



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL**  
**EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL – PROFQUI/UESB**



**MARCUS BRUNNO VIVAS DE ALMEIDA**

**Como desenvolver com os alunos de Química um juízo matemático no estudo de**  
**Soluções**

**JEQUIÉ – BA**  
**DEZEMBRO / 2020**

**MARCUS BRUNNO VIVAS DE ALMEIDA**

**Como desenvolver com os alunos de Química um juízo matemático no estudo de  
Soluções**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia UESB- campus Jequié, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre no programa Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI).

Orientador: Prof. Dsc. Rodrigo Veiga Tenório de Albuquerque

Coorientador: Prof. Dsc. Marcos Antônio Pinto Ribeiro

**JEQUIÉ – BA**  
**DEZEMBRO/2020**

A447c Almeida, Marcus Bruno Vivas de.

Como desenvolver com os alunos de química um juízo matemático no estudo de soluções / Marcus Bruno Vivas de Almeida.- Jequié, 2021. 74f.

(Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação  
Mestrado Profissional em Química da Universidade Estadual do  
Sudoeste da Bahia - UESB, sob orientação do Prof. Dsc. Rodrigo Veiga  
Tenório de Albuquerque e coorientação do Prof. Dsc. Marcos Antônio  
Pinto Ribeiro)



## TERMO DE APROVAÇÃO



**MARCUS BRUNNO VIVAS DE ALMEIDA**

### **COMO DESENVOLVER COM OS ALUNOS DE QUÍMICA UM JUÍZO MATEMÁTICO NO ESTUDO DE SOLUÇÕES.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Química.

#### **COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Rodrigo Veiga Tenório de Albuquerque –  
Orientador (UESB)

---

Prof. Dr. Jorge Costa do Nascimento (UESB)

---

Prof. Dr. Rene Alexandre Giampetro (UESB)

Dissertação aprovada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional em 28/12/2020.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que é Onipresente, Onipotente e Onisciente. Pois me concedeu a graça e a força de suportar as viagens longas e a distância da família neste período de 2 anos e continuou me protegendo e capacitando durante este tempo.

À minha esposa Danielle, por ter me apoiado e incentivado em todos os momentos, mesmo quando algumas vezes estava desanimado e abatido, é meu porto seguro e minha fortaleza, te amo;

À minha princesa Elisa que sempre perguntava se papai ia estudar e que ficaria com saudade, papai ama muito;

Ao meu príncipe Lucas que nasceu no finalzinho do curso e veio alegrar as nossas vidas;

Aos meus pais, avô, irmãos, sogra, cunhado e amigos que incentivaram e torceram por mim, me apoiando em suas orações.

Aos colegas de trabalho e funcionários que ajeitaram horários e entenderam a necessidade de realizar essa jornada;

Ao meu orientador Prof. Dsc. Rodrigo Veiga Tenório de Albuquerque e o Coorientador: Prof. Dsc. Marcos Antonio Pinto Ribeiro, que sempre esteve atento e disponível para indicar o caminho a seguir na execução deste trabalho;

Aos colegas do curso que incentivaram e apoiaram sempre levantando quem estava desanimado e abatido para juntos alcançarmos a vitória final.

Agradeço a coordenação do PROFQUI por sempre está atenta e solicita as nossas necessidades.

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelo financiamento da bolsa de estudos durante o período de realização dessa pesquisa.

## RESUMO

A educação pública na Bahia vem enfrentando muitos desafios tais como a evasão escolar, o desinteresse dos educandos, a falta de compromisso dos alunos na resolução de atividades, como também a desvalorização profissional dos educadores, são fatores que contribuem para dificultar a aprendizagem do educando. Por isso, inferimos que a contextualização da disciplina, trazendo-a para o cotidiano destes alunos, pode ajudar no entendimento dos conteúdos e aumentar o interesse deles na aprendizagem da mesma. Na química, essa prática de atividades experimentais tem sido sugerida constantemente nos documentos oficiais que tratam de questões curriculares e metodológicas do ensino fundamental (9º ano) e no ensino médio e também por diversos pesquisadores que procuram avaliar sua importância e eficácia na relação ensino-aprendizagem. A falta de conhecimento de conteúdos considerados elementares da matemática demanda à maioria dos estudantes uma dificuldade na resolução de cálculos de diversos tipos, por exemplo, em exercícios, onde destacamos o estudo das soluções. Diante de tal situação, buscou-se investigar nesse estudo de que maneira a utilização de uma metodologia de ensino, diferente das tradicionalmente utilizadas no ensino de química, que pudesse propor uma abordagem, baseada em um processo de *matematização* no estudo do conteúdo programático “soluções”, contribuindo em uma aprendizagem mais significativa conforme a Teoria da Aprendizagem Significativa de Alsubel para os alunos do 2º ano de um Colégio Estadual de Ensino Médio em uma cidade no sul da Bahia. Na metodologia utilizou-se uma abordagem qualitativa com objetivo descritivo e delineamento quase experimental que contou com as seguintes etapas: (i) problematização inicial, (ii) organização do conhecimento e (iii) avaliação final. Os dados foram produzidos a partir de atividades desenvolvidas com 76 alunos de duas turmas por meio de questionários e testes com questionamentos às vezes objetivos, porém discursivos, em aulas dialógicas. O estudo revelou a dificuldade dos alunos com a matemática básica. A limitação de conhecimento de alguns conteúdos ementares da matemática (frações, operações matemática, funções, proporção, regra de três) tendem a contribuir com as dificuldades de aprendizagem de química em diversos níveis de ensino. No entanto, os alunos demonstraram desenvolvimento nos juízos matemáticos necessários para a resolução de questões sobre soluções.

**Palavras-Chave:** Matemática no ensino de química, teoria da aprendizagem significativa de Alsubel, estudo das soluções.

## **Abstract**

Public education in the State of Bahia has been facing many challenges, such as school dropout, lack of interest and commitment of students in solving activities, as well as the professional devaluation of educators, which are factors that contribute to hinder the student's learning. Therefore, we infer that the contextualization of the discipline, bringing it to the daily lives of these students, can help in understanding the content and increase their interest in learning it. In chemistry, this practice of experimental activities have been constantly suggested in official documents dealing with curricular and methodological issues in elementary school (9th grade) and in high school and also by several researchers who seek to assess its importance and effectiveness in the teaching-learning relationship. The lack of knowledge of content considered elementary in mathematics requires most students to have difficulty in solving calculations of various types, for example, in exercises, where we highlight the study of solutions. In view of this situation, we sought to investigate in this study how the use of a teaching methodology, different from those traditionally used in the teaching of chemistry, that could propose an approach, based on a process of mathematization in the study of the programmatic content "solutions", Contributing to more meaningful learning according to Alsubel's Theory of Meaningful Learning for 2nd-year students of a State High School in a city in the south of Bahia. The methodology used a qualitative approach with a descriptive objective and quasi-experimental design that included the following steps: (i) initial problematization, (ii) knowledge organization, and (iii) final evaluation. The data were produced from activities developed with 76 students from two classes through questionnaires and tests with questions that are sometimes objective, but discursive, in dialogic classes. The study revealed students' difficulty with basic mathematics. The limited knowledge of some mathematical content (fractions, mathematical operations, functions, proportion, rule of three) tend to contribute to the learning difficulties of chemistry at different levels of education. However, students demonstrated development in the mathematical judgments necessary to solve questions about solutions.

**Keywords:** Mathematization in chemistry teaching, Alsubel's theory of significant learning, study of solutions.

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico.

PISA – Programa Internacional de Avaliação dos Alunos.

PCN/EM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.

PCN+ – Parâmetros Curriculares Nacionais PNLD – Programa Nacional do Livro Didático

PPP – Projeto Político Pedagógico.

TAS – Teoria da Aprendizagem Significativa.



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Resultado da atividade prévia 2ºano turma 1 quantidade de acertos e erros.  
Fonte: Almeida, 2020 ..... 34.

Gráfico 2 – Resultado da atividade prévia 2ºano turma 2 quantidade de acertos e erros.  
Fonte: Almeida, 2020..... 34.

Gráfico 3 – Resultado da atividade final Turma 1 quantidade de alunos que acertaram e  
porcentagem de acerto da turma. Fonte: Almeida, 2020..... 40.

Gráfico 4 – Resultado da atividade final Turma 2 quantidade de alunos que acertaram e  
porcentagem de acerto da turma. Fonte: Almeida, 2020.  
..... 41.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVOS .....	15
2.1 Objetivo geral .....	15
2.2 Objetivos específicos .....	15
3 REFERENCIAL TEÓRICO .....	16
3.1. Aprendizagem Significativa .....	16
3.2 Ensino de Química .....	17
3.3 Estudo das soluções .....	19
3.4 Pensamento matemático na química .....	21
3.5 A matematização da química .....	22
3.6 Raciocínio matemático .....	25
3.7 Sequência Didática .....	26
4 PERCURSO METODOLÓGICO .....	27
4.1 O Ambiente e os Sujeitos Participantes da Pesquisa .....	27
4.2 Instrumentos de Coleta de Dados e suas Finalidades .....	28
4.3 A Sequência Didática .....	29
5. ANÁLISE DE DADOS .....	32
5.1 Sujeitos da Pesquisa .....	32
5.2 Atividade Prévia – Relacionando os Conhecimentos Básicos de Matemática e sua Aplicação na Química .....	32
5.3 Descrição das Atividades Experimentais .....	35
5.4 Atividade Sobre Concentrações A Partir de Rotulo de Refrigerantes .....	36
5.5 Avaliação Final .....	40
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	42
7 REFERÊNCIAS .....	44
APÊNDICE .....	47
APÊNDICE A – Atividade Prévia .....	48
APÊNDICE B – Aula Experimental .....	49
APÊNDICE C – Atividade de Fixação .....	51
APÊNDICE D – Avaliação Final .....	52
APÊNDICE E – Produto Educacional .....	53

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo Rocha, Vasconcelos (2016) alguns professores se apresentam como um entrave na aprendizagem do aluno, principalmente quando utilizam no ensino apenas a memorização de fórmulas matemáticas e pouca relação entre o conhecimento científico e o cotidiano do aluno. Isso pode ocorrer por causa de uma desatualização em sua formação ou de um distanciamento, de alguns professores, de empregar práticas pedagógicas não-tradicionais, ou que não se permitem empreender em nova(s) forma(s) de ensinar.

Para Meneses e Nuñez (2018), a fragmentação dos conhecimentos também é o fator principal responsável pelas dificuldades de aprendizagem dos conteúdos de química sendo que as dificuldades de aprendizagem podem ser explicadas levando-se em consideração três níveis de descrição da matéria: macroscópico (observacional), microscópico (atômico-molecular) e o representacional (símbolo, fórmulas e equações). A compreensão destes e a sua relação entre si são aspectos importantes no processo de ensino aprendizagem de Química.

A Físico-Química, por exemplo, “trabalha” conceitos importantíssimos para a construção do saber científico, saber que está no dia a dia, presente, a título de exemplos, nas concentrações de bebidas (refrigerantes, isotônicos), do álcool 70% G.L, na transformação de energia química em elétrica (pilhas), entre outros diversos exemplos. Um dos conteúdos de grande importância pela complexidade, como pela aplicabilidade no cotidiano é o das Soluções. Este, além de estar presente no cotidiano do aluno, é considerado básico para o entendimento de vários outros conteúdos relacionados ao estudo da Físico-Química.

Silva, Lopes e Rubem (2014) relatam sobre as dificuldades de aprendizagem nos conteúdos de Físico-Química; em alunos de escolas públicas, pois os mesmos apresentam dificuldades na resolução de questões que exigem diferentes níveis de interpretação e Juízos Matemáticos (utilização das operações matemáticas, noções de proporção e regra de três). No mesmo contexto, Silva (2011), em seu trabalho sobre o estudo de soluções, identificou dificuldades dos estudantes em relacionar o conteúdo teórico com sua aplicação na resolução de problemas.

O estudo publicado em 2015 pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), demonstrou que o Brasil foi um dos países que mais reduziu o número de alunos com poucos conhecimentos básicos de matemática. No entanto continua sendo um dos últimos colocados em um ranking de competências nessa disciplina publicada em 2015, ficando em 58º lugar entre os 65 países e territórios analisados pelo PISA (Programa Internacional de Avaliação dos Alunos).

Dessa forma, A OCDE considera que o desempenho dos alunos no Brasil está abaixo da média, conseguindo em ciências 401 pontos, comparados à média de 493 pontos, em leitura 407 pontos, comparados à média de 493 pontos e em matemática 377 pontos, comparados à média de 490 pontos de outros países como África do Sul, Alemanha, Arábia Saudita, Argentina, Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Chile, Colômbia, Coreia do Sul, Costa Rica, Dinamarca, Eslovênia, Espanha, Estados Unidos, Estônia, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Índia, Indonésia, Irlanda, Islândia, Israel, Itália, Japão, Letônia, Lituânia, Luxemburgo, México, Noruega, Nova Zelândia, Países Baixos, Polônia, Portugal, Reino Unido, República Eslovaca, República Tcheca, Rússia, Suécia, Suíça e Turquia.

Apesar de ser considerado um desempenho abaixo da média houve um aumento significativo de 21 pontos na média de matemática dos alunos no período de 2003 a 2015. Ao mesmo tempo houve uma diminuição de 11 pontos comparando-se a média de 2012 à média de 2015. Para que haja uma melhora significativa e chegar ao primeiro nível estimado por a OCDE os alunos deveriam dominar e mostrar algumas competências básicas como realizar as quatro operações fundamentais da aritmética (adição, subtração, multiplicação e divisão). Segundo o PISA, 67,1% dos alunos brasileiros de 15 e 16 anos (faixa etária analisada no estudo) estão com baixa performance na disciplina. (FERNANDES, 2016; OCDE, 2016).

A aplicação dos conteúdos de matemática nos conceitos estudados em química é algo que podemos observar facilmente, o desafio está em trabalhar essas duas disciplinas de forma interdisciplinar e obter, dessa forma, um bom aprendizado, segundo Bejarano; Junior; Santos (2010).

*(...) os professores precisam relacionar as nomenclaturas e os conceitos de que fazem uso com o uso feito nas demais disciplinas, construindo, com objetivos mais pedagógicos do que epistemológicos, uma cultura científica mais ampla (BRASIL, 2002, p.31).*

O professor precisa ter uma base epistemológica ou até mesmo uma comunicação mais efetiva com professores de outras disciplinas, para assim, ocorrer uma interdisciplinaridade efetiva. Evidentemente, o resultado seria uma nova cultura escolar, pois um conhecimento mais amplo em todas as disciplinas é o que se deseja para o aluno segundo Brasil (2002); Bejarano, Junior, Santos, (2010).

Para a abordagem do conteúdo de Soluções, o aluno irá aprofundar seus conhecimentos sobre misturas homogêneas e heterogêneas, além de melhorar a compreensão dos conceitos, como o de concentração de soluções e seus respectivos cálculos utilizando conhecimentos sobre razão e proporção, regra de três, soma, subtração, divisão, multiplicação e ter um raciocínio matemático lógico. Nesse contexto, o raciocínio é uma

operação lógica discursiva e mental, pois trata-se de uma organização de dados, ou informações, de modo que tenha um contexto, um significado e um resultado final. O raciocínio matemático é utilizado para analisar questões objetivas, ou isolar questões que deturpam a ordem exata de um resultado e desenvolver métodos e resoluções nas mais diversas questões relacionadas à existência e sobrevivência humana, já que se aplica às várias atividades do cotidiano das pessoas, em todas as sociedades do mundo. Logo, o raciocínio deve ser considerado um dos integrantes dos mecanismos dos processos cognitivos superiores da formação de conceitos e da solução de problemas, sendo parte do pensamento lógico dos indivíduos.

Além desses aspectos elencados, deverá também conseguir relacionar semanticamente a palavra diluição à *acréscimo de solvente* em uma solução já preparada e, a partir de então, compreender consequências deste processo, como: aumento de volume da solução, diminuição do valor da concentração e permanência da quantidade de soluto.

Para que seja possível obter sucesso no processo de ensino aprendizagem relacionado ao conteúdo de Soluções é importante entender, através de discussões e avaliações, o porquê das dificuldades demonstradas pelos alunos. Carmo e Marcondes (2008, p. 37) afirmam que,

Dificuldades na construção de noções mais complexas em relação a esse tema poderiam estar ligadas: aos conceitos prévios não articulados pelo aluno, à ausência de uma visão microscópica por parte do professor e ao emprego de um material didático que valorize aspectos quantitativos. Assim, o que se percebe é o abandono de práticas pedagógicas que conjecturem tais finalidades.

Com o desejo em vencer estes desafios no processo de ensino-aprendizagem, observa-se cada vez mais pesquisas na área de educação em Química, às quais abordam diferentes aspectos teóricos, metodológicos, didáticos dentre outros, sobre o ensino e a aprendizagem em Química.

Uma das teorias mais citadas atualmente é a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), criada por David Ausubel. Segundo Ausubel (2000), a TAS é destacada pela relação existente entre o subsunçor (conceito pré-existente) e o conhecimento adquirido de forma não-literal e não-arbitrária, proporcionando, assim, maior solidez aos novos conhecimentos.

Nesta perspectiva, observa-se a importância de se ter um olhar mais cuidadoso para a prática docente, a fim de incentivar o interesse dos discentes pelas aulas de Química e, promover, dessa forma, uma aprendizagem mais significativa. Dentro desse contexto, levando em consideração as dificuldades no processo de aprendizagem no Ensino de Química e, mais especificamente, no Ensino de Soluções aqui já mencionadas, nesta pesquisa tivemos a preocupação em desenvolver práticas pedagógicas diferenciadas que

estimulassem um nível de aprendizagem conceitual mais significativo, tanto para os docentes quanto aos discentes, por meio do desenvolvimento de uma sequência didática que incluiu etapas como: leitura e discussão de textos que gerassem uma problemática e reflexão de conceitos prévios, aula expositiva a partir do levantamento prévio de conhecimentos dos estudantes, atividades e avaliações. Sabendo que a química e a matemática tornam-se essenciais em uma construção abstrata mais elaborada, em que os instrumentos matemáticos são especialmente importantes para quantificar e interpretar fenômenos físico-químicos e o mundo que nos cerca, o desenvolvimento de instrumentos matemáticos de expressão e raciocínio mostram-se de essencial importância no desenvolvimento de aulas de Química.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

O objetivo do estudo foi constatar o desenvolvimento do processo de ensino aprendizagem dos conceitos químicos de soluções, por meio da utilização de estratégias alternativas de ensino sob um olhar simbólico-matemático para a resolução de problemas a partir de uma sequência didática, permitindo, uma maior harmonia entre a Matemática e a química.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Identificar os juízos matemáticos utilizados por estudantes do segundo ano do ensino médio na resolução de sequências didáticas que contemplem o conteúdo de Soluções;
- Analisar os juízos matemáticos utilizados por estudantes do segundo ano do ensino médio na resolução de problemas de Química estabelecidos em uma sequência didática;
- Avaliar o desempenho dos alunos após a aplicação da sequência didática proposta.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Aprendizagem significativa

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) surge, dentre outros motivos, pela inquietação demonstrada em relação à falta da aquisição dos conhecimentos de forma sólida por parte dos estudantes e pelo desinteresse destes durante as aulas.

De acordo com Moreira (2011, p. 13) a aprendizagem significativa “é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem, de maneira substantiva, e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe”, ou seja, necessária à interação entre o conhecimento prévio, que Ausubel (2000, p. 2) define como subsunçor ou ideia-âncora, com o novo saber. Dessa forma, é nesta interação que se estabelece sentido ao novo conhecimento.

Na aprendizagem significativa, o novo conhecimento nunca é internalizado de maneira literal, porque no momento em que passa a ter significado para o aprendiz, entra em cena o componente idiossincrático da significação. Logo, aprender significativamente implica atribuir significados e estes têm sempre componentes pessoais. (MOREIRA, 2011, p. 130).

Ao se buscar a aprendizagem significativa é necessário propor materiais/aulas que sejam realmente potencialmente significativas e não é possível ter-se uma aula significativa, pois a significância deve estar no sujeito, nas interações com o novo conhecimento e de qual forma cada indivíduo teve com os conhecimentos prévios na estrutura cognitiva.

Destaca-se também que para a aprendizagem significativa acontecer é necessário que o aprendiz (discente) apresente uma predisposição ao aprendizado (MOREIRA, 2011, p. 24), não é questão de motivação ou vontade, mas uma intencionalidade para aprender, assim o educando fará as relações cognitivas necessárias para dar significado aos novos conhecimentos. Para propor uma aprendizagem potencialmente significativa é necessário conhecer parte da vivência do aluno e/ou do grupo de alunos, sendo possível, dessa forma, prever alguns dos possíveis subsunçores dos estudantes, sendo mais fácil resgatar junto aos educandos essas ideias-âncoras, tornando mais próximas aos aprendizes a possibilidade de relação dos novos conceitos com os saberes prévios.

A TAS foi proposta pela primeira vez por volta de 1963, na obra intitulada *Psicologia Educacional* David Ausubel

*A essência do processo de aprendizagem significativa é que as ideias expressas simbolicamente são relacionadas às informações previamente adquiridas pelo aluno através de uma relação não arbitrária e substantiva (não literal).*



Ela também é conhecida como teoria da assimilação e caracteriza-se como uma teoria cognitivista que busca explicar a forma com que ocorrem na mente humana o aprendizado e a estrutura do conhecimento (AUSUBEL, D.P. 1968.).

A TAS defende que para que ocorra sucesso na aprendizagem é necessária a formação de uma estrutura estável no cognitivo do estudante. E, para que isto ocorra de fato, é necessário que algumas situações aconteçam tais como: (i) a vontade do aluno de entender um determinado conteúdo em seu real significado e (ii) o desenvolvimento cognitivo a partir de um saber pré-existente (BRAATHEN, 2012, p. 66 *apud* Ausubel, Novak e Hanesian, 1978). Dessa forma, visando a promover de forma mais fácil a aprendizagem significativa, Ausubel propõe em sua teoria a utilização de organizadores prévios, os quais têm função de interligar os conhecimentos pré-existentes aos novos.

### **3.2 O Ensino de química**

O ensino de química deve ser entendido como um processo mais amplo e que não esteja meramente relacionado a uma simples transmissão de conteúdo, à realização de cálculos matemáticos por mera memorização de fórmulas ou à nomenclaturas de compostos químicos. Nesse contexto, a abordagem do professor nas aulas deve possibilitar aos estudantes a compreensão das transformações que ocorrem no mundo material de forma abrangente e integrada, bem como proporcionar uma formação para a cidadania, o que implica na necessidade de desenvolver no estudante atitudes e valores sobre as questões ambientais, políticas, éticas, sociais e culturais.

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

A metodologia usada pelos professores deve ser essencial para influenciar diretamente no processo ensino e aprendizagem de Química. É fundamental que o professor busque uma formação continuada, conheça outras teorias e metodologias de ensino e dessa forma, ele poderá ser capaz de refletir criticamente e escolher qual ou quais dessas mais se adequa ou adequam ao seu público alvo e, dessa forma, promover uma verdadeira motivação e torná-lo um sujeito ativo no processo de ensino-aprendizagem.

Segundo Chassot (2003, p. 96-97),

Devemos fazer do ensino de Ciências uma linguagem que facilite o entendimento do mundo pelos alunos e alunas. [...] Vamos nos dar conta de que a maioria dos conteúdos que ensinamos não serve para

nada, ou melhor, servem para manter a dominação. [...] O que se ensina mais se presta como materiais para excelentes exercícios de memorização do que para entender a vida. [...] Nossa luta é para tornar o ensino menos asséptico, menos dogmático, menos abstrato, menos a-histórico.

Neste sentido, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN/EM) (2000, p. 11) “buscam dar significado ao conhecimento escolar, mediante a contextualização, e evitar a compartimentalização, mediante a interdisciplinaridade”. Com isso, não se propõe forçar a integração aparente de conteúdos, mas trabalhar conhecimentos de várias naturezas que se manifestam inter-relacionados de forma real.

A prática pedagógica contextualizada permite a aquisição e a constituição de novas metodologias, esquemas e conceitos, ou seja, ela é entendida como um dos recursos para realizar inter-relações entre conhecimentos escolares e situações presentes no dia a dia dos estudantes proporcionando um saber significativo num processo dialético de aprendizagem.

Desta forma, os PCN/EM (2000, p. 91) destacam:

*O tratamento contextualizado do conhecimento é o recurso que a escola tem para retirar o aluno da condição de espectador passivo. Se bem trabalhado permite que, ao longo da transposição didática, o conteúdo do ensino provoque aprendizagens significativas que mobilizem o aluno e estabeleçam entre ele e o objeto do conhecimento uma relação de reciprocidade.*

O estudo da Química é fundamental para desenvolver a capacidade de raciocinar logicamente, observar, redigir com clareza, experimentar e buscar explicações sobre o que se vê e o que se lê, para compreender o refletir sobre os fatos do cotidiano e para analisar criticamente a realidade. (CLEMENTINA, C. M, 2011, p. 25)

Além disso, para os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio e Tecnológico (PCNEMT) (BRASIL, 2000, p. 31).

*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.*

É fato consolidado que a química tem grande importância e está envolvida diretamente com o cotidiano. Contudo, a questão que nos chamou a atenção é: por que há um desinteresse? Lógico que pode estar relacionado indiretamente à deficiência dos conteúdos básicos de matemática e são necessários para a aprendizagem em “química”

(SILVA, 2013; HENRIQUE, 2004). Acreditamos que fazer uma ligação interdisciplinar entre a química e a matemática é uma forma eficaz de obter aprendizado e dar sentido ao conteúdo que ensinamos. Para isso o professor deve ter um o papel de orientador e o aluno como agente ativo nesse processo (BEJARANO, JUNIOR, SANTOS, 2010; BRASIL, 2002).

A BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe um aprofundamento nas temáticas: (i) Matéria e Energia; (ii) Vida e Evolução e (iii) Terra e Universo. Os conhecimentos conceituais associados a essas temáticas constituem uma base que visa permitir aos estudantes investigar, analisar e discutir situações-problema que emergem de diferentes contextos socioculturais, além de compreender e interpretar leis, teorias e modelos, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais. Dessa forma, os estudantes podem reelaborar seus próprios saberes relativos a essas temáticas.

### **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, diversos produtos de limpeza doméstica são soluções, o soro fisiológico, diversos medicamentos, água potável e diversos outros exemplos

As soluções podem ser compostas por misturas de gases, líquidos ou sólidos. Cada uma das substâncias em uma solução é chamada de componente da solução. O solvente é normalmente o componente presente em maior quantidade e os outros componentes, presentes em quantidade minoritária, são chamados solutos.

Segundo 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).

Espera-se que o aluno desenvolva competências adequadas para reconhecer e saber utilizar uma linguagem matemática, sendo capaz de entender e empregar, a partir das informações disponíveis, a representação simbólica adequada dos fenômenos e transformações químicas. Logo, deve-se sempre ter em mente que 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 do conhecimento do aluno, através de uma tradução mecânica de um símbolo por outro, afeta a qualidade da aprendizagem (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).

Destaca-se também que 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 Estado 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.

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

### **3.4 Pensamento matemático na química**

A matemática é considerada por muitos como a mãe de todas as ciências, ela é uma ciência livre, autônoma e autossuficiente. A força da matemática está na sua exatidão e na capacidade metódica de apresentar estruturas abstratas. Enquanto que a química depende intensamente dos conceitos estruturais, e o que podemos notar é que os conceitos químicos frequentemente surgiram historicamente em vez de ser sistematicamente desenvolvido com rigor matemático. Assim no início do século XX a química-matemática originou de forma coesa, contudo o pensamento matemático na química remota há séculos anteriores nas descrições geométricas dos elementos ar, água, fogo por Platão.

As ideias matemáticas também contribuíram para o surgimento da química moderna, observamos que antes do século XVIII o que tínhamos era a alquimia, que usava métodos e procedimentos primitivos, porém, sem nenhuma técnica de constatação. Mas os cientistas Antoine Lavoisier que juntamente com Robert Boyle são considerados os “pais da química moderna”, contribuíram para uma nova linguagem química, desenvolveu sistemáticos procedimentos experimentais, utilizando novos métodos de medição. Lavoisier revolucionou a ciências com suas pesquisas, uniu a química à matemática, o seu objetivo era colocar a química como ciência exata, a qual estava sujeita às regras e princípios racionais científicos.

A Lei Periódica é outra ótima relação da química com a matemática. No século XIX o químico Johann Wolfgang Döbereiner teve a ideia de agrupar os elementos químicos com propriedades semelhantes, sendo esse arranjo ficou conhecido como tríades. Döbereiner usou uma relação aritmética na qual a massa atômica do elemento central eram a média do primeiro e do terceiro elementos que compunham essa tríade. Döbereiner não fez um estudo aleatório sobre as médias dos elementos, ele estava ciente das semelhanças químicas dos elementos.

Quando Julius Lothar Von Meyer e Dmitri Ivanovich Mendeleev, pesquisando independentemente, chegaram a uma classificação mais minuciosa das propriedades dos elementos, como função das suas massas atômicas, a periodicidade química tornou-se mais respeitada.

Considerando o tipo de pesquisa realizada por Mendeleev sobre o conjunto de elementos químicos, podemos afirmar que, a julgar pelo nosso conhecimento matemático atual, ele realizou uma análise multivariada de informações químicas e de uma forma sábia, foi capaz de reduzir a quantidade tão multidimensional da informação a uma lei simples, a lei periódica. Ele conferia informações sobre reatividade, estequiometrias de compostos químicos e propriedades físicas; todos em um problema multidimensional (RESTREPO, 2011, p.12).

No século XX, com o surgimento dos estudos sobre físico-química e química quântica deu-se início a química teórica, onde os químicos passaram a usar uma linguagem matemática extremamente complexa para explicações de fenômenos químicos.

A matemática contribui de maneira eficaz para o desenvolvimento da ciência, por sua linguagem clara e sua capacidade de comunicação universal. Por isso, a matemática é tão importante no desenvolvimento das ciências.

A matemática “dá a ver” por si própria, pela a sua simbologia, pelo o caráter sintético das suas operações, muito particularmente pelo o seu próprio funcionamento, demonstrando, deduzindo e calculando, convocando ao acordo universal, à simpatia das razões. Uma prova ou vale para todos ou não vale sequer para mim. Uma prova tem de ser consentida e partilhada (POMBO, 2002, p. 150).

Pombo (2002) ainda afirma que ensinar matemática não é ensinar verdades, mas sim ensinar a pensar abstratamente, fomentar hábitos de raciocínio rigoroso, exercitar a expressão concisa, clara e elegante, o amor dos signos bem desenhados.

A Química, assim como a matemática, é uma ciência rica e complexa, apresentando uma variedade de reprodutibilidade e previsões precisamente descritíveis. Muitas previsões são quantitativas (previsões numéricas) e também muitas são de uma pesquisa qualitativa (não numérica), embora ambos sejam suscetíveis à formalização matemática sofisticada. Como tal, deve, naturalmente, ser antecipado que existe uma “matemática química”, e provavelmente com múltiplas raízes e com vários objetivos.

### **3.5 A Matematização Química**

Por meio da matematização química é possível levar o conhecimento químico a uma estrutura matemática. Não implica que o conhecimento químico seja derivado do raciocínio lógico. É, ao invés disso, o processo interativo de tomar o conhecimento químico e agir com a ajuda do raciocínio lógico para produzir novas afirmações, que são testadas em laboratório para avaliar sua aceitação na química. Pode acontecer que uma teoria matemática interessante seja derivada do raciocínio lógico sobre declarações químicas, mas se não é de interesse para a comunidade química, então é matemática, não é química e nenhuma química-matemática. A questão não é se todas as áreas da matemática são tocadas pela química, mas se a química, é levada à matemática.

O importante é a química e como ela pode ser auxiliada pelo raciocínio lógico alcançado pelos formalismos da matemática. Kant, Comte e Klein, ponderam sobre a possibilidade de ir além da matematização e pensar em química, realizada com o modo matemático de pensar, com espírito matemático.

Ao longo da história, observamos várias opiniões sobre a matematização química, estudiosos a favor da química matemática e opositores à ideia de matematização da química. Contra a matematização da química temos um químico contemporâneo Pierre Laszlo, para Laszlo abordagens matemáticas puras não descrevem a realidade.

Química é uma ciência da matéria e uma ciência da mente. Seu domínio está entre o mundo físico e nossos estados mentais. Pura lógica e argumento especulativo falhar miseravelmente para fornecer descrições adequadas da realidade. Este diferencia química de mecânica racional, por exemplo. E isso explica a ausência quase total de uma sub-disciplina da química matemática, enquanto a física, claro, tem uma próspera sub-disciplina de física matemática (LAZLO, 1999, citado por RESTREPO, 2013, p. 187)

Laszlo afirma que a química tem suas raízes em experiências, por isso é responsável pela ausência quase total de uma subdisciplina da química matemática. O fato de a química se basear em experiências não implica a impossibilidade de matematizar isso. As próprias matemáticas são baseadas em informações empíricas bem como a física e todas as outras ciências (RESTREPO, 2013).

É ingênuo pensar em que a química é construída a partir de fundamentos teóricos puros. Mas também as abordagens matemáticas puras podem não descrever a realidade. Entendemos por química-matemática (RESTREPO E VILLAVECES, 2012a) a química realizada com o raciocínio lógico no modo matemático de pensar, ou seja, utilizando o raciocínio funcional.

Segundo Paul A M Dirac, no século XX, achou que era realmente possível [...] . As leis físicas subjacentes necessárias para a teoria matemática de grande parte da física e de toda a química são assim completamente conhecidas, e a dificuldade é apenas que a aplicação exata dessas leis leva à equações muito complicadas para terem soluções viáveis (DIRAC, 1929). Segundo Dirac, em 1929 já havia uma teoria matemática para a química e foi realizada através da mecânica quântica.

Outra posição a favor da relação entre química e matemática, é a de Alexander C Brown (1838-1922), um químico que não afirmou que a matematização foi alcançada, como Dirac fez, mas que ponderou sobre os benefícios da matemática na química.

Para Brown química então se tornará um ramo da matemática aplicada, mas não deixará de ser uma ciência experimental. A matemática pode nos permitir, retrospectivamente, justificar os resultados obtidos pelo experimento, apontar linhas úteis de

pesquisa e, às vezes, prever descobertas inteiramente novas, mas não irá revolucionar nossos laboratórios; a matemática não substituirá a análise química (BROWN, 1875).

Não sabemos quando a mudança ocorrerá, ou se será gradual ou repentina, mas ninguém que acredita no progresso do conhecimento humano e na consistência da natureza pode duvidar que, em última análise, a teoria da química e de todas as outras ciências físicas serão absorvidas na única teoria da dinâmica (BROWN, 1875).

Brown (1875) afirma claramente que a química é uma ciência experimental e ele é muito radical em sua concepção de matematização da química; ele acha que a química se tornará parte da matemática aplicada.

Nessa questão concordamos com Restrepo (2013) fala sobre que química -matemática não é matemática aplicada, não é a matemática como ferramenta para a química, mas uma maneira diferente de pensar química. É química pensada e feita com uma maneira matemática de pensar, ou seja, utilizando variáveis, símbolos e funções.

Segundo Mainzer : "a química está envolvida em uma rede crescente de metodologias matemáticas e tecnologias assistidas por computador com complexidade crescente. Assim, a química é uma ciência no sentido de Kant, mas com fronteiras em constante mudança" (MAINZER, 1998); onde fica claro que quanto mais matemática é usada na química, mais a ciência propriamente dita se torna química.

A matematização da química é formalizar o conhecimento químico local em termos matemáticos, com rigor matemático. É desenvolver teorias baseadas em fatos químicos experimentais e testar permanentemente essas teorias à luz de fatos novos e antigos. A maneira com conseguir a matematização é por meio do uso do modo matemático de pensar, ou seja, de variáveis, simbolizando-as e procurando funções entre essas diversas variáveis.

Auguste Comte, filósofo francês, fundador da sociologia e do positivismo defende uma maior racionalização da química.

Se é ou não possível descobrir através de métodos racionais, as relações entre as propriedades químicas de cada elemento e suas propriedades físicas de agregados, devemos estabelecer como imprescindível a exploração direta das características químicas de cada elemento. Esta forma geral, uma vez obtida a partir de experimento, todos os outros problemas químicos devem ser suscetíveis de solução racional, com pequeno número de leis invariáveis (COMTE, 1893, citado por RESTREPO, 2013, p. 193).

Além das ideias acima, Comte (1893) afirma que a relação entre a química e a matemática, estão interligadas ao pensamento matemático e a prática química. Ele afirmou que o pensamento matemático, ou o espírito matemático, era importante para os químicos pois pensar matematicamente pode auxiliar na formação de novos conhecimentos.



### **3.6 O raciocínio matemático.**

A Matemática surgiu na Antiguidade por necessidades do nosso cotidiano, mas converteu-se em um imenso sistema de variadas e extensas disciplinas. Assim como as demais ciências, “reflete as leis sociais e serve de poderoso instrumento para o conhecimento do mundo e domínio da natureza.” (BRASIL, 1997, p.19).

O grande objetivo do ensino da Matemática é o de desenvolver a capacidade de raciocínio lógico dos alunos. Os alunos não deveriam desenvolver a capacidade de raciocínio matemático por simples memorização de conceitos, representações e procedimentos rotineiros, que pelo contrário, os levam a ter uma visão da Matemática como um conjunto de regras desconexas, e não como uma disciplina lógica e coerente. Para desenvolver esta capacidade é preciso trabalhar em tarefas que requerem raciocínio e que estimulem o domínio dos juízos matemáticos. Só deste modo se pode esperar uma compreensão efetiva dos conceitos e procedimentos matemáticos. A compreensão dos conceitos não se reduz a conhecer a sua definição e requer também uma forma de perceber o modo como estes conceitos se relacionam e na resolução de problemas. Deste modo, ser capaz de raciocinar é essencial tanto para utilizar a Matemática de forma eficaz em diversas situações, como para a sua própria compreensão (NCTM, 2007).

Raciocinar matematicamente é usar a informação existente para chegar às novas conclusões por qualquer destes processos, ou seja, fazer inferências de natureza dedutiva, indutiva ou abdutiva. Nesses termos, a capacidade de raciocinar matematicamente inclui processos como formular questões, formular e testar conjeturas verdadeiras (LANNIN, ELLIS e ELLIOT, 2011).

O raciocínio indutivo é heurístico, desenvolvendo-se do particular para o geral, sem conduzir à conclusão, mas com um papel chave na criação de novo conhecimento (OLIVEIRA, 2002). Por outro lado, o raciocínio dedutivo é característico da Matemática, ocupando, dessa forma, um lugar fundamental em contraponto. É um raciocínio formal, relacionado com as demonstrações e a lógica. O raciocínio dedutivo constitui “o elemento estruturante, por excelência, do conhecimento matemático” (OLIVEIRA, 2002, p. 178), sendo um raciocínio lógico, desenvolvido do geral para o particular, e com um papel essencial na validação de conhecimento. Já o raciocínio abdutivo atua entre os dois extremos anteriores, o que sempre busca 100% de confiabilidade e o que busca 100% de validade. Este meio termo se trata pela utilização de características de ambos, para concluir a melhor explicação de algo. Vale notar que melhor explicação é diferente de maior probabilidade, a abdução possui caráter explicativo e intuitivo, procura concluir a melhor explicação, também utilizando o seu conhecimento de fundo (repertório de conhecimento) e

não a melhor probabilidade matemática. O raciocínio abduutivo é ampliativo, ele busca a validade assim como a indução e busca a melhor explicação possível assim como a dedução busca a verdade.

É possível utilizar, algumas vezes, a matemática para modelar e explicar um fenômeno químico. É o processo iterativo de tomar o conhecimento químico e agir com a ajuda da Matemática para produzir novas afirmações, dentre as que são testadas ou não em laboratório. Pode acontecer que uma teoria matemática interessante surja do desenvolvimento de declarações elaboradas por pesquisas em química. A questão não é se todas as áreas da matemática são tocadas pela química, mas se a química, é tocada em algum momento pela matemática.

### **3.7 Sequências didáticas**

Segundo Leal e Rôças (2013), a sequência didática é um conjunto de atividades planejadas pelo docente, etapa por etapa, que aborda estratégias diversificadas de ensino e aprendizagem sobre determinados conteúdos. Ela representa uma possibilidade da ação pedagógica sobre um conteúdo específico que, ao ser discutido em sala de aula, possibilita ao discente uma melhor compreensão dos conteúdos considerados mais difíceis.

Sasseron e Carvalho (2011) sinalizam que a experimentação, ao apresentar um caráter investigativo, pode contribuir para instigar a curiosidade e o interesse dos educandos em aprender, principalmente Ciências. Os alunos ao serem motivados a solucionar um problema investigativo, são encorajados a formularem hipóteses, testá-las de diferentes maneiras e modificá-las de acordo com os resultados. Sob este aspecto e, em diálogo com a Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio – BNCC (BRASIL, 2018), essa natureza investigativa inquieta os alunos e os motiva a construírem o saber científico, ao invés de simplesmente memorizá-lo passivamente, em um processo de transmissão-recepção que normalmente acontece sem um viés crítico e reflexivo sobre o que se ensina e aprende. Entretanto, a BNCC é um documento de caráter normativo que, ao ser homologado em dezembro de 2018, definiu quais são os conteúdos curriculares que devem ser trabalhados ao longo da Educação Básica. Nesse contexto, esse documento fundamenta-se na busca pela aprendizagem igualitária a todos os estudantes, bem como no desenvolvimento de competências consideradas essenciais para a sua formação como sujeitos autônomos, capazes de aplicar o conhecimento adquirido na escola em sua vida cotidiana (BRASIL, 2018). Nesse sentido, entende-se ser fundamental que na sequência didática esteja presente, além dos experimentos com natureza investigativa, questões sociocientíficas que estimulam o debate e a argumentação em sala de aula.

#### 4. PERCURSO METODOLÓGICO

Tal pesquisa realizada caracteriza-se de cunho descritivo, conduzida segundo uma abordagem descritiva. A metodologia utilizada fundamenta-se na análise de conteúdo (BARDIN, 2011), que é um método de tratamento e análise de dados na Técnica da Análise de Conteúdos de Bardin em que se procura encontrar convergências e incidências de palavras e frases. A análise de conteúdo segundo a autora 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, 2011, p. 48).

A metodologia tem como função estratégica promover aos discentes o exercício de suas capacidades, com o propósito de ajudar-lhes a aprender, observar, elaborar hipóteses, obter dados, aplicar o conhecimento às novas situações, planejar e realizar investigações.

Neste trabalho a metodologia da pesquisa foi embasada nos métodos a seguir:

- ✓ Dedutivo: foram apresentadas afirmações, conceitos e/ou princípios, para que os discentes extraíssem destes as conclusões necessárias ao entendimento de soluções e seus juízos matemáticos;
- ✓ Prático-teórico: consistiu em materializar as ideias dos discentes acerca dos fenômenos descritos no desenrolar das aulas expositivas, de modo que, pudessem abstrair os conceitos estudados sobre soluções (saturada, supersaturada e insaturada), formas de expressões das concentrações, unidade de medida e suas transformações.

No ensino de Química, especificamente ao se utilizar o método prático-teórico, o modo de agir e o de pensar são aspectos complementares que, respectivamente, representam, segundo Chagas (1986), a *ação* do sujeito sobre a matéria através do enfoque macroscópico, a prática, e o seu ato de *reflexão* sobre os fatos observáveis sob o ponto de vista microscópico da matéria, a teoria, também designada como teoria molecular.

Os resultados da presente pesquisa serão apresentados e discutidos no próximo capítulo.

##### **4.1 O ambiente e os sujeitos participantes da pesquisa**

A pesquisa foi realizada em um colégio de grande porte situado em uma cidade no sul da Bahia e tem por modalidade de Ensino Médio Regular (nos turnos matutino, vespertino e noturno) e Ensino Médio de Jovens e Adultos, com turnos de funcionamento no período noturno, segundo o Projeto Político Pedagógico (PPP) da instituição.

A pesquisa foi direcionada aos alunos de duas turmas de 2º ano do ensino médio, do

turno matutino, envolvendo cerca de 38 alunos em cada turma, sendo identificadas turma 1 e turma 2. Estavam regularmente matriculados 76 alunos nas duas turmas do 2º ano do ensino médio que participaram desse estudo. Destacamos que cerca de 70% dos alunos estavam enquadrados no fluxo escolar, livres de reprovações e/ou interrupções. A distorção idade-série foi de 30% com atrasos escolares de um a três anos. As turmas são mescladas com estudantes oriundos de escolas das redes pública e privada. Num contato inicial explanamos os objetivos da pesquisa para os alunos e demonstramos como ela seria realizada a pesquisa.

Inicialmente realizamos algumas buscas bibliográficas relacionando os temas: soluções químicas, juízo matemático, conhecimento matemático em soluções químicas, matematização Química. Buscando assim conhecer artigos, teses e publicações com vários métodos de abordagem no ensino de soluções químicas.

Levantamos por meio de perguntas o nível de conhecimento dos alunos na turma, buscando adequar à sequência didática para a realidade da turma. Fizemos aulas expositivas utilizando vários recursos como internet, recursos multimídia (data show), vídeo aulas, quadro e a própria sequência didática durante as aulas em 2019.

#### **4.2 Instrumentos de produção de dados e suas finalidades:**

a) Questionário de verificação de conhecimentos (questões de sondagem) para verificar os conhecimentos prévios e as possíveis dificuldades de aprendizagem dos estudantes acerca dos conceitos fundamentais da Química e da matemática;

A atividade foi planejada para ser respondida em até 50 minutos buscando identificar conhecimentos prévios dos alunos sobre regra de três, sequência numérica, unidades de medidas e suas transformações. Foi aplicado em sala de aula, na forma de um questionário, com cinco questões abertas e respondida individualmente (APENDICE A). As respostas oferecidas pelos alunos da atividade serviram de ponto de partida para reconhecer os juízos matemáticos desses alunos.

b) Avaliação de conhecimentos (rendimento acadêmico);

c) Aula Experimental;

d) Questionário final da pesquisa (prova final), com a finalidade de perceber a apreensão ou não dos conceitos químicos e o parecer dos discentes quanto ao uso da estratégia da modelagem no processo de ensino-aprendizagem do tema soluções.

### 4.3 - A sequência didática.

De acordo com Sánchez e Valcárcel (1993, *apud* Santos e Silva, 2014), para definir e hierarquizar os objetivos de uma sequência de atividades didáticas é necessário que o professor:

- Selecione os conteúdos que serão abordados na unidade didática;
- Delimite procedimentos científicos (processos e técnicas);
- Delimite atitudes científicas (valores, normas e atitudes);
- Averigue as ideias prévias dos alunos;
- Considere as exigências cognitivas do conteúdo;
- Delimite as implicações para o ensino.

Esses objetivos se traduzem como a intenção do professor, o que ele deseja alcançar durante o processo de ensino-aprendizagem.

Durante a aplicação da sequência didática, houve a interação entre pesquisador e participante o que caracteriza este trabalho como sendo uma pesquisa-ação.

A pesquisa-ação na área do ensino possibilita a reflexão na prática pedagógica do próprio pesquisador (docente), pois este participa do universo da pesquisa. Tripp (2005, p. 457) afirma que “o pesquisador tem em mira contribuir para o desenvolvimento [dos estudantes], o que significa que serão feitas mudanças para melhorar a aprendizagem e a auto estima de seus alunos, para aumentar interesse, autonomia ou cooperação e assim por diante”.

A sequência didática ficou organizada desta forma:

Momentos	Aulas	Descrição
1º momento	1 aula	Apresentação do projeto e verificação dos conhecimentos matemáticos para o estudo de soluções através de uma atividade previa com 5 questões abertas sobre unidades de medida e suas transformações, sequencia numerica, raciocinio logico regra de tres.
2º momento	2 aulas	Revisão dos conhecimentos da matemática expressos na atividade previa através de aula expositiva e resolução de atividades explicativas, para fixação da aprendizagem.
3º e 4º momentos	2 aulas	Aula experimental sobre solubilidade e tipos de soluções com metade dos alunos das turmas enquanto a outra metade resolvia algumas questões sobre conceito de soluções
5º momento	1 aula	Introdução ao estudo de soluções (soluto, solvente, tipos de soluções, coeficiente de solubilidade) em aula expositiva e discursiva do cotidiano verificando o que é uma solução?
6º momento	6 aulas	Aula sobre as concentrações em soluções. Falaremos dos tipos de concentrações que existem e estão presentes no cotidiano, como a apresentação de rótulos de embalagens de bebidas, e os cálculos que são necessários para a resolução de problemas. Alem de diluição e misturas com mesmo soluto.
7º momento	1 aula	Avaliação final (uma avaliação escrita valendo 4,0 pontos sobre o conteúdo e abordagens vistas durante a aplicação do projeto e obrigatório em relação ao colégio.)
8º momento	1 aula	Auto avaliação do projeto (para os alunos informarem se realmente a sequência didática os ajudou ou não no ensino de soluções).

Primeiramente foi apresentado o projeto a turma e entregue aos estudantes um questionário “Apêndice A” que serviu como sondagem dos conhecimentos prévios matemático básico para o estudo de soluções (Unidades de medida e suas transformações, potenciação, razão e proporção, regra de três). O questionário foi respondido em aula e entregue para o professor. Nas questões da atividade procuramos verificar algum conhecimento matemático como descrito abaixo:

QUESTÃO 1: Buscamos verificar os conhecimentos dos alunos sobre qual a razão existente em cada sequência numérica para assim descobrir o próximo número, ajudando assim a manter um raciocínio matemático.

QUESTÃO 2: O objetivo foi verificar se os alunos conseguiriam ter um raciocínio lógico para achar a cor de cada bola. Não necessitaria de cálculo apenas a lógica.

QUESTÃO 3: Buscamos verificar se os alunos possuam conhecimentos sobre algumas unidades de medida (massa e volume) e sua transformação de quilo para tonelada e a verificação de litro para mililitro.

QUESTÃO 4: Buscamos verificar se os alunos conseguiam utilizar a regra de três simples.

QUESTÃO 5: Nesta questão procuramos novamente trabalhar unidades de medida para identificar os conhecimentos prévios dos alunos.

Após a análise das respostas dos estudantes nas cinco questões do teste de avaliação. Apresentamos e discutimos com eles os resultados e reforçamos em outras questões nas atividades subsequentes, os conteúdos que eles apresentaram mais dificuldades.

Depois foi entregue o material Apêndice B para realização de aula experimental sobre solubilidade e tipos de soluções, em nível introdutório, levando em consideração os conhecimentos prévios dos estudantes, a fim ativar seus subsunçores para a introdução do conhecimento que se pretende ensinar. No final, o material foi recolhido pelo professor, tornando-se um dos componentes da avaliação.

Na sequência foram explicados os conceitos de concentrações e porcentagem através de questões-problemas envolvendo rótulos de bebidas. Após, os estudantes fizeram algumas atividades de sistematização e no fim retomaram as questões da situação-problema a fim de resolvê-las utilizando o conteúdo ensinado/aprendido. Nesta hora, bem como durante as explicações conceituais, o professor pesquisador pôde avaliar a aprendizagem dos estudantes através da participação dos mesmos nas aulas e pelas dúvidas durante a execução dos exercícios.

Posteriormente, a fim de fazer o fechamento do conteúdo bem como elevá-lo a um nível maior de complexidade e avaliar a aprendizagem dos estudantes, propusemos uma avaliação com 10 questões com quais pudemos averiguar se houve uma melhora na resolução das questões e do uso dos juízos matemáticos.

## 5. ANÁLISE DE DADOS

### 5.1 Sujeitos da Pesquisa

O ambiente de sala de aula deve permitir ao professor direcionar a atenção dos alunos para certos aspectos relevantes da matéria, utilizando práticas pedagógicas que aproximem a realidade do aluno com os conhecimentos científicos. 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 deve ser responsável pela construção de um ambiente favorável que possa contribuir para a eficácia da aprendizagem.

Nesse contexto, muitos alunos viam a química como uma disciplina “complicada” e de difícil aprendizagem, também alguns alunos não demonstravam interesse em aprender, pois não prestavam atenção nas aulas (conversando, teclando no celular, ouvindo música) atrapalhando no aprendizado da disciplina, acrescentando a isso dificuldades em alguns conteúdos da matemática básica.

### 5.2 Atividade Prévia - Relacionados ao conceitos básicos de matemática e sua aplicação na química.

A análise dos questionários permitiu agrupar as respostas dos alunos em categorias. Podemos observar em cada questão os percentuais de acerto e erro de cada turma analisada e a seguir expresso em gráficos que apresentam o quantitativo de alunos e o grau de certeza das respostas em cada categoria. (Gráfico 1 e 2)

#### QUESTÃO 1

Abaixo serão apresentados várias sequências numéricas obedecendo uma certa lógica quantitativa. Observe a sequência e tente descobrir a lei que norteia a sua construção para assim escrever o próximo elemento da sucessão:

- a) 1, 3, 5, 7, \_\_\_\_
- b) 0, 1, 4, 9, 16, 25, 36, \_\_\_\_
- c) 0, 4, 16, 36, 64, \_\_\_\_

Em termos percentuais no 2º ano turma 1 tivemos 26 alunos acertaram a questão (68,4%) e 12 alunos erraram (31,6%) enquanto na turma 2º ano turma 2 tivemos 10 alunos



que acertaram a questão (41,7%) e 14 alunos erraram (58,3%).

#### QUESTÃO 2

Um estudante tem 3 bolas: A, B, C. Pintou uma de vermelho, uma de branco e outra de azul, não necessariamente nesta ordem. Somente uma das afirmativas a seguir é verdadeira:

- I. A é vermelha.
- II. B não é Vermelha.
- III. C não é azul

Qual a cor de cada bola?

As respostas indicaram que os alunos não dominam a lógica e não conseguem resolver. Pois tivemos um resultado que 2º ano turma 1, 4 alunos acertaram (10,5%) e 34 alunos erraram (89,5%) enquanto na turma 2 2 alunos acertando (8,3%) e 22 que erraram (91,7%).

#### QUESTÃO 3

Uma pessoa vai ao açougue, e compra 5 kg de carne para um churrasco em sua casa. Além da carne ele compra 8 litros de refrigerante para oferecer aos convidados qual os valores da quantidade de carne e de refrigerante respectivamente, em toneladas e em mililitro?

O resultado foi que 2º ano turma 1 tiveram 21 acertos (55,3%) e 17 erros (44,7%) enquanto na turma 2 tiveram 1 acertos (4,7%) e 23 erros (95,3%).

#### QUESTÃO 4

Quantas moléculas de água ( $H_2O$ ) existem em 4,7 mol desta substancia a 27°C e 1 atm?

As respostas dos alunos foram: 2º ano turma 1 tiveram 13 acertos (34,2%) e 25 erros(65,8%) enquanto na turma 2 tiveram 9 acertos 37,5% e 15 erros 62,5%.

#### QUESTÃO 5

Transforme as unidades de medida abaixo

- a) 1,5m em mm
- b) 5cm<sup>3</sup> em L

O 2º ano turma 1 teve 19 acertos (50%) e 19 erros (50%) enquanto na turma 2 tiveram 5 acertos 20,8% e 19 erros 79,2%.

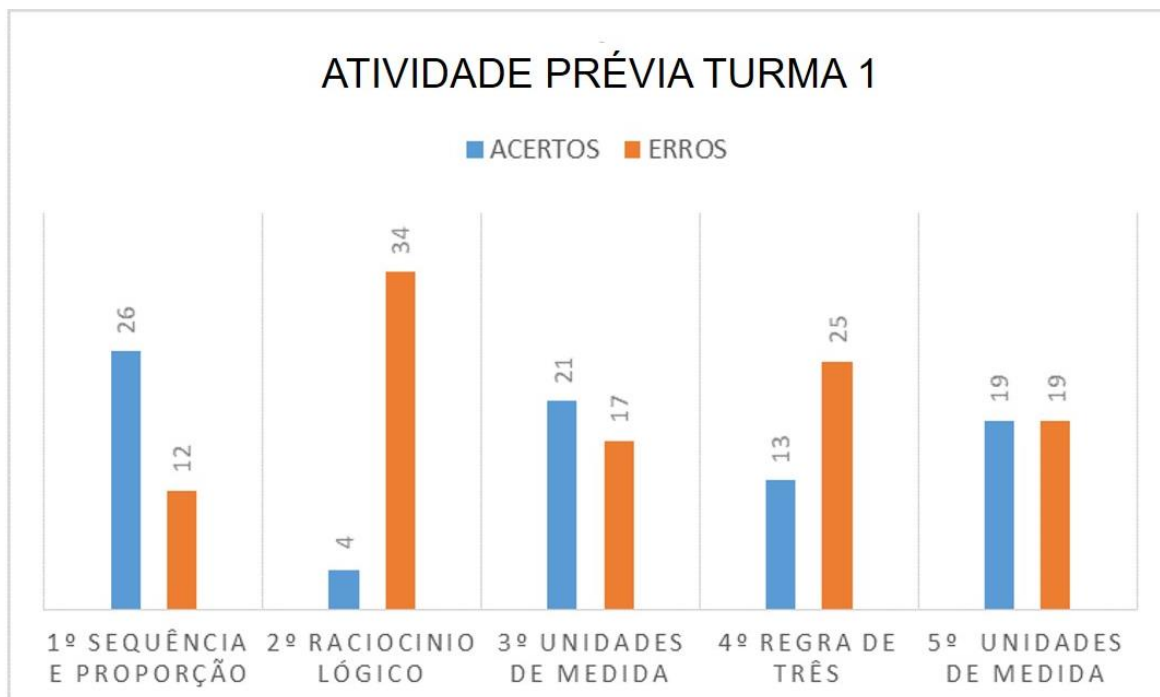


Gráfico 1 Resultado da atividade prévia 2ºano turma 1 quantidade de acertos e erros.

Fonte: Almeida, 2020

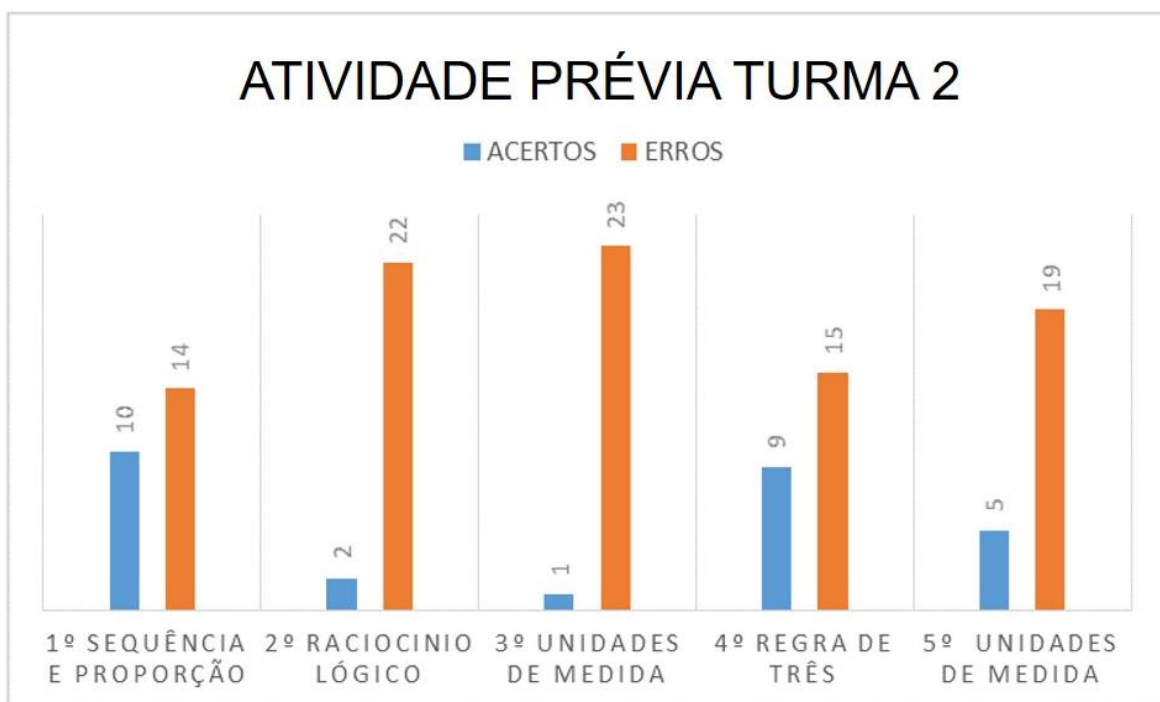


Gráfico 2 Resultado da atividade prévia 2ºano turma 2 quantidade de acertos e erros.

Fonte: Almeida, 2020

Observamos que a maioria dos alunos demonstraram grande dificuldade para a resolução e compreensão dos conceitos da matemática e na resolução destes cálculos. Muitos destes alunos não conseguiram realizar transformações de grandezas, regra de três simples e raciocínio lógico matemático, conhecimentos básicos que já deveriam ser do domínio desses alunos no ensino médio.

Também observamos uma diferença dos conhecimentos prévios da matemática em alunos das turmas, pois a turma 1 houve a participação de todos, demonstrando um interesse maior na resolução das questões, enquanto na turma 2 apenas 24 alunos dos 38 fizeram a atividade prévia, os outros faltaram e optaram por não fazer a atividade em outra oportunidade.

### **5.3 Descrição das Atividades Experimentais**

Tema: SOLUBILIDADE E SATURAÇÃO DAS SOLUÇÕES. (apêndice B)

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. 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 atividade experimental: (1) Colocar água em um dos copos até a metade; (2) Vá adicionando sal e misturando até que se forme um corpo de fundo na solução, ou seja, até que certa quantidade de sal não se dissolva mais na água por mais que você misture. (3) Separe a solução do corpo de fundo, passando-a para outro copo. (4) Agora vá adicionando aos pouco o álcool nessa solução. (5) Observe o que ocorre à medida que você coloca cada vez mais álcool.

Na segunda parte do experimento a sequência de procedimentos para esta aula prática de solubilidade dos sais: (1) Procedimento: numerar os copos de 1 a 10. (2) Procedimento: inicialmente, cada grupo de alunos deve pegar 1 colher de chá de cada um dos sais (Cloreto de sódio; Permanganato de potássio; Sulfato de alumínio; Sulfato de cobre; Bicarbonato de sódio). Em seguida, os sais devem ser colocados cada um em um copo. (3) Em uma folha, deve ser anotado o sal que foi adicionado em cada copo. (4) Adicionar, utilizando um béquer, 20 mL de água fria nos copos que contêm os cinco sais diferentes. Logo em seguida, mexer bastante e observar o que ocorre; (5) Utilizando um béquer, adicionar 20 mL de água quente nos copos que contêm os cinco sais diferentes. Logo em seguida, mexer bastante e observar o que ocorre.

Os alunos fizeram a descrição macroscópica dos sistemas obtidos. A partir dessa descrição buscou-se construir o conceito de solubilidade, solução, soluto e solvente. Neste momento, foi informado para os alunos que a solubilidade depende das interações microscópicas entre as partículas componentes da mistura.

Após a execução da primeira parte da experiência procuramos construir de forma dialogada com os alunos os conceitos de solução, soluto, solvente, solubilidade, tipos de

soluções (saturada, insaturada e supersaturada). Foi possível estabelecer a ideia de que solução pode ser qualquer mistura homogênea sólida, líquida ou gasosa.

Ao final desta segunda etapa foi possível discutir a influência da temperatura na solubilidade. Buscou-se também estabelecer relação porque em alguns lugares tem água mais salgada que em outros. Debates que as elevadas temperaturas da água do mar favorecem o aumento de solubilidade do cloreto de sódio tornando a água ainda mais salgada. Assim os sais podem dissolver em maior quantidade com aumento de temperatura o que foi observado nos copos com vários sais.

#### 5.4 Atividade Sobre Concentrações a Partir de Um Rótulo de Refrigerante.

##### (Apêndice C)

Considere o rótulo do refrigerante sobre a bancada. Responda as questões abaixo com base nas informações do rótulo (Figura 1).

Figura 1 – Rótulo de Fanta Laranja



<https://www.cocacolabrazil.com.br/marcas/fanta/fanta-laranja>

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

Na atividade buscamos verificar conhecimentos relacionados aos aspectos quantitativos das soluções e o conhecimento matemático para a resolução. 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.

- Qual a concentração de açúcar no refrigerante em g/L?

No rótulo do refrigerante encontra-se indicado 26 g de açúcar para cada porção de 350 ml da bebida, conforme Figura 1 acima. Seria razoável buscar a resposta para o item através da conversão de unidades de volume e utilização de uma regra de três simples. Isso permite considerar que aquilo que nos parece um procedimento trivial pode ser um grande obstáculo para o aluno.

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

Aluno 21, Turma 1 - Transcrição da resposta

$$2 \text{ L} \text{ _____ } 26 \text{ g}$$

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

$$2X = 26$$

$$X = 26/2$$

$$X = 13 \text{ g/L}$$

Aluno 09, Turma 2

$$1 \text{ _____ } 26$$

$$2 \text{ _____ } X$$

$$1X = 26 \cdot 2$$

$$1X = 52$$

$$X = 52 \text{ g/L}$$

Neste item (a) a turma 1 apresentou um percentual de acerto de cerca de 53% dos alunos contra 47% que erraram ou não fizeram. Enquanto a turma 2 o percentual de acerto foi cerca de 43% dos alunos e cerca de 57% destes alunos erraram ou não fizeram a questão.

Pode-se observar que estes estudantes demonstraram noções de proporcionalidade. Porém não conseguiram fazer uma leitura adequada do rótulo para responder ao que era solicitado no item em discussão. Parece que não perceberam que a massa de 26 g informada se relacionava com o volume de 350 ml.

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, ou outra possibilidade é a ausência de subsunçores específicos na estrutura cognitiva relacionados com os conceitos de massa e volume, ou ainda que eles não compreenderam que a concentração é estabelecida pela razão entre a massa do soluto em gramas (g) pelo volume da solução em litros (L).

O estudante que errou 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.

Já aqueles estudantes que acertaram conseguiram assimilar o conteúdo e aplicar na questão.

b) Qual a concentração de açúcar em mol/L? Massa molar do açúcar: 342 g/mol.

A análise dos registros dos alunos permitiu verificar que na turma 1 20% dos alunos acertaram e 80% erraram. Já na turma 2 cerca de 21% acertaram e 79% dos alunos erraram o item. 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 08, 2° C

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

$26 \text{ _____ } 342 \text{ g/mol}$

$342X = 26$

$X = 26 / 342$

$X = 0,08 \text{ g/mol}$

O aluno até desenvolveu a proporcionalidade da quantidade de matéria, porém não prosseguir 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 26 g.

Aluno 15, 2°D

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

$X \text{ _____ } 18$

$18 = 342X$

$X = 18 / 342$

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

O aluno tentou intuitivamente resolver o item por meio de uma regra de três. Entretanto é possível verificar dois erros nos procedimentos de cálculo. O primeiro deles se refere ao valor de 18 g para a massa de soluto em cada litro de refrigerante, não sabemos porque foi utilizado pois não tem essa informação em nenhum dado da questão. 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.

As dificuldades apresentadas pelos alunos na determinação da concentração de sacarose em mol/L podem ser justificadas como ausência de subsunçores 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 duas latas com 350 mL do refrigerante?

Na turma C somente 26,3% dos alunos erraram o item. No 2º D 55% erraram. A seguir algumas respostas incorretas dos alunos.

Aluno 07, 2º D

$$350 \text{ mL} \times 26 \text{ g} = 9100 \text{ g}$$

O cálculo realizado pelo aluno revela ausência certamente de disponibilidade de subsunçoes adequados que o impediu a uma análise crítica do resultado encontrado.

Aluno 12, 2ºC

$$1,5 \text{ L} \text{ _____ } 26$$

$$350 \text{ _____ } X$$

$$1,5X = 350 \times 26 \quad 1,5X = 9100 \quad X = 6066,67\text{g}$$

O aluno cometeu dois erros. O primeiro foi relacionar o valor de 26 g de sacarose ao volume de 1,5 L 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, e um comportamento mecânico na resolução das atividades sistematizando assim a sua resolução e não buscando um raciocínio lógico matemático. Também é possível verificar confusão na obtenção de dados a partir das informações fornecidas no rótulo.

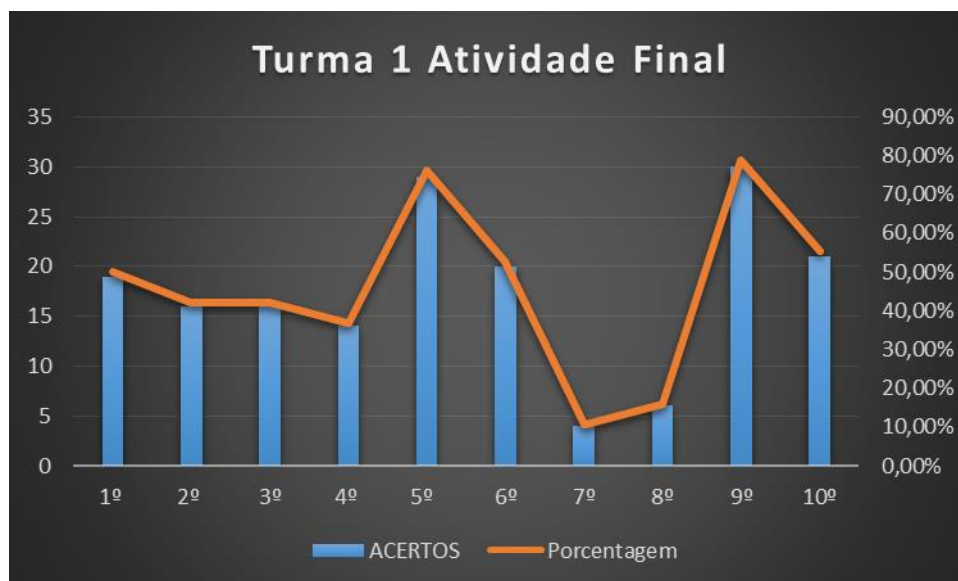
O teste tornou manifesto a dificuldade de alguns alunos em relacionar a interpretação das questões com a utilização dos juízos matemáticos necessários para realiza-la. A matemática é um dos principais pré-requisitos para o estudo de Química no 2º ano do ensino médio. É razoável que os alunos tenham sólidos 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.

## 5.5 Avaliação final.

A avaliação final era composta por 10 questões, 02 questões de múltipla escolha e 08 questões subjetivas (abertas). As questões de solubilidade das soluções precisam do conhecimento de regra de três simples e unidades de medidas para a resolução, as outras poderiam utilizar as fórmulas das concentrações, diluição e mistura com mesmo soluto, que estavam escrita no quadro. (Apêndice D)

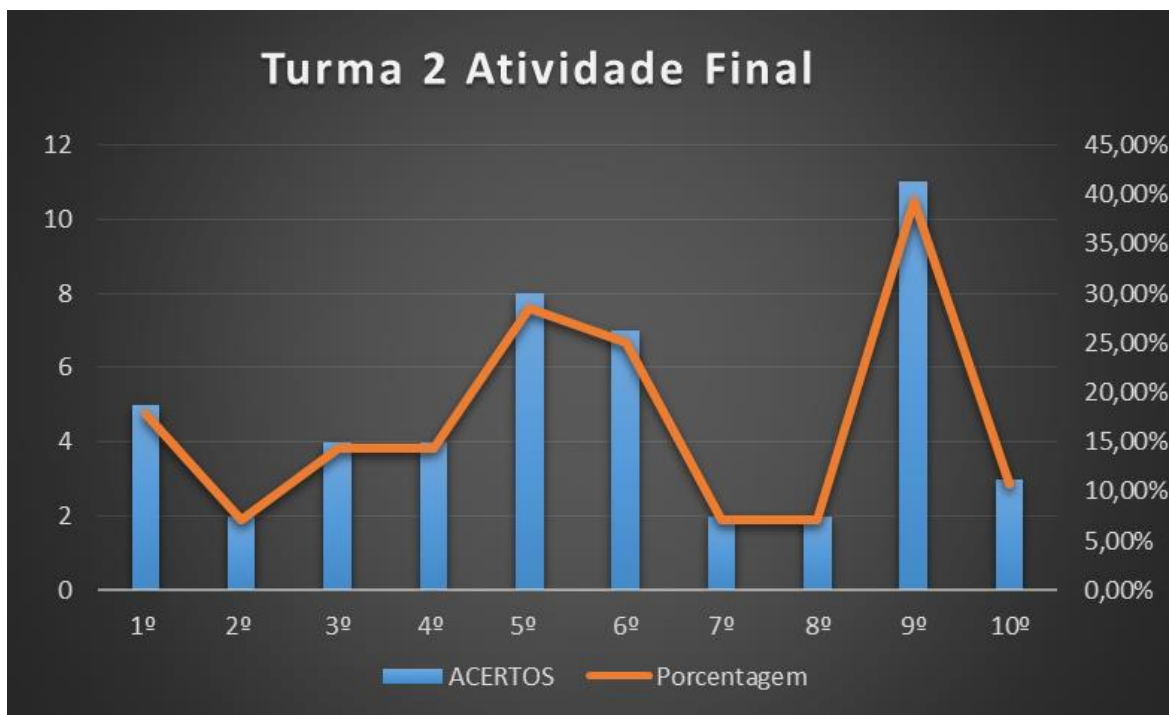
As questões que envolveram cálculos de solubilidade (1 e 2) tinham como objetivo trazer ao aluno uma visão da quantidade de soluto necessário para cada solvente e mostrar que este cálculo pode ser feito apenas com uma simples regra de três. Apesar de ambas questões serem parecidas, houve uma queda no percentual de acertos deixando em dúvida se realmente todos tem mesmo o domínio dos juízos matemáticos necessários para a resolução das questões.

As outras questões só precisavam observar as unidades de medida e transformá-las antes de aplicar nas formulas de concentrações, que foram dadas na avaliação, ou realização de regra de três ou uma razão ou proporção. Assim podemos observar o resultado de acertos com sua porcentagem de acertos por questão de cada turma (Gráficos 3 e 4)



**Gráfico 3: Resultado da atividade final Turma 1 quantidade de alunos que acertaram e porcentagem de acerto da turma. Fonte: Almeida, 2020.**





**Gráfico 4: Resultado da atividade final Turma 2 quantidade de alunos que acertaram e porcentagem de acerto da turma. Fonte: Almeida, 2020**

Essas dificuldades demonstradas durante os cálculos já eram esperadas, pois de acordo com Ferreira (2015, p. 37), é importante entender esses obstáculos enfrentados pelos alunos a fim de que se possa planejar um bom trabalho cujo objetivo é o desenvolvimento do processo de ensino aprendizagem dos conceitos químicos.

Ainda de acordo com Ferreira (2015, p. 37), as principais dificuldades de aprendizagem encontradas na literatura são: pouca compreensão do nível microscópico, não compreensão dos conceitos químicos envolvidos, dificuldade em diferenciar fenômenos físicos de químicos, falta de habilidade em operar com variáveis durante exercícios dentre outras.

Assim, apesar de termos uma melhora no resultado final comparado à atividade prévia, resultante de termos trabalhado muito com a matemática na química, alguns alunos não conseguiram resolver e aplicar os juízos necessários na resolução correta ou parcial de muitas das questões, muitas vezes deixando a questão sem resolução ou ideia base de como resolver.

O fato nos leva a conjecturar que pode ter sido um lapso de atenção casual na coleta dos dados necessários para a resolução das questões, ou outra possibilidade é a ausência de subsunçores específicos na estrutura cognitiva e falta de compreensão do conteúdo abordado juntamente como pode ser também a forma como foi elaborada a avaliação não favorecendo assim um maior avanço na compreensão dos juízos matemáticos e da química.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa buscou aplicar a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) durante as etapas de uma sequência didática, visando a promover uma evolução, bem como a significação no processo de ensino-aprendizagem. Sabe-se que os problemas enfrentados durante o processo de ensino-aprendizagem, muitas vezes, vão além da sala de aula, envolvendo também aspectos sociais, e é por isso que se deve dar mais importância a aproximação do conhecimento científico ao cotidiano.

A criação de ambientes nos quais os alunos se 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 alguns professores em particular.

Os referenciais da Teoria da Aprendizagem 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.

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 um avanço conceitual e de raciocínio matemático, apesar de não apresentar um crescimento significativo como um todo mas em alguns alunos houve uma real evolução na aplicação dos juízos matemáticos.

É razoável que o estudante do ensino médio tenha domínio da escrita de números, operações fundamentais, interpretação de gráficos, diagramas e tabelas, noções de razão e proporção e notação científica. O desconhecimento de alguns conteúdos em Matemática desvelados nos testes representaram uma dificuldade suplementar para a aprendizagem significativa dos conceitos relacionados ao estudo das soluções.

É possível destacar a necessidade de promovermos estratégias de ensino que levem à práticas pedagógicas mais próximas ao cotidiano dos alunos, e também uma maior interdisciplinaridade, não apenas da química e matemática, as quais foram objetos de estudo desta pesquisa, mas de todas as áreas de conhecimento, para que o aluno tenha uma compreensão melhor da vida e de tudo que o cerca.

Foi possível verificar que os alunos continuam com dificuldade na resolução de problemas mesmo após a mediação das atividades práticas e de reforço. 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 e mecanizadas. 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.

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, que poderá resultar numa melhora significativa na compreensão e aprendizagem do conteúdo que possa ser adquirido.

A aceitabilidade da sequência didática foi muito boa, pois foi perceptível maior interesse durante as aulas, a turma mostrou-se bastante participativa. Sendo assim é necessário estabelecer uma ligação entre os conteúdos das disciplinas de matemática e química mostrando para os alunos a utilidade de cada conceito estudado, que servem para prepará-los para novos conhecimentos com níveis maiores de abstração. De fato, os conceitos têm o objetivo de acrescentar e enriquecer e que não deve ser visto e descartado. Eis, em nosso entender, o grande desafio.

## 7. REFERÊNCIAS

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

AUSUBEL, David Paul **Aquisição e retenção de conhecimentos. Trad. The acquisition and retention of knowledge**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. 2000.

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

BEJARANO; JUNIOR, SANTOS A **interdisciplinaridade no ensino de química**. UFBA, Bahia, 2010.

BRAATHEN, C. P. **Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa no processo de ensino-aprendizagem de Química**. Revista Eixo, Viçosa, v. 1, n. 1, p. 63-69, jun. 2012. Disponível em: <http://revistaeixo.ifb.edu.br/index.php/RevistaEixo/article/view/53>. Acesso em: 20 nov. 2019.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Ensino Fundamental**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Ensino Médio e Tecnológico**. Brasília: MEC/SEMT, 2000.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Ensino Médio e Tecnológico**. Brasília: MEC/SEMT, 2002.

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

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

BROWN, A.C.: **On the theory of isomeric compounds**. J. Chem. Soc. 18, 230–245 (1865)

CARMO, M. P.; MARCONDES, M. E. R. **Abordando Soluções em sala de aula: uma experiência de ensino a partir das ideias dos alunos**. Química Nova na Escola, n. 28, maio 2008.

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.

CHASSOT, A. **Catalisando transformações na educação**. Ijuí: Editora Unijuí, 2003.

CLEMENTINA, C.M. **A importância do ensino da química no cotidiano dos alunos do Colégio Estadual São Carlos do Ivaí de São Carlos do Ivaí-PR**. Paraná, 2011.

COMTE, A.: **The Positive Philosophy of Auguste Comte** (ed. and trans. by H. Martineau). Kegan Paul, London (1893)

DIRAC, P.A.M.: **Quantum mechanics of many-electron systems**. Proc. R. Soc. A. 123,

714–733 (1929)

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

FERNANDES, E. **David Ausubel e a aprendizagem significativa.** São Paulo, Nova Escola, 1 dez. 2011. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/262/david-ausubel-e-a-aprendizagem-significativa>. Acesso em: 16 outubro 2019.

FERREIRA, J. M. G. de. **Dificuldades de aprendizagem do conteúdo de soluções: proposta de ensino contextualizada.** Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Instituto de Química. Natal, RN, fevereiro de 2015.

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

KLEIN, D. J. **Mathematical Chemistry! Is it? And if so, what is it?.** Revista Hyle, V. 19, n.1., 2013, p.35- 85.

MENESES, F. M. G. de.; NUÑEZ, I. B. **Erros e dificuldades de aprendizagem de estudantes do ensino médio na interpretação da reação química como um sistema complexo.** Ciênc. Educ. (Bauru) vol.24 n°.1 Bauru jan./mar. 2018.

MOREIRA, M.A. (2012). **Organizadores prévios e Aprendizagem significativa.** Revista Chilena de Educação Científica, ISSN 0717-9618, vol. 7, n° 2, 2008

MOREIRA, M.A. **Aprendizagem significativa: um conceito subjacente.** Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V1(3),2011.

MOREIRA, M.A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Porto Alegre, Instituto de Física da UFRGS. 2012.

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

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.

OCDE. **Helping the weakest students essential for society and the economy says OECD,** 2016. Disponível em: <http://www.oecd.org/education/helping-the-weakest-students-essential-for-society-and-the-economy-says-oecd.htm>.

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

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.

- POMBO, O. **A Escola, a Recta e o Círculo**. Lisboa: Relógio D' Água Editores, 2002.
- RETREPO, G. **To mathematize, or not mathematize chemistry**. Springer Science. 2013, p.185-197.
- RETREPO, G. VILLAVECES, J.L. **Mathematical Thinking in Chemistry**. Revista Hyle, V. 18, n.1, maio. 2012, p.3-22.
- ROCHA, J. S.; VASCONCELOS, T. C. **Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões**. ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18.; 2016, Florianópolis. [Anais...]. Florianópolis: Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.
- 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.
- SILVA, G. R. **A importância de ensinar matemática e como ensiná-la na educação infantil**. Rio de Janeiro, 2013.
- 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, Aroldo Justino da; LOPES, Alcinei Pereira; RUBEM, Cleidosn Melo: **Dificuldades no Ensino e aprendizagem de Química no 2º ano do Ensino Médio em uma Escola Estadual no Município de Tabatinga-AM**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA, 12, 06-08 ago. 2014. Fortaleza, CE.
- URQUIETA, E.S. **O Ensino de Química e sua Adequação Metodológica**. São Carlos, 1991. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de São Carlos.
- 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.

## APÊNDICE

Apêndice A – Atividade prévia.

Atividade de conhecimentos prévios

1. Abaixo serão apresentados várias sucessões numéricas obedecendo uma certa lógica quantitativa. Observe a sucessão e tente descobrir a lei que norteia a sua construção para assim escrever o próximo elemento da sucessão:

d) 1, 3, 5, 7, \_\_\_\_

e) 0, 1, 4, 9, 16, 25, 36, \_\_\_\_

f) 0, 4, 16, 36, 64, \_\_\_\_

2. Um estudante tem 3 bolas: A, B, C. Pintou uma de vermelho, uma de branco e outra de azul, não necessariamente nesta ordem. Somente uma das afirmativas a seguir é verdadeira:

I. A é vermelha.

II. B não é Vermelha.

III. C não é azul

Qual a cor de cada bola?

3. Uma cliente vai ao açougue, e compra 5 kg de carne para um churrasco em sua casa. Além da carne ele compra 8 litros de refrigerante para oferecer aos convidados quais os valores da quantidade de carne e de refrigerante respectivamente, em toneladas e em mililitro?

4. Quantas moléculas de água ( $H_2O$ ) existem em 4,7 mol desta substancia a  $27^\circ C$  e 1 atm?

5. Transforme as unidades de medida abaixo

a) 1,5m em mm

b)  $5cm^3$  em L



## Apêndice B: aula experimental

### Aula Prática

#### 1. SOLUBILIDADE E SATURAÇÃO DAS SOLUÇÕES.

Para deixar claro para os alunos como ocorre a solubilidade de diferentes solutos nos solventes e como isso afeta a saturação das soluções. Ela é bem simples, mas deixa bem claro se a água que está saturada de sal consegue dissolver mais alguma coisa.

Materiais e reagentes:

- \* Água;
- \* Sal de cozinha;
- \* Álcool etílico 92°GL;
- \* 2 copos transparentes;
- \* 1 colher para misturar.

Procedimento experimental:

Coloque água em um dos copos até a metade. Vá adicionando sal e misturando até que se forme um corpo de fundo na solução, ou seja, até que certa quantidade de sal não se dissolva mais na água por mais que você misture. Separe a solução do corpo de fundo, passando-a para outro copo.

Agora vá adicionando aos pouco o álcool nessa solução. Observe o que ocorre à medida que você coloca cada vez mais álcool.

#### 2. SOLUBILIDADE DOS SAIS

##### MATERIAIS E REAGENTES

- Cloreto de sódio;
- Permanganato de potássio;
- Sulfato de alumínio;
- Sulfato de cobre;
- Bicarbonato de sódio;
- Água quente;
- Água fria;
- Copos descartáveis;
- Colheres descartáveis.

##### PROCEDIMENTOS

Sequência de procedimentos para esta aula prática de solubilidade dos sais:

- 1 Procedimento: numerar os copos de 1 a 10;
- 2 Procedimento: inicialmente, cada grupo de alunos deve pegar 1 colher de chá de cada um dos sais. Em seguida, os sais devem ser colocados cada um em um copo.

Observação: em uma folha, deve ser anotado o sal que foi adicionado em cada copo.

- 3 Procedimento: adicionar, utilizando um béquer, 20 mL de água fria nos copos que contêm os seis sais diferentes. Logo em seguida, mexer bastante e observar o que ocorre;

- 4 Procedimento: adicionar, utilizando um béquer, 20 mL de água quente nos copos que contêm os seis sais diferentes. Logo em seguida, mexer bastante e observar o que ocorre.

#### QUESTIONÁRIO

- a) O que solubilidade?
- b) Defina soluto, solvente e solução.
- c) Como saber se a solução é saturada, insaturada ou supersaturada?
- d) Todos os sais apresentaram a mesma facilidade em dissolver na água quente ou na fria?

## Apêndice C – Atividade de fixação

Considere o rótulo do refrigerante sobre a bancada. Responda as questões abaixo com base nas informações do rótulo (Figura 1).

Figura 1 – Rótulo de Fanta Laranja



<https://www.cocacolabrazil.com.br/marcas/fanta/fanta-laranja>

- 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 duas latas por dia com 350mL do refrigerante?"

## Apêndice D - Avaliação Final

### Avaliação final II Unidade

1. Sabendo que a solubilidade de um sal a 100 °C é 39g/100g de água. Calcule a massa de água necessária para dissolver 780g deste sal na mesma temperatura.
2. O coeficiente de solubilidade de um sal é de 60g por 100g de água a 80°C qual a massa desse sal, na mesma temperatura, para saturar 80g de água?
3. Evapora-se totalmente o solvente de 250 mL de uma solução aquosa de  $MgCl_2$  de concentração 8,0 g.L<sup>-1</sup>. Quantos gramas de cloreto de magnésio são obtidos?
4. Qual volume final que deve ter uma solução para que tenha concentração igual a 10 g.L<sup>-1</sup> a partir de 25g de soluto?
5. Qual a molaridade de uma solução que contém 160g de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) em 620 cm<sup>3</sup> de solução? Dados as massas dos átomos: H=1; S=32, O=16.
  - a) 1,6 M
  - b) 4,5 M
  - c) 2,6 M
  - d) 5,5 M
  - e) 3,6 M
6. Quando se dissolve um comprimido efervescente que contém 1 g de vitamina C em um copo de água, obtém-se cerca de 200 mL de solução aquosa na qual a concentração em mol.L<sup>-1</sup> de vitamina C é igual a:  
Sabendo que MM da vitamina C =  $1,8 \times 10^2$  g.mol<sup>-1</sup>
  - a)  $2,8 \times 10^{-2}$
  - b)  $5,0 \times 10^{-2}$
  - c)  $1,8 \times 10^{-2}$
  - d)  $2,0 \times 10^{-1}$
  - e)  $5,0 \times 10^{-1}$
7. Uma solução contém 30% em massa de soluto. Sabendo que a quantidade de solvente é de 56g. Determine a massa dessa solução.
8. São dissolvidos 45g de hidróxido de sódio em água. Calcule a massa de água, sabendo que o soluto corresponde a 15%, em massa, da solução.
9. Prepara-se uma solução dissolvendo-se 8g de sacarose em 192g de água. Qual é o título dessa solução?
10. Uma solução apresenta massa de 30g e ocupa volume de 40 cm<sup>3</sup> qual é a sua densidade em g/L?

## Apêndice E – Produto Educacional



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM  
QUÍMICA EM REDE NACIONAL – PROFQUI**



MARCUS BRUNNO VIVAS DE ALMEIDA

**PRODUTO EDUCACIONAL**

**COMO DESENVOLVER COM OS ALUNOS DE QUÍMICA UM JUÍZO  
MATEMÁTICO NO ESTUDO DE SOLUÇÕES**

Produto Educacional apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre, no Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB.

Orientador: Prof. Dsc. Rodrigo Veiga Tenório de Albuquerque

Coorientador: Prof. Dsc. Marcos Antônio Pinto Ribeiro

**JEQUIÉ-BA  
DEZEMBRO/2020**

# Sumário.

Sobre o que é este Material Didático	3
Estrutura das Atividades	5
1º Momento	6
2º Momento	7
3º e 4º Momento	7
5º Momento	8
6º Momento	9
7º Momento	14
8º Momento	15
Apêndice A	16
Apêndice B	17
Apêndice C	19
Apêndice D	20
Referências	21



# Sobre o que é este Material Didático

Este Material Didático é destinado a professores de Química do ensino médio, sendo resultado de um trabalho de conclusão do Mestrado Profissional em Química (PROFQUI), oferecido na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB campus Jequié, intitulado Como desenvolver com os alunos de Química um juízo matemático no estudo de Soluções, desenvolvido pelo professor mestrando Marcus Brunno Vivas de Almeida.

O material foi elaborado com objetivo de ser desenvolvido em uma escola de porte grande no interior do sul da Bahia do campo com alunos do 2ª ano do curso regular dividido em duas turmas: Turma 1 e Turma 2.

Destaca-se como um dos aspectos relevantes para o funcionamento de uma escola o reconhecimento e a valorização da identidade de seus sujeitos. Em relação à educação, é pertinente ressaltar que ainda há insatisfação, ocasionada pela falta de contextualização e pelo distanciamento da prática pedagógica, que ora trabalha somente o debate esquecendo-se do conteúdo a ser ensinado, deixando-os à margem sem o conhecimento científico envolvido, ora trabalha somente o conhecimento científico esquecendo-se de seu contexto histórico-cultural, social e político.

Estima-se que as atividades propostas neste Material Didático possam auxiliar os professores de Química no ensino do conteúdo de soluções químicas, que nada mais é do que uma sequência didática fundamentada teoricamente e voltada para a aprendizagem significativa, onde as ideias expressas simbolicamente interagem de maneira não literal e a interação deverá ser com algum conhecimento especificamente relevante, já existente na estrutura cognitiva de quem aprende.

Têm-se a perspectiva de que, a partir da abordagem progressiva e de forma expositiva dialogada do conteúdo de concentração de soluções, o estudante poderá ser capaz de interpretar problemas e rótulos de substâncias, utilizando-se dos conceitos de concentração comum, porcentagem, diluição, concentração em quantidade de matéria. Desta forma, o estudante terá a possibilidade de adquirir competência e habilidade para realizar os cálculos utilizando-se dos conhecimentos alcançados e construídos por meio desta intervenção didática.



Considerando que a Química ensinada na escola deve ser planejada e contextualizada levando em conta o meio em que os estudantes estão inseridos, este guia educacional tem como enfoque o conteúdo de soluções químicas sob a perspectiva de desenvolver um juízo matemático, visando que o ensino de soluções químicas seja aprendido de forma significativa pelo estudante e que esse conhecimento possa ser útil para compreender as bases científicas por trás das técnicas e saberes tradicionais.

Para isso, as atividades propostas estão dispostas em uma sequência didática de oito momentos, em que são discutidas e contextualizadas, as quais são consideradas muito importantes por se tratarem de conhecimento utilizado cotidianamente, no âmbito escolar e familiar em que os estudantes estão inseridos.

A avaliação levará em conta todo o conteúdo e é nela que os estudantes demonstrarão o quanto à aprendizagem foi significativa, uma vez que terão que colocar em prática seus conhecimentos aprendidos em resoluções de questões e atividade prática.

Entretanto, caberá ao professor, no processo de ensino, realizar adaptações das atividades e dos conteúdos apresentados a fim de atender os anseios de seus estudantes, favorecendo o processo de ensino-aprendizagem.



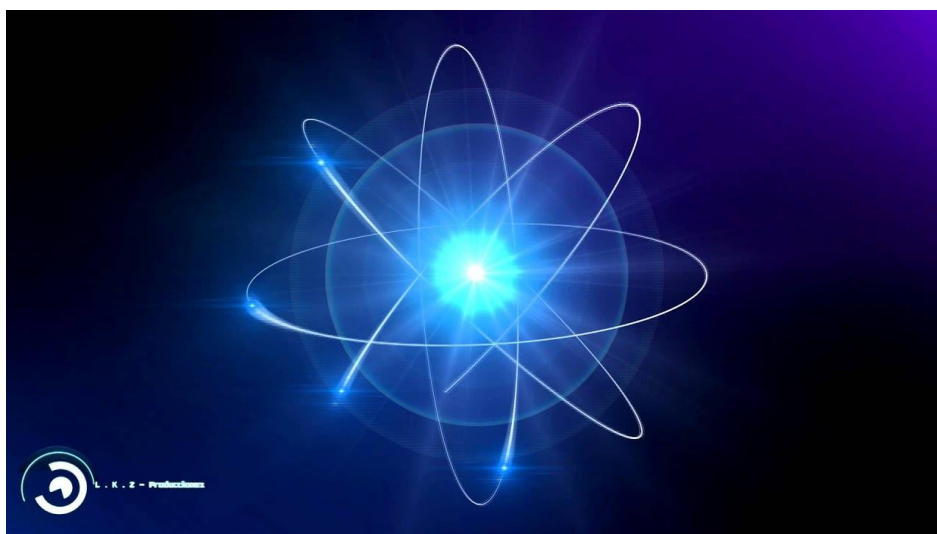
## Desenvolvimento das Atividades em sala de Aula

Momentos	Aulas	Descrição
1º momento	1 aula	Apresentação do projeto e verificação dos conhecimentos matemáticos para o estudo de soluções através de uma atividade previa com 5 questões abertas sobre unidades de medida e suas transformações, sequencia numerica, raciocinio logico regra de tres.
2º momento	2 aulas	Revisão dos conhecimentos da matemática expressos na atividade previa através de aula expositiva e resolução de atividades explicativas, para fixação da aprendizagem.
3º e 4º momentos	2 aulas	Aula experimental sobre solubilidade e tipos de soluções com metade dos alunos das turmas enquanto a outra metade resolvia algumas questões sobre conceito de soluções
5º momento	1 aula	Introdução ao estudo de soluções (soluto, solvente, tipos de soluções, coeficiente de solubilidade) em aula expositiva e discursiva do cotidiano verificando o que é uma solução?
6º momento	6 aulas	Aula sobre as concentrações em soluções. Falaremos dos tipos de concentrações que existem e estão presentes no cotidiano, como a apresentação de rótulos de embalagens de bebidas, e os cálculos que são necessários para a resolução de problemas. Alem de
7º momento	1 aula	Avaliação final (uma avaliação escrita valendo 4,0 pontos sobre o conteúdo e abordagens vistas durante a aplicação do projeto e obrigatório em relação ao colégio.)
8º momento	1 aula	Auto avaliação do projeto (para os alunos informarem se realmente a sequência didática os ajudou ou não no ensino de soluções).

# 1º MOMENTO

O professor deverá apresentar o projeto aos alunos e entregar a atividade previa “Apêndice A” que servirá como sondagem dos conhecimentos prévios sobre o juízos matemáticos na resolução de situações problemas em química.

Primeiramente, o questionário deverá ser respondido em aula, e por último deverão entregá-lo para o professor.



## 2º MOMENTO

Inicialmente, discutir com os estudantes as resoluções e dificuldades observadas na atividade realizada anteriormente e quais as formas de amenizar essa dificuldade, a fim de resgatar os conhecimentos prévios que eles possuem sobre os conceitos básicos da matemática necessário para a resolução de questões sobre soluções.

Pode ser feito também uma parceria com o professor de matemática para ter um reforço deste juízos matemáticos que serão utilizados na química.



## 3º e 4º MOMENTO

Propor uma atividade experimental, em nível bem introdutório, levando em consideração os conhecimentos prévios dos estudantes, e que ative seus subsunçores para a introdução do conhecimento que se pretende ensinar.

Entregar para os estudantes o material “Apêndice B” para que eles em grupo leiam, observem e os colegas como deve ser a melhor organização da aula experimental e resolução das questões conceituais. No final desse momento, o material deverá ser recolhido pelo professor, tornando-se um dos componentes da avaliação.

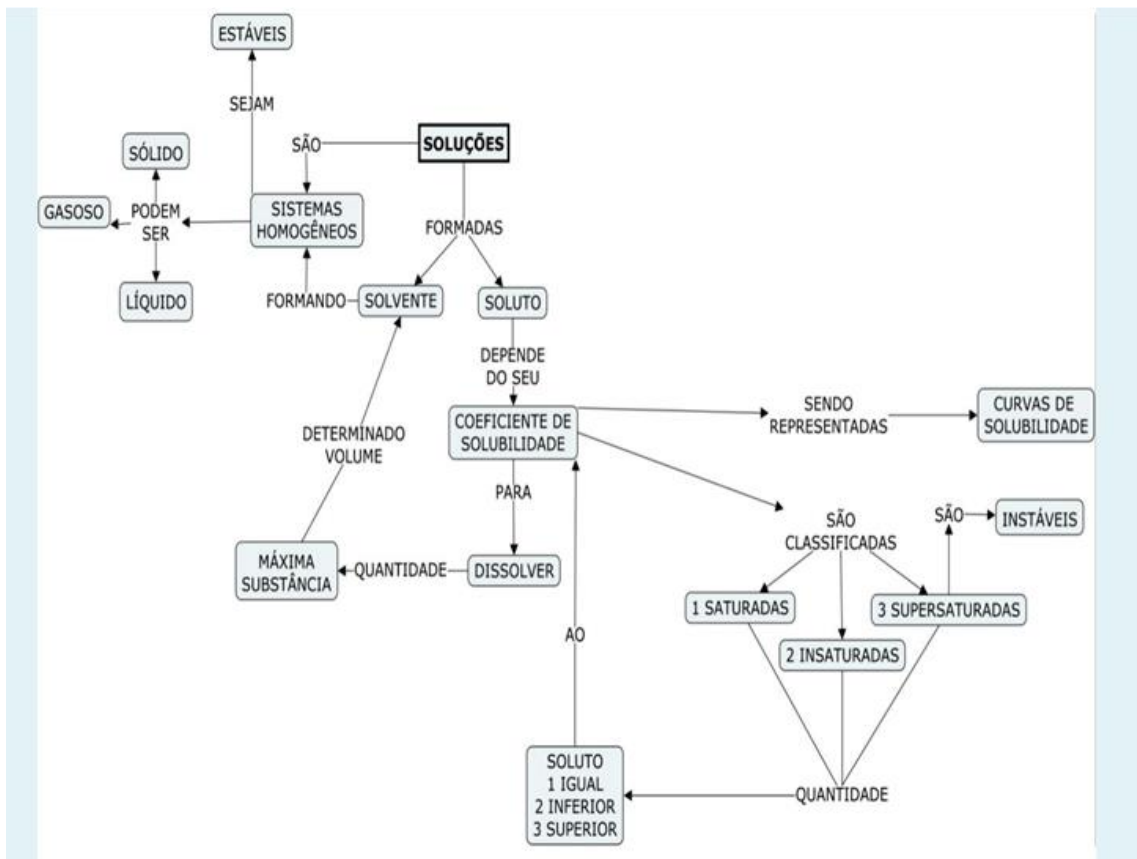
É importante que o professor não ajude os estudantes a responderem as questões, podendo assim, ter uma ideia de como os estudantes interpretam as questões.

Depois que os estudantes responderem e entregarem o material, avisá-los de que as questões serão resgatadas e respondidas na medida que o conteúdo for sendo desenvolvido.



## 5° MOMENTO

O professor deve iniciar o conceito de soluções e seus tipos de soluções buscando extrair dos alunos os seus subconceitos para tornar o conhecimento mais significativo. Pode utilizar um mapa conceitual como este.



## 6º MOMENTO

### ➤ CONCENTRAÇÃO COMUM

A concentração comum de uma solução expressa a massa de soluto presente num certo volume de solução. A unidade no SI (Sistema Internacional) para a concentração comum é em  $\text{g L}^{-1}$  (gramas por litro).

Explicar, neste momento, que um ponto importante sobre este tema é a correta interpretação de informações contidas em rótulos que expressam concentração. Se, no rótulo de um frasco que contém uma solução aquosa, existe a informação de que ela é  $50 \text{ g L}^{-1}$ , isso deve ser interpretado como: existem  $50 \text{ g}$  de soluto em cada litro de solução.

A unidade de medida da concentração comum é em  $\text{g L}^{-1}$ , mas quando se tratar de concentração no geral as quantidades de soluto, solvente e solução, podem ser expressas em massa ( $\text{g}$ ,  $\text{kg}$ , etc.), em volume ( $\text{mL}$ ,  $\text{cm}^3$ ,  $\text{L}$ , etc.) ou número de mols.

Como a solução é um sistema homogêneo, o soluto está homogeneamente distribuído por todo o volume da solução, o que pode ser observado conforme quadro abaixo:

- 50 g ----- 1 L  
 25 g ----- 0,5 L  
 12,5 g ----- 0,25 L  
 10 g ----- 0,2 L  
 5 g ----- 0,1 L

Como a concentração comum é uma relação diretamente proporcional, conhecendo sua concentração inicial é possível calcular sua concentração em quantidades diferentes de massa e volume.

Após a apresentação do conteúdo, demonstrar experimentalmente como preparar uma solução de cloreto de sódio (NaCl) em uma concentração  $9 \text{ g L}^{-1}$  e rotular. Explicar que nesta solução há 9 g de soluto em cada litro de solução e que, na linguagem científica, diz-se que a solução tem concentração  $9 \text{ g L}^{-1}$ . Após a realização da atividade, no quadro abaixo estão algumas sugestões de perguntas que podem ser respondidas pelos estudantes.

Em um rótulo de Cloreto de sódio NaCl(aq)  $9 \text{ g L}^{-1}$

#### APLIQUE O QUE VOCÊ APRENDEU

Interprete o rótulo do frasco de Cloreto de sódio NaCl(aq)  $9 \text{ g L}^{-1}$

- Qual é o soluto? R= Cloreto de sódio (NaCl)
- Quais são os íons presentes nesta solução? R= íon sódio:  $\text{Na}^+(\text{aq})$  e íon cloreto:  $\text{Cl}^-(\text{aq})$
- Qual será a concentração de NaCl(aq) em 30 litros desta solução?

Massa de soluto	Volume de solução
9 g de NaCl -----	> 1 L
X g de NaCl <-----	30 L
X= 270 g de NaCl / L	

- Que volume de solução, em mL, contém 5 g de soluto?

9 g de NaCl -----	> 1 L
5 g de NaCl <-----	X
X= 0,55 L ou 550 mL	

#### ➤ CONCENTRAÇÃO EM PORCENTAGEM

Professor, explicar para os estudantes que porcentagem representa uma fração (parte) de uma centena.

Por exemplo, se temos 100 caixas, sendo que 40 delas estão cheias de areia, dizemos que 40%, ou seja "40 partes de 100", estão cheias, e que as restantes estão vazias (60 caixas, ou 60% nesse caso).

Quanto a porcentagem massa/massa o professor poderá explicar a partir da porcentagem massa/volume e volume/volume, não esquecendo de levar em conta a densidade.

Porcentagem em volume: x% (v/v) relaciona o volume de soluto, em mililitro (mL) em 100 mL de solução.

Ex: o etanol a 70% (v/v), significa que foi feito uma solução na proporção de 70 mL de etanol com 30 mL de água.

Após propor aos estudantes que resolvam cálculos relativos à concentração comum e porcentagem envolvendo algumas problemáticas relacionadas ao cotidiano. As atividades devem ser explicadas pelo professor e resolvidas pelos estudantes.

### SUGESTÃO DE ATIVIDADES DE SISTEMATIZAÇÃO - EXERCÍCIOS

1) Um paciente chegou ao hospital com uma crise de hipertensão. O médico responsável deseja aplicar regularmente nesse paciente o medicamento cloridrato de metildopa. Consultando a bula, o médico obteve as seguintes informações:

Cloridrato de metildopa Apresentação: solução aquosa a 50 g L<sup>-1</sup>

Dose recomendada: de 250 mg a 1.000 mg a cada 6 horas

Como vemos pelos dados acima, o que se administra na veia do paciente é uma solução dessa substância em água.

- Digamos que a intenção seja administrar, a cada 6 horas, a dose mínima de 250 mg do medicamento. Qual o volume de solução que deve ser injetado a cada vez?
- E se a intenção for administrar a dose máxima de 1.000 mg, qual o volume de solução necessário?

2) O gesso agrícola contém 16% m/m de íons cálcio (Ca<sup>2+</sup>). Se a recomendação é a aplicação de 32 kg ha<sup>-1</sup> de íons cálcio (Ca<sup>2+</sup>), quanto de gesso será necessário adicionar ao solo?

### ➤ CONCENTRAÇÃO EM QUANTIDADE DE MATÉRIA (mol L<sup>-1</sup>)

1 mol é a forma de representar a quantidade igual a 6,02 x 10<sup>23</sup> unidades de espécies, e este número, chamado número de Avogadro, representa o número de espécies que pode ser átomos ou moléculas ou íons que têm a massa em gramas igual à massa molar de um átomo ou uma molécula ou um íon.

MOL Grandeza que indica uma determinada quantidade de matéria

1 mol é a quantidade de matéria que contém 6,02 x 10<sup>23</sup> unidades de espécies

Fonte: SANTOS, K.F

Concentração em quantidade de matéria (mol L<sup>-1</sup>) é a relação entre a quantidade de matéria do soluto (n) e o volume da solução em litros (v).



Quando se diz que uma solução apresenta concentração em quantidade de matéria  $3,5 \text{ mol L}^{-1}$ , isso significa que existe  $3,5 \text{ mol}$  da substância em cada litro de solução.

Esta expressão química depende da massa molar do soluto.

Para explicação, sugere-se que o conceito de concentração em quantidade de matéria ( $\text{mol L}^{-1}$ ) seja explicado através da resolução de uma atividade de sistematização – exercício simples para que os estudantes compreendam as relações de proporção envolvidas nos cálculos de preparo de soluções em ( $\text{mol L}^{-1}$ ).

#### Sugestão de exercício para explicação

Qual a massa de ureia ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{s})$ ) é necessária para preparar  $2 \text{ L}$  de uma solução aquosa de concentração  $1,5 \text{ mol L}^{-1}$ ? Massas molares:  $\text{H} = 1 \text{ g mol}^{-1}$   $\text{C} = 12 \text{ g mol}^{-1}$   $\text{N} = 14 \text{ g mol}^{-1}$   $\text{O} = 16 \text{ g mol}^{-1}$

Resolução:

$1 \text{ L}$  de solução de ureia  $\langle \text{-----} \rangle 1,5 \text{ mol}$

$2 \text{ L}$  de solução de ureia  $\langle \text{-----} \rangle X$

$X = 3 \text{ mol}$  de ureia

$1 \text{ mol}$  de ureia  $\langle \text{-----} \rangle 60 \text{ g}$

$3 \text{ mol}$  de ureia  $\langle \text{-----} \rangle X$

$X = 180 \text{ g}$  de ureia é necessária para preparar esta solução.

Professor, após a explicação dos conceitos de concentração em quantidade de matéria ( $\text{mol L}^{-1}$ ), entregar a atividade apêndice C, pois agora eles já possuem os conhecimentos necessários para resolvê-la.

#### Sugestão de atividades de sistematização – Exercícios

1) A concentração de íons fluoreto em água de uso doméstico é de  $0,00005 \text{ mol L}^{-1}$ . Se uma pessoa tomar  $3,0 \text{ L}$  dessa água por dia, ao fim de um dia, a massa de íons fluoreto, em miligramas, que essa pessoa ingeriu será igual a quanto? Dados:  $\text{F} = 19,0 \text{ g mol}^{-1}$ .

2) No descarte de embalagens de produtos químicos, é importante que elas contenham o mínimo possível de resíduos, evitando ou minimizando consequências indesejáveis. Sabendo que, depois de utilizadas, em cada embalagem de  $1 \text{ litro}$  de hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ) sólido restam  $4 \text{ gramas}$  do produto, considere os seguintes procedimentos: Dados:  $\text{Na} = 23 \text{ g mol}^{-1}$ ,  $\text{O} = 16 \text{ g mol}^{-1}$  e  $\text{H} = 1 \text{ g mol}^{-1}$ .

Embalagem I: uma única lavagem, com  $1 \text{ L}$  de água.

Embalagem II: uma única lavagem, com  $0,5 \text{ L}$  de água.

a) Qual a concentração de  $\text{NaOH}$ , em quantidade de matéria, na solução resultante da lavagem da embalagem I?

b) Determine a concentração em quantidade de matéria de NaOH, na solução resultante da lavagem da embalagem II ?

### ➤ DILUIÇÃO

Em um laboratório não existem soluções de todas as concentrações possíveis e imagináveis. Geralmente, são preparadas e armazenadas apenas soluções com alguns valores de concentração, as chamadas soluções estoque, guardadas nos laboratórios, normalmente apresentam concentrações elevadas. É a partir delas que, por diluição, são preparadas soluções para uso diário.

Diluição é o processo de acrescentar mais solvente a uma solução.

Ao realizar uma diluição a massa do soluto não altera e a quantidade de matéria do soluto, que será transferida para a nova solução, também não altera, porém o volume total da solução aumenta e a massa total da solução também aumenta. Então, como decorrência desse aumento, a concentração da solução diminui.

Para calcular o volume da alíquota ou a concentração da solução final utilizar a equação  $C_i \cdot V_i = C_f \cdot V_f$  onde:

$C_i$  = concentração comum ( $\text{g L}^{-1}$ ) ou concentração em quantidade de matéria ( $\text{mol L}^{-1}$ ) da solução estoque e conseqüentemente será a mesma da alíquota;

$C_f$  = concentração comum ( $\text{g L}^{-1}$ ) ou concentração em quantidade de matéria ( $\text{mol L}^{-1}$ ) da solução que deseja-se obter;

$V_i$  = volume em litros (L) da alíquota retirada da solução estoque, e;  $V_f$  = volume em litros (L) da solução que deseja-se obter.

Sugestão de exercício para explicação

Um químico quer preparar uma solução de hidróxido de sódio (NaOH(aq)) que tenha concentração de  $98 \text{ g L}^{-1}$  para realizar um experimento. Mas ele possui a solução dessa soda a  $196 \text{ g L}^{-1}$ . Levando em conta que ele precisará preparar 2 litros da solução de hidróxido de sódio para o experimento em questão, como ele deverá proceder para preparar essa solução?

$$C_i \cdot V_i = C_f \cdot V_f$$

$$196 \text{ g L}^{-1} \cdot V_i = 98 \text{ g L}^{-1} \cdot 2 \text{ L} \quad V_i = 196 \text{ g} / 196 \text{ g L}^{-1}$$

$$V_i = 1 \text{ L}$$

Portanto, o químico deverá pegar 1 L da solução inicial e diluí-la até completar os dois litros necessários para realizar o experimento, obtendo-se, dessa forma, uma solução a  $98 \text{ g L}^{-1}$ .

Após a explicação de como devem ser realizados os cálculos de diluição, passar para os estudantes algumas atividades de sistematização, a fim de que eles apliquem o conteúdo aprendido.

Sugestão de atividade de sistematização – Exercício

1) Uma sugestão, para evitar contaminações em frutas e legumes pela cólera é deixá-las de molho em uma solução de 1 L de água com uma colher de sopa de água sanitária. O rótulo das embalagens de uma determinada água sanitária traz informações sobre a concentração de hipoclorito de sódio ( $\text{NaClO}$ ). Considerando:

- concentração do  $\text{NaClO}$  de  $37,25 \text{ g L}^{-1}$ ;
- a capacidade da colher de sopa 10 mL.

Qual é a concentração que o molho de hipoclorito de sódio deve ter para prevenir a cólera?

## 7º momento

Aplicar uma avaliação final produzida com 10 questões que avaliem todo o processo de aprendizagem e se os alunos conseguem resolver as questões desenvolvendo os juízos matemáticos necessários.

A avaliação da aprendizagem é uma questão complexa e controversa. O ato de avaliar é importante, pois consiste no principal meio de analisar a aprendizagem e nortear as práticas pedagógicas, deve servir tanto para o professor quanto para o estudante, fornecendo informações importantes para auxiliar o professor nas suas tomadas de decisões e também ao estudante com relação aos seus progressos e dificuldades.

A avaliação proposta é de forma diagnóstica, contínua e cumulativa e deve ser realizada durante a aplicação da mesma, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado.

## 8º MOMENTO

O professor irá pedir aos alunos para avaliar se a sequência didática resultou ou não em uma aprendizagem significativa.

Cada aluno ou grupo de alunos deverão expressar de forma oral ou escrito quais foram as partes positivas e negativas do projeto, para assim aprimorar o que realmente não funcionou, e validar ou não a sequência didática.

## Apêndice A – Atividade prévia.

Atividade de conhecimentos prévios

1. Abaixo serão apresentados várias sucessões numéricas obedecendo uma certa lógica quantitativa. Observe a sucessão e tente descobrir a lei que norteia a sua construção para assim escrever o próximo elemento da sucessão:

a) 1, 3, 5, 7, \_\_\_\_

b) 0, 1, 4, 9, 16, 25, 36, \_\_\_\_

c) 0, 4, 16, 36, 64, \_\_\_\_

2. Um estudante tem 3 bolas: A, B, C. Pintou uma de vermelho, uma de branco e outra de azul, não necessariamente nesta ordem. Somente uma das afirmativas a seguir é verdadeira:

a) A é vermelha.

b) B não é Vermelha.

c) C não é azul

Qual a cor de cada bola?

3. Uma cliente vai ao açougue, e compra 5 kg de carne para um churrasco em sua casa. Além da carne ele compra 8 litros de refrigerante para oferecer aos convidados quais os valores da quantidade de carne e de refrigerante respectivamente, em toneladas e em mililitro?

4. Quantas moléculas de água ( $H_2O$ ) existem em 4,7 mol desta substancia a  $27^\circ C$  e 1 atm?

5. Transforme as unidades de medida abaixo

a) 1,5m em mm

b)  $5cm^3$  em L

## Apêndice B: aula experimental

### 1. SOLUBILIDADE E SATURAÇÃO DAS SOLUÇÕES.

Para deixar claro para os alunos como ocorre a solubilidade de diferentes solutos nos solventes e como isso afeta a saturação das soluções. Ela é bem simples, mas deixa bem claro se a água que está saturada de sal consegue dissolver mais alguma coisa.

Materiais e reagentes:

- \* Água;
- \* Sal de cozinha;
- \* Álcool etílico 92°GL;
- \* 2 copos transparentes;
- \* 1 colher para misturar.

Procedimento experimental:

Coloque água em um dos copos até a metade. Vá adicionando sal e misturando até que se forme um corpo de fundo na solução, ou seja, até que certa quantidade de sal não se dissolva mais na água por mais que você misture. Separe a solução do corpo de fundo, passando-a para outro copo.

Agora vá adicionando aos poucos o álcool nessa solução. Observe o que ocorre à medida que você coloca cada vez mais álcool.

### 2. SOLUBILIDADE DOS SAIS

#### MATERIAIS E REAGENTES

- Cloreto de sódio;
- Permanganato de potássio;
- Sulfato de alumínio;
- Sulfato de cobre;
- Bicarbonato de sódio;
- Água quente;
- Água fria;
- Copos descartáveis;
- Colheres descartáveis.

#### PROCEDIMENTOS

Seqüência de procedimentos para esta aula prática de solubilidade dos sais:

- 1 Procedimento: numerar os copos de 1 a 10;

- 2 Procedimento: inicialmente, cada grupo de alunos deve pegar 1 colher de chá de cada um dos sais. Em seguida, os sais devem ser colocados cada um em um copo. Observação: em uma folha, deve ser anotado o sal que foi adicionado em cada copo.
- 3 Procedimento: adicionar, utilizando um béquer, 20 mL de água fria nos copos que contêm os seis sais diferentes. Logo em seguida, mexer bastante e observar o que ocorre;
- 4 Procedimento: adicionar, utilizando um béquer, 20 mL de água quente nos copos que contêm os seis sais diferentes. Logo em seguida, mexer bastante e observar o que ocorre.

#### QUESTIONÁRIO

- a) O que solubilidade?
- b) Defina soluto, solvente e solução.
- c) Como saber se a solução é saturada, insaturada ou supersaturada?
- d) Todos os sais apresentaram a mesma facilidade em dissolver na água quente ou na fria?

## Apêndice C – Atividade de fixação

Considere o rótulo do refrigerante sobre a bancada. Responda as questões abaixo com base nas informações do rótulo (Figura 1).

Figura 1 – Rótulo de Fanta Laranja



<https://www.cocacolabrazil.com.br/marcas/fanta/fanta-laranja>

- 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 duas latas por dia com 350mL do refrigerante?"

## Apêndice D - Avaliação Final

1. Sabendo que a solubilidade de um sal a 100 °C é 39g/100g de água. Calcule a massa de água necessária para dissolver 780g deste sal na mesma temperatura.
2. O coeficiente de solubilidade de um sal é de 60g por 100g de água a 80°C qual a massa desse sal, na mesma temperatura, para saturar 80g de água?
3. Evapora-se totalmente o solvente de 250 mL de uma solução aquosa de  $MgCl_2$  de concentração 8,0 g.L<sup>-1</sup>. Quantos gramas de cloreto de magnésio são obtidos?
4. Qual volume final que deve ter uma solução para que tenha concentração igual a 10 g.L<sup>-1</sup> a partir de 25g de soluto?
5. Qual a molaridade de uma solução que contem 160g de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) em 620 cm<sup>3</sup> de solução? Dados as massas dos átomos: H=1; S=32, O=16.
  - a) 1,6 M
  - b) 4,5 M
  - c) 2,6 M
  - d) 5,5 M
  - e) 3,6 M
6. Quando se dissolve um comprimido efervescente que contém 1 g de vitamina C em um copo de água, obtém-se cerca de 200 mL de solução aquosa na qual a concentração em mol.L<sup>-1</sup> de vitamina C é igual a: Sabendo que MM da vitamina C = 1,8x10<sup>2</sup> g.mol<sup>-1</sup>, 12,8 x 10<sup>-2</sup>
  - a) 5,0 x 10<sup>-2</sup>
  - b) 1,8 x 10<sup>-2</sup>
  - c) 2,0 x 10<sup>-1</sup>
  - d) 5,0 x 10<sup>-1</sup>
7. Uma solução contém 30% em massa de soluto. Sabendo que a quantidade de solvente é de 56g. Determine a massa dessa solução.
8. São dissolvidos 45g de hidróxido de sódio em água. Calcule a massa de água, sabendo que o soluto corresponde a 15%, em massa, da solução.
9. Prepara-se uma solução dissolvendo-se 8g de sacarose em 192g de água. Qual é o título dessa solução?
10. Uma solução apresenta massa de 30g e ocupa volume de 40 cm<sup>3</sup> qual é a sua densidade em g/L?



## REFERÊNCIAS

FONSECA, Martha Reis Marques da. Química 2. 1. ed. – São Paulo : Ática, 2013.

MOREIRA, Marco Antonio. Unidades de ensino potencialmente significativas – UEPS. 2011, 22p. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>>. Acesso 20/05/2016 às 15h. MORTIMER, Eduardo Fleury ; MACHADO, Andreia Horta. Química, 2. São Paulo: Scipione, 2010.

PERUZZO, Francisco Miragaia; CANTO, Eduardo Leite do. Química na abordagem do cotidiano. 4. ed. – São Paulo: Moderna, 2006.

USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. Química — volume único . 5. ed. São Paulo : Saraiva, 2002.

