

## **Como desenvolver com os alunos de química um juízo matemático no estudo de soluções**

### **How to develop mathematical judgment with chemistry students when studying solutions**

**Marcus Brunno Vivas de Almeida<sup>1</sup>, Grace Kelly Santana de Andrade<sup>1</sup>, Marcos Antonio Pinto Ribeiro<sup>1</sup> e Rodrigo Veiga Tenório de Albuquerque<sup>1\*</sup>**

**<sup>1</sup>Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Departamento de Ciências e Tecnologias (DCT), Jequié-Bahia, Brasil.**

**\*rvtalbuquerque@uesb.edu.br**

#### **Resumo**

A contextualização de uma disciplina ajuda os alunos no entendimento dos conteúdos, aumentando a eficiência do processo ensino-aprendizagem. Considerando o ensino de química, a prática de atividades experimentais é sugerida constantemente nos documentos oficiais que tratam de questões curriculares e metodológicas relacionada com falta de compreensão dos conteúdos de matemática, influenciando na resolução de questões e cálculos de Química. Com isso em mente, buscou-se através deste estudo investigar a utilização de uma metodologia no ensino de química, que pudessem propor uma abordagem, baseada em um processo de matematização, no estudo do conteúdo programático “soluções”. Visando tornar a aprendizagem mais significativa, o estudo foi embasado na Teoria da Aprendizagem Significativa de Alsubel e utilizada uma metodologia com abordagem qualitativa com objetivo descritivo e delineamento 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 por meio de questionários e testes com questionamentos objetivos, subjetivos e discursivos, em aulas dialógicas. Ao término das atividades desenvolvidas, os alunos demonstraram desenvolvimento dos juízos matemáticos para a resolução de questões sobre soluções, diminuindo as dificuldades de raciocínio matemáticos evidenciadas no início do estudo.

**Palavras-chave:** Matematização no ensino de química; teoria da aprendizagem significativa de Alsubel e estudo das soluções.

#### **Abstract**

The contextualization of a subject helps students understand the content, increasing the efficiency of the teaching-learning process. Considering chemistry teaching, the practice of experimental activities is constantly suggested in official documents that deal with curricular and methodological issues related to a lack of understanding of mathematics content, influencing the resolution of Chemistry questions and calculations. With this in mind, this study sought to investigate the use of a methodology in teaching chemistry, which could propose an approach, based on a mathematization process, in the study of the syllabus “solutions”. Aiming to make learning more meaningful, the study was based on Alsubel's Theory of Meaningful Learning and used a methodology with a qualitative approach with a descriptive objective and an experimental design that included the following steps: (i) initial problematization, (ii) organization of knowledge and (iii) final evaluation. The data were produced from activities developed through questionnaires and tests with objective, subjective and discursive questions, in dialogical classes. At the end of the

activities developed, the students demonstrated the development of mathematical judgments to resolve questions about solutions, reducing the difficulties in mathematical reasoning evidenced at the beginning of the study.

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

## Introdução

Alguns professores, de forma inconsciente, estabelecem pouca relação entre o conhecimento científico e as atividades cotidianas do aluno. Isso ocorre por diversas causas, como falta de formação acadêmica, desatualização ou por empregar práticas pedagógicas tradicionais, em que não há possibilidades de vivenciar nova(s) forma(s) de ensinar e aprender [1].

Isso pode ocorrer devido uma desatualização em sua formação acadêmica ou por um distanciamento, ao empregar práticas pedagógicas não tradicionais, ou que não se permitem empreender em nova(s) forma(s) de ensinar e aprender.

De forma complementar, a fragmentação dos conhecimentos também é o fator responsável pela dificuldade de aprendizagem dos conteúdos de química que podem ser explicadas levando-se em consideração três níveis de descrição da matéria: macroscópico (observacional), microscópico (atômico e 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 [2].

Os alunos de escolas públicas enfrentam as mesmas dificuldades de aprendizagem nos conteúdos de Físico-Química, no que se refere a resolução de questões que exigem diferentes níveis de interpretação e *Juizados Matemáticos* (utilização das operações matemáticas, noções de proporcionalidade e regra de três). No mesmo contexto, sobre o estudo de soluções, identificaram-se as dificuldades dos estudantes em relacionar o conteúdo teórico com sua aplicação na resolução de problemas práticos [3].

Dentro desse contexto, levando em consideração as dificuldades no processo de aprendizagem no ensino de química e, mais especificamente, no ensino de soluções, 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.

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 assim, uma maior harmonia entre a matemática e a química.

## 2 Referencial teórico

### 2.1 Aprendizagem significativa

A aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem, de maneira substantiva, e não arbitrária, com aquilo que o aprendiz já sabe [4], ou seja, sendo necessária à interação entre o conhecimento prévio, que define como subsunção ou ideia-âncora, e 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 puramente 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 [4]. Ao se buscar a aprendizagem significativa é necessário propor materiais/aulas que sejam realmente por potencial transformador, visto não ser 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.

A TAS (Teoria da Aprendizagem Significativa) caracteriza-se como uma teoria cognitivista que busca explicar a forma com que ocorrer na mente humana o aprendizado e a estrutura do conhecimento [5], e defende que para que ocorra o sucesso na aprendizagem são necessárias 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 [6].

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.

## 2.2. Matemática e Química

O ensino de química deve ser entendido como um processo mais amplo e que não esteja meramente relacionado à simples transmissão de conteúdos, à realização de cálculos matemáticos por mera memorização de fórmulas ou às 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 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) [7].

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 adéqua ou adequam ao seu público alvo e, dessa forma, promover uma verdadeira motivação e torná-lo um sujeito ativo no processo de ensino-aprendizagem.

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 [8].

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.

Conhecimentos conceituais associados a essas temáticas: (i) Matéria e Energia; (ii) Vida e Evolução e (iii) Terra e Universo, constituem uma base que visa a 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.

### 2.3 Aprendizagem Significativa

Visto que as aplicações dos conhecimentos matemáticos são essenciais em alguns conteúdos de química, é imprescindível que o professor trabalhe de forma interdisciplinar, relacionando as nomenclaturas e os conceitos entre as disciplinas, construindo objetivos mais pedagógicos do que epistemológicos.

Com o desejo de vencer estes desafios no processo de ensino-aprendizagem, observam-se cada vez mais pesquisas na área de educação em Química, as quais abordam diferentes aspectos teóricos, metodológicos, didáticos, dentre outros, sobre o ensino e a aprendizagem. Uma das teorias mais citadas atualmente é a Teoria da Aprendizagem Significativa, criada por David Ausubel, que destaca a 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.[5]

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 com a utilização do raciocínio matemático.

Esse raciocínio deve ser considerado um dos integrantes nos processos cognitivos superiores da formação de conceitos e da solução de problemas, sendo parte do pensamento lógico, uma vez que, é uma operação discursiva e mental, pois se trata de uma organização de dados ou informações, de modo que se tenha um contexto, um significado e uma finalização.

Assim, o raciocínio matemático é utilizado para analisar questões objetivas, ou isolar questões que possam deturpar 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.

Dentro desse contexto, levando em consideração as dificuldades no processo de aprendizagem no ensino de Química e, mais especificamente, no ensino de Soluções, 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 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.

### 2.4 O raciocínio matemático

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.

Raciocinar matematicamente requer 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 conjecturas verdadeiras.

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. 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”, 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 abdutivo 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.

## 2.5 Sequências didáticas

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.

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 essa natureza investigativa inquieta os alunos e os motiva a construir 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 [9].

Entretanto, 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 [9].

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

## 3. Percurso metodológico

O trabalho de pesquisa aqui apresentado caracteriza-se pelo cunho descritivo. A metodologia utilizada fundamenta-se na análise de conteúdo, a qual se caracteriza pela busca de convergências e incidências de palavras e frases.

A metodologia utilizada 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:

- 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 ao longo 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.

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

### 3.1 O ambiente e os sujeitos participantes da pesquisa

A pesquisa foi direcionada aos alunos regularmente matriculados em duas turmas de segundo ano do Ensino Médio, do turno matutino, envolvendo cerca de 38 alunos em cada turma, identificadas como Turma 1 e Turma 2. As turmas são mescladas com estudantes oriundos de escolas das redes pública e privada. 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.

Num contato inicial foi solicitada a autorização dos estudantes por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecimento – TCLE, e 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.

Foi aplicado em sala de aula, na forma de um questionário (sondagem), com cinco questões abertas e respondida individualmente para a verificação de conhecimentos prévios e as possíveis dificuldades de aprendizagem dos estudantes acerca dos conceitos fundamentais da Química e da matemática como regra de três, sequência numérica, unidades de medidas e suas transformações.

### 3.2 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;
- B. 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. As respostas oferecidas pelos alunos da atividade serviram de ponto de partida para reconhecer os juízos matemáticos desses alunos.
- C. Avaliação de conhecimentos (rendimento acadêmico);
- D. Aula Experimental;
- E. 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.

### 3.3 A sequência didática.

As respostas oferecidas pelos alunos da atividade serviram de ponto de partida para reconhecer os juízos matemáticos desses alunos. A atividade foi planejada para ser respondida em até 50 minutos. A Sequência Didática (SI) foi organizada em oito momentos:

1. Momento: 1 aula. Objetivo: verificar os conhecimentos dos alunos sobre qual a lógica existente em cada sequência numérica para descobrir o próximo número, ajudando o desenvolvimento do raciocínio matemático sobre unidades de medida e suas transformações, sequência numérica, raciocínio lógico e regra de proporcionalidade.

QUESTÃO 1- Abaixo serão apresentadas várias sequências numéricas obedecendo uma certa lógica quantitativa. Observe a sequência e tente descobrir a lei que norteia a sua construção e escreva o próximo número da sucessão:

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

Resultados: em termos percentuais, a turma 1, registraram que 26 alunos acertaram a questão (68,4%) e 12 alunos erraram (31,6%) enquanto na turma 2, tivemos 10 alunos que acertaram a questão (41,7%) e 14 alunos erraram (58,3%).

QUESTÃO 2 - Quantas moléculas de água ( $H_2O$ ) existem em 4,7 mol desta substância a 27 °C e 1 atm?

Resultados: 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 3- Transforme as unidades de medida abaixo:

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

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

2. Momento: 2 aulas. Revisão dos conhecimentos matemáticos em que os alunos expressaram maiores dificuldades na atividade diagnóstica, via aula expositiva e resolução de atividades para a fixação da aprendizagem.

3. e 4. Momentos: 2 aulas. Aula experimental sobre solubilidade e tipos de soluções com metade da turma participando enquanto a outra metade resolvia questões sobre conceitos de soluções. E no outro momento as atividades foram invertidas.

A atividade experimental foi realizada no Laboratório de Ciências da unidade de ensino, iniciando com a seguinte questão prévia: o que significa o termo solubilidade? Após alguns comentários dos alunos e questionamentos, foram dadas as seguintes orientações para a condução da atividade experimental:

- (1) Colocar água em um dos copos até a metade;
- (2) adicionar aos poucos sal e misturar 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) Separar a solução do corpo de fundo, passando-a para outro copo.
- (4) Adicione, aos poucos, álcool nessa solução.
- (5) Observe o que ocorre à medida que você coloca cada vez mais álcool.

Na segunda parte da aula prática, a sequência de procedimentos para 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 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 está acontecendo.
- (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.

5. Momento: 1 aula. Introdução ao estudo de Soluções (soluto, solvente, tipos de soluções, coeficiente de solubilidade) aula expositiva e discursiva utilizando o cotidiano do aluno para verificar o questionamento: o que é uma solução?
6. Momento: utilizada 6 aulas. Aula dialógica sobre o conteúdo sobre concentrações em soluções. Por meio de análise de rótulos e embalagens de produtos utilizados em nosso cotidiano. Estudaram-se os tipos de concentrações e os cálculos necessários para a resolução de problemas. Na aula prática foi realizada uma demonstração de como fazer uma diluição ou uma mistura com o mesmo soluto.

Considere o rótulo do refrigerante sobre a bancada. Responda às questões abaixo com base nas informações do rótulo. A Figura 1 foi trabalhada.

Figura 1 – Rótulo de Fanta Laranja



Fonte: CocacolaBrasil (2019)

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

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 rótulo da bebida refrigerante.

Na questão (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.

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.

Na questão (b) a 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 à questão.

Na questão (c) na turma 1, somente 26,3% dos alunos erraram o item. E na turma 2, 55% erraram. O teste tornou manifesto a dificuldade de alguns alunos em relacionar a interpretação das questões com a utilização dos juízos matemáticos necessários para realizá-la.

7. Momento: 1 aula. A avaliação final foi 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 escritas no quadro.

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 têm 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 fórmulas de concentrações, dadas na avaliação, ou realização de regra de três ou uma razão ou proporção.

Essas dificuldades demonstradas durante os cálculos já eram esperadas, pois 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.

Assim, apesar de termos uma melhora no resultado 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 subsunções específicos na estrutura cognitiva e falta de compreensão do conteúdo abordado juntamente como pode ser também como foi elaborada a avaliação não favorecendo assim um maior avanço na compreensão dos juízos matemáticos e da química.

## 4. Análise de dados

### 4.1 Atividade Prévia

Relacionados aos 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 substância a  $27^{\circ}C$  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%.

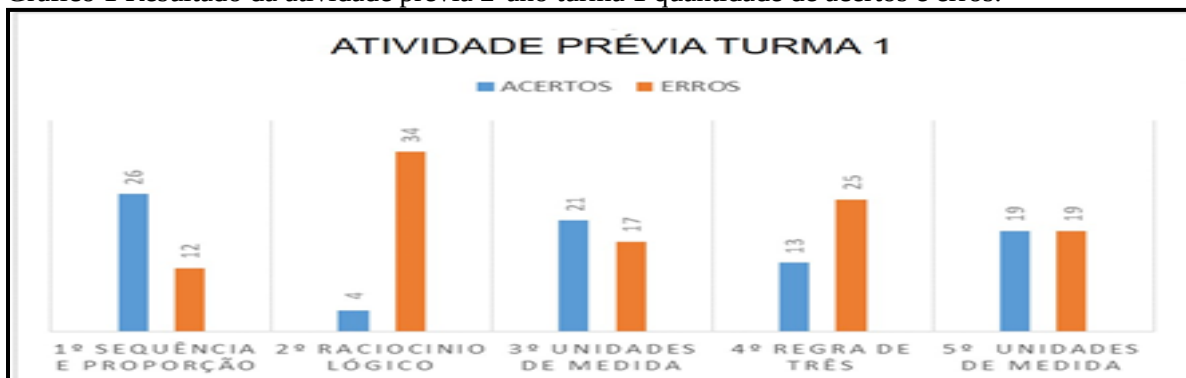
#### QUESTÃO 5

Transforme as unidades de medida abaixo

- 1,5m em mm
- $5cm^3$  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 quantidades de acertos e erros.



Fonte: Almeida, 2020

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

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.

#### 4.2 Descrição das atividades experimentais. Tema: Solubilidade e saturação das soluções.

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 poucos 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 sobre 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.

#### 4.3 Atividade sobre concentrações a partir de um rótulo de refrigerante.

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 rótulo da bebida refrigerante.

Na questão (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.

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.

Na questão (b) a 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 à questão.

Na questão (c) na turma 1, somente 26,3% dos alunos erraram o item. E na turma 2, 55% erraram. O teste tornou manifesto a dificuldade de alguns alunos em relacionar a interpretação das questões com a utilização dos juízos matemáticos necessários para realizá-la.

7º momento: 1 aula. A avaliação final foi 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 escritas no quadro.

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 as questões serem parecidas, houve uma queda no percentual de acertos, deixando em dúvida se realmente todos têm mesmo o domínio dos juízos matemáticos necessários para a resolução das questões.

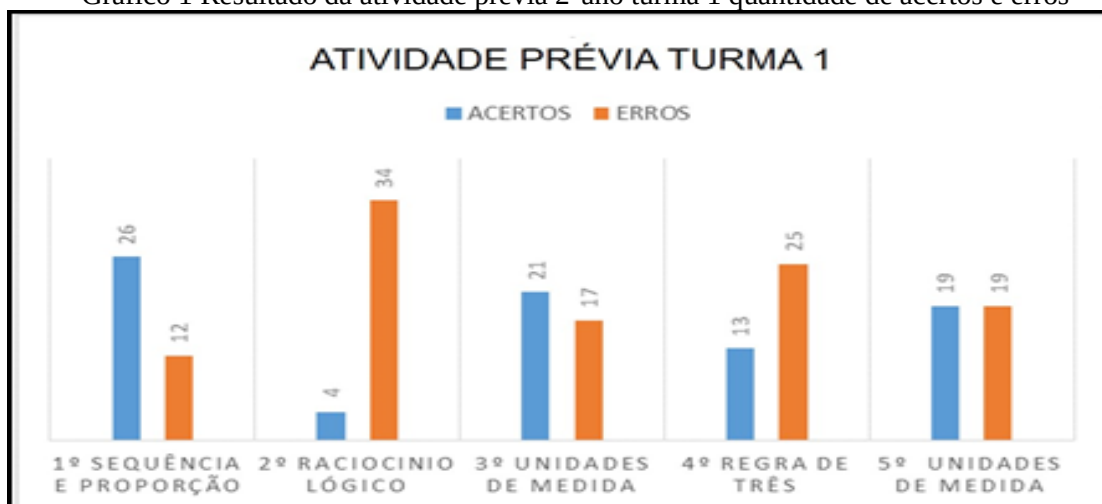
As outras questões só precisavam observar as unidades de medida e transformá-las antes de aplicar nas fórmulas de concentrações, dadas na avaliação, ou realização de regra de três ou uma razão ou proporção. Essas dificuldades demonstradas durante os cálculos já eram esperadas, pois é importante entender 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.

Assim, apesar de termos uma melhora no resultado 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 como foi elaborada a avaliação não favorecendo assim um maior avanço na compreensão dos juízos matemáticos e da química. 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%.

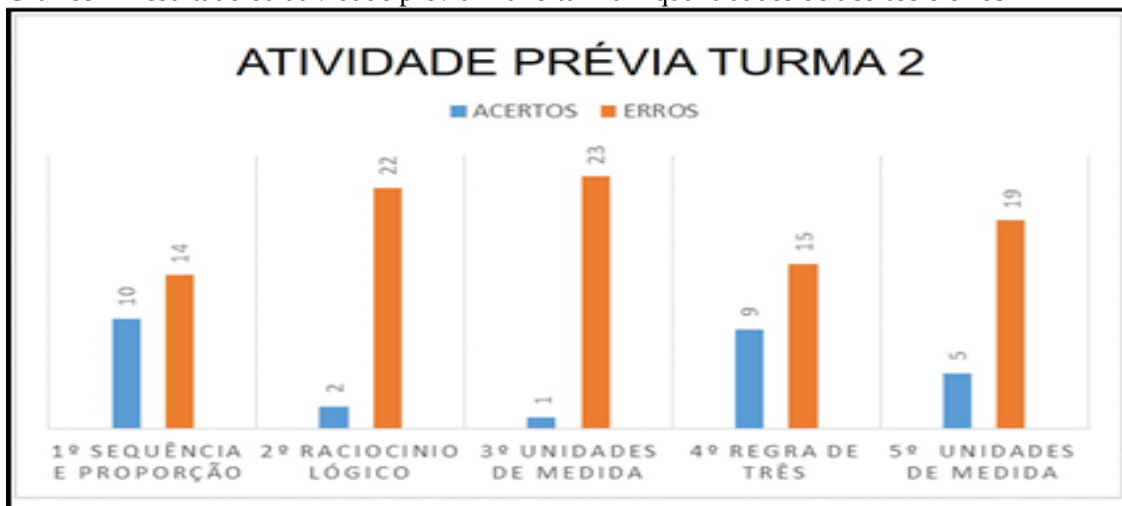
O 2º ano turma 1 teve 19 acertos (50%) e 19 erros (50%) enquanto na turma 2 tiveram 5 acertos 20,8% e 19 erros 79,2%.

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 quantidades de acertos e erros



Fonte: Almeida, 2020

#### 4.4 Descrição das Atividades Experimentais

Tema: Solubilidade e saturação das soluções.

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 poucos 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 sobre 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.

#### 4.5 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.

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

## 5 Considerações Finais

A análise qualitativa do 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 na totalidade, mas em alguns alunos houve uma real

A aceitabilidade da sequência didática foi ótima, 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.

Gráfico 3: Resultado final Turma 1 e porcentagem de acerto da turma.

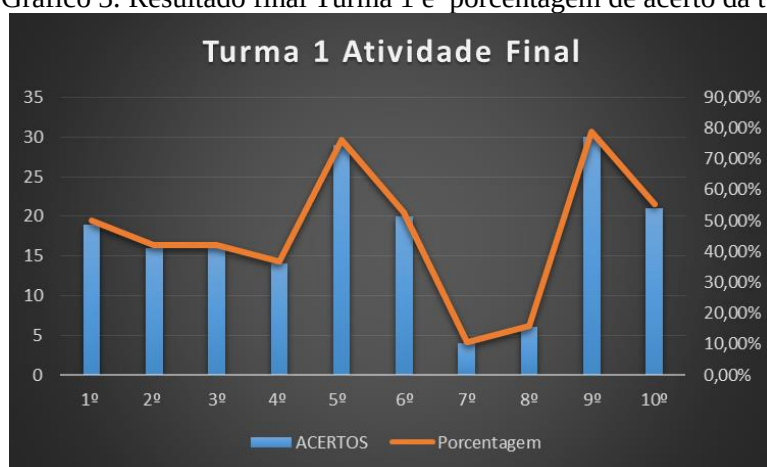
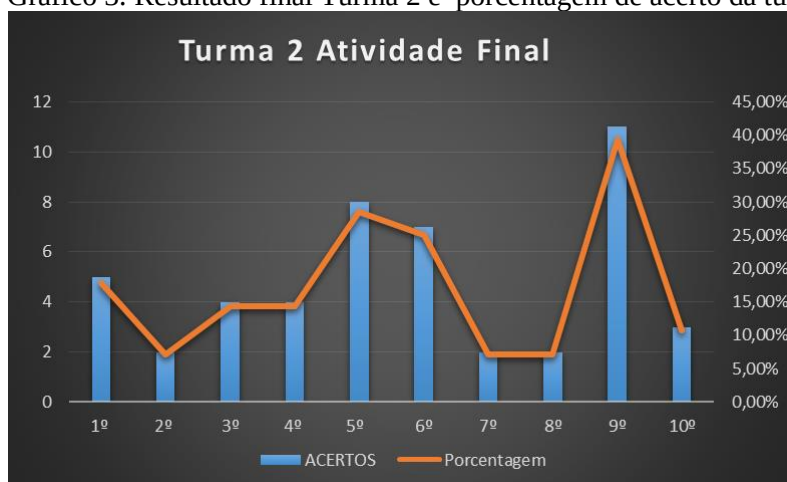


Gráfico 3: Resultado final Turma 2 e porcentagem de acerto da turma.



Fonte: Almeida, 2020.

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. 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. Essas dificuldades demonstradas durante os cálculos já eram esperadas, pois 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.

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 subsunções 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.

## **5 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.

## **Agradecimentos**

Finalizo agradecendo ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) e à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Campus Jequié, pelo suporte na realização deste trabalho.

## **Referências**

[1] 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.

[2] 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 nº.1 Bauru jan. /Mar. 2018.

[ 3] 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.

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

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

[6] 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.

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

[8] CHASSOT, A. Catalisando transformações na educação. Ijuí: Editora Unijuí, 2003.

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