do rótulo do refrigerante indica 21g de açúcar para cada porção de 200mL da bebida, conforme Figura 9. Seria razoável buscar a resposta para o item através da conversão de unidades de volume e utilização de uma regra de três simples. Entretanto 21% dos alunos erraram o item e 67% não responderam. O total de alunos que não conseguiu responder ao item somou então o percentual de 88%. Isso permite considerar que aquilo que nos parece um procedimento trivial pode ser um grande obstáculo para o aluno. Somente 12% dos alunos acertaram a questão.

São destacadas abaixo algumas respostas incorretas daqueles alunos que fizeram a tentativa de resolver o item proposto.

Aluno G01

$$\begin{array}{r}
 2L \quad \quad 21g \\
 1 \quad \quad \quad X \\
 \\
 2X = 21 \\
 X = \frac{21}{2} \\
 X = 10,5g/L
 \end{array}$$

Transcrição

$$2L \quad \quad \quad 21g$$

$$1 \quad \quad \quad X$$

$$2X = 21$$

$$X = \frac{21}{2}$$

$$X = 10,5g/L$$

Aluno G06

$$\begin{array}{r}
 1 \quad \quad \quad 21 \\
 2 \quad \quad \quad X \\
 \\
 1X = 21 \cdot 2 \\
 1X = 42 \\
 X = 42g/L
 \end{array}$$

Transcrição

$$1 \quad \quad \quad 21$$

$$2 \quad \quad \quad X$$

$$1X = 21 \cdot 2$$

$$1X = 42$$

$$X = 42g/L$$

Nota-se que estes estudantes demonstraram noções de proporcionalidade. Porém não conseguiram fazer uma leitura adequada do rótulo. Os alunos não foram capazes de perceber que a massa de 21g informada se relacionava com o volume de 200mL. O fato nos leva a conjecturar que pode ter sido um lapso de atenção casual na coleta dos dados necessários para a resolução do item. Outra possibilidade é a ausência de subsunçores específicos na estrutura cognitiva relacionados com os conceitos de massa e volume. Dessa maneira, o estudante não relaciona esse conhecimento a algo significativo (subsunçor específico) na estrutura cognitiva. Pode também ter ocorrido algum tipo de esquecimento natural, que para Ausubel (2000) corresponde ao processo de assimilação obliteradora. Para o referido autor

A aprendizagem deve sempre ser seguida de uma retenção e/ou esquecimento, que constituem os próprios resultados e sequelas naturais. Tudo o que se apreende deve ser ou retido, ou esquecido. Admite-se que o processo de assimilação na retenção-esquecimento é, de alguma forma, diferente do da aprendizagem significativa, mas compara-se a este quer nas manifestações psicológicas evidentes, quer nos próprios mecanismos psicológicos subjacentes (AUSUBEL, 2000, p. 24).

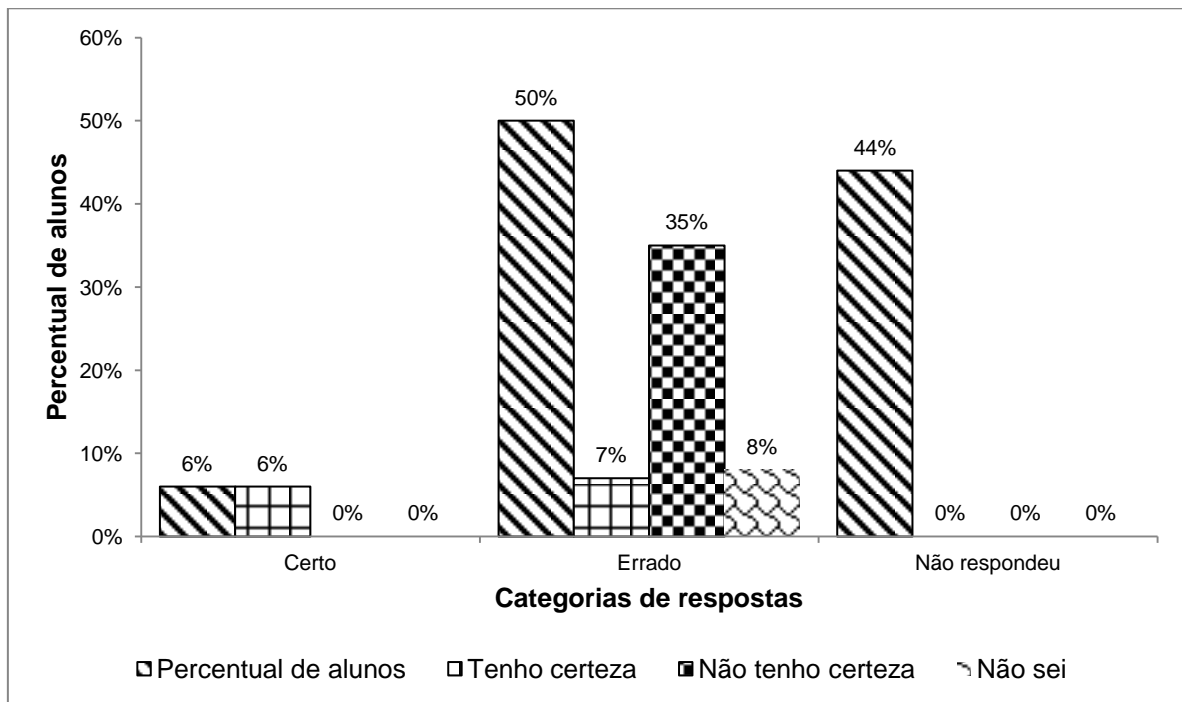
Em outras palavras, a obliteração do conhecimento é perfeitamente natural, sendo parte integrante da aprendizagem.

“B) Qual a concentração de açúcar em mol/L

Massa molar do açúcar: 342g/mol”

Este item apresentou três categorias de respostas conforme o Gráfico 9.

Gráfico 9 – Categorias de respostas para o item B da Questão 8 do Pré-Teste 0<sub>12</sub>



Fonte: Autor (2017)

A análise dos registros dos alunos permitiu verificar que 48% dos alunos erraram o item. Outros 46% não responderam a questão proposta. O total de alunos que não conseguiu responder ao item somou então um percentual de 94%. Somente 6% de alunos acertaram a questão. O percentual de acertos foi muito pequeno para o quantitativo total de alunos que respondeu ao item.

São apresentadas abaixo algumas respostas incorretas dos alunos que tentaram responder ao item.

Aluno G08

Transcrição

$x$  açúcar 1 mol  
 21 342 g/mol  
 $342x = 21$   
 $x = \frac{21}{342}$   
 $x = 0,06 \text{ g/mol}$

$$X \text{ g açúcar} \quad \text{_____} \quad 1 \text{ mol}$$

$$21 \quad \text{_____} \quad 342 \text{ g/mol}$$

$$342X = 21$$

$$X = \frac{21}{342}$$

$$X = 0,06 \text{ g/mol}$$

O aluno G08 desenvolveu a proporcionalidade da quantidade de matéria, porém não seguiu adiante para relacionar a quantidade de matéria com o volume. O fato pode estar associado ao erro cometido em considerar que a massa de sacarose em um litro tem o valor de 21g.

Aluno G13

Transcrição

~~342 g/mol~~ 342 g/mol  
~~X~~ X  
~~18~~ 18  
 $18 = 342$   
 $X = \frac{342}{18} = 19 \text{ mol/L}$

$$1 \text{ mol} \quad \text{_____} \quad 342 \text{ g/mol}$$

$$X \quad \text{_____} \quad 18$$

$$18 = 342$$

$$X = \frac{342}{18}$$

$$X = 19 \text{ mol/L}$$

O aluno G13 tentou intuitivamente resolver o item através de uma regra de três. Entretanto é possível verificar dois erros no cálculo. O primeiro deles se refere ao valor de 18g para a massa de soluto em cada litro de refrigerante. O outro erro foi inverter as posições do numerador e do denominador na razão proporcional. Este fato resultou em um valor absurdo: 19 mol/L de sacarose. Isso corresponde a uma massa de 6498g em cada litro de refrigerante.

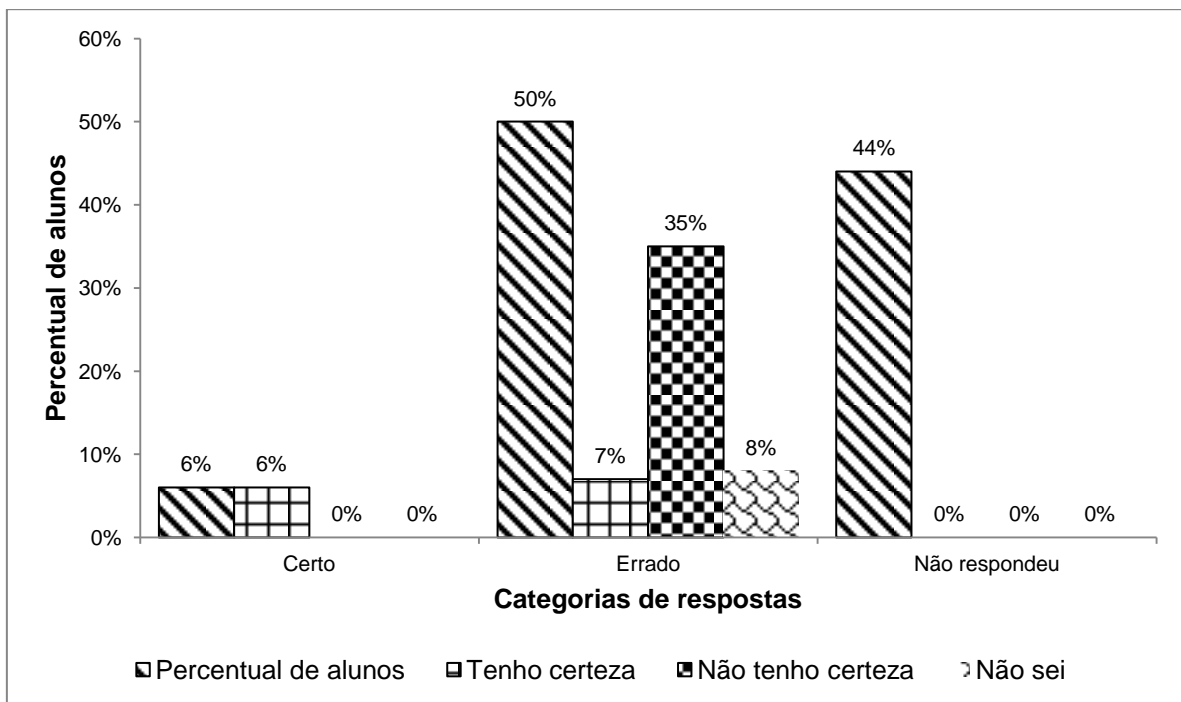


As dificuldades apresentadas pelos alunos na determinação da concentração de sacarose em mol/L podem ser justificadas como ausência de subsunções relacionados aos conceitos de massa, volume, massa molar e operações fundamentais da matemática. Tal situação foi verificada por Saraiva (2017) em situação análoga quando registra que o elevado percentual de erro em questões que envolvem os aspectos quantitativos do estudo das soluções pode ser uma consequência direta da dificuldade dos estudantes na conversão de unidades de medidas e na realização de operações matemáticas.

“C) Qual a quantidade (em gramas) de açúcar ingerida por uma pessoa que consome uma lata com 350mL do refrigerante?”

O padrão de respostas para este item é apresentado Gráfico 10.

Gráfico 10 – Categorias de respostas para o item C da Questão 8 do Pré-Teste 0<sub>12</sub>



Fonte: Autor (2017)

Somente 6% dos alunos acertaram o item. A questão não foi respondida por 44% dos alunos. A seguir algumas respostas incorretas dos alunos.

Aluno G07

Transcrição

$$\cancel{800 \text{ ml} \cdot 21 \text{ g}}$$

$$350 \text{ ml} \cdot 21 \text{ g} = 7.350 \text{ g}$$

$$350 \text{ mL} \cdot 21 \text{ g} = 7350 \text{ g}$$

O cálculo realizado pelo aluno revela ausência de conhecimentos prévios referentes aos conceitos de massa. Certamente que a falta de disponibilidade de subsunçores adequados impediu uma análise crítica do resultado encontrado pelo aluno.

Aluno G12

Transcrição

1,5	21
350	X

$$1,5X = 350 \cdot 21$$

$$1,5X = 7350$$

$$X = \frac{7350}{1,5} = 4900 \text{ g}$$

$$1,5L \text{ _____ } 21$$

$$350 \text{ _____ } X$$

$$1,5X = 350 \cdot 21$$

$$1,5X = 7350$$

$$X = \frac{7350}{1,5}$$

$$X = 4900 \text{ g}$$

O aluno G12 cometeu dois erros. O primeiro foi relacionar o valor de 21g de sacarose ao volume de 1,5L de refrigerante. O segundo erro foi não realizar a conversão das unidades de volume. Os erros cometidos e o resultado encontrado pelo aluno indicam falta de conhecimentos prévios relacionados aos conceitos de massa e volume. Também é possível verificar confusão na obtenção de dados a partir das informações fornecidas no rótulo.

O teste de problematização deixou manifesto que a maioria dos alunos consegue diferenciar mistura homogênea de heterogênea. Entretanto, a análise das respostas dos alunos aos itens propostos no referido teste indicou ausência de conhecimentos

prévios relacionados aos conceitos de solução, soluto, solvente, dissolução, solubilidade, massa, volume e concentração de soluções.

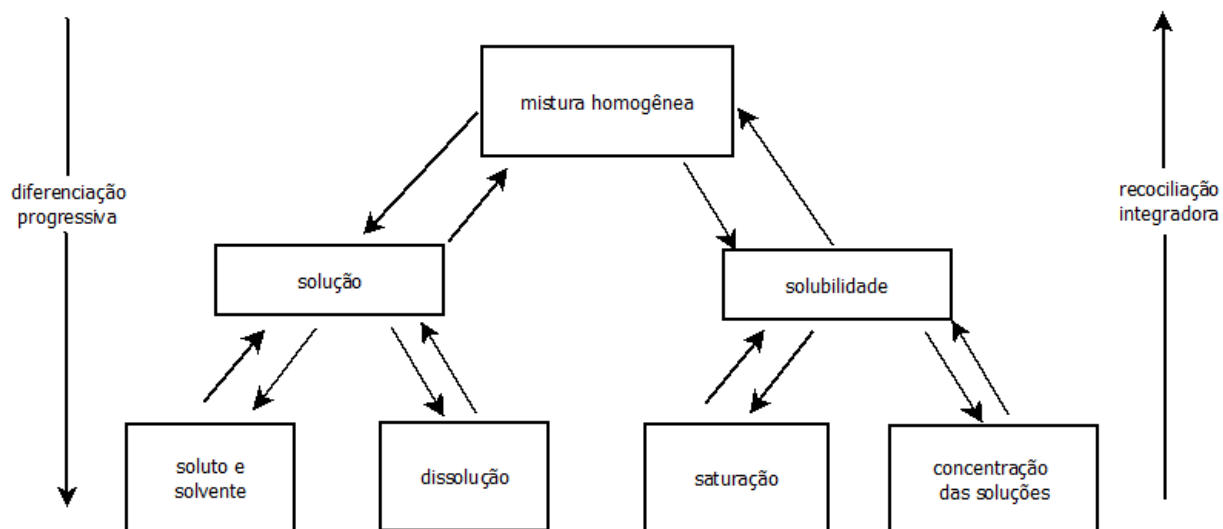
O teste tornou manifesto a dificuldade dos alunos com a matemática básica. A matemática é um dos principais pré-requisitos para o estudo de Química no 2º ano do ensino médio. É razoável que os alunos tenham sólidos conhecimentos da escrita de números, operações fundamentais, interpretação de gráficos e tabelas, razão e proporção, potência de dez e notação científica. Os déficits de conhecimento em matemática tendem a contribuir com as dificuldades de aprendizagem de química em todos os níveis de ensino. O Pré-teste  $O_{12}$  permitiu obter informações preliminares sobre os conhecimentos, aptidões e competências dos estudantes em matemática básica para, a partir daí, organizar o processo educativo relacionado aos aspectos quantitativos de soluções.

Com os resultados do Pré-teste  $O_{12}$  foram definidas as etapas seguintes deste quase experimento: (1) utilizar um organizador prévio com várias referências contextuais aos subsunçores ausentes; (2) utilizar atividades experimentais para significar o aprendizado dos conceitos de solução, soluto, solvente, dissolução, solubilidade, saturação e concentração de soluções; (3) realizar a repetição do material de aprendizagem através de um jogo didático e da resolução de tarefas de fixação da aprendizagem realizadas em sala de aula.

Desta forma espera-se que: (1) a aprendizagem mecânica possa evoluir para a aprendizagem significativa; (2) a aprendizagem representacional possa evoluir para a conceitual; (3) o subsunçor geral “mistura homogênea” sirva de âncora para a aprendizagem subordinada dos conceitos de solução, soluto e solvente.

A tentativa de manipulação da estrutura cognitiva do aprendiz inclui ainda proceder com a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora dos conceitos relacionados ao estudo das soluções (Figura 10).

Figura 10 – Diferenciação progressiva e reconciliação integradora dos conceitos envolvidos no estudo das soluções



Fonte: Autor (2017)

#### 5.4 ORGANIZADOR PRÉVIO

Foi utilizado como organizador prévio um debate com os alunos sobre a crise hídrica do Município de São Mateus. O debate foi realizado separadamente em cada uma das turmas de 2º ano no decurso de uma aula de 55 minutos. Nesta altura, o abastecimento de água potável na cidade de São Mateus já havia sido restabelecido.

Inicialmente as carteiras foram organizadas em sala formando-se um grande grupo de discussão. Em seguida foi informado que o objetivo do debate seria tentar estabelecer relações entre conhecimentos novos e aqueles que os alunos já possuem, mas não percebem que são ligados aos novos.

Os alunos foram então instigados a relatarem experiências pessoais vividas no decorrer da crise hídrica. A intenção foi ouvir as falas com as opiniões dos estudantes sobre o tema, estimular a curiosidade e dar oportunidade para o aluno externar seu conhecimento prévio – aceito ou não aceito pela ciência, mas sem detalhar o assunto de soluções nem chegar a uma resposta final sobre alguns questionamentos apresentados durante os debates.

Abaixo são transcritos relatos de alguns alunos durante o debate.

A1: *“Com o alto teor de sal do mar na água, todos os moradores sofreram, pois a água não podia ser consumida de nenhuma forma”.*

A2: *“Uma solução de água com sal em contato com o ferro ocorre uma reação de ferrugem”.*

A3: *“Nós tínhamos água só que era salgada, não dava pra beber, pra fazer comida não dava, pois era muito salgada”.*

A4: *“O sal é um bom condutor de energia elétrica e o contato da água, sal e a resistência do chuveiro causa a queima do chuveiro”.*

A5: *“Com a falta de chuva o nível do rio abaixou fazendo com que o mar invadisse o rio, fazendo o nível do sal aumentar”.*

A6: *“Com a água salgada muitas coisas estragavam: máquina de lavar enferrujou e parou de funcionar, torneiras da pia enferrujaram, as roupas com botões zíper enferrujaram”.*

A7: *“Quando ia lavar vasilha era horrível porque o sal bloqueava o sabão”.*

A8: *“O rio abaixou dando liberdade para o mar atravessar. Após essa mistura a água que chegava em nossas casas não dava para beber e nem para tomar banho”.*

A9: *“Quando a água do mar invadiu o reservatório do rio, a água ficou salobra e quando entrava na estação de tratamento, os tanques não conseguiam tirar o sal da água porque o sal se dissolveu muito profundamente com a água”.*

A10: *“Os filtros não estavam filtrando na remoção do sal da água”.*

Algumas concepções dos alunos não estavam de acordo com a visão da ciência. Ainda assim, os relatos dos alunos serviram de ponte para oferecer uma visão geral, em nível de abstração mais alto, do conteúdo a ser estudado. As ideias apresentadas pelos alunos foram então discutidas e relacionadas aos conceitos de solução, soluto, solvente, dissolução, solubilidade e concentração de soluções.

Cabe destacar que a atividade proposta e executada nesta pesquisa está fundada no papel da mediação do professor, dos grupos de trabalho de alunos e do material de instrução. Cada uma dessas partes, em atuação conjunta, contribuindo para a

construção do conhecimento. Ausubel (2000, p. 23) registra que os fatores cognitivos e de motivação interpessoal influenciam, sobremaneira, a aprendizagem de forma simultânea, provavelmente interagindo reciprocamente de várias maneiras. Entretanto o referido autor afirma que

A aprendizagem escolar não tem lugar num vácuo social, mas antes em relação com outros indivíduos, os quais – além de manifestarem vários laços emocionais pessoais – agem largamente como representantes impessoais da cultura (AUSUBEL, 2000, p. 23).

Em outras palavras, Moreira (1997) arrazoa que a interação social implica um mínimo de duas pessoas intercambiando significados. Neste caso, deve haver certo grau de reciprocidade e bidirecionalidade, ou seja, um envolvimento ativo, de ambos os participantes. Na situação considerada, cabe ao professor atuar na mediação de um ensino que tenha como meta promover a aprendizagem significativa.

Conforme Ausubel (2000), a aprendizagem significativa requer uma análise cognitiva prévia para sondar quais são os aspectos mais relevantes que o novo material potencialmente significativo (a ser aprendido) deve conter. Ou seja, quais os conceitos que já estão presentes na estrutura cognitiva do aluno, bem como o grau de reconciliação com as ideias existentes. A partir daí considerar semelhanças e diferenças na resolução de contradições reais ou aparentes entre conceitos e proposições novas e aquelas já ancoradas. Este é o fundamento do processo de mediação na aprendizagem potencialmente significativa.

Ausubel (2000) também destaca a vontade crescente da escola e, por conseguinte, dos educadores, em tomar mais responsabilidades no que diz respeito à orientação da aprendizagem como um processo de mediação.

Contudo, a educação não é, nem nunca foi um processo de autoinstrução completo. A própria essência deste reside na seleção, organização, interpretação e disposição sequencial conscientes dos materiais de aprendizagem por pessoas experientes em termos pedagógicos. A escola não pode, em sua consciência, abdicar destas responsabilidades [...] (AUSUBEL, 2000, p. 36).

A situação da mediação para Ausubel (2000) encontra ressonância na defesa que o autor faz da manipulação intencional dos atributos relevantes da estrutura cognitiva do aprendiz para fins pedagógicos.

Ausubel (2000) também reforça os princípios do planejamento adequado para se ordenar a sequência de matérias, com lógica e organização interna, possibilitando maximizar de forma adequada os efeitos positivos dos conceitos prévios, proporcionando dessa maneira experiências práticas de aprendizagem mais eficazes.

## 5.5 ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

As atividades experimentais ocorreram no ano letivo de 2017 nos meses de julho a outubro. Foram utilizados os espaços escolares do Laboratório de Ciências, salas de aula e refeitório da escola. Todo o trabalho foi realizado durante o período regular de aula dos alunos e seguiu normalmente o horário estabelecido pela Escola. O Quadro 2 apresenta a sequência das atividades experimentais realizadas.

Quadro 2 – Atividades experimentais realizadas

AULA	ATIVIDADE EXPERIMENTAL
X <sub>1</sub>	Discutindo o conceito de solubilidade 1
X <sub>2</sub>	Construindo o conceito de soluções
X <sub>3</sub>	Discutindo o conceito de solubilidade 2
X <sub>4</sub>	Fenômeno da dissolução através de simulação em computador
X <sub>5</sub>	Aspectos quantitativos das soluções
X <sub>6</sub>	Jogo didático das soluções

Fonte: AUTOR (2017)

Cada uma das turmas de alunos foi dividida em quatro grupos de trabalho. Os grupos de trabalho foram organizados previamente pelos próprios alunos em sala de aula. O quantitativo de membros em cada grupo variou entre seis a dez dependendo do total de alunos em cada turma. Estes grupos de trabalho foram mantidos do início ao fim da pesquisa. Todos os experimentos foram conduzidos pelos alunos com orientação do professor.

Não foram fornecidos roteiros para os alunos seguirem durante a realização das atividades experimentais na tentativa de favorecer o exercício do fazer, do pensar, da análise e discussão dos fenômenos observados.

O trabalho experimental proposto considera que o aluno pode aprender continuamente e cada vez mais em função dos subsunçores construídos em cada etapa programada deste quase experimento: (1) através do organizador prévio e (2) através das práticas de experimentação. É razoável conjecturar que ainda assim uma parcela dos alunos desenvolva aprendizagem mecânica. Entretanto espera-se que esta aprendizagem mecânica possa evoluir para aprendizagem significativa. Desta forma, as estratégias apresentadas em cada aula experimental para a manipulação da estrutura cognitiva dos alunos devem ser consideradas como potencialmente significativas.

Dentro desse contexto, cabe destacar que as aulas foram organizadas e propostas em níveis crescentes de complexidade na abordagem do conteúdo de soluções químicas buscando promover a aprendizagem subordinada e a reconciliação integradora. Em todas as aulas, foram propostas atividades colaborativas que levaram os estudantes a interagirem, tendo o professor como mediador.

A seguir será apresentada uma breve descrição de cada uma das aulas experimentais  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ ,  $X_5$  e  $X_6$  abordando os aspectos mais relevantes para a realidade desta pesquisa.

### **5.5.1 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS**

#### **AULA $X_1$**

Tema: discutindo o conceito de solubilidade 1.

Objetivos: observar fenômenos criteriosamente; descrever fenômenos observados; registrar dados de fenômenos observados; fazer generalizações a partir de resultados ou explicações; construir conceitos.

Conceitos fundamentais: mistura homogênea, mistura heterogênea e solubilidade.

Estratégia: utilizar o subsunçor mistura homogênea para subordinar a construção do conceito de solubilidade; proceder com a diferenciação progressiva do subsunçor mistura homogênea.

Materiais e reagentes: quatro béqueres, água, gasolina, álcool, sal de cozinha, bastão de vidro, colher de medida.



A atividade experimental foi realizada no Laboratório de Ciências. O primeiro momento da aula foi reservado para estabelecer a posição de cada grupo de trabalho na bancada do laboratório. Os alunos foram orientados a observarem as referidas posições nas atividades experimentais subsequentes. Em seguida foi apresentado o tema da aula e seus objetivos.

O experimento foi iniciado com a seguinte questão prévia: o que significa o termo solubilidade? Após alguns comentários dos alunos foram dadas as seguintes orientações para a condução da prática experimental: (1) misturar 30mL de água com 30mL de álcool no primeiro béquer e agitar com o bastão de vidro; (2) repetir o procedimento para gasolina e água no segundo béquer; (3) no terceiro béquer misturar 30mL de gasolina com 30mL de álcool e agitar com o bastão e vidro; (4) no quarto béquer misturar uma medida de sal de cozinha com 30mL de água e agitar com o bastão de vidro; (5) observar criteriosamente os fenômenos; (6) descrever os fenômenos observados.

Os alunos fizeram a descrição macroscópica dos sistemas obtidos. A partir dessa descrição buscou-se construir o conceito de fase da mistura bem como os conceitos de mistura homogênea e mistura heterogênea. Em seguida partimos para a tentativa de estabelecer o conceito de solubilidade como propriedade dos materiais de se dissolverem em um líquido gerando misturas homogêneas. Nesta altura, foi informado para os alunos que a solubilidade depende das interações microscópicas entre as partículas componentes da mistura.

## AULA X<sub>2</sub>

Tema: construindo o conceito de soluções utilizando o Efeito Tyndall.

Objetivos: observar fenômenos criteriosamente; descrever fenômenos observados; fazer generalizações a partir de resultados ou explicações; compreender os diversos tipos de soluções; construir conceitos.

Conceitos fundamentais: solução, soluto e solvente.

Estratégia: utilizar o subsunçor mistura homogênea como âncora para aprendizagem subordinada do conceito de solução, soluto e solvente; proceder com a diferenciação progressiva do subsunçor mistura homogênea.

Materiais e reagentes: laser, quatro béqueres, cloreto de sódio, amido de milho, permanganato de potássio, maionese, copo com leite, água, cartolina preta e colheres de plástico para medida.

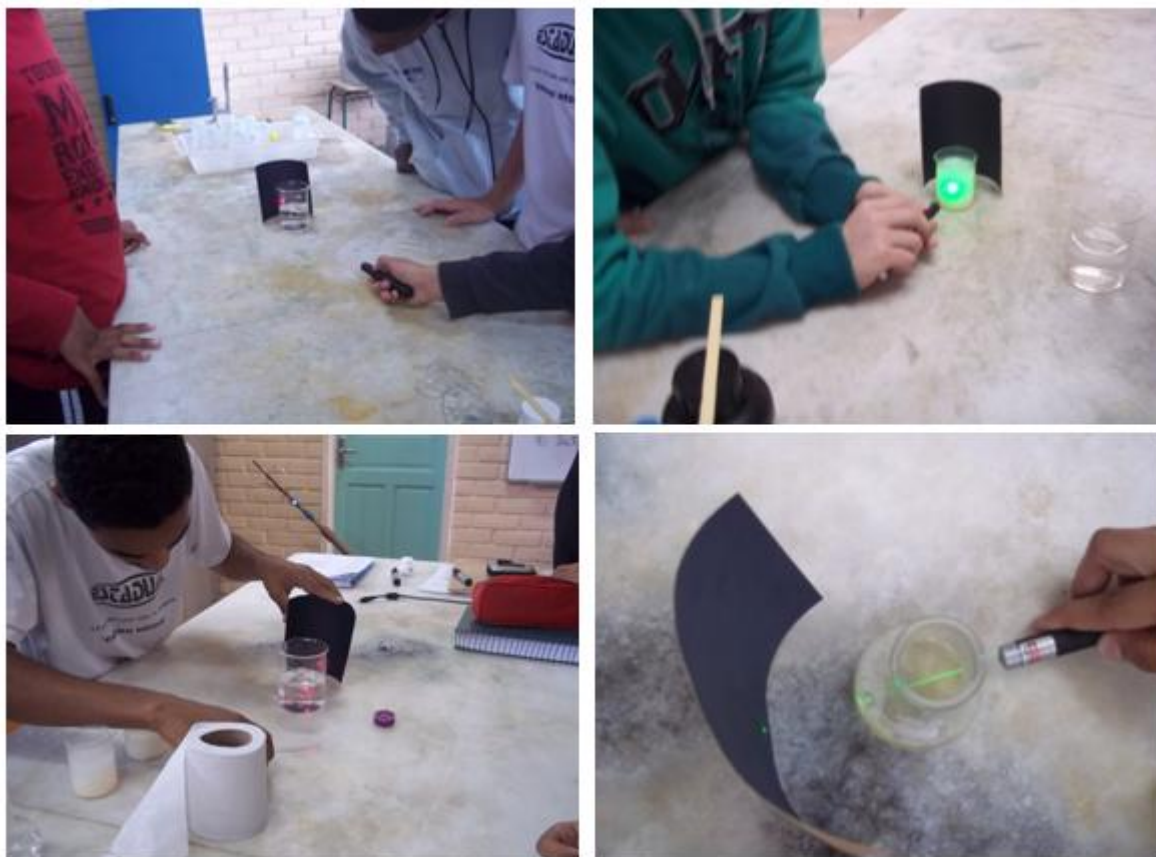
Inicialmente foram apresentados para os alunos o tema e os objetivos da aula. Antes do início da atividade experimental os alunos receberam orientações de segurança para o correto manuseio do laser. Em seguida foi perguntado aos alunos: o que ocorre com a luz ao atravessar diferentes tipos de materiais? Após diversas manifestações dos alunos foi dado início ao experimento.

Os alunos foram orientados para os seguintes procedimentos: (1) colocar 50mL de água em cada béquer; (2) adicionar ao primeiro béquer uma medida de cloreto de sódio e homogeneizar; (3) adicionar ao segundo béquer uma medida de amido de milho e agitar; (4) adicionar ao terceiro béquer uma pitada de permanganato de potássio e homogeneizar; (5) adicionar ao quarto béquer uma medida de maionese e agitar; (6) posicionar cada um dos béqueres e o copo com leite, individualmente, em frente à cartolina; (7) acender o laser e mirar o feixe fazendo a luz atravessar as misturas em direção à cartolina preta; (8) observar criteriosamente os fenômenos; (9) descrever os fenômenos observados.

Após a execução dos procedimentos experimentais (Figura 11) buscou-se construir de forma dialogada com os alunos os conceitos de solução, soluto, solvente, colóide e suspensão. Foi possível estabelecer a ideia de que solução pode ser qualquer mistura homogênea sólida, líquida ou gasosa.

A tentativa foi mostrar aos alunos uma característica que pode ser utilizada para distinguir os três tipos de dispersões: o efeito Tyndall. Este efeito ocorre quando há a dispersão da luz pelas partículas coloidais que possuem diâmetro médio entre um e cem nanômetros. Neste caso, é possível visualizar o caminho da luz, pois estas partículas dispersam os raios luminosos. O desvio da luz por partículas coloidais, conhecido como efeito Tyndall, faz com que seja possível ver o feixe de luz de um automóvel em uma estrada com nevoeiro ou com poeira, ou a luz solar passando pela cobertura de uma floresta (BROWN et al, 2005). As soluções verdadeiras não apresentam efeito Tyndal, ou seja, não dispersam a luz. O diâmetro médio das partículas em uma solução é menor que um nanômetro. Assim, as partículas em uma solução são pequenas demais, incapazes de dispersar a luz.

Figura 11 – Experimento Efeito Tyndall



Fonte: Autor (2017)

Na atividade experimental em questão não foi possível ver a trajetória do laser nas misturas de água + cloreto de sódio e água + permanganato de potássio, pois estas são soluções verdadeiras. Nas demais misturas de água + amido de milho, água + maionese e leite ocorreu o efeito Tyndall. Além disso, buscamos reforçar a ideia de que leite e maionese são sistemas coloidais cujas partículas são maiores que um nanômetro sendo capazes, portanto de dispersar a luz e provocar o efeito Tyndall.

### AULA X<sub>3</sub>

Tema: discutindo o conceito de solubilidade 2.

Objetivos: observar fenômenos criteriosamente; descrever fenômenos observados; fazer generalizações a partir de resultados ou explicações; interpretar gráficos e tabelas; construir conceitos.

Conceitos fundamentais: saturação e coeficiente de solubilidade.

Estratégia: utilizar o subsunçor solução para a aprendizagem subordinada do conceito de saturação; proceder com a diferenciação progressiva do conceito de solubilidade.

Materiais e reagentes: cloreto de sódio, solução saturada de dicromato de potássio, água destilada, béquer, tubos de ensaio, bastão de vidro, banho-maria, banho de gelo, balança.

A atividade foi dividida em duas etapas, inicialmente foram apresentados o tema e os objetivos da aula e em seguida os alunos receberam orientações para o correto uso da balança eletrônica.

A execução da primeira etapa da atividade experimental foi iniciada com a seguinte questão prévia: qual a quantidade máxima de determinado soluto que poderá ser solubilizada em 100mL de água em temperatura e pressão ambientes? Para o experimento os alunos cumpriram as seguintes diretrizes: (1) colocar 100mL de água no béquer; (2) colocar o béquer sobre a balança; (3) tarar a balança; (4) adicionar gradativamente, sob agitação constante, o cloreto de sódio até que ocorra formação de precipitado (corpo de chão); (5) verificar na balança a massa de sal dissolvida.

Os resultados obtidos pelos alunos indicaram um valor médio de 37g para a massa de sal dissolvida em 100mL de água nas condições do experimento. Neste instante buscamos desenvolver de forma dialogada os conceitos de saturação, insaturação e coeficiente de solubilidade.

A segunda etapa da atividade (Figura 12) veio a seguir com a seguinte questão prévia: como a temperatura afeta a solubilidade? Os alunos receberam as seguintes orientações: (1) colocar 10mL de solução saturada de dicromato de potássio em um tubo de ensaio; (2) colocar o tubo de ensaio no banho de gelo; (3) aguardar a precipitação do sal; (4) levar o tubo de ensaio com o precipitado para o banho-maria.

Ao final desta segunda etapa foi possível discutir a influência da temperatura na solubilidade. Foram apresentados para os alunos tabelas e gráficos de solubilidade de alguns sais típicos. Buscou-se também estabelecer relação entre crise hídrica e solubilidade. As elevadas temperaturas da água do mar em São Mateus favorecem o aumento de solubilidade do cloreto de sódio tornando a água ainda mais salgada.

Figura 12 – Experimento solubilidade 2



Fonte: Autor (2017)

#### AULA X<sub>4</sub>

Tema: fenômeno da dissolução através de simulação em computador.

Objetivos: apresentar um modelo qualitativo submicroscópico da dissolução de sais em água.

Conceitos fundamentais: dissolução, dissociação.

Estratégia: desenvolver aprendizagem mecânica e representacional para construir o conceito microscópico de dissolução e dissociação; proceder com a reconciliação integradora do subsunçor solubilidade.

Materiais: projetor multimídia, computador, Simulador Virtual PhET<sup>9</sup> soluble-salts\_pt.jar.

Foram instalados previamente em sala de aula um computador e um projetor multimídia. Inicialmente foram apresentados para os alunos o tema e os objetivos da aula. Em seguida os alunos receberam as seguintes orientações: (1) um representante de cada grupo terá cinco minutos para simular a dissolução no computador; (2) os demais alunos deverão acompanhar a simulação através do projetor multimídia.

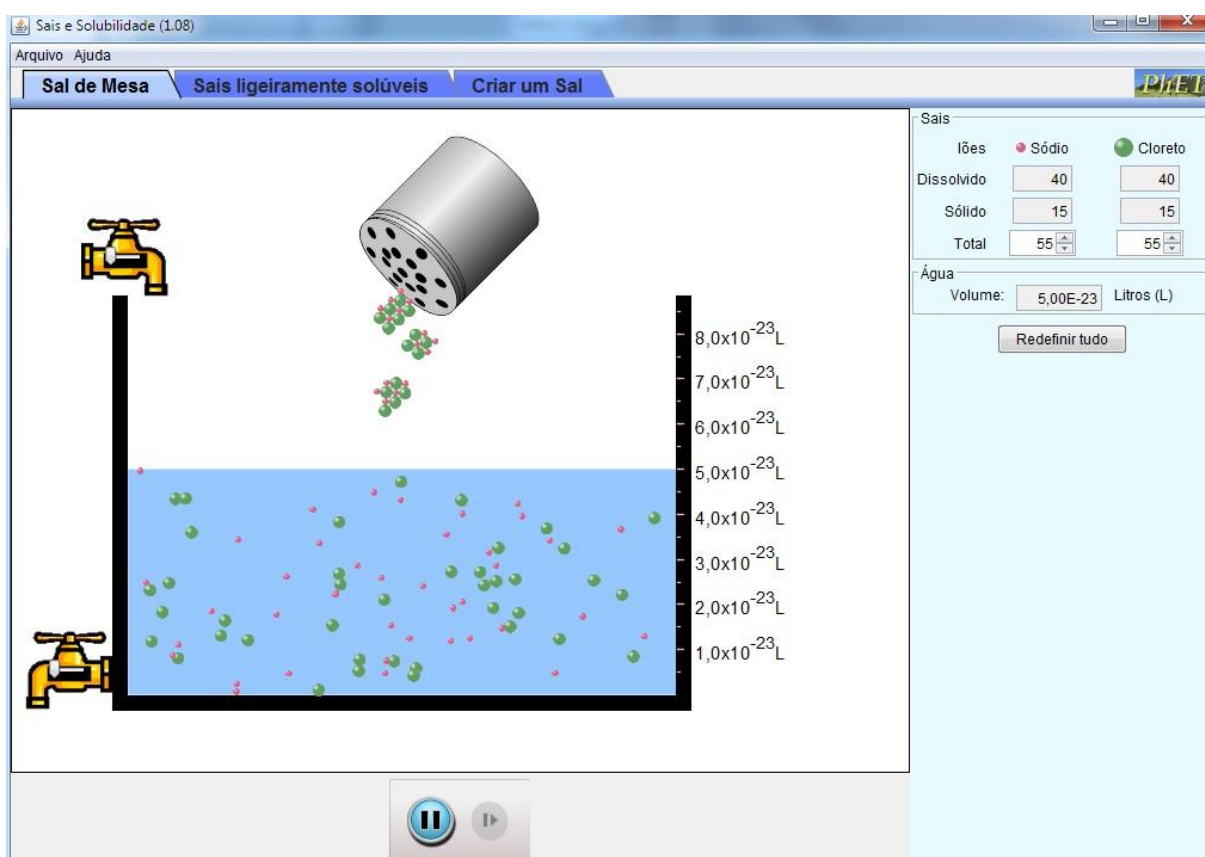
---

<sup>9</sup>Simulações Interativas PhET é um projeto da Universidade de Colorado Boulder que oferece simulações interativas em Ciências e Matemática. O Simulador “Sais e Solubilidade” foi obtido pela internet através do link [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/category/chemistry](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/chemistry).

Os alunos participaram ativamente da simulação sugerindo ao representante que clicasse neste ou naquele botão do simulador. Durante a aula os alunos fizeram diversas perguntas sobre a dissolução. Foram feitas várias intervenções do professor mediador na tentativa de construir os conceitos de dissolução e dissociação a nível atômico-molecular.

Abaixo são apresentadas algumas telas do simulador PHET soluble-salts\_pt.jar (Figura 13 e Figura 14).

Figura 13 – Simulação da dissolução do cloreto de sódio



FONTE: PHET (2017)

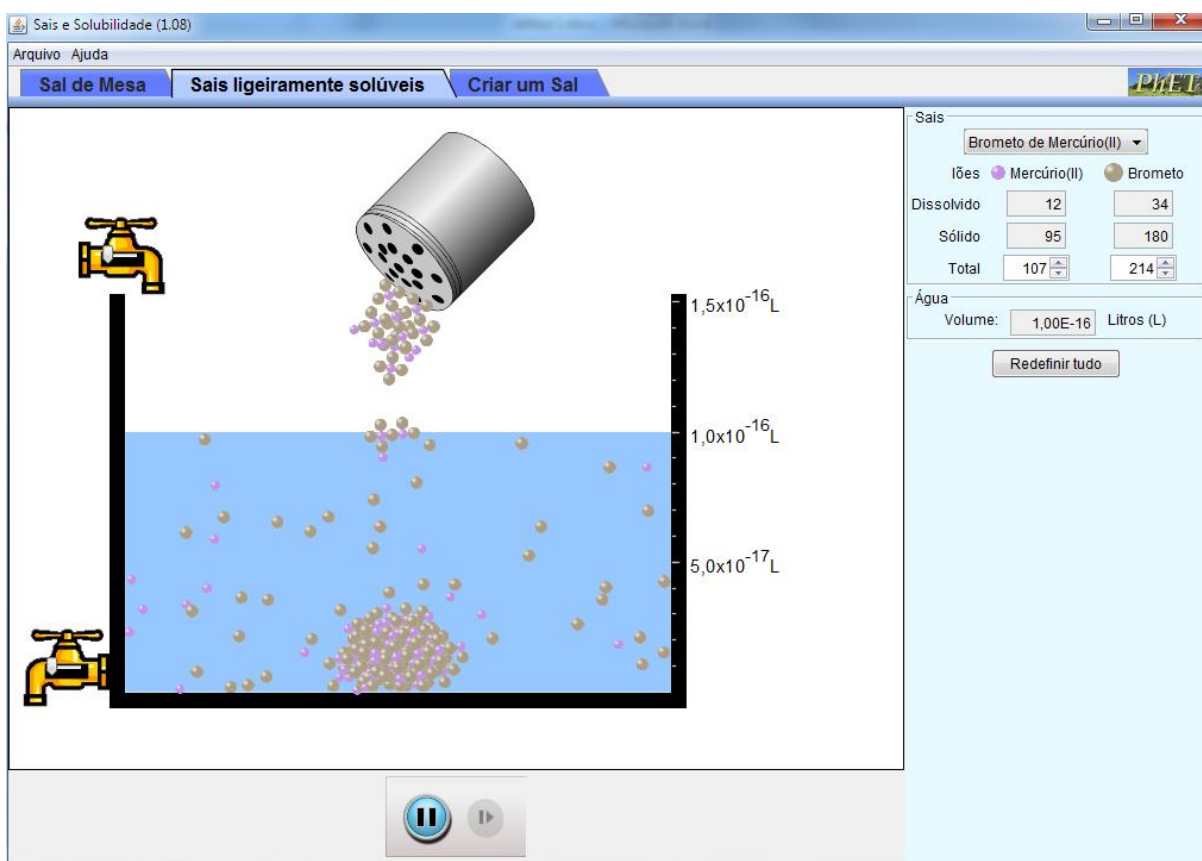
Na simulação, a água não é mostrada para ajudar os alunos a se concentrarem na dissociação de íons e no cristal do sal. Os modelos são todos direcionados para interpretações qualitativas do mundo tridimensional. As estruturas cristalinas variam e os tamanhos dos íons variam para ajudar os alunos a construírem o conceito que existem variações no mundo natural. Para tornar a simulação fácil para que os alunos desenvolvam suas ideias, os modelos são simplificados ao máximo. Os



tamanhos dos íons não são em escala porque o modelo de partículas não seria visível em um recipiente de tamanho razoável.

Conforme discutido anteriormente, Carmo e Marcondes (2008) anotam que o estudo dos aspectos qualitativos das soluções direcionado para uma noção microscópica da dissolução não tem sido uma prática pedagógica efetiva no cotidiano do Ensino de Química. Dessa maneira, os estudantes acabam tendo dificuldades em utilizar um modelo atômico-molecular para explicar o processo de dissolução (CARMO; MARCONDES, 2008; FERREIRA, 2015; SARAIVA, 2017). Evidente que os fenômenos macroscópicos podem ser o ponto de partida para a construção de modelos microscópicos que podem ser utilizados para explicar e prever novos fatos (BRASIL, 2000).

Figura 14 – Simulação da dissolução do brometo de mercúrio



FONTE: PHET (2017)

Foi possível demonstrar que o cloreto de sódio é mais solúvel que o brometo de mercúrio. Além disso, tentou-se construir a ideia de que íons dissolvidos não são retidos por filtros convencionais. Dessa maneira o processo de filtração realizado na

estação de tratamento de água da cidade ou nas residências não é capaz de reter o sal de cozinha dissolvido na água durante a crise hídrica.

#### AULA X<sub>5</sub>

Tema: aspectos quantitativos das soluções.

Objetivos: apresentar as grandezas de concentração de soluções em g/L e mol/L; fazer cálculos envolvendo concentrações e compreender a importância das concentrações das soluções em diversos processos e situações do cotidiano.

Conceitos fundamentais: soluto, solvente, solução e concentração de soluções.

Estratégia: tentar resgatar subsunçores obliterados ou não que estejam relacionados com unidades de medida (massa e volume) e conteúdos de matemática básica; realizar aprendizagem mecânica e representacional dos conceitos obliterados; utilizar os subsunçores soluto, solvente e solução para construir o conceito de concentração de soluções.

Os alunos foram informados previamente sobre suas dificuldades de matemática básica que foram apontadas no Pré-teste 0<sub>12</sub> de problematização. Para prosseguir com o estudo quantitativo das soluções deveríamos realizar um nivelamento prévio de operações fundamentais da matemática, regra de três e conversão de unidades de massa e volume.

A atividade foi ministrada em quatro tempos de aula de 55 minutos em cada uma das quatro turmas de alunos dos 2<sup>os</sup> anos. Na primeira aula foi feita a revisão verbal com participação ativa dos alunos de conteúdos de matemática básica e unidades de massa e volume. Na segunda aula os alunos formaram grupos de trabalho (os mesmos desde o início da investigação) e foram orientados a resolverem uma lista com exercícios envolvendo os conteúdos da revisão com acompanhamento e mediação do professor e de monitores do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). Durante a resolução dos exercícios de revisão o professor e monitores procuraram atender dúvidas e questionamentos dos alunos. Os alunos também participaram ativamente da atividade discutindo a resolução dos exercícios nos grupos de trabalho. Não foi permitido o uso de calculadoras.



A tarefa de resolução de exercícios teve como objetivos realizar a revisão, repetição e fixação da aprendizagem. Ausubel (2000, p. 192) argumenta que “a repetição é importante não só para o domínio da tarefa de aprendizagem atual ou em curso, mas também para a aprendizagem de tarefas novas e sequencialmente dependentes”. Ou seja, a repetição realizada através de exercícios tende a aumentar a clareza, estabilidade, retenção e o domínio do material de aprendizagem potencialmente significativo.

Sobre a resolução de exercícios, Ausubel (2000) esclarece que

Do ponto de vista da frequência, a principal implicação prática das diferenças entre a aprendizagem por memorização e a significativa para o ensino na sala de aula é que a revisão pode, e deve, tomar o lugar da prática. Visto que a aprendizagem significativa ocorre relativamente depressa, e visto que o esquecimento de materiais apreendidos de forma significativa ocorre de modo relativamente lento, pode utilizar-se grande parte dos efeitos potencialmente facilitadores da frequência com mais vantagem para a revisão do que para fins de aprendizagem original (AUSUBEL, 2000, p. 186).

No terceiro encontro, os alunos foram informados que o objetivo da aula seria apresentar as grandezas de concentração de soluções em grama por litro (g/L) e mol por litro (mol/L). Foi utilizada exposição verbal potencialmente significativa tentando estabelecer relações entre a crise hídrica e o teor de sal na água. O tema de concentração de soluções foi apresentado com o uso de regra de três de forma dialogada tentando traduzir a linguagem química para a linguagem matemática.

Na última aula, foi realizada a repetição da aprendizagem com resolução de exercícios potencialmente significativos sobre concentração de soluções. Os alunos trabalharam em grupos colaborando uns com os outros. Vale destacar que durante a tarefa de repetição não foi permitido o uso de calculadoras.

Aula X<sub>6</sub>

Tema: Jogo didático das soluções.

Objetivos: realizar a repetição da aprendizagem.

Conceitos fundamentais: mistura homogênea, mistura heterogênea, soluto, solvente, solução, dissolução, solubilidade e concentração de soluções.

Estratégia: utilizar mediação entre grupos de alunos para facilitar a retenção significativa da aprendizagem.

Esta última atividade experimental foi programada para um tempo de aula de 55 minutos. Cada turma de alunos seguiu dividida em quatro grupos. Os alunos foram informados que o objetivo da aula seria realizar a repetição do material de aprendizagem através da utilização de um jogo didático das soluções.

Sobre o papel e os efeitos da repetição Ausubel (2000) estabelece que

Os encontros repetidos com a mesma quantidade de estimulação melhoram presumivelmente a aprendizagem e retenção por memorização, aumentando a força de ligações associativas discretas, arbitrarias e literais e/ou a resistência destas aos efeitos de interferência a curto ou longo prazo de material de aprendizagem anterior e subsequente. Por outro lado, a mesma repetição melhora, presumivelmente, a aprendizagem e retenção significativas, aumenta a força de dissociabilidade de materiais de instrução interiorizados que se incorporam de forma não-arbitraria e não-literal, através de um conceito ou proposição existente (ancorada) na estrutura cognitiva. Por outras palavras, a repetição melhora a emergência de significados claros e estáveis e a resistência destes ao esquecimento, no decurso da aprendizagem e da retenção significativas (AUSUBEL, 2000, p.185).

As orientações de Ausubel (2000) sugerem que a realização de exercícios de fixação do material de instrução tende a contribuir tanto para a aprendizagem mecânica quanto para a aprendizagem potencialmente significativa. Portanto são válidos como estratégias de ensino permitindo utilizar e mobilizar quaisquer conceitos ancorados relevantes já estabelecidos na estrutura cognitiva dos estudantes.

O jogo didático utilizado (Figura 15) foi adaptado de Queiroz e outros (2016) e sendo planejado em formato de tabuleiro quadrangular, combinando o tabuleiro com cartas, pinos, dados e fichas. Na parte central do tabuleiro foram escritos “Jogo Didático das Soluções – Porque é divertido aprender”; e uma Figura ilustrativa “Como se prepara uma Solução” além das regras básicas do jogo.

O tabuleiro recebeu imagens de balões volumétricos, vidrarias, soluções químicas coloridas, béquer, pisseta, erlenmeyer e outras. A escolha das cores, gravuras e distribuição das informações ao longo das casas do tabuleiro foi pensada para garantir uma interatividade dos alunos com o jogo.

Figura 15 – JOGO didático das Soluções

**VALE 2 FICHAS**

**VALE 2 FICHAS**

**REAGENTE**

**COMPRAR 3 FICHAS**

**COMPRAR 2 FICHAS**

**COMPRAR 3 FICHAS**

**COMPRAR 3 FICHAS**

**COMPRAR 2 FICHAS**

**COMPRAR 1 FICHA**

**JOGUE NOVAMENTE**

**GANHE 1 FICHA**

**VALE 2 FICHAS**

**PAGUE 2 FICHAS**

**VALE 2 FICHAS**

**COMPRAR 3 FICHAS**

**ÁGUA DESTILADA**

**VALE 2 FICHAS**

**COMPRAR 1 ITEM**

**ESCOLHA 1 ITEM**

**ALUNO NOTA 10**

**COMPRAR LIVRE**

**REAGENTE**

**COMPRAR 3 FICHAS**

**VALE 2 FICHAS**

**REGRAS DO JOGO**

- 1) Número de participantes: 04 jogadores e 01 banco. O banco administra as fichas e perguntas do jogo.
- 2) Cada jogador retira um CARTÃO TAREFA com a solução que deverá preparar. O objetivo do jogo é adquirir fichas suficientes para comprar todos os itens necessários ao preparo da solução do CARTÃO TAREFA. Vence o jogo aquele que primeiro completar a tarefa. Cada jogador deverá realizar os cálculos indicados no CARTÃO TAREFA.
- 3) Preparo da solução

Item	Valor
Balão volumétrico	2 fichas
Béquer	2 fichas
Cadinho	2 fichas
Pisseta	2 fichas
Água destilada	3 fichas
Reagente	3 fichas
TOTAL	14 fichas
- 4) Cada jogador começa o jogo com 2 fichas. Uma volta completa no tabuleiro passando novamente pelo INÍCIO vale 2 fichas.
- 5) Perguntas respondidas corretamente valem 2 fichas. Se o jogador não responder ou errar a resposta não perde nem ganha fichas.
- 6) Para comprar reagentes, água ou vidraria, o jogador deverá cair na casa correspondente do tabuleiro.
- 7) O primeiro lance de dados define a ordem de jogada. O jogador com o maior valor nos dados inicia o jogo.

**RECUPERAÇÃO PARALELA**

**1 RODADA SEM JOGAR**

**PAGUE 2 FICHAS**

**REAGENTE CONTAMINADO**

**VALE 2 FICHAS**

**VIDRARIA**

**COMPRAR 2 FICHAS**

**GANHE 1 FICHA**

**JOGUE NOVAMENTE**

**REAGENTE**

**COMPRAR 3 FICHAS**

**VALE 2 FICHAS**

**Porque é divertido aprender!**  
*Prof. Marconi Rocha, 2017*

**Jogo das Soluções**  
*Prof. Marconi Rocha, 2017*

**Como preparar uma Solução**

- 1) Pique um balão volumétrico de 1000 mL.
- 2) Pese, por exemplo, 20 g de sal em um cadinho e despeje para o balão.
- 3) Adicione um pouco de água e agite até dissolver o sal.
- 4) Adicione água destilada até atingir o volume necessário.

**Água para transferir o sal do cadinho para o balão volumétrico**

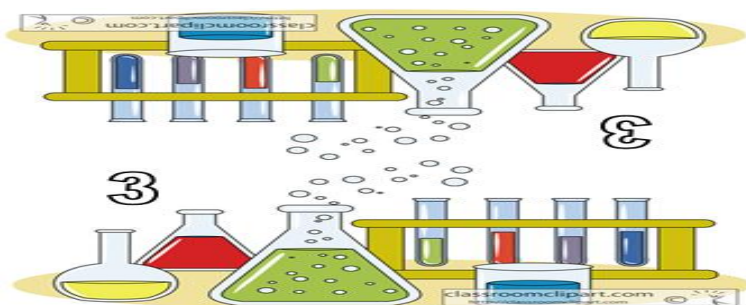
**Cadinho com o sal a ser dissolvido**

**Tempo de referência**

FONTE: AUTOR (2017)

A atividade experimental envolveu quatro jogadores e um aluno agindo como banco para administrar as fichas créditos (Figura 16) e perguntas. Foram confeccionadas fichas crédito com valores de um, dois, três, cinco e dez créditos. Nos grupos com mais de cinco membros os alunos formaram duplas de jogadores. As peças utilizadas foram quatro pinos coloridos, dois dados, um tabuleiro, 50 cartas com perguntas (APÊNDICE H) e seis cartões com tarefas para o preparo de uma solução (Quadro 3). O objetivo dos alunos seria percorrer o tabuleiro ganhando fichas com créditos para adquirirem a vidraria e o reagente que seriam necessários para o preparo da solução tarefa. As cartas e o tabuleiro foram confeccionados em computador, usando os programas Microsoft Word 2007, Microsoft Power Point 2007, Paint, impressora gráfica e papel cartão.

Figura 16 – Exemplo de ficha crédito do Jogo das Soluções



**FONTE: AUTOR (2017)**

Quadro 3 – Exemplo de cartão tarefa do Jogo das Soluções

CARTÃO TAREFA 01  
 Hidróxido de sódio (soda cáustica): NaOH  
 Você deve preparar 1,0L de solução 0,1 mol/L NaOH.  
 Massa molar do NaOH= 40g/mol  
 Massa de NaOH= 4g

**FONTE: AUTOR (2017)**

As regras básicas do jogo, apresentadas no Quadro 4, foram discutidas previamente com os alunos antes do início da atividade experimental. Participaram como mediadores e observadores o professor, o estagiário de química da escola e os alunos do PIBID.

#### Quadro 4 – Regras do Jogo das Soluções

1) Número de participantes: 04 jogadores e 01 banco. O banco administra as fichas e perguntas do jogo.

2) Cada jogador retira um CARTÃO TAREFA com a solução que deverá preparar. O objetivo do jogo é adquirir fichas suficientes para comprar todos os itens necessários ao preparo da solução do CARTÃO TAREFA. Vence o jogo aquele que primeiro completar a tarefa. Cada jogador deverá realizar os cálculos indicados no CARTÃO TAREFA.

3) Preparo da solução

Item	Valor
Balão volumétrico	2 fichas
Béquer	2 fichas
Cadinho	2 fichas
Pisseta	2 fichas
Água destilada	3 fichas
Reagente	3 fichas
TOTAL	13 fichas

4) Cada jogador começa o jogo com duas fichas. Uma volta completa no tabuleiro passando novamente pelo INÍCIO vale duas fichas.

5) Perguntas respondidas corretamente valem duas fichas. Se o jogador não responder ou errar a resposta não perde nem ganha fichas.

6) Para comprar reagentes, água ou vidraria, o jogador deverá cair na casa correspondente do tabuleiro.

7) O primeiro lance de dados define a ordem de jogada. O jogador com o maior valor nos dados inicia o jogo.

**FONTE: AUTOR (2017)**

Os estudantes mostraram interesse e entusiasmo pelo jogo (Figura 17). Participaram ativamente da atividade experimental.

Queiroz e outros (2016) afirmam que atividades lúdicas, como jogos didáticos, são importantes aliadas no processo de ensino e aprendizagem. Os referidos autores utilizam o tema “ludo educação” como temática que trata da utilização de atividades lúdicas na construção do conhecimento. Ainda afirmam os autores que apesar disso, é muito comum encontrarmos docentes que seguem o modelo tradicional de ensino no modelo transmissão e recepção. Para Queiroz e outros (2016) isso talvez se justifique pela falta de experiência na temática da “ludo educação” ou mesmo pela falta de tempo do docente, que não possui carga horária destinada ao planejamento, montagem e execução de uma atividade lúdica.



Figura 17 – Participação dos alunos no Jogo das Soluções



**FONTE: AUTOR (2017)**

Durante a atividade experimental foi possível acompanhar e coletar dados sobre o desempenho de 13 grupos de jogadores. Os dados foram obtidos em questionários próprios com anotações realizadas pelos monitores do PIBID. Abaixo são apresentados quadros de desempenho de sete grupos sorteados aleatoriamente dentre as quatro turmas participantes. Vale destacar que as perguntas foram respondidas individualmente pelo aluno ou dupla de alunos em sua respectiva jogada.

Ao fazer a análise dos dados do jogo didático, podemos considerar que os alunos apresentaram bom desempenho e demonstraram evolução conceitual. Além disso, em um jogo devemos considerar o fator sorte e o desempenho individual de cada aluno. Também vale destacar que o jogo permite aprender por tentativa e erro. Os erros podem ter sido cometidos por falta de atenção, falta de subsunções ou mesmo a obliteração de conhecimentos adquiridos.

De qualquer forma, conforma sublinha Ausubel (2000), a estrutura cognitiva de cada aprendiz é única, e assim, todos os novos significados adquiridos também são obrigatoriamente únicos.

Quadro 5 – Desempenho do Grupo 01 durante o Jogo das Soluções

Carta sorteada com o número da pergunta e a resposta correta da pergunta	Resposta dada pelo grupo	
	Certa	Errada
48) Qual das misturas não é considerada água potável: a) água mineral com gás b) água mineral c) água da chuva R. C	X	
4) O rótulo de um frasco de laboratório tem a seguinte informação: SACAROSE 8g/L. Qual o soluto e o solvente da solução? R. O soluto é a sacarose e o solvente é a água.	X	
3) Qual a influência da temperatura na dissolução de um material em água? R. Quanto maior a temperatura maior a solubilidade.	X	
41) Qual a massa de soluto em 200mL de uma solução de glicose 100g/L? R. 20g		X
5) O que mais existe em um copo de refrigerante é açúcar. O rótulo de uma garrafa de refrigerante do tipo cola traz a seguinte informação: 20g de açúcar por 200mL de solução. Qual a quantidade (em gramas) de açúcar que uma pessoa consome ao ingerir 1000mL desse refrigerante? R. 100g de açúcar	X	
33) Qual é o diâmetro médio das partículas dissolvidas em uma Solução? a) menor que 1 nanômetro b) entre 1 e 1000 nanômetros c) maior que 1000 nanômetros R. A	X	
36) Qual é o principal soluto presente nos refrigerantes? R. açúcar	X	
34) Qual a massa de soluto em 500mL de uma solução 0,1 mol/L de NaOH? R. 2g	X	
32) 50g de sacarose (C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub> ) são adicionados em 100mL de água a 20°C. A solução resultante é: A) saturada B) insaturada C) coloidal Dado: Coeficiente de solubilidade da sacarose: 204g/100mL de água a 20°C. R. B	X	
16) Em um rótulo de laboratório está escrito: Solução alcoólica de Fenolftaleína 2% Qual o soluto e o solvente desta solução? R. Soluto: fenolftaleína Solvente: álcool	X	

**FONTE: AUTOR (2017)**

O Grupo 01 apresentou excelente desempenho. Durante o jogo responderam dez questões. Chama atenção que aleatoriamente surgiram três questões de cálculo de concentração de soluções. Apenas um jogador errou o cálculo. As demais questões, todas certas, incluíram conceitos de solução, soluto, solvente, solubilidade e coeficiente de solubilidade.

Quadro 6 – Desempenho do Grupo 02 durante o Jogo das Soluções

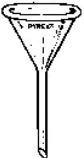
Carta sorteada com o número da pergunta e a resposta correta da pergunta	Resposta dada pelo grupo	
	Certa	Errada
5) O que mais existe em um copo de refrigerante é açúcar. O rótulo de uma garrafa de refrigerante do tipo cola traz a seguinte informação: 20g de açúcar por 200mL de solução. Qual a quantidade (em gramas) de açúcar que uma pessoa consome ao ingerir 1000mL desse refrigerante? R. 100g de açúcar	X	
28) Por que o extintor de água pressurizada não pode ser utilizado para apagar princípio de incêndio em instalações elétricas? R. A água pressurizada é uma solução eletrolítica que conduz eletricidade. Neste caso o operador do extintor ser eletrocutado.		X
47) Converta 0,05L em mL. R. 50mL	X	
14) Qual das dispersões não apresenta Efeito Tyndall? a) água potável b) maionese c) espuma de barbear R. A		X
41) Qual a massa de soluto em 200mL de uma solução de glicose 100g/L? R. 20g	X	
50) É possível separar o sal da água do mar através do processo de filtração. Certo ou errado? R. errado	X	
44) Quantos copos de 200mL você consegue servir com 1,0L de refrigerante? R. 5 copos	X	
40) Quais são os três tipos de dispersões? R. solução, dispersão coloidal e suspensão		X
1) Misturou-se o volume de um copo de álcool anidro (etanol) com o volume correspondente a quatro copos de gasolina. Qual a porcentagem aproximada em volume de álcool na solução resultante? R. 20%	X	
6) O que é uma solução saturada? R. Solução saturada é aquela que contém a quantidade máxima de soluto dissolvida em uma determinada quantidade de solvente, numa dada temperatura.		X
3) Qual a influência da temperatura na dissolução de um material em água? R. Quanto maior a temperatura maior a solubilidade.		X
31) Os principais componentes de uma solução são reagente e produto. A) verdadeiro B) falso R. B	X	

**FONTE: AUTOR (2017)**

O Grupo 02 respondeu 12 questões que envolveram concentração de soluções, conversão de unidades de volume, conceito de soluções e solubilidade. O Grupo errou cinco questões apresentando desempenho médio.



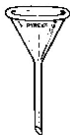
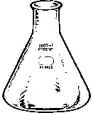
Quadro 7 – Desempenho do Grupo 04 durante o Jogo das Soluções

Carta sorteada com o número da pergunta e a resposta correta da pergunta	Resposta dada pelo grupo	
	Certa	Errada
45) Converta 0,3L em mL. R. 300mL		X
48) Qual das misturas não é considerada água potável: a) água mineral com gás b) água mineral c) água da chuva R. C	X	
27) Qual a massa de soluto em 100mL de uma solução salina 50g/L? R. 5g	X	
7) O que é coeficiente de solubilidade? R. Coeficiente de solubilidade é a quantidade máxima de soluto que pode ser dissolvida em uma determinada quantidade de água numa dada temperatura.		X
25) Qual a massa de soluto em 1,0L de solução aquosa de glicose (C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> ) 0,1 mol/L? R. 18g		X
6) O que é uma solução saturada? R. Solução saturada é aquela que contém a quantidade máxima de soluto dissolvida em uma determinada quantidade de solvente, numa dada temperatura.		X
20) Qual o nome do aparelho de laboratório que aparece na figura?  R. Funil	X	
49) Considere dois balões volumétricos Balão 1: 0,25L e Balão 2: 100mL Qual dos balões tem maior capacidade? R. Balão 1	X	
11) Qual é o solvente universal? R. Água	X	
37) O leite é uma dispersão coloidal. Qual é o solvente do leite? R. água	X	
30) São exemplos de Soluções, EXCETO: a) aliança em ouro b) água do mar c) fumaça R. C	X	

**FONTE: AUTOR (2017)**

Foram 11 questões respondidas pelos jogadores do Grupo 04. Tais questões envolveram conceito de soluções, soluto, solvente, conversão de volume, reconhecimento de instrumentos de laboratório, concentração de soluções e coeficiente de solubilidade.

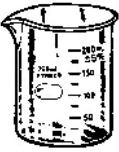
Quadro 8 – Desempenho do Grupo 05 durante o Jogo das Soluções

Carta sorteada com o número da pergunta e a resposta correta da pergunta	Resposta dada pelo grupo	
	Certa	Errada
20) Qual o nome do aparelho de laboratório que aparece na figura?  R. Funil	X	
47) Converta 0,05L em mL. R. 50mL		X
10) O que é uma mistura heterogênea? R. Mistura heterogênea apresenta dois ou mais aspectos visuais diferentes (polifásica).	X	
6) O que é uma solução saturada? R. Solução saturada é aquela que contém a quantidade máxima de soluto dissolvida em uma determinada quantidade de solvente, numa dada temperatura.	X	
23) Um frasco de laboratório contém 2,0 litros de uma solução aquosa de NaCl. A massa do sal dissolvida na solução é de 120g. Que volume deve ser retirado da solução inicial para que se obtenham 30g de sal dissolvido? R. 0,5 L		X
22) O propileno glicol, $C_3H_8O_2$ é um líquido utilizado como umectante de doces, produtos de cacau e carne. Calcular a massa molar do propileno glicol. R. 76g/mol		X
31) Os principais componentes de uma solução são reagente e produto. A) verdadeiro B) falso R. B	X	
28) Por que o extintor de água pressurizada não pode ser utilizado para apagar princípio de incêndio em instalações elétricas? R. A água pressurizada é uma solução eletrolítica que conduz eletricidade. Neste caso o operador do extintor ser eletrocutado.	X	
38) Quando realizamos uma diluição a massa do soluto a) aumenta b) diminui c) permanece inalterada R. C	X	
18) Qual o nome do aparelho de laboratório que aparece na figura?  R. Erlenmeyer	X	
1) Misturou-se o volume de um copo de álcool anidro (etanol) com o volume correspondente a quatro copos de gasolina. Qual a porcentagem aproximada em volume de álcool na solução resultante? R. 20%	X	

**FONTE: AUTOR (2017)**

Foram 11 questões sorteadas pelo Grupo 05 com apenas três erros. Novamente são verificados erros envolvendo cálculos de concentração de soluções.

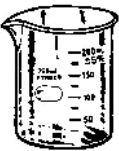
Quadro 9 – Desempenho do Grupo 08 durante o Jogo das Soluções

Carta sorteada com o número da pergunta e a resposta correta da pergunta	Resposta dada pelo grupo	
	Certa	Errada
22) O propileno glicol, $C_3H_8O_2$ é um líquido utilizado como umectante de doces, produtos de cacau e carne. Calcular a massa molar do propileno glicol. R. 76g/mol	X	
17) Qual o nome do aparelho de laboratório que aparece na figura?  R. Béquero	X	
46) Quantos copos de 250mL você consegue servir com 1,0L de refrigerante? R. 4 copos	X	
24) Qual a alternativa CORRETA sobre as soluções: a) apresentam Efeito Tyndall b) apresentam partículas com diâmetro menor que 1 nanômetro c) são misturas heterogêneas polifásicas R.B		X
44) Quantos copos de 200mL você consegue servir com 1,0L de refrigerante? R. 5 copos	X	
45) Converta 0,3L em mL. R. 300mL	X	
39) O bicarbonato de sódio ( $NaHCO_3$ ) é utilizado como fermento para bolos. Qual a massa molar do bicarbonato de sódio? R. 84g/mol	X	
4) O rótulo de um frasco de laboratório tem a seguinte informação: SACAROSE 8g/L. Qual o soluto e o solvente da solução? R. O soluto é a sacarose e o solvente é a água.		X
8) Dentre as misturas abaixo relacionadas, a que NÃO corresponde a uma solução é a) ar atmosférico b) água e açúcar c) água e óleo. R. C		X
34) Qual a massa de soluto em 500mL de uma solução 0,1 mol/L de NaOH? R. 2g		X
25) Qual a massa de soluto em 1,0L de solução aquosa de glicose ( $C_6H_{12}O_6$ ) 0,1 mol/L? R. 18g	X	

**FONTE: AUTOR (2017)**

O Grupo 08 respondeu 11 questões. Foram verificados erros envolvendo cálculo de concentração de soluções e relação entre Efeito Tyndall e o conceito de soluções.

Quadro 10 – Desempenho do Grupo 10 durante o Jogo das Soluções

Carta sorteada com o número da pergunta e a resposta correta da pergunta	Resposta dada pelo grupo	
	Certa	Errada
17) Qual o nome do aparelho de laboratório que aparece na figura?  R. Béquier	X	
35) A mistura heterogênea é um sistema polifásico. A) verdadeiro B) falso R. A	X	
12) O que é uma dispersão? R. Dispersão é a mistura de duas ou substâncias.		X
8) Dentre as misturas abaixo relacionadas, a que NÃO corresponde a uma solução é a) ar atmosférico b) água e açúcar c) água e óleo. R. C		X
13) Qual é o conceito de solução química? R. Solução é qualquer mistura homogênea.	X	
50) É possível separar o sal da água do mar através do processo de filtração. Certo ou errado? R. errado		X
29) O etanol (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O) é o álcool utilizado como combustível no Brasil. Qual a massa molar do etanol? R. 46g/mol	X	
40) Quais são os três tipos de dispersões? R. solução, dispersão coloidal e suspensão	X	

**FONTE: AUTOR (2017)**

Apenas oito questões foram sorteadas pelo Grupo 10. Os erros estiveram relacionados aos conceitos de solução. Interessante notar o erro relacionado com a separação do sal da água do mar através da filtração. Esta questão foi devidamente tratada no debate sobre a crise hídrica em São Mateus utilizado como organizador prévio. Também foram feitas repetidas referências ao tema durante as atividades experimentais. Ainda assim o aluno não foi capaz de estabelecer relações entre os conceitos e propriedades das soluções com situações contextuais relacionadas com a crise hídrica.

Quadro 11 – Desempenho do Grupo 07 durante o Jogo das Soluções

Carta sorteada com o número da pergunta e a resposta correta da pergunta	Resposta dada pelo grupo	
	Certa	Errada
31) Os principais componentes de uma solução são reagente e produto. A) verdadeiro B) falso R. B	X	
48) Qual das misturas não é considerada água potável: a) água mineral com gás b) água mineral c) água da chuva R. C	X	
6) O que é uma solução saturada? R. Solução saturada é aquela que contém a quantidade máxima de soluto dissolvida em uma determinada quantidade de solvente, numa dada temperatura.		X
9) O que é uma mistura homogênea? R. Mistura homogênea apresenta aspecto visual único (monofásica) ao longo de toda a sua extensão.	X	
3) Qual a influência da temperatura na dissolução de um material em água? R. Quanto maior a temperatura maior a solubilidade.		X
30) São exemplos de Soluções, EXCETO: a) aliança em ouro b) água do mar c) fumaça R. C	X	
1) Misturou-se o volume de um copo de álcool anidro (etanol) com o volume correspondente a quatro copos de gasolina. Qual a porcentagem aproximada em volume de álcool na solução resultante? R. 20%		X
28) Por que o extintor de água pressurizada não pode ser utilizado para apagar princípio de incêndio em instalações elétricas? R. A água pressurizada é uma solução eletrolítica que conduz eletricidade. Neste caso o operador do extintor ser eletrocutado.		X
50) É possível separar o sal da água do mar através do processo de filtração. Certo ou errado? R. errado	X	
44) Quantos copos de 200mL você consegue servir com 1,0L de refrigerante? R. 5 copos		X
29) O etanol (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O) é o álcool utilizado como combustível no Brasil. Qual a massa molar do etanol? R. 46g/mol	X	
12) O que é uma dispersão? R. Dispersão é a mistura de duas ou substâncias.		X
49) Considere dois balões volumétricos Balão 1: 0,25L e Balão 2: 100mL Qual dos balões tem maior capacidade? R. Balão 1	X	
39) O bicarbonato de sódio (NaHCO <sub>3</sub> ) é utilizado como fermento para bolos. Qual a massa molar do bicarbonato de sódio? R. 84g/mol	X	

Carta sorteada com o número da pergunta e a resposta correta da pergunta	Resposta dada pelo grupo	
	Certa	Errada
27) Qual a massa de soluto em 100mL de uma solução salina 50g/L? R. 5g	X	
47) Converta 0,05L em mL. R. 50mL	X	
45) Converta 0,3L em mL. R. 300mL	X	
7) O que é coeficiente de solubilidade? R. Coeficiente de solubilidade é a quantidade máxima de soluto que pode ser dissolvida em uma determinada quantidade de água numa dada temperatura.	X	
38) Quando realizamos uma diluição a massa do soluto a) aumenta b) diminui c) permanece inalterada R. C		X
22) O propileno glicol, $C_3H_8O_2$ é um líquido utilizado como umectante de doces, produtos de cacau e carne. Calcular a massa molar do propileno glicol. R. 76g/mol	X	

**FONTE: AUTOR (2017)**

O Grupo 7 respondeu 20 questões e apresentou desempenho médio com erros relacionados aos conceitos de soluções e cálculos de concentração. Esses alunos responderam praticamente o dobro de questões dos outros grupos. Isso ocorreu porque foram mais rápidos em iniciar o jogo.

Fica registrado que o jogo didático serviu como repetição da aprendizagem conforme sugere Ausubel (2000) ao afirmar que os exercícios

[...] são essenciais para a retenção a longo prazo, para a transferibilidade e para a aquisição de muitas capacidades e conceitos que não ocorrem frequentemente, nem se repetem vezes suficientes, em âmbitos naturais e, logo, é necessária a prática e a revisão (AUSUBEL, 2000, p. 35).

Queiroz e outros (2016) reportam que existe vasta literatura com diversos trabalhos sobre jogos no ensino de Química, e todos estes trabalhos destacam que o jogo motiva os alunos, com potencial de tornar as aulas mais interessantes e descontraídas. Esse tipo de assertiva pôde ser comprovado durante a realização do jogo das soluções. Foi possível perceber, durante toda a atividade experimental em questão, a participação ativa e a descontração dos alunos revelada pela disputa saudável entre os jogadores.

Os dados coletados pelos monitores do PIBID, durante a realização do jogo, permitiram obter um panorama geral com as questões sorteadas (APÊNDICE H), número de acertos e erros para o total de 13 grupos analisados. Os dados são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Ocorrência das questões, acertos e erros do Jogo das Soluções

Questão	Ocorrência	Certo	Errado	Questão	Ocorrência	Certo	Errado
1	4	2	2	26	1	1	0
2	2	2	0	27	2	2	0
3	5	1	4	28	4	2	2
4	4	3	1	29	4	3	1
5	3	3	0	30	4	3	1
6	6	1	5	31	5	4	1
7	3	1	2	32	1	1	0
8	5	3	2	33	3	2	1
9	2	2	0	34	3	1	2
10	3	2	1	35	4	3	1
11	5	5	0	36	2	2	0
12	2	0	2	37	1	1	0
13	2	2	0	38	5	3	2
14	4	1	3	39	3	2	1
15	2	1	1	40	4	1	3
16	5	3	2	41	4	2	2
17	7	7	0	42	1	0	1
18	6	2	4	43	4	4	0
19	2	0	2	44	4	3	1
20	4	4	0	45	5	4	1
21	2	2	0	46	4	4	0
22	5	4	1	47	5	4	1
23	2	0	2	48	5	4	1
24	4	1	3	49	3	2	1
25	4	1	3	50	4	3	1

**FONTE: AUTOR (2017)**

De acordo com os dados da Tabela 4 foram sorteadas 178 cartas com perguntas para os 13 grupos monitorados. Desse total os alunos acertaram 114 questões representando um percentual de 64%. Muitos erros cometidos pelos alunos estavam relacionados com os cálculos de concentração de soluções. Isso torna evidente a existência de dificuldades cognitivas dos alunos em traduzirem a linguagem matemática para a linguagem química.

As cartas com as perguntas que mais apareceram durante o jogo estão listadas na Tabela 5.

Tabela 5 – Cartas com as questões que mais apareceram durante o Jogo das Soluções

Questão	Ocorrência
6 e 18	7
3, 8, 11, 16, 22, 31, 38, 45, 47 e 48	6
1, 4, 20, 28, 29, 30, 40, 41, 43, 44 e 46	5

Conforme verificado na Tabela 5, as questões de maior ocorrência foram a 6 e a 18. A questão 6 continha a seguinte pergunta: “O que é uma solução saturada?”. De acordo com os dados da Tabela 4 apenas um aluno conseguiu responder corretamente o item. A outra questão de maior ocorrência foi a 18 com a seguinte pergunta: “Qual o nome do aparelho de laboratório que aparece na figura?”. O aparelho em questão era um erlenmeyer. Apenas dois alunos acertaram o item.

As questões 8, 11, 16, 31 e 48 aparecem dentre aquelas com segunda maior ocorrência durante o jogo. Tais questões estavam relacionadas diretamente aos conceitos de soluções e apresentaram maior número de acertos que erros.

Por fim, destacamos as questões 1, 29, 41, 44 e 46 que foram sorteadas cinco vezes pelos grupos e estavam relacionadas com concentração e situações contextuais envolvendo cálculos de volume. Para estas questões os acertos foram maiores que os erros.

Para encerrar esta discussão sobre a atividade experimental do jogo das soluções é importante considerar que a força de dissociabilidade dos significados que acabaram de ser adquiridos sofre um decréscimo ao longo do tempo podendo chegar ao limiar do esquecimento (AUSUBEL, 2000). Por isso a importância da repetição, dos exercícios de fixação, da revisão de conteúdos e das práticas de aprendizagem relacionadas ao material de instrução potencialmente significativo.



## 5.6. PÓS-TESTE 0<sub>21</sub> – PERCEPÇÃO DOS ALUNOS SOBRE A PRÁTICA PEDAGÓGICA DA EXPERIMENTAÇÃO

Construiu-se um teste reflexivo (APÊNDICE F) com 24 itens que buscou levantar o juízo cognoscível dos alunos sobre a prática pedagógica da experimentação adotada neste quase experimento. A opinião dos alunos foi utilizada como um indicador da qualidade da aprendizagem potencialmente significativa. Para cada item avaliado o aluno deveria atribuir uma nota de 1 a 5 conforme Quadro 3.

Quadro 12 – Escala de notas do Pós-teste 0<sub>21</sub>

NOTA	CONCEITO
5	Ótimo / Totalmente
4	Bom / Maior parte
3	Satisfatório / Parcialmente
2	Regular / Menor parte
1	Insatisfatório / Não concordo

**FONTE: Autor (2017)**

O teste oportunizou aos alunos avaliarem: (1) o conteúdo das atividades da prática de ensino; (2) os recursos pedagógicos e metodológicos utilizados e (3) o professor da prática de ensino. Além disso, o referido teste trouxe espaço para a autoavaliação do aluno.

Os resultados da avaliação do item “Conteúdo das atividades da prática de ensino” são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Avaliação do conteúdo das atividades da prática de ensino

CONTEÚDO DAS ATIVIDADES DA PRÁTICA DE ENSINO	NOTA				
	1	2	3	4	5
Os objetivos da prática de ensino foram atingidos.	0%	3%	15%	41%	42%
O meu conhecimento sobre o assunto de soluções melhorou.	2%	2%	21%	45%	30%
Eu consigo relacionar o conteúdo do estudo das soluções com o meu cotidiano.	3%	16%	27%	32%	22%
As minhas expectativas em relação às atividades propostas foram atendidas.	3%	4%	20%	32%	42%
O tempo utilizado para a apresentação e discussão do conteúdo foi adequado.	1%	8%	14%	33%	45%

**FONTE: Autor (2017)**

Ficou evidenciado que o “Conteúdo das atividades da prática de ensino” foi muito bem avaliado pelos alunos. Observando-se os dados da Tabela 6 verificou-se

valores baixos para os parâmetros de discriminação de notas 1 e 2. É bastante positivo verificar que as notas 4 e 5 superam as notas inferiores 1 a 3 em todos os itens avaliados. Os resultados das opiniões dos alunos tendem a demonstrar que as atividades práticas de experimentação podem ter contribuído para a aprendizagem significativa do conteúdo de soluções.

Na avaliação dos alunos, o parâmetro “Os objetivos da prática de ensino foram atingidos” verificou-se praticamente o mesmo percentual de respostas para *bom* e *ótimo* com valores de 41% e 42%, respectivamente.

Avaliou-se a percepção dos alunos frente à afirmação “O meu conhecimento sobre o assunto de soluções melhorou”. Neste quesito verificou-se 21% de notas 3. O valor percentual assinalado representa o quantitativo de 20 alunos. No mesmo sentido o parâmetro “Eu consigo relacionar o conteúdo do estudo das soluções com o meu cotidiano” apresentou percentuais de 16% para nota 2 e 27% para nota 3 representando 15 e 26 alunos, respectivamente. Esses são dados relevantes que merecem uma discussão particularizada. Nesta altura não existem elementos factuais que possam explicar a nota atribuída pelos alunos aos parâmetros avaliados. Entretanto cabe destacar algumas contribuições de vários autores que atestam dificuldades no aprendizado de Química, em todos os níveis de ensino. Tais contribuições sugerem que o “ensino de química encontra barreiras entre os alunos, pois muitos têm dificuldade de compreender suas definições e seus modelos, suas ideias e conceitos” (LARA, 2008). Para Costa (2016) “existe quase um consenso, que a grande dificuldade dos alunos de Química do ensino médio, encontra-se no momento de relacionar os conteúdos estudados com a prática do cotidiano”. Ferreira (2015) considera que a dificuldade de aprendizagem associada ao tema soluções está em transitar entre os níveis de conhecimento macro e submicroscópico além dos problemas quantitativos que exigem domínio de relações estequiométricas. Saraiva (2017) argumenta que os estudantes não conseguem transpor a linguagem matemática para a linguagem química no estudo das soluções.

Entretanto, independente das contribuições citadas anteriormente, a questão da dificuldade de aprendizagem nos remete aos aportes de Ausubel (200) que afirma não ser possível

“[...] ignorar, de alguma forma, as dificuldades e as influências negativas exercidas por relações ilusórias, ideias erradas, tendências subjetivas e orientações motivadoras ilusórias em relação a traços de aprendizagem, estilos cognitivos e de personalidade que entram involuntariamente no ‘processo construtivo’” (AUSUBEL, 2000, p. 11)

Em outras palavras, é possível destacar que cada indivíduo é um ser único com tendências cognitivas próprias e diferentes estilos de aprendizagem. Isso implica dizer que cada aluno exibe diferentes tipos, posturas e graus de inteligência. Dessa maneira, podemos afirmar que há diferentes resultados de aprendizagem dependem da convergência de inúmeros fatores do contexto educacional, sendo a cognição um deles. Assim, devemos reconhecer que existem tipos mentais singulares e, por conseguinte, distintas formas de aprender, pensar, resolver problemas, assimilar ou construir significados.

Para o item “As minhas expectativas em relação às atividades propostas foram atendidas” foram registradas 20% de notas 3 representando um total de 19 alunos. O que se pode conjecturar é que alguns alunos podem ser avessos às atividades experimentais (SILVA et al., 2011). Isso implica considerar que o professor deve sempre variar métodos e estratégias de ensino.

Seguindo a análise da avaliação da prática pedagógica feita pelos alunos, passamos para o item “Recursos pedagógicos e metodológicos”. Os resultados do referido item são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Avaliação dos recursos pedagógicos e metodológicos

RECURSOS PEDAGÓGICOS E METODOLÓGICOS	NOTA				
	1	2	3	4	5
O material utilizado (instrumentos de laboratório, reagentes, computadores, materiais pedagógicos diversos) contribuiu para o meu aprendizado.	3%	3%	9%	21%	64%
Como você avalia a organização e o funcionamento do laboratório da escola?	9%	9%	30%	30%	22%
Como você avalia a metodologia de ensino que utilizou atividades experimentais na abordagem do conteúdo de soluções?	2%	1%	9%	35%	53%
A atividade experimental realizada em grupo favoreceu o aprendizado.	5%	1%	7%	27%	60%

**FONTE:** Autor (2017)

O primeiro parâmetro avaliado foi “O material utilizado (instrumentos de laboratório, reagentes, computadores, materiais pedagógicos diversos) contribuiu para o meu aprendizado” apresentou percentuais de 21% e 64% de notas 4 e 5,

respectivamente. O resultado evidencia que em algumas situações de aprendizagem devemos variar os materiais de aprendizagem indo além da narrativa verbal, quadro, pincel e livro didático conforme assinala Moreira (2000).

O segundo parâmetro avaliado foi “Como você avalia a organização e o funcionamento do laboratório da escola?” Os resultados chamam atenção, pois foram registrados 30% de notas 3, o que representa aproximadamente 29 alunos. Talvez a nota possa expressar a absoluta falta de material de trabalho. No Laboratório de Ciências da escola não temos vidraria nem reagentes adequados para realizar práticas experimentais de Química. Não existe absolutamente nenhum material didático de Biologia ou Física. Faltam bancos para os alunos se acomodarem de maneira adequada. A situação gera desconforto e muitos estudantes assistem às aulas de pé. A estrutura física do Laboratório é excelente. O prédio é novo sem qualquer dano estrutural. Mas temos tão somente a estrutura.

As notas 4 e 5 representaram percentuais de 35% e 53%, respectivamente para o item “Como você avalia a metodologia de ensino que utilizou atividades experimentais na abordagem do conteúdo de soluções?” O resultado tende a demonstrar que os alunos aceitaram bem as atividades experimentais que ofereceram novas oportunidades de aprendizagem além do modelo tradicional da transmissão e recepção verbal de conteúdos, centrado no livro didático, quadro e pincel.

Por fim, o último parâmetro avaliado desta série foi “A atividade experimental realizada em grupo favoreceu o aprendizado”. Neste caso, foram registrados 27% de notas 4 e 60% de notas 5. Os registros tendem a indicar que, para estes alunos, o trabalho em grupo favorece a aprendizagem.

O questionário permitiu aos alunos avaliarem o professor da prática de ensino. Os resultados estão apresentados na Tabela 8.

Neste item é possível perceber que o professor foi muito bem avaliado pelos alunos. Em todos os parâmetros a nota 5 foi superior ou igual a 70%.

Tabela 8 – Avaliação do professor da prática de ensino

PROFESSOR DA PRÁTICA DE ENSINO	NOTA				
	1	2	3	4	5
Demonstrou domínio do conteúdo.	2%	3%	5%	11%	79%
Demonstrou clareza e objetividade na exposição do conteúdo.	2%	2%	7%	19%	70%
Buscou trabalhar o conteúdo ao nível da turma.	1%	1%	3%	22%	73%
Usou com habilidade e segurança os recursos selecionados para a aula.	1%	1%	4%	14%	79%
Estimulou os alunos para o aprendizado.	1%	0%	1%	22%	76%
Destacou e consolidou as ideias e conceitos principais da aula	3%	1%	6%	17%	73%
A relação professor-aluno contribuiu para o aprendizado.	2%	0%	5%	23%	70%

**FONTE: Autor (2017)**

A autoavaliação dos alunos encerra o questionário. Os dados estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Autoavaliação dos alunos

AUTOAVALIAÇÃO	NOTA				
	1	2	3	4	5
Participei ativamente das atividades experimentais propostas.	3%	0%	2%	29%	66%
Minhas contribuições foram importantes para o aprendizado dos colegas.	3%	2%	18%	40%	37%
A minha postura e disciplina no laboratório foram adequadas.	1%	0%	8%	31%	60%
O trabalho em grupo favoreceu o meu aprendizado.	4%	0%	10%	31%	55%
Participei da atividade experimental apenas porque fui obrigado.	84%	5%	2%	1%	8%
Executei as atividades experimentais sem prestar muita atenção.	60%	19%	3%	6%	11%
Ao realizar a atividade experimental no laboratório considerei uma perda de tempo.	81%	7%	1%	3%	8%
Fiz as leituras e atividades propostas para casa.	5%	8%	20%	29%	38%

**FONTE: Autor (2017)**

Em relação aos parâmetros da autoavaliação é possível perceber que as atividades de experimentação trouxeram contribuições significativas para a aprendizagem. Os resultados tendem a demonstrar o empenho e o envolvimento ativo dos alunos nas atividades propostas. Mesmo sem recursos, com experimentos simples, é possível ensinar quando os alunos são colocados frente ao conhecimento. O valor da maior parte da aprendizagem escolar somente pode ser defendido na medida em que melhora a compreensão que um indivíduo tem das ideias relevantes de seu meio cultural (AUSUBEL, 2000).

## 5.7 PÓS-TESTE 0<sub>22</sub> – AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

O Pós-teste 0<sub>22</sub> foi aplicado após as atividades práticas de experimentação X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub>, X<sub>4</sub>, X<sub>5</sub> e X<sub>6</sub>. Buscou averiguar os conhecimentos adquiridos sobre o estudo das soluções. Este teste contou com cinco questões muito semelhantes as do Pré-teste 0<sub>12</sub> para fins comparativos (APÊNDICE G).

A análise dos itens permitiu agrupar as respostas dos alunos em categorias. Os gráficos a seguir apresentam o quantitativo de respostas e o grau de certeza em cada categoria. Algumas respostas obtidas no teste (A1 a A96) são transcritas sem a identificação dos alunos.

### QUESTÃO 1

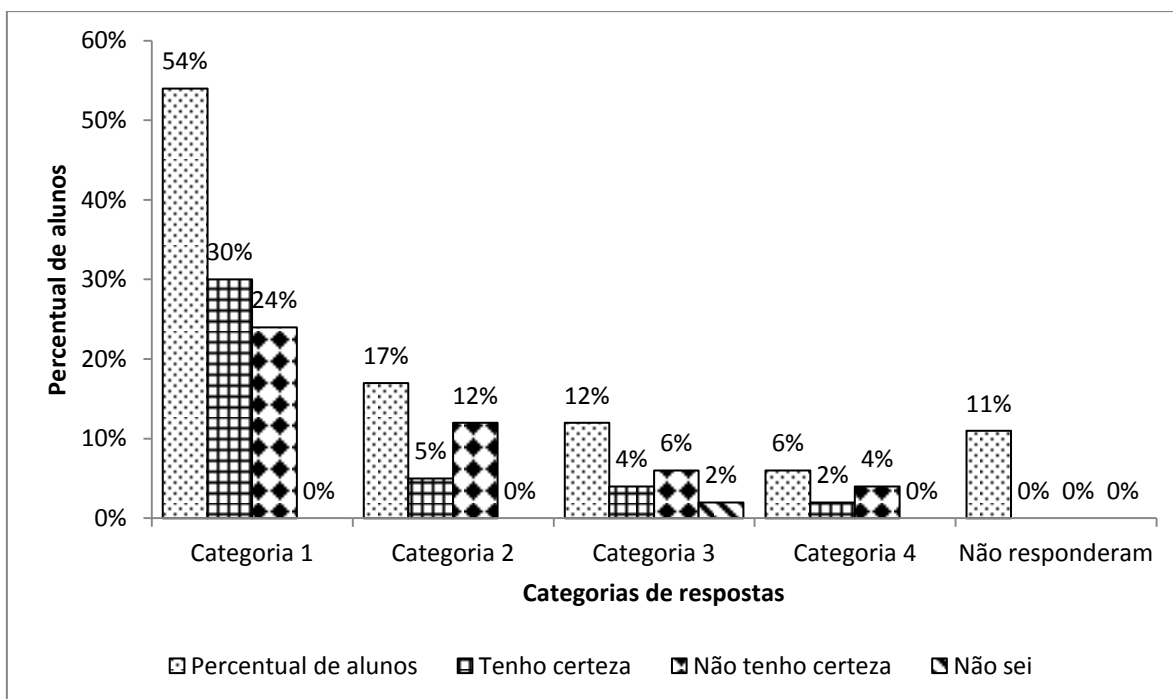
“Escreva um texto livre sobre o estudo das soluções estabelecendo uma relação coerente entre os termos dados abaixo.

SOLUÇÃO, CONCENTRAÇÃO, SOLUTO, MISTURA, SOLVENTE, HOMOGÊNEA, HETEROGÊNEA, SOLUBILIDADE, ÁGUA.

O formato proposto nesse item não direcionou o aluno para um único sentido de resposta. A sugestão de texto livre (que será chamada de dissertação conceitual) teve como principal objetivo permitir a exposição dos conceitos que foram assimilados, reorganizados e retidos na estrutura cognitiva dos alunos. A análise das respostas e a categorização buscou identificar padrões relacionados ao significado dos conceitos bem como as inter-relações estabelecidas entre os mesmos.

Foram identificadas quatro categorias de respostas para a Questão 1 apresentadas no Gráfico 11.

Na *Categoria 1* estão incluídas 54% de dissertações conceituais que apresentaram corretamente o conceito de solução. Foi possível verificar também assimilação dos significados de soluto e solvente. A análise das respostas desta categoria tornou manifesto que os alunos são capazes de estabelecer relações pertinentes entre os termos chave oferecidos neste item de avaliação. Do quantitativo de alunos desta categoria 30% afirmaram certeza de suas respostas e 24% registraram não tenho certeza. A seguir exemplos de respostas desta categoria.

Gráfico 11 – Categorias de respostas para a Questão 1 do Pós-Teste 0<sub>22</sub>

Fonte: AUTOR (2018)

A1 – “Na escola aprendi que a solução é uma mistura homogênea que apresenta apenas uma fase. Nela temos o soluto e o solvente. O soluto é dissolvido pelo solvente, como por exemplo a sacarose e a água. Aprendi que a concentração da solução é a quantidade de soluto encontrado nela. A água é o solvente universal. Aprendi a diferença entre homogênea e heterogênea. Homogênea apresenta apenas uma fase e heterogênea apresenta duas ou mais. A solubilidade é a questão do soluto disperso na solução.”

A2 – “Solução é uma mistura homogênea que pode ser classificada de diversas formas como tanto a presença de íons quanto a saturação ou quanto ao estado físico. A concentração da solução química é a unidade de soluto presente em determinada quantidade de solvente ou de solução. O soluto é considerado o disperso. Pode ser definido como a substância dissolvida ou seja é a substância que se distribui no interior de outra substância na forma de pequenas partículas. O solvente é a substância que dissolve o soluto em seu interior. Homogênea é uma solução que apresenta-se em uma única fase. Heterogênea é a mistura de várias substâncias que podem apresentar em duas ou mais fases.”

A *Categoria 2* reuniu 17% de dissertações conceituais que não apresentam explicitamente o conceito de solução. A análise das respostas mostra apropriação dos significados de soluto e solvente. Os alunos enquadrados nesta categoria também mostraram capacidade de relacionar de forma coerente os termos chave da questão. Do total de alunos desta categoria 5% afirmaram certeza de suas respostas e 12% registraram não tenho certeza. A seguir exemplo de resposta desta categoria.

*A3 – “Hoje no mundo existem muitos problemas que podem prejudicar o nosso futuro, um deles é a água. Hoje em dia muitas pessoas acabam poluindo a água. Muitos químicos dizem que isto pode ser considerado um soluto pois isto pode ser considerada uma substância dissolvida, ou seja, se distribui no interior da água na forma de pequenas partículas ou também que pode ser considerada um solvente que pode causar a distribuição no seu interior. Sendo assim pode ser considerada uma concentração de soluções. Também chega a ser uma solução, uma mistura. A única que não pode ser considerada é a mistura heterogênea que apresenta mais de uma fase”.*

Na *Categoria 3* estão relacionadas 12% das respostas. Os alunos apenas apresentaram definições isoladas sem conseguir estabelecer relação entre os termos chave da questão. Este tipo de resposta se enquadra no modelo de aprendizagem mecânica por memorização. Em relação ao grau de certeza, 4% afirmaram certeza de sua resposta, 6% registraram não tenho certeza e 2% dos alunos marcaram não sei. A seguir exemplo de resposta desta categoria.

*A4 – “Solubilidade: é a capacidade de dissolução do soluto. Solução: mistura homogênea. Mistura: é o aspecto visual do experimento. Concentração: é a quantidade de soluto em uma solução. Soluto: substância que vai ser dissolvida pelo solvente. Homogênea: apresenta uma única fase. Solvente: substância que vai dissolver o soluto. Heterogênea: apresenta mais de dois aspectos visuais. água: uma molécula formada por um átomo de oxigênio e dois de hidrogênio”.*

Os alunos apresentaram ainda erros de ortografia, concordância verbal e nominal em textos aparentemente sem sentido. São apresentados a seguir exemplos de respostas erradas dos alunos.



A5 – “Para formar uma solução temos que ter a mistura entre soluto e solvente. E para descobrir a solubilidade de uma mistura varia se uma solução for homogênea ou heterogênea”.

A6 – “A mistura das soluções são estabelecidas em um laboratório com um produto químico que são utilizando para fazer as mistura homogênea e heterogênea com as diferentes cores das misturas”.

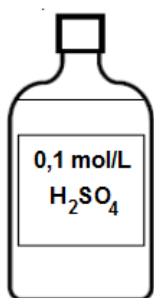
A Questão 1 não foi respondida por 11% dos alunos.

Seja como for, a análise das respostas permitiu verificar que 71% dos alunos demonstraram assimilação significativa dos conceitos de solução, soluto, solvente e concentração de soluções.

## QUESTÃO 2

“Observe o frasco abaixo que contém uma solução de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), utilizada em laboratório.

- A) Qual é o soluto desta solução?
- B) Qual é o solvente desta solução?
- C) Qual é a concentração desta solução?”



A Questão 2 buscou verificar se o estudante é capaz de relacionar os conceitos adquiridos para identificar o soluto, o solvente e a concentração de uma solução a partir da leitura de um rótulo ou de informações fornecidas em um texto.

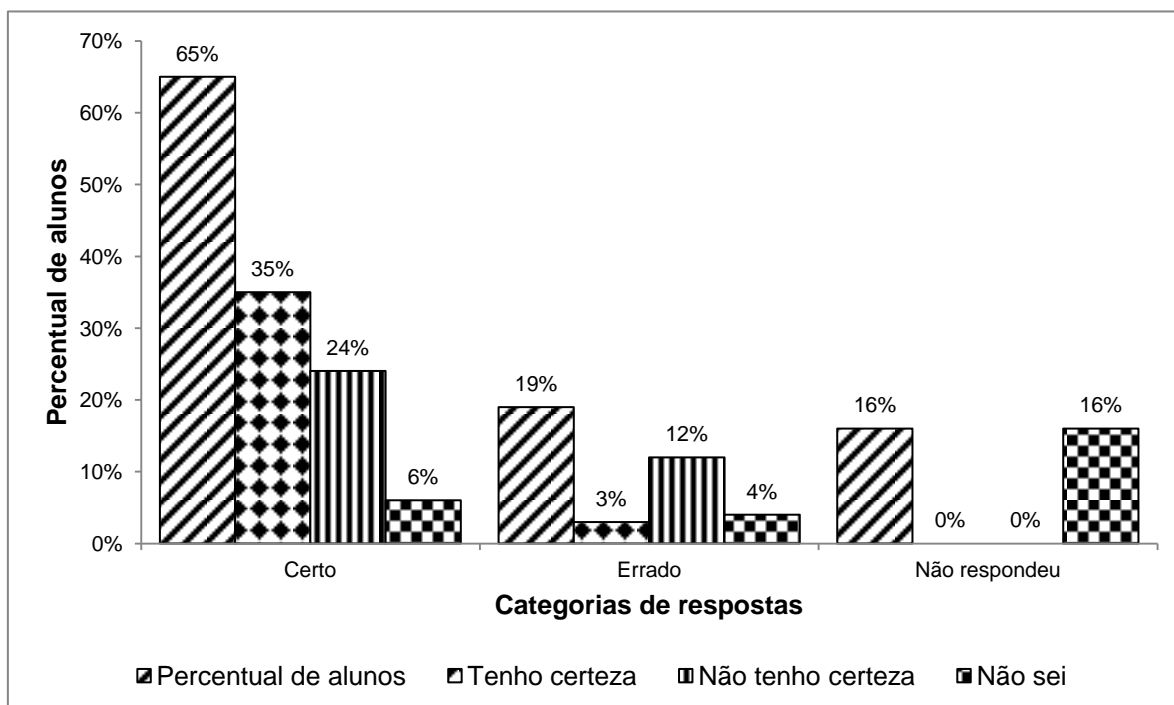
O padrão de respostas para a Questão 2 é apresentado no Gráfico 12.

As respostas categorizadas deixaram evidente que 65% dos alunos respondeu corretamente ao item. As respostas erradas somaram 19% enquanto outros 16% de alunos não responderam a questão proposta. Dentre aqueles alunos que erraram a

questão muitos inverteram as respostas trocando o soluto pelo solvente e vice-versa.

Esses dados permitem interpretar que os estudantes que apresentaram respostas incorretas não conseguiram relacionar os níveis macroscópicos e microscópicos com os conceitos de soluto, solvente, solução e concentração de soluções. Dessa maneira, os novos conhecimentos apresentados no material de aprendizagem potencialmente significativo não foram relacionados com subsunçores específicos da estrutura cognitiva dos alunos.

Gráfico 12 – Categorias de respostas para a Questão 2 do Pós-Teste 0<sub>22</sub>



Fonte: AUTOR (2018)

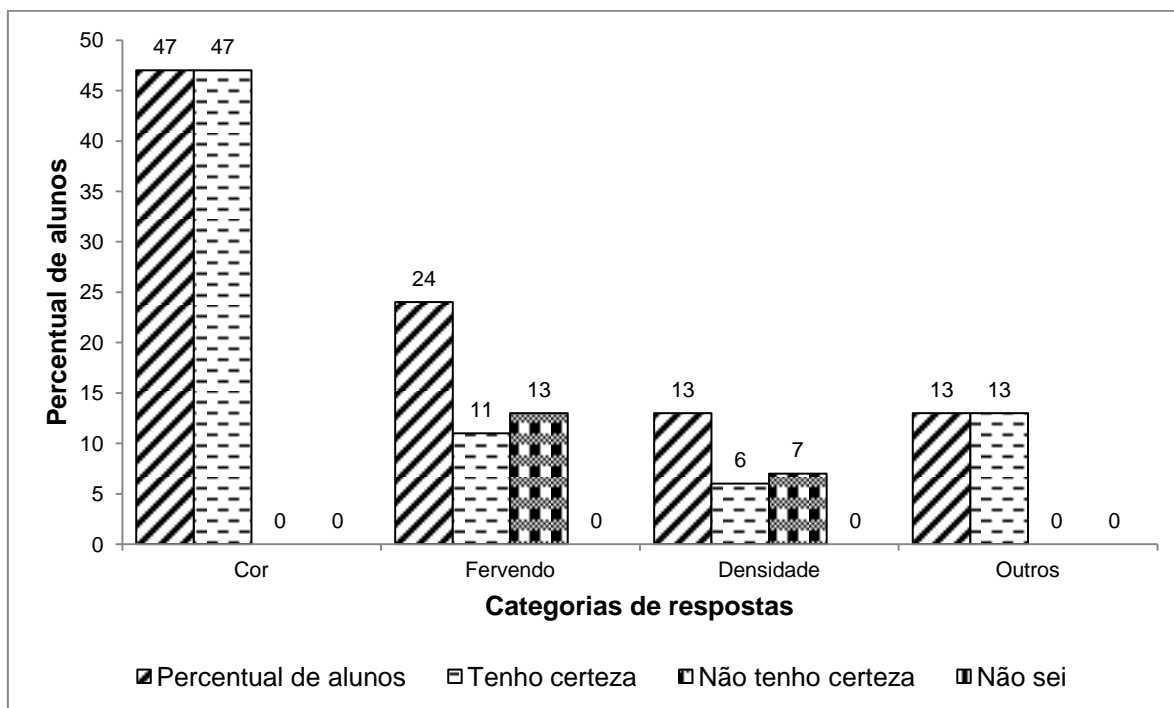
### QUESTÃO 3

“Marque abaixo exemplos de soluções:

- |                               |                            |
|-------------------------------|----------------------------|
| ( ) Ar dentro de um balão     | ( ) Aliança em ouro        |
| ( ) Leite integral longa vida | ( ) Água potável           |
| ( ) Água + óleo               | ( ) Água + areia           |
| ( ) Maionese                  | ( ) Água + sal dissolvido” |

A Questão 3 buscou avaliar se os conhecimentos adquiridos permitem aos alunos identificar exemplos de soluções verdadeiras. A análise das respostas dos alunos para a Questão 3 indicou três categorias de respostas conforme Gráfico 13.

Gráfico 13 – Categorias de respostas para a Questão 3 do Pós-Teste 0<sub>22</sub>



Fonte: AUTOR (2018)

A categoria *Soluções* reuniu 55% das respostas. Os alunos marcaram corretamente exemplos de soluções. A análise do item tornou manifesto que 35% dos alunos deram certeza de sua resposta e 20% afirmaram não tenho certeza.

Outra categoria denominada *Leite Integral* reuniu 11% das respostas. Os alunos até marcaram corretamente exemplos de soluções. Entretanto assinalaram também leite integral como exemplo de solução.

A categoria *Maionese* reuniu 12% dos alunos. As respostas trouxeram exemplos de soluções. Mas os alunos marcaram também maionese como exemplo de solução.

Como já dito anteriormente, leite e maionese são sistemas coloidais e não se constituem em soluções verdadeiras. Aparentemente se apresentam como mistura homogênea, mas possuem partículas grandes o bastante para refletir e dispersar a luz produzindo o chamado Efeito Tyndall.

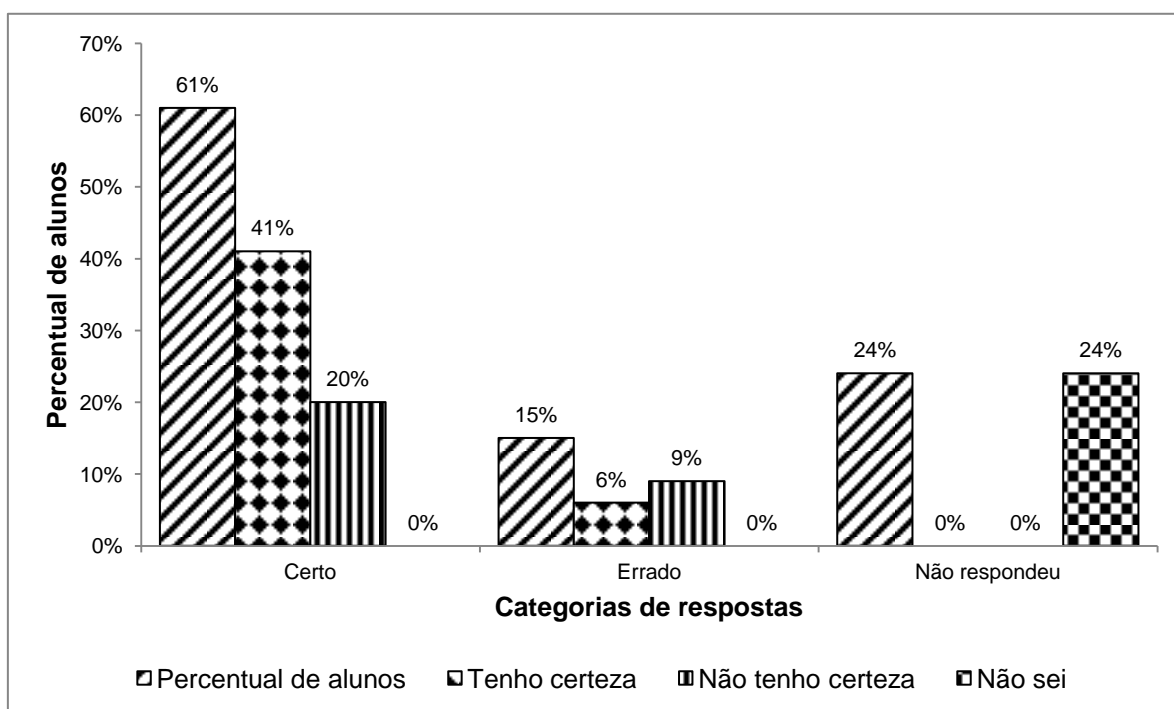
Por fim, a análise das respostas para a Questão 3 permitiu reunir 18% dos alunos na categoria *Suspensão* que marcaram água + areia ou água + óleo como exemplos de solução. Tais misturas são heterogêneas que poderiam ser consideradas o oposto das soluções.

#### QUESTÃO 4

“Um refrigerante comercialmente vendido no mercado consumidor, mostrou quando analisado em um laboratório químico, conter 1,0g de ácido fosfórico por litro de refrigerante. Calcular a massa do ácido em uma lata de 350mL do refrigerante.”

A Questão 4 buscou verificar os conhecimentos adquiridos sobre concentração de soluções. O item exigiu conhecimentos prévios relacionados aos conceitos de soluções, operações fundamentais da matemática, regra de três e conversão de volume. Para a resolução do item não foram permitidos o uso de calculadoras. As respostas dos alunos foram organizadas em três categorias: *Certo*, *Errado* e *Não respondeu*. O padrão de respostas para a Questão 4 é apresentado no Gráfico 14.

Gráfico 14 – Categorias de respostas para a Questão 4 do Pós-Teste 0<sub>22</sub>



Fonte: AUTOR (2018)

Foram verificados 70% de respostas corretas ao item proposto. Algumas respostas dos alunos são apresentadas abaixo. Inicialmente são apresentadas duas respostas corretas e em seguida duas respostas incorretas.

Respostas corretas:

Aluno A01

Handwritten work for Aluno A01:

$$5g/L$$

$$1L - 1000ml$$

$$1g - 1000ml$$

$$x - 350ml$$

$$x = \frac{350}{1000}$$

$$x = 0,35g$$

Transcrição

Handwritten transcription for Aluno A01:

$$1g/L$$

$$1L - 1000mL$$

$$1,5g \text{ _____ } 1000mL$$

$$X \text{ _____ } 350mL$$

$$X = \frac{350}{1000}$$

$$X = 0,35g$$

O aluno A01 fez a conversão dos volumes optando por fazer o cálculo em mL. Em seguida partiu para a regra de três simples e direta. Observa-se o cuidado do aluno em registrar as grandezas e suas devidas unidades.

Aluno A02

Handwritten work for Aluno A02:

$$xg \text{ _____ } 0,35L$$

$$1g \text{ _____ } 1L$$

$$x = 1 \cdot 0,35$$

$$x = 0,35g$$

Transcrição

Handwritten transcription for Aluno A02:

$$Xg \text{ _____ } 0,35L$$

$$1g \text{ _____ } 1L$$

$$X = 1 \cdot 0,35$$

$$X = 0,35g$$

O aluno A02 resolveu utilizar a unidade litro, facilitando sobremaneira o cálculo que foi reduzido a uma multiplicação por 1. Também é possível notar o cuidado do aluno em registrar as grandezas e suas respectivas unidades.

Respostas incorretas:

Aluno A04

$$\begin{array}{l} Xg \quad \text{---} \quad 1000 \\ 1,0 \quad \text{---} \quad 350 \text{ mL} \\ \\ 350 \times g \quad \text{---} \quad 1000 \\ \\ Xg = 3,5 \text{ mL} \end{array}$$

Transcrição

$$\begin{array}{l} Xg \quad \text{---} \quad 1000 \\ 1,0 \quad \text{---} \quad 350 \text{ mL} \\ \\ 350Xg \quad \text{---} \quad 1000 \\ \\ Xg = 3,5 \text{ mL} \end{array}$$

O aluno A04 não conseguiu fazer a regra de três. Agrupou as grandezas da mesma espécie em colunas, mas não seguiu a correspondência dos valores diretamente proporcionais.

Aluno A05

$$\begin{array}{l} 1,0g \quad \text{---} \quad 1000 \text{ L} \\ X \quad \text{---} \quad 350 \text{ mL} \\ \\ 1000 X = 3500 \\ \\ X = 3,5 \end{array}$$

Transcrição

$$\begin{array}{l} 1,0g \quad \text{---} \quad 1000 \text{ L} \\ X \quad \text{---} \quad 350 \text{ mL} \\ \\ 1000 X = 3500 \\ \\ X = 3,5 \end{array}$$

No caso do aluno A05 é possível perceber uma confusão na realização do cálculo. Parece alguma falta de atenção. Em primeiro lugar ele estabelece a massa de 1,0g de soluto para 1000L de solução. Depois se confunde no cálculo pensando talvez

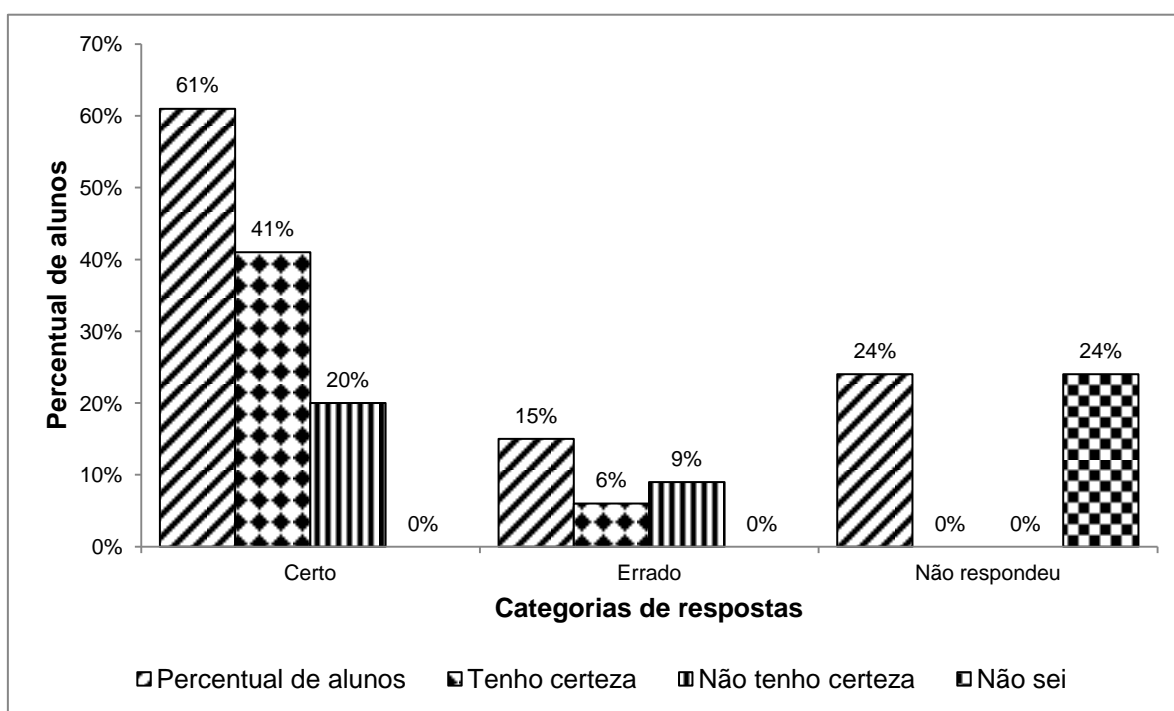
que o valor 1,0g fosse 10g. De qualquer maneira fica até difícil compreender as razões do erro deste aluno.

### QUESTÃO 5

“O propileno glicol,  $C_3H_8O_2$  é um líquido utilizado como umectante de doces, produtos de cacau e carne. Calcular a massa de propileno glicol necessária para se preparar 100mL de solução 3mol/L.”

A Questão 5 buscou verificar assimilação do conceito da grandeza de medida de concentração de soluções em mol/L. Os dados com as respostas dos alunos foram agrupados em categorias de certo e errado e estão dispostos no Gráfico 15.

Gráfico 15 – Categorias de respostas para a Questão 5 do Pós-Teste 0<sub>22</sub>



Fonte: AUTOR (2018)

As respostas corretas somaram o percentual de 61%. Os erros registrados foram da ordem de 15% e 24% dos alunos não responderam a questão.

A seguir são mostradas uma resposta correta e uma resposta incorreta sobre o item proposto.

Resposta correta:

Aluno A09

$$\begin{array}{r} C = 12 \cdot 3 = 36 \\ H = 1 \cdot 8 = 8 \\ O = 16 \cdot 2 = 32 \\ \hline = 76 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \text{ mol} = 76 \text{ g} \\ 3 \text{ mol} = X \\ X = 76 \cdot 3 \\ X = 228 \text{ g} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 228 = 1000 \text{ mL} \\ X = 100 \text{ mL} \\ X = \frac{22800}{100} \\ X = 22,8 \text{ g} \end{array}$$

Transcrição

$$\begin{array}{r} C = 12 \cdot 3 = 36 \\ H = 1 \cdot 8 = 8 \\ O = 16 \cdot 2 = 32 \\ \hline 76 \end{array}$$

$$1 \text{ mol} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 76 \text{ g}$$

$$3 \text{ mol} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad X$$

$$X = 76 \cdot 3$$

$$X = 228 \text{ g}$$

$$228 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 1000 \text{ mL}$$

$$X \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 100 \text{ mL}$$

$$X = \frac{22800}{1000}$$

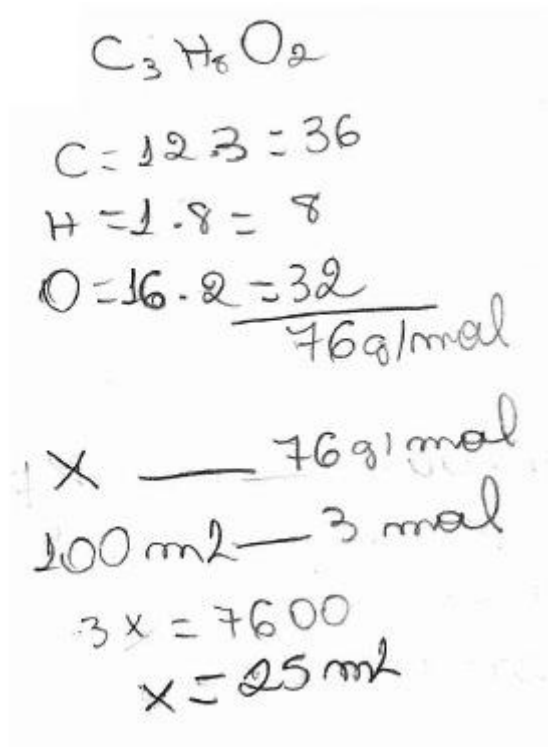
$$X = 22,8 \text{ g}$$

Nota-se que o Aluno A09 fez inicialmente o cálculo da massa molar do propilenoglicol. Depois fez uma regra de três simples para calcular a massa de 3mol da referida substância. Em seguida relacionou corretamente a massa em gramas do soluto ao volume de um litro de solução para calcular a massa contida em 100mL. A sequência de cálculos desenvolvidos pelo aluno sugere compreensão dos conceitos de massa molar e de concentração de solução. Na pior das hipóteses o aluno pode ter desenvolvido os cálculos de maneira mecânica. Mas o tipo de questão respondida não oferece conclusões definitivas sobre o tipo de aprendizagem desenvolvida.

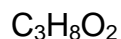


Resposta incorreta:

Aluno 16



Transcrição



$$C = 12 \cdot 3 = 36$$

$$H = 1 \cdot 8 = 8$$

$$O = 16 \cdot 2 = 32$$

---


$$76g/mol$$

$$X \text{ — } 76g/mol$$

$$100ml \text{ — } 3mol$$

$$3X = 7600$$

$$X = 25ml$$

O Aluno 16 fez o cálculo da massa molar. Porém não apresentou assimilação dos conceitos de massa e volume. Realizou uma regra de três sem qualquer fundamento matemático relacionando grandezas equivocadamente. Neste caso específico torna-se difícil analisar o raciocínio matemático que levou o aluno ao erro.

Por fim, deve-se considerar que no contexto escolar, a avaliação realizada pelo professor, em sala de aula, é uma das etapas do processo ensino e aprendizagem e deve servir para diagnosticar as dificuldades, necessidades e problemas dos alunos, permitindo aos professores e à escola observar e acompanhar a construção do conhecimento pelo aluno durante todo processo. Os resultados dessa avaliação demonstraram assimilação de ideias e evolução conceitual que serão tratadas no tópico seguinte.

### 5.8 COMPARAÇÃO ENTRE PRÉ-TESTE 0<sub>21</sub> e PÓS-TESTE 0<sub>22</sub>

A comparação entre o Pré-teste 0<sub>21</sub> (que será chamado de problematização) e o Pré-teste 0<sub>22</sub> (que será chamado avaliação final) tem como objetivo vislumbrar a certeza de que a relação causa e efeito observada empiricamente neste quase

experimento é decorrente das atividades práticas de experimentação, e não devido a outros fatores antagônicos. Nesta investigação não foi possível controlar outras variáveis além do tratamento das práticas pedagógicas da experimentação. Seria razoável supor que muitos eventos entre a problematização e a avaliação final possam ter ocorrido, além das atividades experimentais, causando algum tipo de interferência. Os métodos, técnicas e teorias pedagógicas são elementos de grande influência na promoção da aprendizagem significativa. Entretanto existem diversos outros fatores associados que podem afetar substancialmente o desempenho escolar do aluno. Os recursos humanos, quantidade e qualidade dos insumos a disposição do aluno no ambiente escolar, infraestrutura da escola, características individuais e familiares, nível socioeconômico são alguns fatores apontados como decisivos para uma boa aprendizagem (MACHADO, 2014).

Como tal, é importante ressaltar que não existem, em lugar algum, alunos compartilhando os mesmos interesses, sentimentos e atitudes. Dessa maneira,

Surpreendentemente, nem sempre é fácil demonstrar que ocorreu aprendizagem significativa. A compreensão genuína implica a posse de significados claros, precisos e transferíveis. Porém, se alguém tentar testar tais conhecimentos, pedindo aos estudantes que identifiquem os atributos de critérios ou os elementos essenciais de um princípio, pode simplesmente fazer com que surjam verbalizações memorizadas (AUSUBEL, 2000, p. 130).

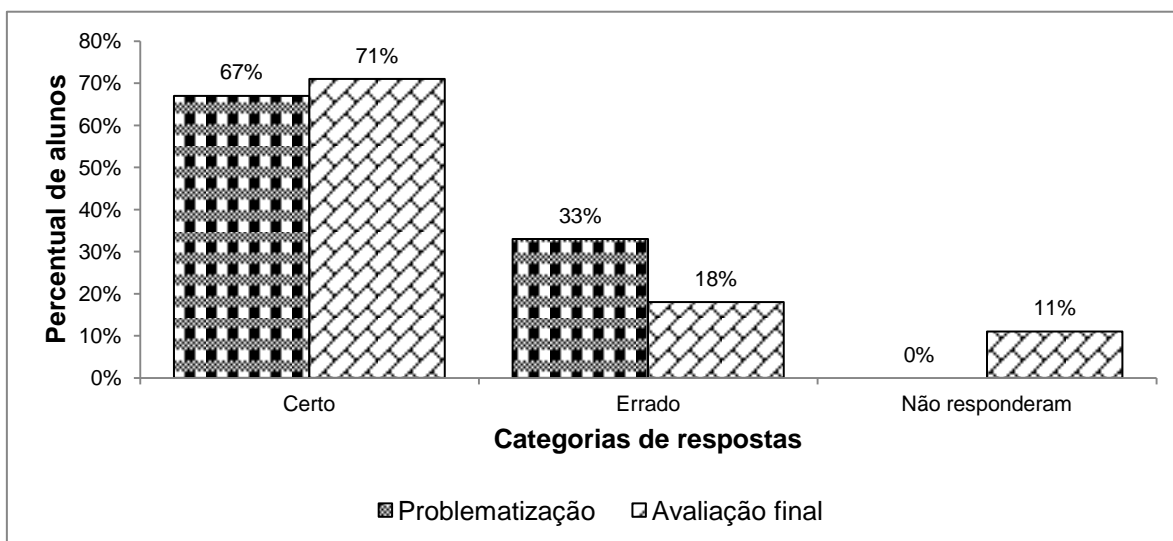
Por conseguinte, é possível que as respostas e resoluções de problemas independentes nas avaliações não demonstrem, a rigor, se os estudantes compreenderam verdadeira e significativamente as ideias e conceitos trabalhados através do material de aprendizagem potencialmente significativo.

Feitas tais considerações são apresentados abaixo gráficos comparativos entre os testes de problematização e de avaliação final.

O Gráfico 16 mostra a evolução do conceito de mistura homogênea e heterogênea.

Observa-se que no teste de problematização 67% dos alunos tinham conhecimentos prévios sobre mistura homogênea e heterogênea. Após a intervenção das atividades experimentais verificou-se uma discreta evolução, pois 71% de alunos demonstraram conhecer a distinção entre os diferentes tipos de misturas na avaliação final.

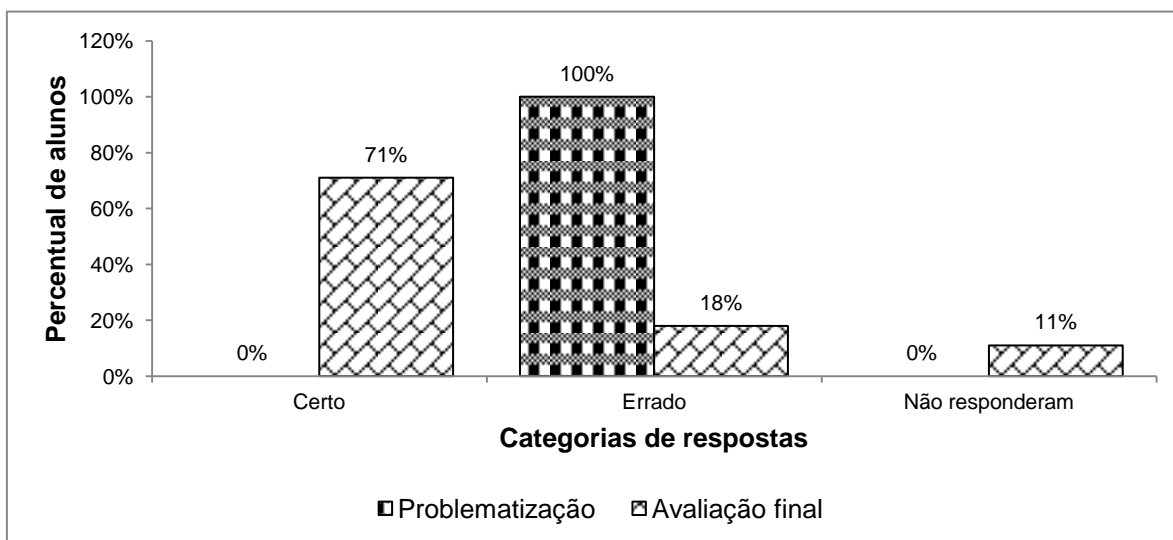
Gráfico 16 – Evolução do conceito de mistura homogênea e heterogênea



Fonte: AUTOR (2018)

Em relação ao conceito de solução os resultados comparativos são apresentados no Gráfico 17.

Gráfico 17 – Evolução do conceito de solução

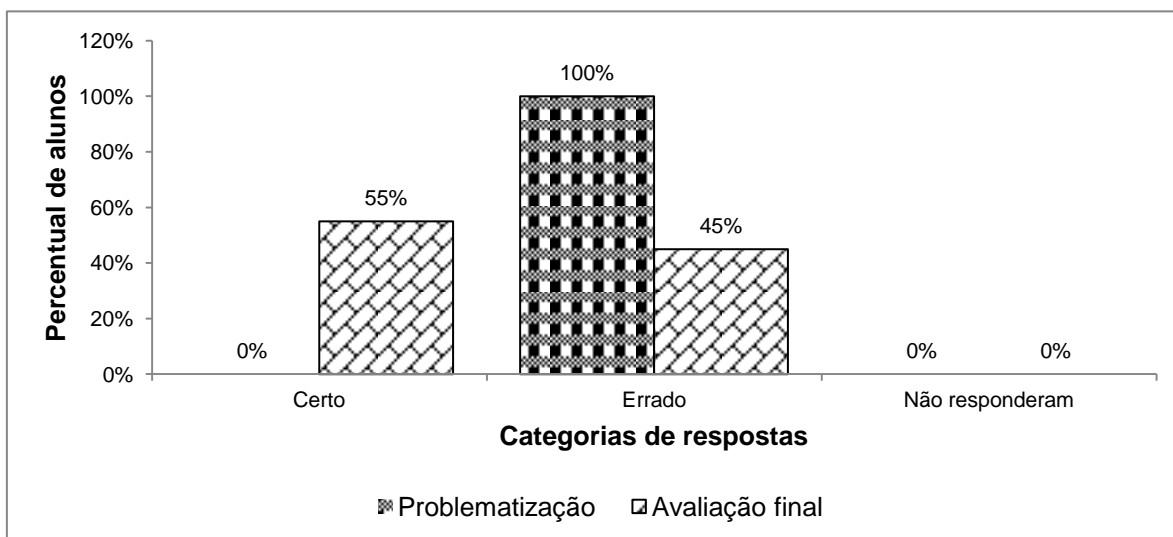


Fonte: AUTOR (2018)

A questão relacionada ao conceito de solução na avaliação final não foi respondida por 11% dos alunos. Contudo, é possível perceber grande evolução, pois o percentual de alunos que não dominava o conceito relacionado saltou de 0% para 71%.

A assimilação de novas ideias a partir do material de instrução potencialmente significativo representado pelas atividades práticas de experimentação permitiu aos alunos reconhecer exemplos de soluções (Gráfico 18).

Gráfico 18 – Reconhecimento de soluções verdadeiras

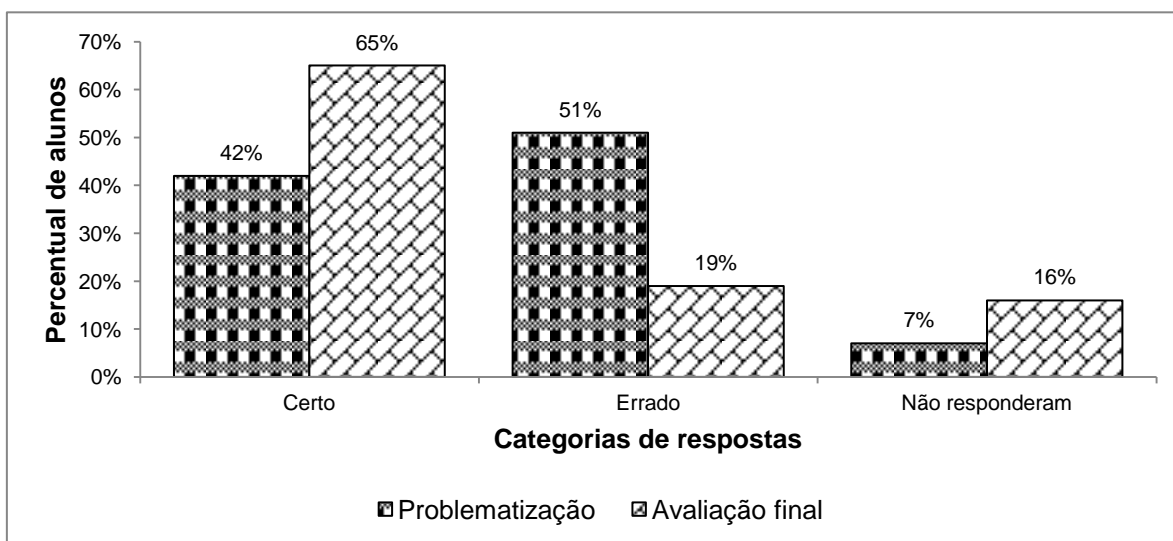


Fonte: AUTOR (2018)

No teste de problematização nenhum aluno foi capaz de reconhecer corretamente exemplos de soluções verdadeiras. Após a intervenção pedagógica, foram obtidas 55% de respostas corretas relacionadas ao item.

A assimilação dos conceitos de soluto e solvente é apresentada no Gráfico 19.

Gráfico 19 – Evolução nos conceitos de soluto e solvente

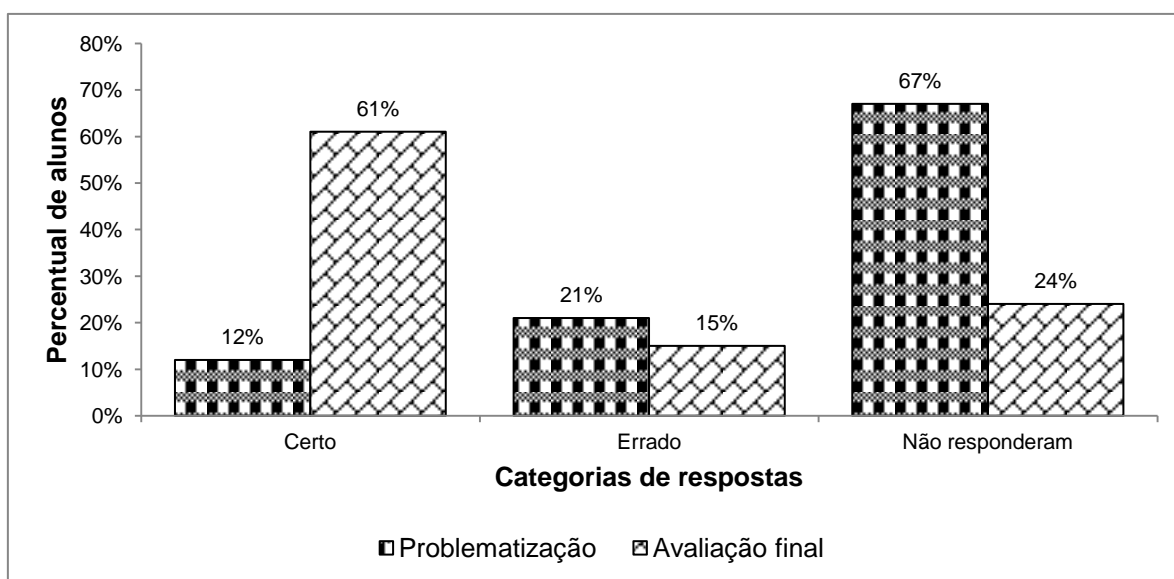


Fonte: AUTOR (2018)

O teste de problematização mostrou que 42% dos alunos apresentavam conhecimentos prévios sobre os principais componentes da solução. Após as atividades práticas de experimentação esse percentual subiu para 65%. A questão que procurou avaliar a assimilação das ideias de soluto e solvente não foi respondida por 7% dos alunos no teste de problematização e por 16% na avaliação final.

Em relação à parte quantitativa do estudo das soluções verificou-se melhora considerável na comparação das respostas dos alunos entre o questionário prévio e a avaliação final. O Gráfico 20 mostra a assimilação das ideias relacionadas com a concentração das soluções em grama por litro.

Gráfico 20 – Cálculos de concentração de soluções em g/L

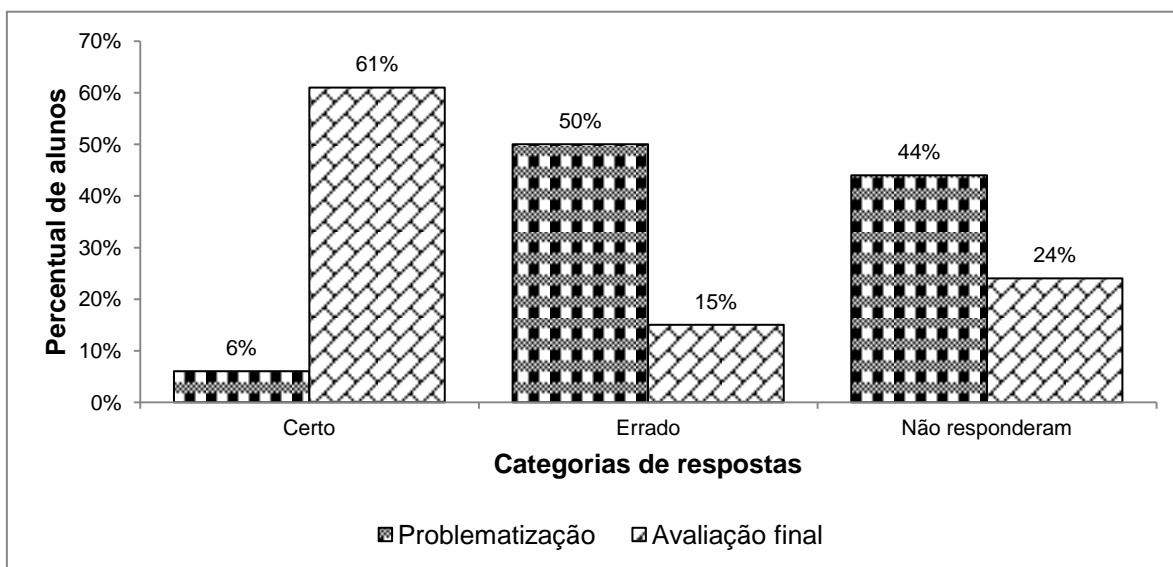


Fonte: AUTOR (2018)

A intervenção pedagógica contribuiu de forma considerável para a apropriação de ideias relacionadas aos cálculos de concentração de soluções. A compreensão relativa ao tema saltou de 12% para 61%. Deve-se registrar que não responderam ao item no teste de problematização 67% de alunos e 24% na avaliação final.

Por fim, é apresentada no Gráfico 21 a melhora na compreensão da concentração das soluções em mol por litro.

Gráfico 21 – Cálculos de concentração de soluções em mol/L



Fonte: AUTOR (2018)

Os acertos relacionados com a concentração das soluções em mol/L saltaram de 6% na problematização para 61% no teste final. Este item não foi respondido por 44% dos alunos na problematização e por 24% na avaliação final.

A comparação entre os testes de problematização e a avaliação final, após as atividades experimentais, demonstrou evolução conceitual das ideias relacionadas ao estudo das soluções. Sobre erros e acertos vale destacar que cada aluno aprende de uma maneira peculiar e com ritmo próprio. Sempre vão existir aqueles alunos que não conseguem atingir os objetivos educacionais propostos pelo professor. Seja como for, o próprio Ausubel (2000) reconhece que

A resolução de problemas bem sucedidos exige muitas outras capacidades e qualidades – tais como poder de raciocínio, perseverança, flexibilidade, ousadia, improviso, sensibilidade aos problemas e astúcia tática – além da compreensão dos princípios subjacentes. Por isso, o fracasso em resolver problemas em questão pode refletir deficiências nestes últimos fatores e não uma falta de compreensão genuína da passagem de aprendizagem (AUSUBEL, 2000, p. 130).

Na pior das hipóteses, a incapacidade para a resolução de problemas pode representar ausência de motivação para os estudos, problemas de cognição, dificuldades familiares, resistência à aceitação de novas ideias representadas pelos modelos científicos, ausência ou obliteração de conhecimentos prévios, adquiridos no ensino fundamental, dentre outras. Existe um conjunto inseparável de aspectos associados com a aprendizagem que formam uma complexa teia de relações

recíprocas e dinâmicas. Cada fato ou aspecto relacionado com a aprendizagem é parte de um todo do processo educacional. Isso nos permite dizer que não existe uma única causa para esta ou aquela deficiência no desempenho escolar do aprendiz (MACHADO, 2014).

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Ao longo desta dissertação, procurou-se evidenciar que o ensino atual na educação básica apresenta uma demanda por práticas pedagógicas que permitam a transposição dos limites frios do ensino tradicional, descritivo e axiomático, em direção a um ambiente interativo e rico em estímulos. Os dados empíricos apresentados nesta investigação tornaram manifesto a preponderância de um ensino centrado na exposição verbal do professor que acaba levando o aluno a praticar a aprendizagem mecânica. Dessa maneira a escola contribui para que não possamos torná-la um espaço de liberdade e encantamento. É importante destacar que os alunos, ao serem instigados a produzir seu conhecimento, na maioria das vezes, comprometem-se com sua aprendizagem. A criação de ambientes que os alunos reconheçam como capazes de induzir e valorizar uma abordagem profunda do conhecimento, onde possam realizar aprendizagens significativas, constitui um grande desafio sugerido ao sistema educacional como um todo e aos professores em particular.

Os referenciais da Teoria da Aprendizagem Significativa oferecem caminhos que podem ser utilizados para conectar as experiências cotidianas do aluno com o pensamento reflexivo da ciência criando novas situações de ensino. Valorizar o conhecimento prévio do aluno, compartilhar significados socialmente construídos e contextualmente aceitos, diversificar as estratégias e materiais de ensino são algumas vias sugeridas.

Um aspecto importante nesta pesquisa foi verificar que o planejamento da estratégia didática pode ser facilitado ao se conhecer melhor o perfil dos alunos. É fundamental considerar os vários aspectos associados com a aprendizagem para que os objetivos propostos na prática de ensino sejam alcançados.

Por conseguinte, a análise qualitativa do quase experimento realizado nesta investigação revelou que o uso de atividades experimentais como recurso de ensino

permitiu maior envolvimento e participação dos alunos criando condições para a aprendizagem significativa de conceitos relacionados ao estudo das soluções. Ao comparar os resultados obtidos no teste inicial de problematização com aqueles da avaliação final verificou-se apreciável evolução conceitual e procedimental dos alunos. Nesta mudança de prática pedagógica, invertendo assim o sentido da necessidade de aprender porque o professor quer ou manda, para o sentido de aprender para saber sobre a realidade que os cerca, os alunos realmente mudaram de atitudes e de comportamento, se tornando mais ativos e participativos nas aulas de Química.

A comparação entre o pré-teste de problematização e o pós-teste de avaliação final permitiu verificar evolução na aprendizagem dos alunos. Esse fato pôde ser comprovado pelo aumento percentual de respostas certas na resolução das questões propostas nos referidos testes: conceito de mistura homogênea que serviu de âncora para a aprendizagem subordinada do conceito de soluções (67% X 71%); conceito de solução resultante da diferenciação progressiva da ideia de mistura homogênea (0% X 71%); reconhecimento de soluções verdadeiras (0% X 55%); evolução nos conceitos de soluto e solvente (42% X 65%); cálculos de concentração de soluções em g/L (12% X 61%); cálculos de concentração em mol/L (6% X 61%). Nessa direção, é possível destacar a necessidade de promovermos estratégias de ensino que levem a práticas pedagógicas mais próximas do cotidiano dos alunos, buscando transmitir outros significados em sua aplicação. Além disso, a realização das atividades experimentais pode ter contribuído para a diferenciação progressiva do conceito de mistura homogênea que serviu de ancoradouro para novas ideias no estudo das soluções. Da mesma maneira, a promoção da reconciliação integradora permitiu aos alunos transitarem, em termos cognitivos, subindo e descendo nas diversas hierarquias conceituais que foram construídas sobre soluções químicas.

Conforme dados comparativos entre o teste de problematização e de avaliação final foi possível verificar que os alunos continuam cometendo erros mesmo após a mediação das atividades práticas de experimentação. Por certo, não é fácil demonstrar que ocorreu aprendizagem significativa. Em alguns casos a formatação e aplicação de um teste pode simplesmente fazer com que o aluno apresente verbalizações memorizadas. É possível que as respostas e resoluções de problemas



independentes não demonstrem, a rigor, se os estudantes compreenderam de forma significativa os conceitos trabalhados no material de aprendizagem.

Em alguns casos, um tímido progresso no desenvolvimento de concepções claras e precisas sobre conceitos relacionados ao estudo das soluções, mesmo depois da mediação das práticas experimentais potencialmente significativas, pode indicar um caminho de busca contínua por estratégias didáticas capazes de valorizar os conhecimentos prévios e envolver os alunos de forma ativa na construção do conhecimento.

Os dados empíricos obtidos nessa investigação são reveladores do potencial das atividades experimentais para permitir aos aprendizes aumentar o nível de complexidade de seus conceitos sobre soluções. Nesse sentido, é possível afirmar que ocorreu aprendizagem significativa no domínio das atividades experimentais, pois os alunos foram capazes de utilizar termos conceituais em suas respostas, demonstrando capacidade de compreensão dos fenômenos estudados.

A certificação das dificuldades dos alunos com a matemática foi outro aspecto revelado nesta pesquisa. É razoável que o estudante do ensino médio tenha domínio da escrita de números, operações fundamentais, interpretação de gráficos e tabelas, razão e proporção, potência de dez e notação científica. Os déficits de conhecimento em Matemática desvelados nos testes representaram uma dificuldade suplementar para a aprendizagem significativa dos conceitos relacionados ao estudo das soluções.

Analisando os objetivos propostos nesta investigação foi possível verificar que a estratégia didática que utiliza atividades experimentais tende a influenciar de maneira significativa a aprendizagem dos alunos. Portanto, fica o indicativo para que o professor de Química possa destacar em seu planejamento o uso de atividades experimentais potencialmente significativas organizadas a partir do conhecimento prévio do aluno.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERNAZ, A.; FERREIRA, F.H.G.; FRANCO, C. Qualidade e equidade no ensino fundamental brasileiro. **Pesquisa e Planejamento Econômico**. Rio de Janeiro, v. 32, n. 3, p. 453-476. 2002.

ANDRÉ, Marli. O que é um estudo de caso qualitativo em educação? **Revista da FAEBA – Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 22, n. 40, p. 95-103, jul./dez. 2013.

AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Lisboa, Plátano Edições Técnicas, 2000.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa, Edições 70, 1979.

BIGGE, Morris L. **Teorias da Aprendizagem para Professores**. Editora: EPU, 1977.

BORBA, Francisco S. Organizador. **Dicionário UNESP do Português Contemporâneo**. Curitiba, Paraná, 2011. Editora Piá Ltda.

BRADY, James E; HUMISTON, Gerard E. **Química geral vol. 1**. Livros Técnicos e Científicos Editora, 2 ed. 1986.

BRANDÃO, Carlos Rodrigues. **O que é educação**. Coleção Primeiros Passos. Editora Brasiliense, São Paulo, 1989.

BRASIL. Ministério Da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília, 1999.

\_\_\_\_\_. Ministério Da Educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Secretaria de Educação Básica. Brasília, 2008.

\_\_\_\_\_. Ministério Da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília, 2013.

\_\_\_\_\_. Lei nº 3.454, de 6 de janeiro de 1918. In: **Collecção das Leis da Republica dos Estados Unidos do Brasil de 1918**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1919. v.I.

\_\_\_\_\_. Arquivo Nacional. Ministério da Justiça. **Memória da Administração Pública Brasileira**. Disponível em: <<http://linux.an.gov.br/mapa/?p=2438>>. Acesso em: 26 de abril de 2017.

BROWN, Theodore L.; LEMAY Jr, H. Eugene; BURSTEN, Bruce E. **Química: A Ciência Central**. Pearson Education do Brasil, São Paulo, 2005, 9ª Edição.

CACHAPUZ, António F. A procura da excelência na aprendizagem. In: MOREIRA, M. A. et al. (Orgs). **Teoria da aprendizagem significativa**. Peniche, Portugal, 2000, p. 67-86.

CARMO, Miriam Possardo. **Um estudo sobre a evolução conceitual dos estudantes na construção de modelos explicativos relativos a conceitos de solução e o processo de dissolução**. São Paulo, 2005. Dissertação de Mestrado. Interunidades em Ensino de Ciências. Modalidade Química. Universidade de São Paulo.

CARMO, Miriam Possar do; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. Abordando Soluções em Sala de Aula. **Química Nova na Escola**. N° 28, Mai 2008.

COSTA, Edmilson Soares da Silva. **Análise da água do córrego jacuba em Araguaína – TO: um tema gerador para o ensino de química**. Canoas, 2016. 104 p. Dissertação de Mestrado – Universidade Luterana do Brasil, Pró-Reitoria Acadêmica. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática.

DIESEL, Aline; BALDEZ, Alda Leila Santos; MARTINS, Silvana Neumann. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**. Vol. 14, N° 1, 2017.

ECHEVERRÍA, Agustina Rosa. Como os estudantes concebem a formação de soluções. **Química Nova na Escola**. N° 3, Mai 1996

EMPRESA BRASIL DE COMUNICAÇÃO. **Pisa: quase metade dos estudantes tem desempenho menor que o adequado**. Empresa Brasil de Comunicação, Brasília. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2016-12/quase-metade-dos-brasileiros-tem-desempenho-menor-que-o-adequado-no-pisa>> Acesso em: 10 de Abr. 2018.

ESPÍRITO SANTO (Estado). Secretaria de Educação do Espírito Santo. **Currículo Básico Escola Estadual**. Secretaria da Educação do Estado do Espírito Santo, Vitória, ES, 2009.

FABREGAT, Artemio; REIG, David. O sujeito como sistema cognitivo processador de informação e construtor de significados. In: **A construção do conhecimento na educação**. (Org) Pilar Aznar Minguet. Editora Arimed, Porto Alegre, RS, 1998.

FERREIRA, Luiz Henrique; HARTWIG, Dácio Rodney; OLIVEIRA, Ricardo Castro de. Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Investigativa Contextualizada. **Química Nova na Escola**, Vol. 32, n° 2, Mai 2010.

FERREIRA, Jussara Aparecida de Melo Gondim. **Dificuldades de aprendizagem do conteúdo de soluções: proposta de ensino contextualizada**. Natal, 2015. 121p. Tese (Doutorado em Química) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

GASPAR, Alberto. **A educação formal e a educação informal em ciências**. Rio de Janeiro, Brasil, 2007. Disponível em: <<http://www.casadaciencia.ufrj.br/Publicacoes/>>

terrainscognita/cienciaepublico/artigos/art14\_aeducacaoformal.pdf). Acesso em 27 de maio de 2017.

GIANI, Kellen. **A experimentação no ensino de ciências**: possibilidades e limites na busca de uma aprendizagem significativa. Brasília, 2010. 190 p. Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Federal de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas, Instituto de Física, Instituto de Química. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1989. 206 p.

GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, N° 10, Nov. 1999.

GOOGLE MAPAS. 2015. Disponível em <[https://www.google.com.br/maps/place/Escola+Estadual+de+Ensino+M%C3%A9dio+Ceciliano+Abel+de+Almeida/@-18.7153643,-39.8562075,3a,101y,90t/data=!3m8!1e2!3m6!1sAF1QipNNNGBGuFZLd1uoxrzN2e5Es7nauPqWP\\_NVgUpc!2e10!3e12!6shttps:%2F%2Fh5.googleusercontent.com%2Fp%2FAF1QipNNNGBGuFZLd1uoxrzN2e5Es7nauPqWP\\_NVgUpc%3Dw203-h152-k-no!7i448!8i336!4m5!3m4!1s0xca0dac96020755:0x261101a925a52d68!8m2!3d-18.7156302!4d-39.8562338](https://www.google.com.br/maps/place/Escola+Estadual+de+Ensino+M%C3%A9dio+Ceciliano+Abel+de+Almeida/@-18.7153643,-39.8562075,3a,101y,90t/data=!3m8!1e2!3m6!1sAF1QipNNNGBGuFZLd1uoxrzN2e5Es7nauPqWP_NVgUpc!2e10!3e12!6shttps:%2F%2Fh5.googleusercontent.com%2Fp%2FAF1QipNNNGBGuFZLd1uoxrzN2e5Es7nauPqWP_NVgUpc%3Dw203-h152-k-no!7i448!8i336!4m5!3m4!1s0xca0dac96020755:0x261101a925a52d68!8m2!3d-18.7156302!4d-39.8562338)>. Acesso em: 16 maio 2017.

GOOGLE MAPAS. 2017. Disponível em <[https://www.google.com.br/maps/place/Escola+Estadual+de+Ensino+M%C3%A9dio+Ceciliano+Abel+de+Almeida/@-18.7153897,-39.8561933,3a,75y,185.45h,90t/data=!3m7!1e1!3m5!1s2J0Ptw4Wi50zScHGxLxYKQ!2e0!6s%2F%2Fgeo2.ggpht.com%2Fcbk%3Fpanoid%3D2J0Ptw4Wi50zScHGxLxYKQ%26output%3Dthumbnail%26cb\\_client%3Dmaps\\_sv.tactile.gps%26thumb%3D2%26w%3D203%26h%3D100%26yaw%3D185.44775%26pitch%3D0%26thumbfov%3D100!7i113312!8i6656!4m5!3m4!1s0xca0dac96020755:0x261101a925a52d68!8m2!3d-18.7156302!4d-39.8562338](https://www.google.com.br/maps/place/Escola+Estadual+de+Ensino+M%C3%A9dio+Ceciliano+Abel+de+Almeida/@-18.7153897,-39.8561933,3a,75y,185.45h,90t/data=!3m7!1e1!3m5!1s2J0Ptw4Wi50zScHGxLxYKQ!2e0!6s%2F%2Fgeo2.ggpht.com%2Fcbk%3Fpanoid%3D2J0Ptw4Wi50zScHGxLxYKQ%26output%3Dthumbnail%26cb_client%3Dmaps_sv.tactile.gps%26thumb%3D2%26w%3D203%26h%3D100%26yaw%3D185.44775%26pitch%3D0%26thumbfov%3D100!7i113312!8i6656!4m5!3m4!1s0xca0dac96020755:0x261101a925a52d68!8m2!3d-18.7156302!4d-39.8562338)>. Acesso em: 16 maio 2017.

GUIMARÃES, Cleidson Carneiro. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**; Vol. 31, N° 3, ago. 2009.

HODSON, Derek. Experiments in science teaching. **Educational Philosophy and Theory**, 20(2), 53-66 (1988). Tradução de Paulo A. Porto. Disponível em <<http://www.iq.usp.br/palporto/TextoHodsonExperimentacao.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS. **Saeb 2001 Novas Perspectivas**. Brasília, 2001. Disponível em <<http://portal.inep.gov.br/documents/186968/484421/SAEB+2001+novas+perspectivas/cd69d523-8fc6-48f4-8007-7a2aa4bb99bd?version=1.1>>. Acesso em: 10 de Abr. 2018.

JAPIASSÚ, Hilton; MARCONDES, Danilo. **Dicionário Básico de Filosofia**. Rio de Janeiro: 4ª Ed. Jorge Zahar Ed., 2006.

KRASILCHIK, Myriam. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, Vol.14 n.º.1, São Paulo, 2000.

LEAL, Murilo Cruz. **Didática da Química**: fundamentos e práticas para o ensino médio. Belo Horizonte, Ed. Dimensão, 2009.

LARA, José Ivan Marques. **Ambientes interativos e a aprendizagem do conteúdo de soluções no ensino médio**. Porto Alegre 2008. 69 p. Dissertação (mestrado profissional) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Faculdade De Física. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática.

LEITE, Maycon Batista. **Abordagem contextual no capítulo de soluções em livros didáticos de química aprovados pelo PNLD/2012**. 123 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

LIMA, José Ossian Gadelha de. Do período colonial aos nossos dias: uma breve história do ensino de química no Brasil. **Revista Espaço Acadêmico**, n. 140, 2013.

LIMA, José Ossian Gadelha de; LEITE, Luciana Rodrigues. In: CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE QUÍMICA, 5., ENCONTRO NORTE-NORDESTE DE ENSINO DE QUÍMICA, 3., 2013, Natal. **Anais...** Natal: Associação Norte-Nordeste de Química, 2013.

LIMA, Kênio Erithon Cavalcante; TEIXEIRA, Francimar Martins. A epistemologia e a história do conceito experimento/experimentação e seu uso em artigos científicos sobre ensino das ciências. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8; Congresso Iberoamericano de Investigación em Ensiñanza de Iãs Ciências, 1**. Campinas, 2011. Disponível em <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0355-1.pdf>> Acesso em: 15 mar. 2018.

LIMA, Maria E. C. de Castro; SILVA, Nilma Soares da. A Química no Ensino Fundamental: Uma proposta de ação. In: SANTOS, WILDSON L. P. dos; MALDANER O. A. (Org.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí, Ed. Unijuí, 2011.

LUCA, Anelise Grünfeld de. O Ensino de Química e algumas considerações. **Revista Linhas**, Santa Catarina, v. 2, n. 1, 2001.

LUZ, Luciana Soares. Os determinantes do desempenho escolar: a estratificação educacional e o efeito valor adicionado. In: **Encontro Nacional de Estudos Populacionais, 15**. Caxambu, ABEP, 2006.

MACHADO, Denys Cristiano de Oliveira. **Análise de fatores associados ao desempenho escolar de alunos do quinto ano do ensino fundamental com base na construção de indicadores**. Florianópolis, SC, 2014. 227p. Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas. Programa de Pós-Graduação em Métodos e Gestão em Avaliação.

MARTINEZ-MUT, Bernardo, GARFELLA, Pedro. A construção humana através da aprendizagem significativa: David Ausubel. In: **A construção do conhecimento na educação**. (Org) Pilar Aznar Minguet. Editora Artmed, Porto Alegre, RS, 1998.

MASINI, Elcie F. S.; MOREIRA, Marco A. **Aprendizagem significativa: condições para a ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos**. São Paulo, Editora Vetor, 2008.

MÉDICE, José. **História da Educação**. Licenciatura em Pedagogia. Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium, 2011. Disponível em: <<http://www.unisalesiano.edu.br/salaEstudo/materiais/p191635d1618/material1.pdf>>. Acesso em: 16 mai. 2017.

MENEZES Filho, N. **Os Determinantes do desempenho escolar do Brasil**. São Paulo, Instituto Futuro Brasil/IBMEC, 2007.

MORAES, Maria Cândida. **O paradigma educacional emergente**. Papirus Editora, Campinas, SP, 2004.

MOREIRA, Marco Antônio; MASINI, Elice F. Salzano. **Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo, Centauro Editora, 2016.

MOREIRA, Marco Antônio. Aprendizagem significativa crítica. In: Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, 3., Lisboa, 2000. **Anais...** Peniche, 2000, Portugal.

\_\_\_\_\_. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo. EPU, 1999.

\_\_\_\_\_. O que é afinal aprendizagem significativa? **Qurrriculum revista de teoría, investigación y práctica educativa**. La Laguna, Espanha. n. 25, p. 29-56, mar. 2012.

\_\_\_\_\_. Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica. In: Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, 5., 2006. Madrid. **Anais...** Madrid, Espanha, 2006. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/visaoclasicavisaocritica.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2017.

\_\_\_\_\_. Organizadores prévios e aprendizagem significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**, vol. 7, Nº 2, 2008, p. 23-30. Revisado em 2012.

MOREIRA, M. A.; Caballero, M. C.; Rodríguez, M. L. (Orgs.) Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. **Anais...** In: Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo, Burgos, España, 1997. pp. 19-44.

\_\_\_\_\_. **Unidades de ensino potencialmente significativas**. Disponível em <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>> Acesso em 20 maio 2017.

NETO, José Augusto da Silva Pontes. Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel: perguntas e respostas. **Série-Estudos - Periódico do Mestrado em Educação da UCDB**. Campo Grande-MS, n. 21, p.117-130, jan./jun. 2006.

NIEZER, Tânia Mara. **Ensino de soluções químicas por meio da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS)**. Ponta Grossa, 2012. 139 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa. Curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia.

NOVAK, Joseph D. A theory of education: meaningful learning underlies the constructive integration of thinking, feeling, and acting leading to empowerment for commitment and responsibility. **Aprendizagem Significativa em Revista**. V1(2), pp. 1-14, 2011.

NUNES, Amisson dos Santos; ADORNI, Dulcinéia da Silva. **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.

OSTERMANN, Fernanda; Cavalcanti Cláudio José de Holanda. **Teorias de Aprendizagem**. Porto Alegre: Evangraf; UFRGS, 2011. 58 p. il.

OLLAIK, Leila Giandoni; ZILLER, Henrique Moraes. Concepções de validade em pesquisas qualitativas. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.38, n.1, 229-241, 2012.

PAEBES – **Programa de Avaliação da Educação Básica do Espírito Santo**. Disponível em: <http://www.paebes.caedufjf.net/paebes/matriz-de-referencia/>. Acesso em: 01 jun 2017.

PELEGRINI, Ronaldo Teixeira. **A mediação semiótica no desenvolvimento do conhecimento químico**. Campinas, 1995. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Departamento de Metodologia de Ensino.

PELIZZARI, Adriana; KRIEGL, Maria De Lurdes; BARON, Márcia Pirih; FINCK, Nelcy Teresinha Lubi; DOROCINSKI, Solange Inês. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista Psicologia Educação Cultura**. Curitiba, v.2, n.1, p.41-42, jul. 2001-jul. 2002.

PHET – **PhET Simulações Interativas em Ciências e Matemática**. Disponível em < [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/category/chemistry](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/chemistry) > Acesso em mar 2017.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A. GIL-PEREZ, D. A Hipótese e a Experiência Científica em Educação em Ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. **Revista Ciência & Educação**, v. 8, n. 2, 2002, p. 253-262.

QUEIROZ, B. V.; DIÓGENES; F. J. M. O.; FECHINE, P. B. A. Jogo das Soluções: Simulando um Experimento no Laboratório de Química Utilizando uma Proposta Lúdica Para o Ensino. **Revista Virtual de Química**. Fortaleza, nov. 2016, 8 (6), 2042-2056. Disponível em <<http://rvq.s bq.org.br>>. Acesso em: 21 mar. 2018.

RUSSEL, JOHN B. **Química Geral**. Pearson Education do Brasil, São Paulo, 2 ed., 2008.

SANTOS, A. O. et al. Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). **Scientia Plena**, Sergipe, v. 9, n. 7, 2013.

SANTOS, Graziane Gomes dos. **Aprendizagem significativa no ensino de química**: experimentação e problematização na abordagem do conteúdo polímeros, 2017. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, 2017.

SANTOS, Júlio César Furtado Dos. **O desafio de promover a aprendizagem significativa**. Disponível em <[http://www.famema.br/ensino/capacdoc/docs/papel\\_professorpromocaoaprendizagemsignificativa.pdf](http://www.famema.br/ensino/capacdoc/docs/papel_professorpromocaoaprendizagemsignificativa.pdf)>. Acesso em: 30 de ago de 2015.

SANTOS, Wildson Luiz Pereirados; MÓL, Gersonde Souza (Coords.). **Química cidadã**, vol. 2, São Paulo, Editora AJS, 2013.

SARAIVA, Francisco Alberto. **Concentração de soluções no ensino médio**: O uso de atividades experimentais para uma aprendizagem significativa. Dissertação (Mestrado). Fortaleza, 2017. 94 p. Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática.

SCHNETZLER, Roseli P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, Vol. 25, Supl. 1, 14-24, 2002.

\_\_\_\_\_, Roseli P. Apontamentos sobre a história da química no Brasil. In: ZANON, Lenir Basso; MALDANER, Otavio Aloisio. (Org.). **Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil**. Ijuí, Ed. Unijuí, 2007.

SILVA, Alexandro Pereira; SANTOS, Nadja Paraense dos; AFONSO, Júlio Carlos. A criação do curso de engenharia química na escola nacional de química da universidade do brasil. **Química Nova na Escola**, Vol. 29, Nº. 4, 2006.

SILVA, José Fabiano Serafim da. Concentração de soluções: A dificuldade de interpretação das grandezas massa e volume. In: **Conferência Interamericana de Educação Matemática, 12**. Recife, 2011.

SILVA, Mônica Ribeiro da; ABREU, Cláudia Barcelos de Moura. Reformas para quê? As políticas educacionais nos anos de 1990, o novo projeto de formação e os resultados das avaliações nacionais. **Perspectiva**, Florianópolis, Vol. 26, n. 2, 523-550, jul./dez. 2008.

SILVA, Roberto Ribeiro; MACHADO, Patrícia F. L.; TUNES. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, WILDSON L. P. dos; MALDANER O. A. (Org.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí, Ed. Unijuí, 2011.

SOUZA, Jone Júnior Neres. **Experimentação no ensino noturno**: uma proposta para o ensino de química. 167 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) –



Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências. Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

SOUZA, Jorge Raimundo da Trindade. **Instrumentação para o ensino de química**. Belém, Ed. da UFPA, 2011.

TREVISAN, Tatiana Santini; MARTINS, Pura Lucia Oliver. O professor de química e as aulas práticas. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 8., CONGRESSO IBERO-AMERICANO SOBRE VIOLÊNCIAS NAS ESCOLAS, 3., 2008, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Editora Champagnat, 2008.

VALANIDES, Nicos. Primary student teachers' understanding of the particulate nature of matter and its transformations during dissolving. **Chemistry Education: research and practice in Europe**. 2000, vol. 1, no. 2, pp. 249-262.

VASCONCELOS, Franciléia Mendonça de. **Experimentos contextualizados na aprendizagem de conceitos relacionados ao ensino de soluções**. 86 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Programa de Pós Graduação em Química, Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.

YOUNG, Michael F. D. O futuro da educação em uma sociedade do conhecimento: o argumento radical em defesa de um currículo centrado em disciplinas. **Revista Brasileira de Educação**, Vol. 16 n. 48 set.-dez. 2011.

ZANOTTO, Ricardo Luiz. **Saberes populares: recurso para o ensino de conceitos químicos num enfoque CTS**. 181 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2015.

## APÊNDICES

**APÊNDICE A –  
TERMO AUTORIZAÇÃO DIREÇÃO DA ESCOLA**

**SOLICITAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA**

Eu, Marconi Rocha, responsável pelo Projeto de Pesquisa “A influência da atividade experimental na aprendizagem potencialmente significativa de soluções químicas para alunos do ensino médio”, venho pelo presente, solicitar autorização da direção da EEEM Ceciliano Abel de Almeida, localizada na Praça Mesquita Neto, Centro, São Mateus – ES, para realização da coleta de dados através de questionários, fotos e avaliações de proficiência, provenientes dos resultados de aprendizagem dos alunos do 2º ano (2M04/2M05/2M06/2M07), obtidos no referido Projeto. Os dados serão utilizados na pesquisa de mestrado da linha de Ensino de Ciências Naturais do Programa de Pós-Graduação em Ensino na Educação Básica, do Centro Universitário do Norte do Espírito Santo (PPGEEB/CEUNES/UFES). A pesquisa tem o objetivo de verificar se a atividade experimental pode favorecer a aprendizagem dos alunos do 2º ano do ensino médio.

Estou disponível para prestar quaisquer esclarecimentos.

MARCONI ROCHA

Autorizo: \_\_\_\_\_  
Angela Maria Bissoli  
Diretora da EEEM Ceciliano Abel de Almeida

São Mateus, ES, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2017.

**APÊNDICE B –****TERMO LIVRE CONSENTIMENTO DOS PAIS PARA PESQUISA****Termo de Autorização**

Eu, \_\_\_\_\_, identidade nº \_\_\_\_\_, responsável pelo (a) estudante menor de idade \_\_\_\_\_, autorizo sua participação no Projeto "Influência da Atividade Experimental no Estudo das soluções". O projeto tem o objetivo de ensinar o conteúdo de Soluções, da disciplina de Química, com a utilização de atividades experimentais problematizadoras. Serão abordados assuntos relacionados ao tratamento de água e crise hídrica em São Mateus.

O projeto será conduzido com coleta de dados através de questionários, fotos e avaliações de proficiência que serão utilizados na pesquisa de mestrado da linha de Ensino de Ciências Naturais do Programa de Pós-Graduação em Ensino na Educação Básica, do Centro Universitário do Norte do Espírito Santo (PPGEEB/CEUNES/UFES) do pesquisador Prof. Marconi Rocha. A pesquisa tem o objetivo de verificar se o Ensino por experimentação favorece a aprendizagem dos alunos, promovendo a construção do conhecimento.

A identidade do aluno jamais será divulgada. O aluno não será exposto a qualquer tipo de risco. A pesquisa não tem nenhum custo financeiro para o aluno. Caso haja algum descontentamento com a pesquisa, o aluno, juntamente com o responsável, poderá se recusar a continuar participando.

Pelo exposto acima, autorizo a utilização das informações desde que a identidade não se torne pública. Afirmo a liberdade em negar a participação do menor a qual sou responsável em qualquer momento que uma das partes não cumprir o colocado nesse termo de autorização.

Prof. Marconi Rocha

Autorização: \_\_\_\_\_

Assinatura do Responsável

São Mateus, ES, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2017.

**APÊNDICE C –  
QUESTIONÁRIO CONTEXTUAL**

**NOME:** \_\_\_\_\_ **TURMA:** \_\_\_\_\_

**DATA NASCIMENTO:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**PARTE 1: TRAJETÓRIA ESCOLAR**

**1. VOCÊ FEZ O ENSINO FUNDAMENTAL 1º ANO/ALFABETIZAÇÃO ATÉ 9º ANO?**

- (A) Totalmente na escola pública  
(B) Totalmente na escola particular  
(C) Parte na escola pública e parte na escola particular

**2. COM QUE FREQUÊNCIA VOCÊ FICA EM RECUPERAÇÃO TRIMESTRAL?**

- (A) Não fico em recuperação trimestral  
(B) Frequentemente faço recuperação em uma disciplina  
(C) Frequentemente faço recuperação em duas disciplinas  
(D) Frequentemente faço recuperação em mais de duas disciplinas

**3. AO FINAL DO PRIMEIRO TRIMESTRE DE 2017 VOCÊ FICOU EM RECUPERAÇÃO TRIMESTRAL?**

- (A) NÃO  
(B) SIM

	Não fiquei em recuperação	Qui	Mat	Port	Hist	Geo	Fis	Bio	Fil Soc	Ing
4. Matérias que fiquei em recuperação	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	(I)	(J)

**SE NÃO FICOU EM RECUPERAÇÃO NO PRIMEIRO TRIMESTRE PASSE PARA A QUESTÃO 14**

FIQUEI EM RECUPERAÇÃO NO PRIMEIRO TRIMESTRE DE 2017 POR QUE (Marque apenas UMA OPÇÃO em cada linha)	Não	Sim
5. Fiquei doente	(A)	(B)
6. Tive problemas familiares	(A)	(B)
7. Meus professores foram injustos	(A)	(B)
8. A escola foi exigente demais	(A)	(B)
9. Meus professores não explicavam bem a matéria	(A)	(B)
10. Não estudei o suficiente	(A)	(B)
11. Tive dificuldade de organizar meus estudos	(A)	(B)
12. Não consegui entender a matéria	(A)	(B)
13. Outro. Qual?		

**14. QUANDO TERMINAR O ENSINO MÉDIO, VOCÊ PRETENDE:**

- (A) Somente continuar estudando  
(B) Somente trabalhar  
(C) Continuar estudando e trabalhar  
(D) Ainda não sei

## PARTE 2: AVALIAÇÃO DA ESCOLA

<b>COMO VOCÊ CLASSIFICA SEU RELACIONAMENTO NESTA ESCOLA COM:</b> (Marque apenas UMA OPÇÃO em cada linha)	<b>Muito ruim</b>	<b>Ruim</b>	<b>Razoável</b>	<b>Bom</b>	<b>Muito bom</b>
1. Seus colegas	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
2. Seus professores	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
3. A direção	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
4. A coordenação pedagógica	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
5. Os funcionários	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)

<b>MINHA ESCOLA É O LUGAR ONDE:</b> (Marque apenas UMA OPÇÃO em cada linha)	<b>Discordo totalmente</b>	<b>Discordo</b>	<b>Concordo</b>	<b>Concordo totalmente</b>
6. Eu me sinto como um estranho	(A)	(B)	(C)	(D)
7. Eu faço amigos facilmente	(A)	(B)	(C)	(D)
8. Eu me sinto à vontade	(A)	(B)	(C)	(D)
9. Eu me sinto incomodado	(A)	(B)	(C)	(D)
10. Os outros alunos parecem gostar de mim	(A)	(B)	(C)	(D)
11. Eu me sinto solitário	(A)	(B)	(C)	(D)
12. Vou porque sou obrigado	(A)	(B)	(C)	(D)
13. Eu me sinto entediado	(A)	(B)	(C)	(D)
14. Aprendo a me organizar nos estudos	(A)	(B)	(C)	(D)
15. Aprendo a raciocinar	(A)	(B)	(C)	(D)
16. Aprendo a escrever textos	(A)	(B)	(C)	(D)

<b>COMO VOCÊ CLASSIFICA OS SEGUINTE ASPECTOS DA SUA ESCOLA:</b> (Marque apenas UMA OPÇÃO em cada linha)	<b>Muito ruim</b>	<b>Ruim</b>	<b>Razoável</b>	<b>Bom</b>	<b>Muito bom</b>
17. Organização	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
18. Segurança	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
19. Regras de convivência	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
20. Professores	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
21. Direção	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
22. Coordenação	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
23. Funcionários em geral	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
24. Qualidade do ensino	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)

<b>COMO VOCÊ CLASSIFICA OS SEGUINTE ASPECTOS DA SUA ESCOLA:</b> (Marque apenas UMA OPÇÃO em cada linha)	<b>Muito ruim</b>	<b>Ruim</b>	<b>Razoável</b>	<b>Bom</b>	<b>Muito bom</b>
<b>25. Limpeza</b>	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
<b>26. Aparência do prédio</b>	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
<b>27. Espaço escolar (salas de aula/ pátio/ quadras de esportes)</b>	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
<b>28. Refeitório</b>	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)

**29. EM RELAÇÃO AO ENSINO, SUA ESCOLA COMPARADA COM A DE SEUS AMIGOS É:**

- (A) Muito melhor que as outras
- (B) Melhor que as outras
- (C) Igual às outras
- (D) Pior que as outras
- (E) Muito pior que as outras

**30. QUAL A IMPORTÂNCIA DA ESCOLA PARA O SEU FUTURO?**

- (A) Não possui importância
- (B) Pouca importância
- (C) Importante
- (D) Decisiva
- (E) Não sei

**PARTE 3: SALA DE AULA**

<b>COM QUE FREQUÊNCIA ESSAS COISAS ACONTECEM EM SUAS AULAS NESTA ESCOLA:</b> (Marque apenas UMA OPÇÃO em cada linha)	<b>Nunca</b>	<b>Em algumas aulas</b>	<b>Na maioria das aulas</b>	<b>Em todas as aulas</b>
<b>1. Os professores têm que esperar muito pelo silêncio dos alunos</b>	(A)	(B)	(C)	(D)
<b>2. Há barulho e desordem na sala de aula</b>	(A)	(B)	(C)	(D)
<b>3. Os alunos prestam atenção ao que o professor fala</b>	(A)	(B)	(C)	(D)
<b>4. Os alunos prestam atenção às perguntas feitas pelos colegas</b>	(A)	(B)	(C)	(D)
<b>5. Os alunos não conseguem estudar direito</b>	(A)	(B)	(C)	(D)
<b>6. Os alunos entram e saem da sala sem pedir licença</b>	(A)	(B)	(C)	(D)
<b>7. Os alunos respeitam as regras de convivência da escola</b>	(A)	(B)	(C)	(D)
<b>8. Os alunos procuram o professor quando precisam de ajuda</b>	(A)	(B)	(C)	(D)

<b>EM SALA DE AULA:</b> (Marque apenas UMA OPÇÃO em cada linha)	<b>Nunca</b>	<b>Algumas vezes</b>	<b>Na maioria das vezes</b>	<b>Todas as vezes</b>
9. Acompanho a matéria exposta pelo professor	(A)	(B)	(C)	(D)
10. Copio no meu caderno a matéria apresentada	(A)	(B)	(C)	(D)
11. Fico à vontade para fazer perguntas	(A)	(B)	(C)	(D)
12. Fico perdido durante a explicação do professor	(A)	(B)	(C)	(D)
13. Converso com os colegas durante as aulas	(A)	(B)	(C)	(D)
14. Discuto a avaliação realizada pelo professor	(A)	(B)	(C)	(D)
15. Realizo as atividades que o professor propõe	(A)	(B)	(C)	(D)

#### PARTE 4: TEMPO E ESPAÇOS

<b>COM QUE FREQUÊNCIA VOCÊ FAZ AS SEGUINTE COISAS:</b> (Marque apenas UMA OPÇÃO em cada linha)	<b>Nunca</b>	<b>Algumas vezes</b>	<b>Frequentemente</b>
1. Chega no horário na escola	(A)	(B)	(C)
2. Falta às aulas	(A)	(B)	(C)
3. Faz as tarefas escolares passadas para casa	(A)	(B)	(C)
4. Entrega as circulares da escola para seus responsáveis	(A)	(B)	(C)
5. Frequenta a biblioteca	(A)	(B)	(C)
6. Assiste filmes relacionados aos conteúdos vistos em aula	(A)	(B)	(C)
7. Lê de novo em casa o conteúdo das aulas	(A)	(B)	(C)
8. Discute ou tira dúvidas com outros colegas	(A)	(B)	(C)
9. Consulta dicionários, atlas ou enciclopédias	(A)	(B)	(C)
10. Refaz questões que erra em exercícios e avaliações	(A)	(B)	(C)
11. Pesquisa na internet conteúdos vistos durante as aulas	(A)	(B)	(C)
12. Participa de projetos ou atividades extraclasse	(A)	(B)	(C)
13. Estuda nos finais de semana	(A)	(B)	(C)
14. Prefere realizar os trabalhos individualmente	(A)	(B)	(C)
15. Traz os livros para a sala de aula quando o professor pede	(A)	(B)	(C)
16. Pratica atividades esportivas organizadas pela Escola	(A)	(B)	(C)
17. Faz uso da alimentação gratuita na escola	(A)	(B)	(C)
18. Contribui para a limpeza da sala de aula/ banheiros	(A)	(B)	(C)



<b>DE 2ª A 6ª FEIRA QUANTAS HORAS POR DIA VOCÊ GASTA?</b> (Marque apenas UMA OPÇÃO em cada linha)	<b>Nenhuma</b>	<b>Até 1 hora</b>	<b>De 1 a 2 horas</b>	<b>De 3 a 4 horas</b>	<b>Mais de 4 horas</b>
19. Assistindo TV	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
20. Fazendo trabalhos domésticos em casa	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
21. Estudando ou fazendo dever de casa	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
22. Conversando com amigos	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
23. Navegando na internet	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)

### PARTE 5: LEITURA

<b>COM QUE FREQUÊNCIA VOCÊ LÊ:</b> (Marque apenas UMA OPÇÃO em cada linha)	<b>Nunca</b>	<b>Algumas vezes</b>	<b>Quase sempre</b>	<b>Sempre</b>
1. Romance, Crônica e ficção em geral	(A)	(B)	(C)	(D)
2. História Geral ou do Brasil	(A)	(B)	(C)	(D)
3. Revistas científicas	(A)	(B)	(C)	(D)
4. Jornais	(A)	(B)	(C)	(D)
5. Revistas de informação geral	(A)	(B)	(C)	(D)
6. Revistas em quadrinhos	(A)	(B)	(C)	(D)
7. Sites de Internet	(A)	(B)	(C)	(D)

<b>CONSIDERE AS SEGUINTE AFIRMAÇÕES EM RELAÇÃO À LEITURA:</b> (Marque apenas UMA OPÇÃO em cada linha)	<b>Discordo totalmente</b>	<b>Discordo</b>	<b>Concordo</b>	<b>Concordo totalmente</b>	<b>Não sei</b>
8. Só leio o que é necessário	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
9. Ler é uma das minhas diversões preferidas	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
10. Acho difícil ler livros até o fim	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
11. Adoro ir a uma livraria	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
12. Ler é uma perda de tempo	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
13. Leio todos os livros indicados pelos professores	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
14. Compro livros em lançamentos	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
15. Empesto/pego emprestado livros com os colegas	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
16. Leio mais de um livro ao mesmo tempo	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
17. A escola me estimula a ler	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)

**PARTE 6: SUA FAMÍLIA E SUA CASA**

<b>COM QUE FREQUÊNCIA SEUS PAIS OU RESPONSÁVEIS CONVERSAM COM VOCÊ SOBRE:</b> (Marque apenas UMA OPÇÃO em cada linha)	<b>Nunca</b>	<b>Raramente</b>	<b>Quase sempre</b>	<b>Sempre</b>
1. Questões políticas e sociais	(A)	(B)	(C)	(D)
2. Livros, filmes ou programas de TV	(A)	(B)	(C)	(D)
3. Sua escola	(A)	(B)	(C)	(D)
4. Seus estudos	(A)	(B)	(C)	(D)
5. Sua futura profissão	(A)	(B)	(C)	(D)
6. Vestibular	(A)	(B)	(C)	(D)
7. Religião	(A)	(B)	(C)	(D)
8. Drogas	(A)	(B)	(C)	(D)
9. Seus amigos	(A)	(B)	(C)	(D)

**10. DE QUEM FOI A DECISÃO PARA VOCÊ ESTAR NESSA ESCOLA?**

(Marque quantas opções quiser)

- (A) De seus pais ou responsáveis
- (B) De você mesmo
- (C) De seus responsáveis junto com você
- (D) Encaminhamento da escola anterior
- (E) Outros

<b>QUANTOS DOS SEGUINTEIS ITENS HÁ NA SUA CASA?</b> (Marque apenas UMA OPÇÃO em cada linha)	<b>Não tem</b>	<b>Um</b>	<b>Dois</b>	<b>Três ou mais</b>
11. Televisão em cores	(A)	(B)	(C)	(D)
12. TV por assinatura	(A)	(B)	(C)	(D)
13. Rádio	(A)	(B)	(C)	(D)
14. Carro	(A)	(B)	(C)	(D)
15. Videocassete ou DVD	(A)	(B)	(C)	(D)
16. Geladeira	(A)	(B)	(C)	(D)
17. Computador	(A)	(B)	(C)	(D)
18. Acesso a internet	(A)	(B)	(C)	(D)
19. Máquina de lavar roupa	(A)	(B)	(C)	(D)
20. Banheiros	(A)	(B)	(C)	(D)

**21. QUANTOS LIVROS HÁ EM SUA CASA?**

- (A) O bastante para encher uma prateleira (1 a 20)
- (B) O bastante para encher uma estante (20 a 100)
- (C) O bastante para encher várias estantes (mais de 100)
- (D) Nenhum

**22. ATÉ QUE SÉRIE SUA MÃE/MADRASTA ESTUDOU?**

- (A) Nunca estudou
- (B) Entre a 1ª e 4ª série do Ensino Fundamental (antigo primário)
- (C) Entre a 5ª e 8ª série do Ensino Fundamental (antigo ginásio)
- (D) Ensino Fundamental completo (antigos primário e ginásio)
- (E) Ensino Médio incompleto (antigo 2º grau)
- (F) Ensino Médio completo (antigo 2º grau)
- (G) Começou, mas não concluiu o Ensino Superior
- (H) Completou o Ensino Superior
- (I) Pós-graduação completa ou incompleta
- (J) Não sei.

**23. ATÉ QUE SÉRIE SEU PAI/PADRASTO ESTUDOU?**

- A) Nunca estudou
- (B) Entre a 1ª e 4ª série do Ensino Fundamental (antigo primário)
- (C) Entre a 5ª e 8ª série do Ensino Fundamental (antigo ginásio)
- (D) Ensino Fundamental completo (antigos primário e ginásio)
- (E) Ensino Médio incompleto (antigo 2º grau)
- (F) Ensino Médio completo (antigo 2º grau)
- (G) Ensino Superior incompleto
- (H) Ensino Superior completo
- (I) Pós-graduação completa ou incompleta
- (J) Não sei

<b>QUEM MORA COM VOCÊ?</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>
<b>24. Mãe</b>	(A)	(B)
<b>25. Outra mulher responsável por você (companheira do pai / madrasta / mãe de criação)</b>	(A)	(B)
<b>26. Pai</b>	(A)	(B)
<b>27. Outro homem responsável por você (companheiro da mãe / padrasto / pai de criação)</b>	(A)	(B)
<b>28. Irmão(s) ou irmã(s) (incluindo meio-irmão / meia-irmã(s) ou irmão(s) / irmã(s) de criação)</b>	(A)	(B)
<b>29. Avó(s) e/ou avô(s)</b>	(A)	(B)
<b>30. Essas pessoas te incentivam a estudar?</b>	(A)	(B)

**APÊNDICE D –**  
**PRÉ-TESTE 0<sub>11</sub> CONCEPÇÃO DOS ALUNOS SOBRE O MODELO DE ENSINO**

<b>CONSIDERANDO A MAIORIA DE SEUS PROFESSORES, VOCÊ PERCEBE QUE ELES:</b> (Marque apenas UMA OPÇÃO em cada linha)	<b>Nunca</b>	<b>Algumas vezes</b>	<b>Frequentemente</b>
1. Incentivam os alunos a melhorar	(A)	(B)	(C)
2. Estão disponíveis para esclarecer as dúvidas dos alunos	(A)	(B)	(C)
3. Dão oportunidade aos alunos para exporem opiniões nas aulas.	(A)	(B)	(C)
4. Relacionam-se bem com os alunos	(A)	(B)	(C)
5. Continuam a explicar até que todos entendam a matéria	(A)	(B)	(C)
6. Mostram interesse pelo aprendizado de todos os alunos	(A)	(B)	(C)
7. Organizam bem a apresentação das matérias	(A)	(B)	(C)
8. Realizam uma avaliação justa	(A)	(B)	(C)
9. Corrigem os exercícios que recomendam	(A)	(B)	(C)
10. Utilizam diferentes estratégias para auxiliar alunos com dificuldades	(A)	(B)	(C)
11. Procuram saber sobre os interesses dos alunos	(A)	(B)	(C)
12. Demonstram domínio da matéria que ensinam	(A)	(B)	(C)
13. Cobram as tarefas passadas para casa	(A)	(B)	(C)
<b>CONSIDERANDO A MAIORIA DE SEUS PROFESSORES, QUAIS OS RECURSOS DIDÁTICOS MAIS UTILIZADOS:</b> (Marque apenas UMA OPÇÃO em cada linha)	<b>Nunca</b>	<b>Algumas vezes</b>	<b>Frequentemente</b>
14. Aulas expositivas com quadro e pincel	(A)	(B)	(C)
15. Aulas expositivas com data-show	(A)	(B)	(C)
16. Apresentação de trabalhos do tipo seminários	(A)	(B)	(C)
17. Filmes e documentários	(A)	(B)	(C)
18. Leitura e interpretação de textos do livro didático	(A)	(B)	(C)
19. Resolução de exercícios do livro didático	(A)	(B)	(C)
20. Resolução de exercícios passados no quadro	(A)	(B)	(C)
21. Resolução de exercícios em listas extras	(A)	(B)	(C)
22. Experimentação no laboratório da escola	(A)	(B)	(C)
23. Jogos didáticos	(A)	(B)	(C)
24. Debates	(A)	(B)	(C)
25. Visitas técnicas	(A)	(B)	(C)
26. Viagens de estudo	(A)	(B)	(C)

**APÊNDICE E –**  
**PRÉ-TESTE 0<sub>12</sub> LEVANTAMENTO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS**  
**ALUNOS ESTUDO DAS SOLUÇÕES**

1) Estabeleça a diferença entre mistura homogênea e mistura heterogênea.

GRAU DE CERTEZA

- Tenho certeza
- Não tenho certeza
- Não sei

2) Observe as fotos sobre a bancada. Quais dos materiais são soluções?

- Ar dentro de um balão
- Leite integral longa vida
- Água + óleo
- Maionese
- Aliança em ouro
- Refrigerante
- Álcool gel
- Água mineral
- Água + sal
- Espuma

GRAU DE CERTEZA

- Tenho certeza
- Não tenho certeza
- Não sei

3) Quais os principais componentes de uma solução?

GRAU DE CERTEZA

- Tenho certeza
- Não tenho certeza
- Não sei

4) Colocar 5,0g de sal de cozinha (cloreto de sódio) em 100mL de água. Agitar. O que aconteceu com o sal? Proponha um modelo para explicar esse fenômeno. Faça um desenho para ilustrar seu modelo.

GRAU DE CERTEZA

- Tenho certeza
- Não tenho certeza
- Não sei

- 5) A) Em um tubo de ensaio misturar 2g de dicromato de potássio em 5mL de água na temperatura ambiente. O que ocorre?  
B) Colocar o tubo com o dicromato de potássio em banho-maria. O que ocorre?  
Como você explica o comportamento observado na dissolução do dicromato de potássio nas duas temperaturas consideradas?

GRAU DE CERTEZA

- Tenho certeza  
 Não tenho certeza  
 Não sei

- 6) Problema da água em São Mateus.  
Observe os dois copos com água. Um deles tem água potável. O outro contém água salgada. Como saber qual deles tem água salgada sem provar o sabor?

GRAU DE CERTEZA

- Tenho certeza  
 Não tenho certeza  
 Não sei

- 7) Misturar isopor com água. Misturar isopor com xileno. O que você observou? Explique por que isso aconteceu?

GRAU DE CERTEZA

- Tenho certeza  
 Não tenho certeza  
 Não sei

- 8) Considere o rótulo do refrigerante sobre a bancada. Responda as questões abaixo com base nas informações do rótulo.

- A) Qual a concentração de açúcar no refrigerante em g/L?

GRAU DE CERTEZA

- Tenho certeza  
 Não tenho certeza  
 Não sei

- B) Qual a concentração de açúcar em mol/L  
Massa molar do açúcar: 342g/mol

GRAU DE CERTEZA

- Tenho certeza  
 Não tenho certeza  
 Não sei

- C) Qual a quantidade (em gramas) de açúcar ingerida por uma pessoa que consome uma lata com 350mL do refrigerante?

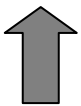
GRAU DE CERTEZA

- Tenho certeza  
 Não tenho certeza  
 Não sei

**APÊNDICE F –**  
**PÓS-TESTE 0<sub>21</sub> AVALIAÇÃO DOS ALUNOS SOBRE A PRÁTICA PEDAGÓGICA**  
**DA EXPERIMENTAÇÃO**

**ALUNO:** \_\_\_\_\_ **TURMA:** \_\_\_\_\_

**INSTRUÇÕES**

Preencha o formulário, abaixo, manifestando sua opinião sobre a atividade da qual acabou de participar. Como referência utilize a legenda ao lado e <b>coloque um “x”</b> na nota que reflete sua opinião.	LEGENDA DE NOTAS		
	5	Ótimo/Totalmente	 100%
	4	Bom/ Maior parte	
	3	Satisfatório/Parcialmente	
	2	Regular/Menor parte	
1	Insatisfatório/Não concordo	0%	

**ASSINALE A ALTERNATIVA QUE MAIS CORRESPONDE COM SUA OPINIÃO**

CONTEÚDO DAS ATIVIDADES DA PRÁTICA DE ENSINO	NOTA				
	1	2	3	4	5
Os objetivos da prática de ensino foram atingidos.					
O meu conhecimento sobre o assunto de Soluções melhorou.					
Eu consigo relacionar o conteúdo do Estudo das Soluções com o meu cotidiano.					
As minhas expectativas em relação às atividades propostas foram atendidas.					
O tempo utilizado para a apresentação e discussão do conteúdo foi adequado.					

RECURSOS PEDAGÓGICOS E METODOLÓGICOS	NOTA				
	1	2	3	4	5
O material utilizado (instrumentos de laboratório, reagentes, computadores, materiais pedagógicos diversos) contribuiu para o meu aprendizado.					
Como você avalia a organização e o funcionamento do laboratório da escola?					
Como você avalia a metodologia de ensino que utilizou atividades experimentais na abordagem do conteúdo de Soluções?					
A atividade experimental realizada em grupo favoreceu o aprendizado.					

<b>PROFESSOR DA PRÁTICA DE ENSINO</b>	<b>NOTA</b>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Demonstrou domínio do conteúdo.					
Demonstrou clareza e objetividade na exposição do conteúdo.					
Buscou trabalhar o conteúdo ao nível da turma.					
Usou com habilidade e segurança os recursos selecionados para a aula.					
Estimulou os alunos para o aprendizado.					
Destacou e consolidou as ideias e conceitos principais da aula					
A relação professor-aluno contribuiu para o aprendizado.					

<b>AUTOAVALIAÇÃO</b>	<b>NOTA</b>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Particpei ativamente das atividades experimentais propostas.					
Minhas contribuições foram importantes para o aprendizado dos colegas.					
A minha postura e disciplina no laboratório foram adequadas.					
O trabalho em grupo favoreceu o meu aprendizado.					
Particpei da atividade experimental apenas porque fui obrigado.					
Executei as atividades experimentais sem prestar muita atenção.					
Ao realizar a atividade experimental no laboratório considerei uma perda de tempo.					
Fiz as leituras e atividades propostas para casa.					



**APÊNDICE G –**  
**PÓS-TESTE 0<sub>22</sub> AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM**

NOME: \_\_\_\_\_ TURMA: \_\_\_\_\_

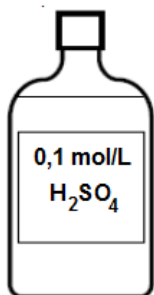
1) Escreva um texto livre sobre o Estudo das Soluções estabelecendo uma relação coerente entre os termos dados abaixo.  
SOLUÇÃO, CONCENTRAÇÃO, SOLUTO, MISTURA, SOLVENTE, HOMOGENEA, HETEROGÊNEA, SOLUBILIDADE, ÁGUA.

GRAU DE CERTEZA

- Tenho certeza  
 Não tenho certeza  
 Não sei

2) Observe o frasco abaixo que contém uma solução de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), utilizada em laboratório.

- A) Qual é o soluto desta solução?  
B) Qual é o solvente desta solução?  
C) Qual é a concentração desta solução?



GRAU DE CERTEZA

- Tenho certeza  
 Não tenho certeza  
 Não sei

3) Marque abaixo exemplos de soluções.

- Ar dentro de um balão  
 Leite integral longa vida  
 Água + óleo  
 Maionese  
 Aliança em ouro  
 Água potável  
 Água + areia  
 Água + sal dissolvido

GRAU DE CERTEZA

- Tenho certeza  
 Não tenho certeza  
 Não sei

4) Um refrigerante comercialmente vendido no mercado consumidor, mostrou quando analisado em um laboratório químico, conter 1,0g de ácido fosfórico por litro de refrigerante. Calcular a massa do ácido em uma lata de 350mL do refrigerante.

GRAU DE CERTEZA

- Tenho certeza
- Não tenho certeza
- Não sei

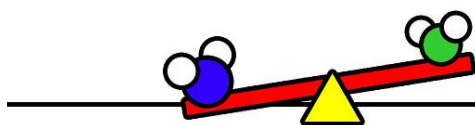
5) O propileno glicol,  $C_3H_8O_2$  é um líquido utilizado como umectante de doces, produtos de cacau e carne. Calcular a massa de propileno glicol necessária para se preparar 100mL de solução 3mol/L.

GRAU DE CERTEZA

- Tenho certeza
- Não tenho certeza
- Não sei

**APÊNDICE H –**  
**CARTAS COM AS PERGUNTAS DO JOGO DIDÁTICO DAS SOLUÇÕES**

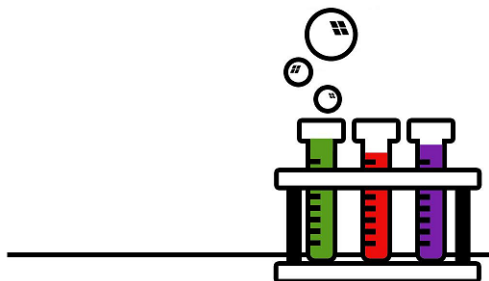
1) Misturou-se o volume de um copo de álcool anidro (etanol) com o volume correspondente a quatro copos de gasolina. Qual a porcentagem aproximada em volume de álcool na solução resultante?



2) Uma mistura de óleo + água pode ser considerada uma solução? Explique.



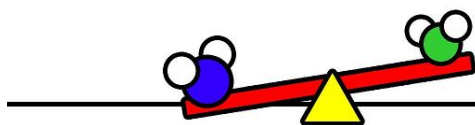
3) Qual a influência da temperatura na dissolução de um material em água?



4) O rótulo de um frasco de laboratório tem a seguinte informação: SACAROSE 8g/L. Qual o soluto e o solvente da solução?



5) O que mais existe em um copo de refrigerante é açúcar. O rótulo de uma garrafa de refrigerante do tipo cola traz a seguinte informação: 20g de açúcar por 200mL de solução. Qual a quantidade (em gramas) de açúcar que uma pessoa consome ao ingerir 1000mL desse refrigerante?



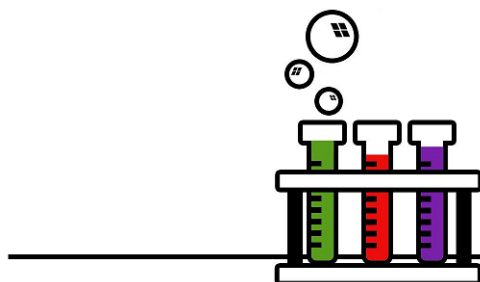
6) O que é uma solução saturada?



7) O que é coeficiente de solubilidade?



8) Dentre as misturas abaixo relacionadas, a que NÃO corresponde a uma solução é  
 a) ar atmosférico  
 b) água e açúcar  
 c) água e óleo.



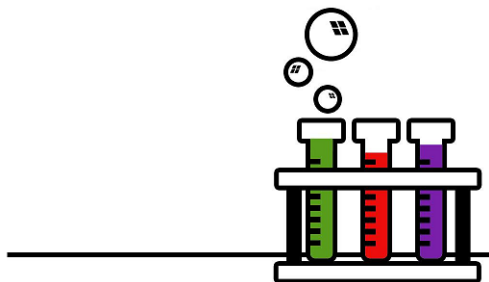
9) O que é uma mistura homogênea?



10) O que é uma mistura heterogênea?



11) Qual é o solvente universal?



12) O que é uma dispersão?

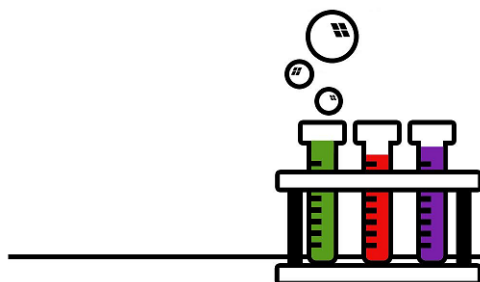


13) Qual é o conceito de solução química?

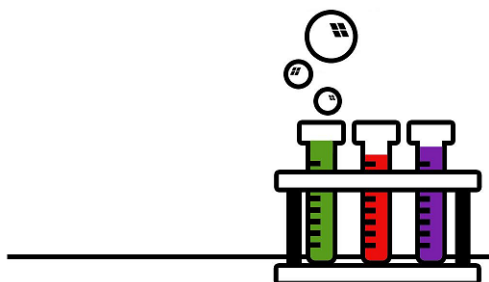


14) Qual das dispersões não apresenta Efeito Tyndall?

- a) água potável
- b) maionese
- c) espuma de barbear



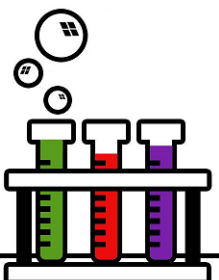
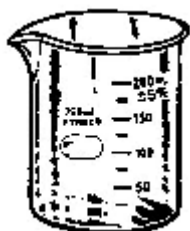
15) O que é água potável?



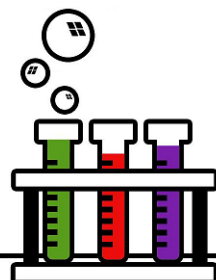
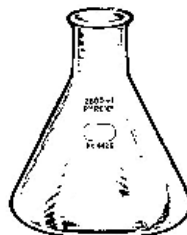
16) Em um rótulo de laboratório está escrito: Solução alcoólica de Fenolftaleína 2%  
Qual o soluto e o solvente desta solução?



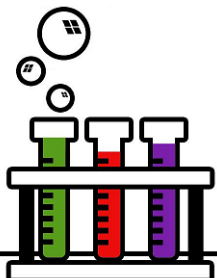
17) Qual o nome do aparelho de laboratório que aparece na figura?



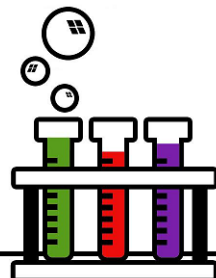
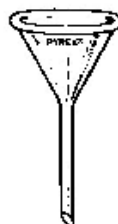
18) Qual o nome do aparelho de laboratório que aparece na figura?



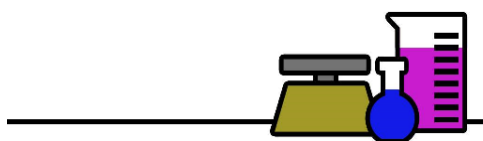
19) Qual o nome do aparelho de laboratório que aparece na figura?



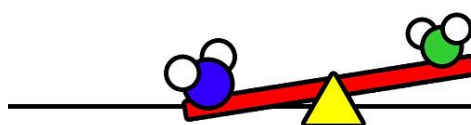
20) Qual o nome do aparelho de laboratório que aparece na figura?



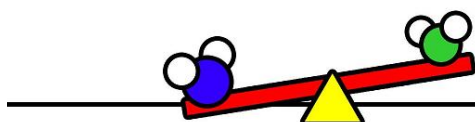
21) As balanças são instrumentos de uso corriqueiro no cotidiano das indústrias, comércio e de pessoas. Qual a finalidade de uma balança?



22) O propileno glicol,  $C_3H_8O_2$  é um líquido utilizado como umectante de doces, produtos de cacau e carne. Calcular a massa molar do propileno glicol.



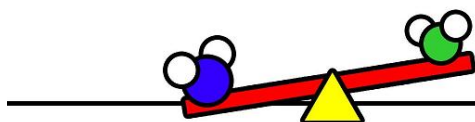
23) Um frasco de laboratório contém 2,0 litros de uma solução aquosa de  $\text{NaCl}$ . A massa do sal dissolvida na solução é de 120g. Que volume deve ser retirado da solução inicial para que se obtenham 30g de sal dissolvido?



24) Qual a alternativa CORRETA sobre as soluções:  
 a) apresentam Efeito Tyndall  
 b) apresentam partículas com diâmetro menor que 1 nanômetro  
 c) são misturas heterogêneas polifásicas



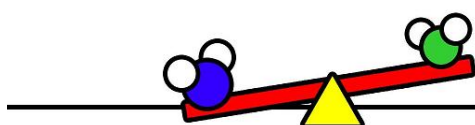
25) Qual a massa de soluto em 1,0L de solução aquosa de glicose ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) 0,1 mol/L?



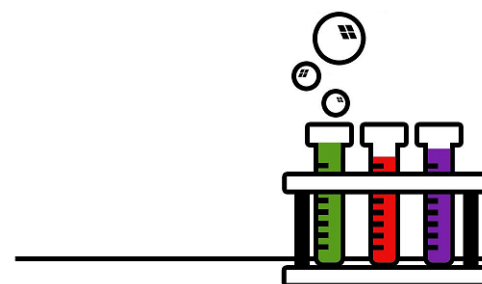
26) Qual o nome da operação realizada quando adicionamos água a uma solução concentrada?



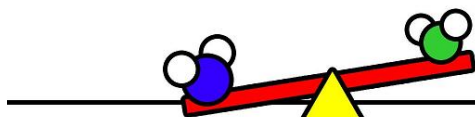
27) Qual a massa de soluto em 100mL de uma solução salina 50g/L?



28) Por que o extintor de água pressurizada não pode ser utilizado para apagar princípio de incêndio em instalações elétricas?



29) O etanol ( $C_2H_6O$ ) é o álcool utilizado como combustível no Brasil. Qual a massa molar do etanol?



30) São exemplos de Soluções, EXCETO:

- a) aliança em ouro
- b) água do mar
- c) fumaça



31) Os principais componentes de uma solução são reagente e produto.

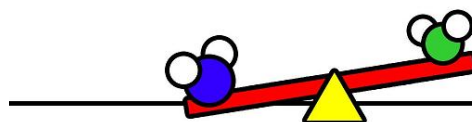
- A) verdadeiro
- B) falso



32) 50g de sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) são adicionados em 100mL de água a 20°C. A solução resultante é:

- A) saturada
- B) insaturada
- C) coloidal

Dado: Coeficiente de solubilidade da sacarose: 204g/100mL de água a 20°C.

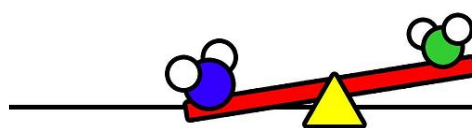


33) Qual é o diâmetro médio das partículas dissolvidas em uma Solução?

- a) menor que 1 nanômetro
- b) entre 1 e 1000 nanômetros
- c) maior que 1000 nanômetros



34) Qual a massa de soluto em 500mL de uma solução 0,1 mol/L de NaOH?



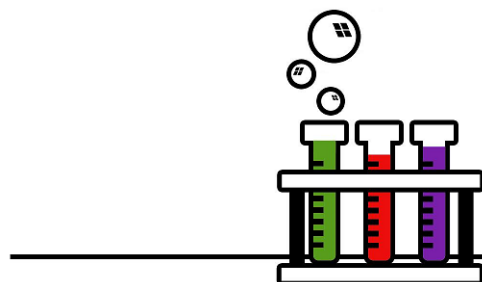


35) A mistura heterogênea é um sistema polifásico.

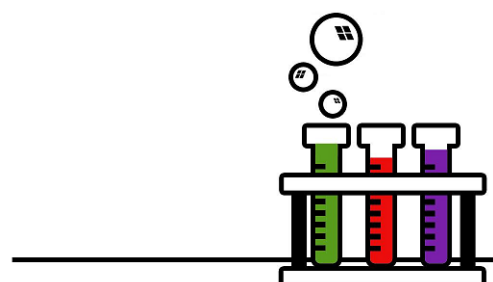
- A) verdadeiro  
B) falso



36) Qual é o principal soluto presente nos refrigerantes?



37) O leite é uma dispersão coloidal. Qual é o solvente do leite?

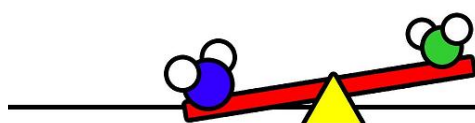


38) Quando realizamos uma diluição a massa do soluto

- a) aumenta  
b) diminui  
c) permanece inalterada



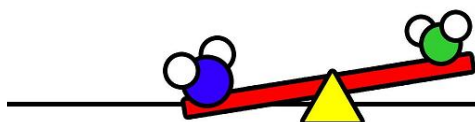
39) O bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) é utilizado como fermento para bolos. Qual a massa molar do bicarbonato de sódio?



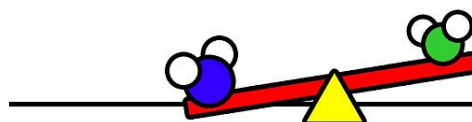
40) Quais são os três tipos de dispersões?



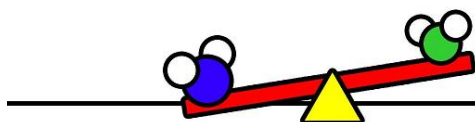
41) Qual a massa de soluto em 200mL de uma solução de glicose 100g/L?



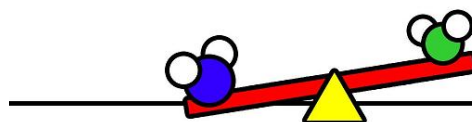
42) Em uma balão de 1,0L de capacidade são adicionados 171g de sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) e água até completar o volume. Qual a concentração da solução em mol/L?



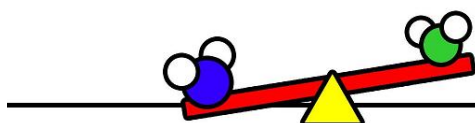
43) Converta 500mL em litros.



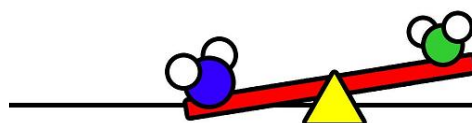
44) Quantos copos de 200mL você consegue servir com 1,0L de refrigerante?



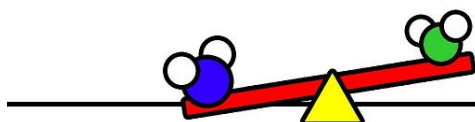
45) Converta 0,3L em mL.



46) Quantos copos de 250mL você consegue servir com 1,0L de refrigerante?

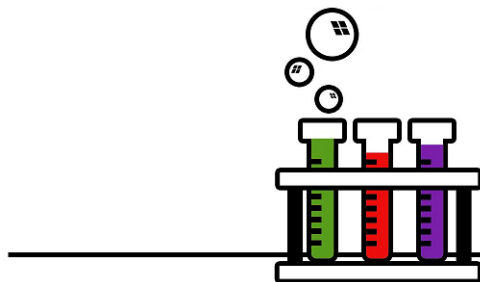


47) Converta 0,05L em mL.

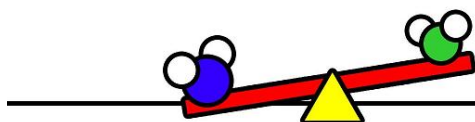


48) Qual das misturas não é considerada água potável:

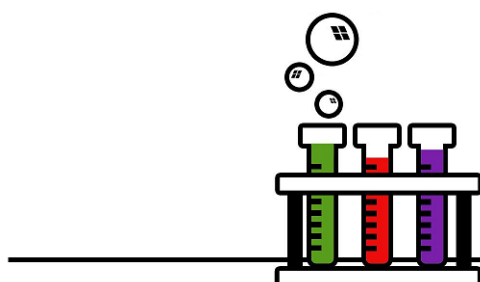
- a) água mineral com gás
- b) água mineral
- c) água da chuva



49) Considere dois balões volumétricos  
Balão 1: 0,25L e Balão 2: 100mL  
Qual dos balões tem maior capacidade?



50) É possível separar o sal da água do mar através do processo de filtração.  
Certo ou errado?



Jogo das Soluções



Prof. Marconi Rocha

Jogo das Soluções



Prof. Marconi Rocha