UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE MATEMÁTICA E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM
MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL

UMA ABORDAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO DE CÁLCULO ESTEQUIOMÉTRICO

LEANDRO MENDES DE ANDRADE

CATALÃO
2021

UFG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE MATEMÁTICA E TECNOLOGIA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei 9.610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

[X] Dissertação [ ] Tese

2. Nome completo do autor

Leandro Mendes de Andrade

3. Título do trabalho

UMA ABORDAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO DE CÁLCULO ESTEQUIOMÉTRICO

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento [X] SIM [ ] NÃO[1]

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:
a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);
b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.
O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.
Casos de embargo:
- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.

sei! assinatura eletrônica

Documento assinado eletronicamente por **Juliana Bernardes Borges Da Cunha**, **Professor do Ensino Básico Técnico Tecnológico**, em 08/03/2021, às 15:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

sei! assinatura eletrônica

Documento assinado eletronicamente por **LEANDRO MENDES DE ANDRADE**, **Discente**, em 08/03/2021, às 15:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1927061** e o código CRC **0329C162**.

LEANDRO MENDES DE ANDRADE

UMA ABORDAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO DE CÁLCULO ESTEQUIOMÉTRICO

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional da Unidade Acadêmica de Matemática e Tecnologia da Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Matemática.

Área de Concentração: Ensino de Matemática
Orientadora: Prof.ª Dr.ª Juliana Bernardes Borges da Cunha

CATALÃO
2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Andrade, Leandro Mendes de
UMA ABORDAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO DE CÁLCULO ESTEQUIOMÉTRICO [manuscrito] / Leandro Mendes de Andrade. - 2021.
CXXII, 122 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Juliana Bernardes Borges da Cunha.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia, Catalão, PROFMAT- Programa de Pós-graduação em Matemática em Rede Nacional - Sociedade Brasileira de Matemática (RC), Catalão, 2021.
Bibliografia. Anexos. Apêndice.
Inclui siglas, abreviaturas, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Matemática. 2. Função polinomial do 1º grau. 3. Química. 4. Cálculo Estequiométrico. I. Cunha, Juliana Bernardes Borges da, orient. II. Título.

CDU 51

UFG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE MATEMÁTICA E TECNOLOGIA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº **19** da sessão de Defesa de Dissertação de **Leandro Mendes de Andrade**, que confere o título de Mestre em **Matemática**, na área de concentração **Ensino de Matemática.**

Em **oito de março de 2021**, às **14h05min**, por webconferência via sistema https://meet.google.com/tgv-jebt-ypj, reuniram-se os componentes da banca examinadora, docentes **Dra. Juliana Bernardes Borges da Cunha (PROFMAT/IMTec - "RC/UFG - UFCAT em transição"), orientadora, Dr. Donald Mark Santee (PROFMAT/IMTec - "RC/UFG - UFCAT em transição") e Dr. Ricardo Souza da Silva (UFTM)** para, em sessão pública, procederem à avaliação da Dissertação intitulada *"UMA ABORDAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO DE CÁLCULO ESTEQUIOMÉTRICO"*, de autoria de **Leandro Mendes de Andrade**, discente do Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) da "RC/UFG - UFCAT em transição". A sessão foi aberta pelo presidente, que fez a apresentação formal dos membros da banca. Em seguida, a palavra foi concedida ao discente que procedeu com a apresentação. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu o(a) examinando(a). Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da Dissertação, que foi considerado(a): (**x**) **Aprovado(a) ou** (   ) **Reprovado(a)**. Cumpridas as formalidades de pauta, a presidência da mesa encerrou a sessão e, para constar, lavrou-se a presente ata que, depois de lida e aprovada, segue assinada pelos membros da banca examinadora e pelo discente. **Oito de março de dois mil e vinte um.**

Obs.: *"Banca Examinadora de Qualificação/Defesa Pública de Dissertação/Tese realizada em conformidade com a Portaria da CAPES n. 36, de 19 de março de 2020, de acordo com seu segundo artigo:*

Art. 2º A suspensão de que trata esta Portaria não afasta a possibilidade de defesas de tese utilizando tecnologias de comunicação à distância, quando admissíveis pelo programa de pós-graduação stricto sensu, nos termos da regulamentação do Ministério da Educação."

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA

sei! assinatura eletrônica — **Documento assinado eletronicamente por Ricardo Souza da Silva, Usuário Externo**, em 12/03/2021, às 11:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

sei! assinatura eletrônica — **Documento assinado eletronicamente por Juliana Bernardes Borges Da Cunha, Professor do Ensino Básico Técnico Tecnológico**, em 12/03/2021, às 12:11, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

sei! assinatura eletrônica — **Documento assinado eletronicamente por Donald Mark Santee, Professora do Magistério Superior**, em 12/03/2021, às 13:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

sei! assinatura eletrônica — **Documento assinado eletronicamente por LEANDRO MENDES DE ANDRADE, Discente**, em 14/03/2021, às 16:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1938151** e o código CRC **A33CF64C**.

Referência: Processo nº 23070.009794/2021-81 SEI nº 1938151

Dedico este trabalho aos meus familiares e colegas de profissão pelo apoio e estímulo, o que favoreceu a realização desse objetivo.

AGRADECIMENTOS

De início, agradeço a Deus por ter me dado forças, saúde e discernimento para superar os desafios encontrados nesta caminhada.

À vida, por ser graciosa comigo...

Aos meus pais e à minha irmã, que sempre me disseram palavras doces e com toda paciência entenderam momentos difíceis, contribuindo para romper com os desafios.

À minha orientadora, Professora Doutora Juliana Bernardes Borges da Cunha, por ter aceitado me orientar nesse trabalho e por ter contribuído com meu amadurecimento em termos acadêmicos, me fazendo compreender a importância dos desafios, da pesquisa e do aperfeiçoamento constante!

Aos meus professores e amigos do curso do PROFMAT, da turma de 2018, pela dedicação em nos ensinar e pelos momentos de estudos que estão gravados em minha memória. Em especial aos meus amigos Eduardo; Estevão; Fabrício e Marcelo, grandes companheiros presentes nos momentos de buscas e dúvidas... Reforço que foi uma felicidade participar dessa primorosa turma! Minha gratidão...

Em nossa vida muitos professores são mestres e seus ensinamentos nos acompanham para todo o sempre... Por isso, agradeço à minha professora de graduação e orientadora de TCC, Professora Mestre Sheila Cristina Teixeira, que nunca mediu esforços para me dizer palavras de conforto e encorajamento e, de maneira despretensiosa, dividir o seu saber.

Por fim, quero agradecer a todos que colaboraram para o engrandecimento e conclusão deste trabalho!

A interdisciplinaridade só ocorrera, quando houver uma fusão dos conteúdos das disciplinas, trabalhando em conjunto para compreensão de uma determinada importância social

Franco Araújo

RESUMO

O presente trabalho é uma proposta de sequência didática, com o objetivo de minimizar algumas dificuldades que os estudantes apresentam quando há interdisciplinaridade entre Matemática (básica) e a Química, em especifico o ensino de estequiometria. Nele abordamos o ensino-aprendizagem de cálculo estequiométrico, trabalhando as definições e conceitos matemáticos, sobre o balanceamento de reações químicas. Para tentarmos sanar as dificuldades nesse conteúdo, aplicamos de início algumas atividades como sondagem do conhecimento. Em seguida, foi apresentada uma proposta de intervenção e mostra de uma aplicação de Matemática em Química, que possa contribuir no ensino de estequiometria e Matemática básica, mostrando-lhes a importância do estudo destas disciplinas e motivando-os ao ensino de conceitos matemáticos que possam dar-lhes solução para diversos problemas.

Palavras-chave: Matemática. Função polinomial do 1º grau. Química. Cálculo Estequiométrico.

ABSTRACT

The present work is a proposal of didactic sequence, with the objective of minimizing some difficulties that the students present when there is interdisciplinarity between Mathematics (basic) and Chemistry, specifically the teaching of stoichiometry. In it we approach the teaching-learning of stoichiometric calculus, working the definitions and mathematical concepts, on the balance of chemical reactions. To try to remedy the difficulties in this content, we initially applied some activities as a survey of knowledge. Then, an intervention proposal was presented and shows an application of Mathematics in Chemistry, which can contribute to the teaching of stoichiometry and basic Mathematics, showing them the importance of studying these subjects and motivating them to teach mathematical concepts that can give them a solution to different problems.

Keywords: Mathematics. Polynomial function of the 1st degree. Chemistry. Stoichiometric calculation.

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
DICEI	Diretoria de Currículos e Educação Integral
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
MEC	Ministério da Educação
MMM	Movimento da Matemática Moderna
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
SEB	Secretaria da Educação Básica

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

A Matemática é uma das ciências mais antigas da história da humanidade, desde os primórdios das culturas primitivas que se encontram registros sobre a sua utilização prática. Historicamente falando, estes registros matemáticos entranham-se na própria vida do homem. Contudo, há alguns acenos efetivos sobre esses registros, em torno de 4.000 (quatro mil) a.C., ainda na antiga cidade de Ur, na Mesopotâmia, onde atualmente está localizado o Iraque, há destaques concretos da utilização da prática matemática. De acordo com os registros históricos, por volta de 3.100 a.C. surgiu a escrita cuneiforme e, com esse recurso, as pessoas passaram a registrar determinados fatos importantes. Igualmente, iniciaram-se também os registros matemáticos, que eram feitos em blocos ou em tijolos de barros. (FABER, 2017).

Sabe-se que, neste período, a utilização da Matemática, no cotidiano das pessoas, tinha o propósito de resolver questões diversas, que exigiam uma organização em termos categóricos, o que contribuiu para que surgisse o pensamento matemático abstrato. É neste viés que se estabeleceu a temática aqui proposta, ou seja, discutir a importância, a função e a necessidade dos conhecimentos matemáticos no cotidiano das pessoas, considerando a perspectiva prática, mas assumindo a relevância do aspecto abstrato. (BOYER; MERZBACH, 2012).

Tal interesse surgiu a partir da inquietação oriunda da prática obtida durante os anos de atuação como professor regente das disciplinas de Química e Matemática, regularmente, ministradas na 2ª série do Ensino Médio. Durante esse período, foi possível perceber as dificuldades apresentadas pelos alunos, em especial, naquilo que se relacionava aos conteúdos de Química, o que frequentemente os impedia de seguir adiante em outros conhecimentos.

Importa dizer que a Matemática, na maioria das vezes, costuma ser vista com certa resistência por parte dos alunos. Essa condição não é apropriada, considerando que se trata de uma ciência com perspectivas diversas, capaz de possibilitar aos estudantes descobertas e práticas importantes. Neste sentido, o professor, em sala de aula, pode ser o instrumento que instiga questionamentos e desperta o desejo por novas aprendizagens e descobertas, podendo causar o anelo por novas descobertas e o interesse pela disciplina.

Esse modo de pensar se ajusta à importância do ensino interdisciplinar e no trabalho didático articulado entre as disciplinas. Há de se considerar os apontamentos de D’Ambrósio (1999, p.97), “Acredito que um dos maiores erros que se pratica em educação, em particular na Educação Matemática, é desvincular a Matemática das outras atividades humanas”. Ou seja, através do estudo da História da Matemática e da sua articulação com as demais disciplinas, o aluno poderá relacioná-la mais facilmente ao seu cotidiano.

Da experiência vivida em sala de aula, o que se observou foi que a maioria dos alunos, participantes daquelas turmas, não conseguia compreender princípios básicos que envolviam as disciplinas ministradas. Em relação aos conteúdos de Química, por exemplo, nem mesmo apresentavam domínio sobre o balanceamento de uma equação química. Esta situação evidenciava, obviamente, um conhecimento básico insuficiente, como por exemplo, falta de domínio sobre conteúdos essenciais, ou seja, Elementos Químicos, Coeficiente Estequiométrico, Reagentes e Produtos, dentre outros componentes curriculares. Esta deficiência comprometia, inclusive, a compreensão sobre o método apresentado pelos livros didáticos. Neste viés, o que se pode observar é que a falta de domínio sobre um determinado assunto, costuma gerar desmotivação, podendo causar, em linhas gerais, o desinteresse pelas aulas.

Diante desta situação, em que foi possível perceber a angústia dos alunos frente a um conhecimento que lhes escapava à compreensão, é que se buscou contornar essas limitações, na perspectiva de estimular o interesse dos educandos. Para tanto, a proposta foi utilizar uma metodologia diferente daquela estabelecida nos livros didáticos. De modo que surgiu o esboço de uma abordagem que foi se estruturando ao longo do desenvolvimento das aulas e no convívio com os alunos, enquanto se percebia seus anseios e limitações.

Nesta nova perspectiva, a proposta se emoldurou, ganhando contornos importantes, especialmente porque foram considerados os princípios matemáticos como suporte do ensino. Ora, de acordo com a sugestão elaborada é absolutamente possível demonstrar para esses alunos que a Matemática, se utilizada do modo correto, pode, inclusive, balancear uma Equação Química, utilizando-a como solução para uma aplicação de Função do 1º Grau.

Neste aspecto, é que surgiu o interesse em trabalhar na perspectiva interdisciplinar, em uma vertente abrangente, admitindo que esta abordagem pode estabelecer conexões entre conhecimentos disciplinares. De maneira que permita buscar e disponibilizar um conhecimento plural, em que a metodologia utilizada em sala de aula transponha as práticas tradicionais e fragmentadas do conhecimento, extrapolando, inclusive, a simples reunião de conteúdos, permitindo um entrelaçamento ou uma permeabilidade entre esses conteúdos. De tal modo, é que se propôs fazer uma amálgama entre as temáticas, obviamente que respeitando as possibilidades oferecidas em cada disciplina.

De modo que para resolver as questões oriundas da Química, em que normalmente os alunos demonstram um conhecimento deficitário, é que se conjeturou a possibilidade de se utilizar os conhecimentos matemáticos para ajudar na solução. Neste viés, cogitou-se utilizar as funções matemáticas para viabilizar a abstração das questões químicas. Apesar desta disposição — pela experiência obtida em sala de aula —, é possível afirmar que os alunos não costumam apresentar um conhecimento estruturado sobre o tema proposto, isto é, sobre as Funções e suas propriedades. Admitir essa hipótese compromete a demonstração da possível “solução”, o que, indiscutivelmente, se apresenta como um desafio a mais na perspectiva interdisciplinar entre Matemática e a Química.

O desenvolvimento de tal proposta costuma se mostrar mais complexo, porquanto muitos desses alunos costumam considerar essas duas disciplinas, ou seja, Matemática e Química, complicadas e, portanto, difíceis de abstrair o aprendizado. Todavia, o que se observa é que essa resistência pode estar relacionada ao fato da utilização e, em muitos casos, da necessidade do emprego correto de fórmulas e cálculos, bem como de um domínio estruturado deste conhecimento.

Quando o aluno se vê nesta condição, aumenta sua resistência, o que dificulta a assimilação dos conteúdos que se interligam. Porém, apesar de toda essa dificuldade, acredita-se — até pelas experiências vividas em sala de aula — que, se houver uma abordagem com a proposta de desmistificar esse saber, é possível fazer com que os alunos compreendam que essas composições, tanto químicas quanto matemáticas, estão presentes no cotidiano das pessoas. Fácil demonstrar que são situações intrínsecas à vida, inclusive, anteriores ao início das experiências escolares.

Ora, há inúmeras linguagens e tendências que permitem maneiras de se transpor o concreto para o abstrato. Neste sentido, é possível, por exemplo, abstrair muitas das grandezas e medidas de comprimento utilizadas no dia-a-dia. De tal modo, percebemos que a Matemática está presente na história corriqueira das pessoas, basta observar as minúcias que compõem a vida contemporânea, como por exemplo, revistas, jornais e outdoors. Aparentemente são recursos desprovidos da ciência da Matemática, mas é possível perceber sua presença nas entrelinhas e sua significância nos resultados. Neste viés, importa dizer que os materiais concretos, não raro, são permeados por essa linguagem numérica, abstrata.

Por isso a importância de se destacar a Matemática como um dos integrantes presentes na realidade dos estudantes. Nesta condição, é possível demonstrar que aprender e apreender a contagem, as operações, as fórmulas, além de necessário, pode contribuir para resolver problemas presentes no cotidiano. Ora, pode-se admitir que é neste sentido que se desenvolveram e evoluíram as representações pictóricas, na perspectiva das formações simbólicas, em que é plausível aproximar progressivamente as representações matemáticas. De maneira que a utilização de conhecimentos expressivos dos conceitos e princípios utilizados, além do manuseio de recursos diversos, bem como estratégias direcionadas podem contribuir para a resolução de problemas, além de permitir o desenvolvimento de competências e habilidades em relação à Matemática e as Ciências Exatas. (D'AMBRÓSIO, 1999).

Nesta perspectiva, acredita-se que o professor pode ser um guia para esse conhecimento que está presente, mas que, às vezes, pode ser incompreensível ou até mesmo imperceptível para a maioria das pessoas, inclusive para os alunos. Sustentando esse posicionamento é que se propôs desenvolver um modelo teórico, mas com aplicações práticas para se utilizar no ensino do Cálculo Estequiométrico, com o objetivo de inserir ou recuperar a presença dos saberes matemáticos nas ações humanas, a partir dos conteúdos matemáticos. Entretanto, para se utilizar o conhecimento matemático é fundamental conhecer suas regras e possíveis aplicações, favorecendo, assim, a sua compreensão. Esta medida possibilita recursos diversos para que se desenvolvam conexões entre o conhecimento dos livros didáticos e os conteúdos apreendidos no âmbito escolar para a sua aplicação na vida prática.

Com base nas dificuldades apresentadas por muitos professores, especialmente, quando tentam oferecer um conteúdo compreensível aos estudantes, é que se desenvolveu este trabalho, que propõe a utilização de Sequências Didáticas para o ensino de Cálculo Estequiométrico, abordando o uso da Matemática Básica, naquilo que se refere às Funções do 1º Grau. Desse modo, a visualização do processo e a organização dos cálculos efetuados pelos próprios alunos podem ser um agente facilitador no processo de aprendizado. Tendo em vista que ao estabelecer relações entre as definições, os conceitos e as propriedades, ocorrem uma aproximação desses métodos abstratos da realidade concreta, permitindo, com esse processo, o desenvolvimento cognitivo, visual e lógico entre as disciplinas.

Igualmente, a apresentação dessa diferente forma de balancear uma reação química permite um melhor enfoque nas propriedades operacionais de Equações Matemáticas de 1º Grau, o que pode aumentar a capacidade de compreensão do aluno ao efetuar os cálculos de Funções do 1º Grau. Neste viés, é possível inferir que a utilização desta metodologia no ensino do conteúdo de Cálculo Estequiométrico poderá possibilitar aos estudantes e professores um maior aproveitamento das práticas desenvolvidas cotidianamente em sala de aula.

Neste sentido, vale destacar que, em se tratando do ensino de Matemática, a abordagem utilizada nesses métodos, que apesar de exibir uma estrutura básica, apresentam vantagens e possibilidades, pois permitem transpor essa condição. Ora, apesar de fundamental, ao se organizar a abordagem corretamente, admite-se a sua utilização como um instrumento para a construção do raciocínio lógico e a interação dos alunos, além de permitir a prática de atividades abstratas em suas vivências, facilitando a concepção de conhecimentos.

Vislumbrou-se a organização de uma abordagem construtivista no ensino e aprendizagem de Estequiometria, em especial, naquilo que se relaciona aos aspectos teórico-pedagógicos e que possibilitou tal proposta, a saber: o Ensino de Estequiometria e o Balanceamento de Equações Químicas, tendo como instrumento facilitador o conteúdo de Função do 1º Grau. Levando em consideração a importância de uma aprendizagem mais significativa do conteúdo de Química, podendo despertar o interesse dos alunos por conteúdos que tratam do estudo de conceitos e operações básicas de Matemática.

Neste sentido, é que se propõe a realização de uma Sequência Didática para estabelecer, em um modo interdisciplinar, a compreensão dos conteúdos de Matemática, admitindo-a como um instrumento auxiliar nas aulas de Química do Ensino Médio, naquilo que se alinha ao conteúdo de Estequiometria. Nesse sentido, o objetivo dessa Sequência Didática é demonstrar a aplicação prática do conteúdo, com o propósito de minimizar as objeções apresentadas pelos estudantes. Para tanto, propõe-se promover atividades didáticas, que podem ser aplicadas em sala de aula na perspectiva interdisciplinar.

Nesta circunstância, a proposta de intervenção deve ocorrer em turmas do Ensino Médio, em que é permitido trabalhar o conteúdo de Balanceamento de Equações Químicas, com o propósito de diminuir as dificuldades iniciais, permitindo a aprendizagem de conteúdos de Estequiometria, em especial as reações químicas, e Função do 1º Grau, com o propósito de diminuir a objeção dos estudantes em relação à aprendizagem do conteúdo de reações químicas.

1 A HISTÓRIA E O ENSINO DE MATEMÁTICA

Para qualquer discussão que tenha como objetivo a compreensão aprofundada de um determinado tema, é fundamental o conhecimento histórico, visto que este conhecimento pode contextualizar o desenvolvimento sobre o assunto em específico. Sabe-se que é plenamente possível tratar de um determinado tema por meio de recortes, todavia, acredita-se que a contextualização histórica oferece um arcabouço, que permite a estruturação da discussão, mesmo que essa estruturação não tenha o compromisso com a linearidade. Por esse motivo é que se optou por fazer essa abordagem inicial, com o propósito de orientar os pontos discutidos.

Desse modo, é possível afirmar que alguns elementos da história da Matemática e a sua devida contextualização podem proporcionar esclarecimentos sobre alguns temas, que têm a possibilidade de auxiliar o Ensino Matemático e as suas composições contemporâneas. Esta abordagem tem o proposto de contribuir para a construção de um ensino mais amplo, pautado na interdisciplinaridade, como por exemplo, o tema aqui abordado, em que conteúdos da disciplina de Matemática podem contribuir para a abstração do ensino da disciplina de Química. Acreditando nesta possibilidade, é que se propõe uma breve apresentação de alguns elementos sobre a História da Matemática e do seu ensino. Neste aspecto, Prado (2010) defende que:

> Em grande parte, o ensino da matemática se torna desinteressante porque não há significado histórico nele, porque os alunos desconhecem como o homem chegou a um dado conhecimento, como foi desenvolvido por um ou mais povos, que problemas levaram o homem a criá-lo, que transformação sofreu ao longo do tempo. Enfim, a matemática sem sua história parece um grande e alto edifício do qual se conhece o último andar e se desconhecem os andares inferiores. Como navegar é preciso, não resta senão repetir com maior perfeição possível aquilo que trazem os livros ou o que é dito em sala de aula. Não há condições de criação nem de descoberta. É um mundo hermético, a pouco acessível. (PRADO, 2010, p. 25)

Vale ressaltar que a Matemática, enquanto ciência e por ter suas origens em tempos remotos, apresenta, em muitos casos, elementos de difícil comprovação. O fato é que as particularidades que envolvem cada segmento das ciências têm por tendência conduzir o estudioso ao campo História, pois esta pode contribuir para a estruturação e confirmação do assunto tratado. Neste sentido, é importante destacar que a Matemática, do modo como está estruturada na contemporaneidade, foi organizada e reorganizada inúmeras vezes, não apenas no que diz respeito à ciência em si, mas também naquilo que se refere ao seu ensino.

Enquanto ciência, o fato é que “levou os historiadores a juntar informações para se reconstruir a história de forma aproximada àquilo que de fato possa ter acontecido”. (NOBRE, 2002, 534).

Ainda nesta perspectiva, importa observar os apontamentos de Roque e Carvalho (2012), que têm como prerrogativa que a reintrodução de conceitos na contextualização do aprendizado não depende apenas de estabelecer relações entre o ambiente, as técnicas e as ferramentas que foram elaboradas, é necessário haver uma investigação específica e comprometida. Sendo assim, vale ressaltar que a ciência da Matemática, inicialmente, se destacou mais por questões práticas e por noções que se estabeleceram na perspectiva dos contrastes e das diferenças, do que propriamente pelas semelhanças. (BOYER; MERZBACH, 2012).

Em tempos remotos, isto ocorria por meio de comparações entre uma forma e outra, entre um tamanho e outro e, assim, sucessivamente. Ora, determinada árvore é maior que outra, as pedras tem tamanhos e formas irregulares, um animal apresenta duas patas outro quatro patas, outros tem mais que isso. Enfim, havia uma abstração literal, mas uma construção a partir de observações empíricas. (BOYER; MERZBACH, 2012).

1.1 A MATEMÁTICA AINDA QUE ARCAICA PROJETA-SE NA HISTÓRIA

Neste sentido, há registros históricos que podem ser considerados indícios da utilização da Matemática como um recurso de controle, ainda que primitivo. Eram, obviamente, métodos de representação, que norteavam a solução de problemas. Conforme defendem Boyer e Merzbach (2012), em períodos remotos, a “ideia de número finalmente tornou-se suficientemente ampla e vívida para que fosse sentida a necessidade de exprimir a propriedade de algum modo, presumivelmente, a princípio, somente na linguagem de sinais”. (BOYER; MERZBACH, 2012, p. 24).

> Quando os dedos humanos eram inadequados, podiam ser usados montes de pedras para representar uma correspondência com elementos de outro conjunto. Quando o homem primitivo usava tal método de representação, ele frequentemente amontoava as pedras em grupos de cinco, pois os quíntuplos lhe eram familiares por observação da mão e pé humanos. Como Aristóteles observou há muito tempo, o uso hoje difundido do sistema decimal é apenas o resultado do acidente anatômico de que quase todos nós nascemos com dez dedos nas mãos e nos pés. (BOYER; MERZBACH, 2012, p. 24).

Ora, se ao longo da história, a Matemática foi se estruturando como uma ciência complexa, com possibilidades abstratas e com recursos diversos, em um primeiro momento, para aquele homem primitivo, tinha uma utilização básica e objetiva. Esta condição modificou-se gradativamente. Conforme os registros históricos apontados por Roque e Carvalho (2012), em que afirmam que o surgimento da escrita, que se mostrou fundamental para a estruturação abstrata da Matemática, até o momento, têm seus primeiros registros na Baixa Mesopotâmia. Esclarecem que as “primeiras formas de escrita decorreram da necessidade de se registrar quantidades, não apenas de rebanhos, mas também de insumos relacionados à sobrevivência e, sobretudo, à organização da sociedade”. (ROQUE, CARVALHO, 2012, p. 25).

Sendo assim, o que se observa nesses registros históricos é que a Matemática se estruturou de maneira mais organizada no Egito, especialmente com a necessidade de redemarcar terras, pois a cada ano, após as cheias do Rio Nilo, as antigas marcações ficavam perdidas. Boyer e Merzbach (2012) informam que, inclusive o filósofo Aristóteles, defendia que a geometria teve sua origem nas práticas egípcias, dentre outras evidências, como por exemplo, as pirâmides do Egito, que são construções precisas e que exigiram um alto nível de pensamento matemático. Para além destas considerações, há registros que comprovam a utilização da Matemática pelos egípcios, conforme fragmento abaixo:

> “Um museu em Oxford possui um cetro real de mais de 5.000 anos sobre o qual aparece um registro de 120.000 prisioneiros e 1.422.000 cabras capturadas. Esses números podem ser exagerados, mas de outras considerações fica claro, no entanto, que os egípcios eram louvavelmente precisos no contar e medir. A construção do calendário solar egípcio é um exemplo extraordinário, dos mais antigos, de observação, medição e contagem”. (BOYER; MERZBACH, 2012, p. 24).

Em linhas gerais, o que se observa nos apanhados históricos é que os apontamentos mais importantes da utilização da Matemática aparecem, de maneira mais evidente, na Mesopotâmia e no Egito. É evidente que a sua utilização não implicava exatamente na utilização de números. Haja vista que esse recurso já transpunha, em certa medida, o concreto, respeitado as observações de Roque e Carvalho (2012), que apontam que apesar da necessidade concreta, ao se utilizar o número, caminha-se rumo à abstração. Conforme salientam: “contar é concreto, mas usar um mesmo número para expressar quantidades iguais de coisas distintas é um procedimento abstrato. A Matemática antiga não era puramente empírica nem envolvia somente problemas práticos”. (ROQUE, CARVALHO, 2012, p. 07).

Ainda de acordo com Roque e Carvalho (2012), a Matemática, ao longo da história, foi se aprimorando por meio de recursos outros que contribuíram para novas técnicas. Isto foi causado pela necessidade da própria sociedade e, sob essa perspectiva, as técnicas podem tanto ser concretas e/ou abstratas. Naquilo que se refere à Grécia, os primeiros registros mais significativos surgem com Tales de Mileto (624-558 a.C.) e Pitágoras de Samos (570 – 495 a.C.), responsáveis pelas as escolas jônica e pitagórica, respectivamente.

Os gregos são historicamente apreciados por estruturar racionalmente os problemas e conhecimentos que os desafiavam. Desse modo, de acordo com os registros históricos: "Tales foi frequentemente saudado como o primeiro matemático verdadeiro — criador da organização dedutiva da geometria. Esse relato, ou lenda, foi ornamentado acrescentando-se a esse teorema quatro outros, que se diz terem sido demonstrados por Tales". (BOYER; MERZBACH, 2012, p. 55).

Neste sentido, o filósofo naturalista defendia que:

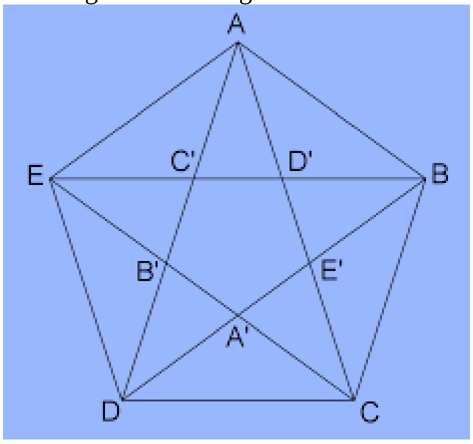
> 1. Um círculo é bissectado por um diâmetro. 2. Os ângulos da base de um triângulo isósceles são iguais. 3. Os pares de ângulos opostos formados por duas retas que se cortam são iguais. 4. Se dois triângulos são tais que dois ângulos e um lado de um são iguais respectivamente a dois ângulos e um lado de outro, então os triângulos são congruentes. (BOYER; MERZBACH, 2012, p. 55).

Nesta mesma perspectiva, Pitágoras também se projetou na história como um grande matemático, tanto que a escola pitagórica sustentava que "Tudo é Número". Boyer e Merzbach (2012) destacam a importância desse filósofo matemático naquilo que envolve a construção do pentágono estrelado, por exemplo, que, na realidade, é uma estrela de cinco pontas. Esta é uma das figuras mais encantadoras da Matemática, haja vista a possibilidade de ser construída a partir de uma única linha, além de ser apontada pela alcunha de "laço infinito", porquanto é possível construir um pentagrama menor dentro do pentágono maior. (BOYER; MERZBACH, 2012).

> Se começarmos com um polígono regular ABCDE e traçarmos as cinco diagonais, essas diagonais se cortam em pontos A'B'C'D'E, que formam outro pentágono regular. Observando que o triângulo BCD', por exemplo, é semelhante ao triângulo isósceles BCE, e observando também os muitos pares de triângulos congruentes no diagrama, não é difícil ver que os pontos das diagonais A'B'C'D'E dividem as diagonais de um modo notável. Em cada caso, um ponto da diagonal divide uma diagonal em dois segmentos desiguais, tais que a razão da diagonal toda para o maior é igual à deste para o menor. Essa subdivisão das diagonais é a bem conhecida "secção áurea" de um segmento, mas esse nome só foi usado uns dois mil anos depois. (BOYER; MERZBACH, 2012, p. 57).

Esta definição pode ser conferida na figura abaixo:

Figura 1 – Pentagrama Estrelado



Fonte: <https://sca.profmat-sbm.org.br/sca_v2/get_tcc3.php?id=46952>.

Pitágoras, pelo que é possível acompanhar nos livros que tratam da História da Matemática e outras ciências, foi fundamental para a estruturação de diversos conhecimentos, sobretudo, da Matemática, em um viés mais abstrato, sem se ausentar, contudo, da parte prática e concreta que aquele momento exigia. Por exemplo, o teorema conhecido como sendo de Pitágoras — na realidade já era utilizado por outros povos, como os chineses —, contribuiu para resolução de muitos problemas práticos da realidade vivida pelos povos antigos, mas foi este filósofo que chegou à relação de que “Em qualquer triângulo retângulo, a área do quadrado cujo lado é a hipotenusa é igual à soma das áreas dos quadrados que têm como lados cada um dos catetos”. (WAGNER, 2015, p.12).

Ora, sabe-se que esta demonstração Matemática, por mais que atendesse às buscas filosóficas, na realidade, tinha também como propósito a utilização prática, como por exemplo, ser empregada como forma segura de medir e dividir os terrenos entre os interessados daquela época. Entretanto os pitagóricos também acreditavam que a Matemática era uma “ciência pura”, que se estendia para além das necessidades práticas. O que lhes permitiam seguir caminhos diversos para a criação e utilização desta ciência. (PÉTIN, 2017).

> [...] aumentam o universo dos conceitos matemáticos; - inventam as palavras: matemática (em grego matematiquê) que identifica a totalidade do saber. Derivada de mátema(**) que quer dizer “isso que pode ser ensinado” (que equivale a “isso que pode ser aprendido”), cujo plural matémata identifica “conhecimento(s) aprendido(s)”. O que é matemático? É aquilo que das coisas é manifesto, e que a partir daí nós as experimentamos (as coisas) como coisas distintas. Neste sentido (a natureza d) o número é matemático(a). (PÉTIN, 2017, p. 70).

Alinhando a esta perspectiva é que se consegue dividir, no universo escolar e acadêmico da atualidade, a certeza de que o conhecimento — seja qual for —, desde que utilizando as ferramentas e abordagens corretas, pode ser disponibilizado para com os neófitos. Este modo de pensar, em muitos momentos da história, foi limitado, proibido ou questionado. Todavia, o fato é que, não de modo linear nem homogêneo, esta possibilidade tornou-se acessível a todos, ou seja, o saber atravessou os séculos e tem sido disponibilizado para um número significativo de pessoas. Ao se lançar um olhar na história é possível perceber que nunca o conhecimento, seja ele qual for, esteve tão disponível e de maneira tão igualitária como atualmente. (PÉTIN, 2017).

De acordo com Carvalho (2012), em se tratando do conhecimento matemático, o que se observa é que sempre teve sua importância entre os filósofos, desde os naturalistas, como Tales de Mileto, perpassando os interesses de Parmênides (514 – 450 a.C.) e seu discípulo Zenão (490 – 430 a.C.). Este último fazia a sua defesa lógico-matemático baseada naquilo que conhecia sobre a bissecção (Aquiles e a tartaruga), paradoxo precursor dos dilemas dos conjuntos, englobando os estudos platônicos e seus discípulos. Ora, há registros de que Platão e sua academia são pontos de intersecção entre conhecimentos, haja vista que “Platão foi o elo entre a Matemática pitagórica antiga e a Escola de Alexandria de Euclides. Aceitava a Matemática como recurso estrutural, tanto que na entrada de sua academia, por exemplo, destacava o famoso lema: “Que não entrem aqui aqueles que ignorem a Geometria”, o que explica o destaque dado à Matemática no seu currículo”. (GOMES, 2011. p. 638).

Neste sentido, é que se pode observar a importância da história sobre a Matemática, pois são esses registros que permitem o aprimoramento do conhecimento estabelecido, não na linearidade, mas em sua amplitude. Igualmente, considerando os elos de intersecção, vale o destaque para Euclides e seus elementos, pois este matemático que viveu por volta de 280 a.C., originário da Alexandria, uma das maiores cidades do mundo grego também permitiu pontos de intersecção desse conhecimento. Ora, consta que em Alexandria fundou sua a escola de Matemática e seus conhecimentos atravessaram os tempos, pois “com Euclides, os fundamentos da geometria ainda eram intuitivos (ponto e reta), mas passaram a ser entendidos como objetos geométricos especificados em afirmações não demonstradas, ou seja, axiomas e postulados”. (CARVALHO, 2012, p.53).

> Cerca de 2 mil anos mais tarde, ou seja, em meados do século XVIII, Immanuel Kant (1724-1804) retomou esse pensamento para afirmar que existe um conhecimento eterno e independente (que ele chama conhecimento sintético a

> priori), do qual nossas intuições de espaço e tempo seriam exemplos concretos. Para Kant, toda a verdade sobre o espaço está na geometria de Euclides. (CARVALHO, 20121, p.53).

Desse modo, de uma intersecção à outra ocorreu o desenvolvimento desse conhecimento e sua indiscutível importância para a vida das pessoas, considerando todos os aspectos da questão, isto é, prático ou teórico, abstrato ou concreto.

1.2 AVANÇOS E CONTRIBUIÇÕES APÓS O RENASCIMENTO

Observando o estudo em perspectiva atemporal e não linear, o Renascimento, pelo viés matemático, representou uma quebra dos paradigmas até então expostos, considerando a importante evolução técnica e científica presenciada durante séculos. Figuras como Leonardo da Vinci (1452-1519) destacaram a importância e as possibilidades ofertadas pela Matemática. Galileu Galilei (1564-1642), que foi um importante astrônomo, físico e matemático, em seus estudos pode contribuir, ao longo dos tempos, para o desenvolvimento da Mecânica, ou movimento dos corpos, dentre outros conhecimentos científicos. Algo inquestionável é o fato de que a maioria das ciências foi e ainda é amparada, inexoravelmente, pela Matemática e seus saberes.

> Para Galileu, a Natureza revela seus segredos quando as perguntas são formuladas matematicamente; a observação passa a ser, com ele, a experimentação. Não basta mais observar as coisas, trata-se de construir um fenômeno, ou seja, estruturar uma pergunta inserida num contexto teórico, que receberá como resposta um número, um ente matemático. (CAMINIETZKI[1], 2009, p.10).

Antes disso, ainda no século XV, Johann Müller (1436-1476), que ficou conhecido como Regiomontanus, contribuiu de maneira expressiva para uma reestruturação da Astronomia, utilizando os cálculos matemáticos:

> Na astronomia, a principal contribuição de Regiomontanus foi completar uma nova versão latina, começada por Peuerbach, do Almagesto de Ptolomeu. O Theoricae novae planetarum, de Peuerbach, um novo texto de astronomia, foi publicado pela empresa de Regiomontanus em 1472; ele representava um progresso sobre o Esferas de Sacrobosco, de que se encontravam cópias por toda parte. O projeto de tradução de Regiomontanus resultou também em textos de sua autoria. Seu Epítome do Almagesto de Ptolomeu merece menção por dar ênfase a partes matemáticas que

---

[1] Parte introdutória da obra Sidereus nuncius – O mensageiro das estrelas Galileu Galilei, Tradução, estudo introdutório e notas: Henrique Leitão Fundação Calouste Gulbenkian. Porto, 2010, 286 págs. Disponível em: < https://www.academia.edu/32808303/O_Mensageiro_das_Estrelas_de_Galileu_Galilei_S%C3%A3o_Paulo_Duetto_2009_Tradu%C3%A7%C3%A3o_Livro_ >. Acesso em Out./2020.

> muitas vezes tinham sido omitidas em comentários que tratavam de astronomia descritiva elementar. (BOYER; MERZBACH, 2012, p. 194).

Este é um apontamento insignificante sobre a grandeza e relevância da Matemática nas descobertas científicas e sobre a sua história. Considerando esse aspecto, há de se apreciar o emprego diverso que esta ciência teve e sua contribuição para outros processos, a saber, o importante respaldo ofertado ao avanço das navegações em fins do século XV e início do século XVI. Como em uma troca, a sua utilização e capacidade de contribuir para a resolução de problemas também instigou pensadores e cientistas, que se dispuseram a novas buscas e descobertas no sentido da compreensão da ciência. (BOYER; MERZBACH, 2012).

Neste aspecto, a Matemática passou a ocupar uma posição de destaque a partir do século XVII, após a Revolução Científica, que se ocupou de estruturar o conhecimento de maneira empírica, facilitando, desse modo, a possibilidade de se constatar qualquer assunto pesquisado. Nesse contexto histórico, as novas profissões respaldadas por essa Revolução, bem como as suas evoluções técnicas, desencadearam a necessidade do aprendizado de disciplinas práticas, que possibilitassem o manuseio e a compreensão do que se desenvolvia no mundo do trabalho.

De acordo com Miorim (1995), esse contexto politico/econômico/social contribuiu para o surgimento e estruturação de uma conjuntura em que a educação humanista prevaleceu. Tanto que foi partir do século XVII que as inquietações referentes ao Ensino Matemático começaram a ganhar novos contornos e a Matemática se apresentou, verdadeiramente, como uma Ciência Moderna. Neste contexto, houve a superação da Matemática grega, que até aquele momento se mantinha estruturalmente aos moldes clássicos. Este pode ser considerado um avanço contraditório, pois, em linhas gerais, mais do que o campo teológico, o humanismo preocupava-se com o resgate da antiguidade clássica e, portanto, de seus textos, autores e literaturas. (MIORIM, 1995).

Jean-Jacques Rousseau (1712 – 1778), ainda em conformidade com Miorim (1995), teve também um papel relevante no desenvolvimento do ensino da disciplina, porquanto propunha que a Matemática fosse ensinada a partir de objetos sensíveis, na expectativa de que, gradualmente, atingisse elementos mais inteligíveis e de cunho intelectual, portanto mais abstrato. Apesar desse propósito, o que interessava verdadeiramente era a necessidade prática de tal conhecimento. Igualmente, no século XVIII, ocorreu uma construção relacional entre a teoria e a prática dos conhecimentos matemáticos, tornando-se de grande relevância para todos os constructos que se relacionavam com as Ciências Gerais. (MIORIM, 1995).

Neste cenário histórico, a Matemática, que paulatinamente se constituía, para além de ciência, como uma disciplina capaz de contribuir para o estudo e a compreensão de situações formadoras do cotidiano. De tal modo, passou a desempenhar um papel fundamental para recursos importantes, em especial para a sociedade europeia que, neste sentido, começou a superar a mentalidade limitada de que o conhecimento e o Ensino Matemático não poderiam ser utilizados de maneira prática. Esta condição negacionista foi defendida até então pelos adeptos da escolástica e do humanismo.

De acordo com Miorim (1995), foi neste contexto que surgiram as instituições de ensino escolares, tal qual aos moldes que conhecemos atualmente. Este processo ocorreu, em certa medida, em função dos descompassos entre a disciplina escolar e os avanços científicos obtidos nas instituições superiores da época. Sendo assim, após a primeira Revolução Industrial, ocorrida em meados do século XVIII, houve uma necessidade urgente de se ensinar os conteúdos matemáticos, na expectativa que aqueles aprendizes pudessem utilizar o recurso de maneira produtiva. Ora, com essa mudança no modelo político/econômico, que se estabeleceu com a Revolução Industrial e que moldou o Capitalismo, interferindo nos moldes sociais dos últimos séculos. Esta condição propiciou uma transformação nos modelos educacionais, haja vista que:

> A demanda já não é mais por uma massa de trabalhadores - mulheres e crianças - com pouca ou nenhuma qualificação. O que se requer agora são trabalhadores e técnicos dotados de uma qualificação básica ou "genérica" à qual se acrescentam, no caso de uma quantidade significativa da mão-de-obra, especializações profissionais específicas. (PAVANELLO apud MENESES, 2007, 68).

A princípio houve uma inserção desorganizada desse ensino, o que provocou questionamentos, pois um conhecimento para ser bem aproveitado, deve ser ministrado de maneira que obedeça às metodologias eficientes. Neste viés, o que se pode observar é que, não obstante as discussões quanto aos conteúdos curriculares que deveriam ser inseridos nas escolas, considerando a nova concepção de “universalização” do ensino, o que ocorreu foi uma inclusão de disciplinas. Tais conteúdos foram considerados como modernos em detrimento de disciplinas tidas como clássicas, como é o caso da Matemática.

Sendo assim, houve discussões alinhadas ao discurso de que a matéria voltada para o estudo da Matemática poderia não ser muito útil, pois “os defensores da introdução de matérias mais modernas como a história, as ciências naturais, as linguagens [...] começariam a questionar a importância da Matemática, utilizando como argumento fundamental o fato dela ser pouco utilizada na vida diária”. (MIORIM, 1995, p.117).

Todavia, esta situação foi desqualificada, pois a estruturação social do momento e a nova conjuntura econômica que se estabelecia naquela ocasião serviram como novo aporte para a defesa do seu ensino. Neste mesmo contexto, as Universidades e as Escolas Técnicas idealizaram a função de professores naquelas figuras tidas, até então, apenas como matemáticos. Esta conjuntura engendrou maiores reflexões a respeito do ensino específico da disciplina. Neste contexto, houve algumas mudanças na perspectiva do Ensino Matemático, tanto que:

> O novo tipo de ensino de matemática proposto, especialmente pelas escolas técnicas [...] levaria à necessidade de novos livros didáticos. Esses livros que seriam elaborados pelos próprios professores/ matemáticos para serem utilizados em suas aulas, em cumprimento das exigências das próprias escolas, incorporavam os avanços da matemática e seriam utilizados por estudantes de vários países durante muitos anos. (MIORIM, 1995, p. 118).

Igualmente, é possível perceber que o enfoque do Ensino da Matemática, durante este período de transição, concentrava-se nos ensinos secundários e técnicos. Entretanto, gradativamente, tal educação foi se tornando mais ampla, alcançando outras etapas do Ensino Matemático, provocando, de tal modo, uma universalização deste conhecimento. Desta maneira, o que se observa é que os livros didáticos, que surgiram neste período, passaram a propor um modelo de ensino superior aos demais, pois se mostrava “mais intuitivo, mais ligado ao concreto e baseado no desenvolvimento da criança” (MIORIM, 1995, p. 123).

Deste modo, nos fins do século XIX, houve uma modernização do Ensino da Matemática, que compreendeu todos os níveis educativos, provocando novas abordagens educacionais e, além disso, houve um interesse em incluir conteúdos vigentes no currículo adotado até então. Abordando esta discussão é importante observar os apontamentos de Felix Christian Klien (1849 — 1925), matemático alemão, que recebeu destaque em seu trabalho por desenvolver uma interligação entre a Geometria Não-Euclidiana, e a Teoria dos Grupos e a Geometria. Klien tornou-se importante figura para instrução Matemática “e em muitos níveis e exerceu forte influência em círculos pedagógicos. Em 1886, ele se tornou professor de Matemática em Göttingen, e sob sua liderança, a universidade tornou-se a Meca a que estudantes de muitos países, inclusive dos Estados Unidos, acorriam”. (BOYER; MERZBACH, 2012, p. 369).

De acordo com Miorim (1995, 139), Klein defendia “a importância da Matemática para o desenvolvimento de outras ciências e, especialmente, o valor formal propiciado pelos estudos matemáticos”. Obviamente que seu posicionamento tornou-se farol para novos modelos deste ensino, porquanto Klein foi um dos pioneiros na demonstração de que Matemática pode auxiliar o desenvolvimento de outras ciências, contribuindo para a estruturação de novos conhecimentos. Neste sentido, a disciplina "deveria ser entendida não só no sentido usual, com meras aplicações práticas, mas ao contrário, como uma ferramenta teórica fundamental para a obtenção de resultados gerais" (MIORIM, 1995, p. 139).

De acordo com Miorim (1995), sob a defesa de Klein, professor/pesquisador, a Matemática deve ser vislumbrada como uma ferramenta teórica indispensável para qualquer ciência. Nesta conformidade, para além dos moldes restritos, é possível observar que essa dinâmica extrapola o ensino convencional da Matemática, haja vista que pode ser verificada com o surgimento e o início da publicação de periódicos, que se dispuseram a discutir essa problemática, dando início ao movimento internacional para a modernização da disciplina, culminando na Comissão Internacional para o Ensino de Matemática *International Commission on Mathematical Instruction* (ICMI). (MIORIM, 1995, p. 153).

Com estes encaminhamentos, ocorreram alguns resguardos do Ensino da Matemática, que foram mantidos tanto pela American Mathematical Society (AMS), fundada em 1984, como pela Mathematical Association of America (MAA), que teve seu início 1915. Estas instituições registraram uma preocupação com o Ensino da Matemática e com a formação de professores, principalmente no aspecto da Educação Básica. Neste sentido, houve uma estruturação do segmento, desse modo, empreendeu-se "a busca de um espaço adequado com o propósito de refletir sobre suas preocupações e interesses, e para discutir as propostas, levou os professores de Matemática a fundarem, em 1920, o National Council of Teachers of Mathematics (NCTM)". (MIGUEL; GARNICA; D'AMBRÓSIO, 2004, p. 72).

O fato é que com o advento da Grande Guerra Mundial, houve uma pausa na estruturação desses movimentos, que se mostraram fundamentais para o avanço do conhecimento matemático, seja em termos científicos ou acadêmico-escolares. Esta situação se estabeleceu e se sobrepôs ao momento, especialmente porque continuaram as propostas, que viabilizaram os subsídios para a mudança, obviamente que esta iniciativa foi engendrada e mantida pelos matemáticos especialistas no assunto.

> A pesquisa era menos importante nos objetivos do NCTM. Embora a pesquisa em educação matemática estivesse crescendo em intensidade, poucos pesquisadores frequentavam as reuniões anuais do NCTM. Havia maior presença de autores de livros didáticos. Alguns autores eram importantes pesquisadores em educação matemática, mas suas presenças nessas reuniões tinham outra finalidade. O ambiente para pesquisadores em educação matemática era pouco convidativo, tanto nas reuniões anuais do NCTM quanto nas da AMS e da MAA, enquanto as reuniões da

> AERA ofereciam o ambiente adequado para as pesquisas avançadas, que tomavam grande vulto na época. (MIGUEL; GARNICA; D'AMBRÓSIO, 2004, p. 72).

Ora, as principais defesas deste grupo de trabalho alinhavam-se à introdução do cálculo na escola secundária, mantendo uma organização disciplinar que concorresse na fusão dos conteúdos, dando maior ênfase na aplicação prática, o que embasa a utilização da Matemática como ferramenta para demais disciplinas. Observando os moldes da educação contemporânea, pode-se dizer que, em certa medida, houve a cogitação do trabalho interdisciplinar. O fato é que essa troca foi essencial para o modelo educacional daquele momento, o que se desdobrou em moldes arrojados para atualidade. Esses princípios, em linhas gerais, foram, paulatinamente, incorporados aos moldes dos Currículos Nacionais. Evidentemente que essa situação ocorreu tempos depois que o ocorrido na Europa e Estados Unidos, mas, de modo gradual, ocorreu também no Brasil. (MIGUEL; GARNICA; D'AMBRÓSIO, 2004, p. 72).

Após essa análise histórica que não compreendeu todos os aspectos da evolução da Matemática, mas que permitiu fazer um apanhado geral sobre o assunto, o que evidenciou pontos importantes desde a antiguidade até meados do século XX. Observando, inclusive, a mudança de perspectiva ocorrida, sobretudo, no século XVII, em que aconteceu a evolução das técnicas e da ciência, sendo que esta condição contribuiu como subsídio para o desenvolvimento da Matemática como um recurso pedagógico. Colaborando, inclusive, para o seu reconhecimento como marco histórico, tanto político, como econômico e educacional.

Estas mudanças contribuíram para estruturação do ensino da disciplina no contexto da educação primária e secundária, obviamente que esta instrução não detinha a primazia até a aproximação do século XIX, quando ocorreu a universalização do ensino. Nesta circunstância, gradativamente, o movimento que preconizava uma modernização da disciplina desenvolveu-se nos primeiros anos do século XX. Esta condição possibilitou a concepção da Matemática enquanto disciplina estabelecida e que, com esta iniciativa, pode ser ensinada de modo mais integrado, portanto, se apregoado que se modelasse como aporte teórico para o ensino das demais ciências.

Estabelecida esta condição, o estudo aqui proposto, a partir deste ponto, tratar-se-á de questões mais específicas referentes ao Ensino da Matemática no Brasil. Neste sentido, de maneira mais específica, conforme a proposta da pesquisa, priorizou-se a adoção do seu uso como ferramenta teórica, com o propósito de embasar o ensino do Cálculo Estequiométrico na disciplina de Química, presente no currículo do Ensino Médio, conforme os norteadores teóricos brasileiros. Com este desígnio, foi necessária a busca por indicadores compostos pelo o estado da arte, o que permitiu desenvolver os estudos a respeito do assunto discutido, o que favoreceu criar novas hipótese e propor novas ideias no âmbito do ensino do Cálculo Estequiométrico.

1.3 O ENSINO DA DISCIPLINA MATEMÁTICA NOS MOLDES BRASILEIROS

Obviamente que todo esse movimento europeu e americano reverberou no ensino brasileiro, inclusive no Ensino de Matemática. O que se observa é que no Brasil, estas efervescências pedagógicas começaram a se constituir a partir de 1835, quando foi inaugurada a primeira Escola Normal em Niterói. Esta iniciativa estimulou a criação de uma escola nos mesmos moldes na Bahia, em 1842, dedicada ao Ensino Primário. Estas escolas foram criadas sem haver uma preocupação em formar o corpo docente. De maneira que aquele que sabia um pouco ensinava aos demais e a proposta que prevalecia "era que os professores deveriam ter o domínio daqueles conteúdos que lhes caberia transmitir às crianças, desconsiderando-se o preparo didático-pedagógico". (SAVIANI, 2009, p. 144).

Todavia, essa situação ganhou novos contornos, ainda no século XIX, com a inauguração do Colégio Pedro II, que foi estruturado nas antigas instalações do Seminário de São Joaquim. De acordo com o apanhado histórico realizado por alguns membros vinculados ao Colégio e que escreveram o Memorial Histórico do Colégio D. Pedro II, sua história remonta a 1739, com o Colégio de Órfãos de São Pedro, que se transformou no Seminário de São Joaquim. (MEMORIAL HISTÓRICO PEDRO II, s/d.).

Tempos depois, em 1837, o colégio foi reestruturado, com a pretensão de homenagear o imperador que, à época da inauguração do estabelecimento educacional, contava 12 anos. Vale destacar que: "Bernardo Pereira de Vasconcelos, Ministro do Império, apresentou à assinatura do Regente Pedro de Araújo Lima, Marquês de Olinda, o decreto que reorganizava completamente o Seminário de São Joaquim e mudava-lhe o nome para Imperial Collegio de Pedro Segundo". (MEMORIAL HISTÓRICO PEDRO II, s/d, s/p).

A inauguração deste colégio é considerada um marco na história da educação brasileira, pois foi a partir desse evento que a Educação no Brasil começou a ganhar novos contornos e a ser formulada de maneira mais organizada e ampla. Esta se tornou uma escola de referência, contava com metodologias de ensino e professores renomados, como por exemplo, os professores Eugênio de Barros Raja Gabaglia e Joaquim Inácio de Almeida

Lisboa, ambos responsáveis pela a cátedra de Matemática. “Foi também no Colégio Pedro II que surgiram as primeiras iniciativas concernentes à reforma do ensino matemático. [...] o Brasil no ano de 1912 foi convidado a participar no congresso do IMUK, porém sem direito a voto”. (SOUZA, 2010, p. 40).

> Tal evolução no ensino da matemática elementar, tendendo à criação de uma disciplina única, vinha no bojo de um movimento muito mais amplo, de âmbito mundial, cujo intuito era a reestruturação da educação matemática nos cursos secundários. Entre nós, esse movimento foi liderado pelo professor catedrático Euclides Roxo (1890-1950), então Diretor do Externato do Colégio Pedro II (cargo que ocupou de 1925 a 1930). O objetivo era que os programas de matemática fossem implementados de maneira gradual, sendo a implantação das inovações efetuada, propositalmente, de forma paulatina, a partir de um planejamento elaborado pelo próprio Euclides Roxo. (DASSIE; ROCHA, 2020, p. 02).

De acordo com Duarte (2019), a importância de Euclides Roxo para a formação da Matemática, enquanto disciplina autônoma, foi basilar, haja vista sua militância em favor do reconhecimento da Matemática como ciência. Mas, para além dessa defesa, este professor foi um incansável militante da prática Matemática intermediária entre o Ensino Primário e Secundário. Para tanto, utilizava-se dos conceitos pedagógicos defendidos por Henri Poincaré (1854-1912) e pelo matemático Felix Klein (1849-1925). Vale ressaltar que defesas e militâncias feitas por defensores como Roxo é que permitiram à Matemática ocupar, posteriormente, lugar de destaque nas escolas superiores.

Estas medidas utilizadas por Roxo interferiram diretamente no modo do Ensino Matemático adotado na contemporaneidade. Este cientista/professor/educador se preocupava, sobretudo, com o ensino e o quanto o aprendizado poderia interferir positivamente na vida das pessoas. Ele acreditava também que todos poderiam aprender desde que contasse com um professor que valorizasse mais o ser humano do que o método. Conforme fragmento abaixo:

> Tão exagerada preocupação de prematura organização lógica deu a tal ensino um cunho quase que inacessível à maioria dos jovens. A dificuldade no estudo da matemática tornou-se, por assim dizer, proverbial. “Poucos são os que dão para a matemática”, chegou a quase um conceito acaciano. Tal situação não poderia deixar de despertar a atenção daqueles que primeiro deixaram de preocupar-se exclusivamente com o objeto do ensino (a disciplina ou matéria a ser ensinada) para cuidarem um pouco do sujeito (o ser humano que deve receber tal ensino) (ROXO, 1937, p. 41).

Alinhado às essas ideias, Belloti (2013), defende que outro marco educacional importante para a história da educação brasileira, incluindo, obviamente, os estudos matemáticos, foi a inauguração da Escola Polytechnica de São Paulo — antecessora da atual Universidade de São Paulo (USP). Esta escola foi criada com o propósito de atender às necessidades das indústrias e pequenas usinas de energia elétrica, que estavam se firmando no Estado de São Paulo e, principalmente na região Sudeste.

> Quando, em agosto de 1893, em um cenário mundial de transformações inimagináveis, o presidente do estado de São Paulo, Bernardino de Campos (1841-1915), promulgou a lei que criava a Escola Polytechnica de São Paulo – à maneira das "Technische Hochschule", os institutos de tecnologia alemães, que combinavam o conhecimento matemático e científico com tecnologia e inovação –, todas as visões de desenvolvimento e progresso do Brasil afunilaram-se naquele momento. (VARGAS, 1994 apud BELOTTI, 2013, p. 19).

Estas iniciativas foram fundamentais para criação de novos institutos de ensino e outras faculdades, que viabilizaram a formação específica de professores. Exemplo desse fato foi a constituição da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo (FFCL), ocorrida em 1934, por meio do Decreto nº 6.283/1934, que criou a Universidade de São Paulo. Esta iniciativa, apesar de importante para o momento, não favoreceu a criação de uma faculdade voltada para o Curso de Matemática, contudo a disciplina ganhou destaque, porquanto no art. 8º ficou definido "a Secção de Ciências compreenderá as seguintes sub-secções com as suas respectivas cadeiras fundamentais (sic):

> I – Ciências Matemáticas:
> 1) Geometria (projetiva e analítica). História das Matemáticas;
> 2) Análise Matemática (inclusive elementos de cálculo das probabilidades e de estatística Matemática);
> 3) Cálculo Vetorial e Elementos de Geometria Infinitesimal. Mecânica Racional e Elemento de Mecânica Celeste.
> II – Ciências Físicas:
> 1) Física Geral e Experimental;
> 2) Física Matemática, História da Física.
> II – Ciências Matemáticas:
> 1º ano – Geometria (projetiva e analítica), Análise Matemática;
> 2º ano – Análise Matemática, Cálculo Vetorial e Elementos de Geometria Infinitesimal, Física Geral e Experimental;
> 3º ano – Mecânica Racional e Elementos de Mecânica Celeste, Física Geral e Experimental, História das Matemáticas. (SÃO PAULO, 1934).

Esta resolução favoreceu a formação de professores para atuarem no magistério, haja vista que até meados de 1929 não havia no Brasil uma disciplina intitulada "Matemática"; mas, sim, uma grade curricular dividida em Aritmética, Álgebra e Geometria (onde era incluída a Trigonometria), conforme expresso no fragmento acima. Também há de se observar as defesas de Euclides Roxo em apontamentos encontrados em Soares; Dassie e Rocha (2004):

> Na cadeira de Matemática fez-se uma completa renovação, de acordo com as atuais diretivas pedagógicas dominantes, quanto a essa disciplina, em quase todos os países

> civilizados. Adotados somente para o 1º ano em 1929, será a nova orientação estendida, em 1930, ao 2º ano e, assim sucessivamente, a todos os anos do curso. Em consequência dessa reforma, deverão os alunos, ao invés de um exame final de Aritmética, outro de Álgebra e um terceiro de Geometria, fazer, no 4º ano, um exame final único de Matemática, sendo os do 1º, 2º e 3º de simples promoção. (ROXO, 1930 apud DASSIE; ROCHA, 2004, p. 02).

Ademais, ainda neste contexto, na década de 1930, cumulativamente ocorreu a Reforma de Campos como um interesse aberto em organizar o Sistema Educacional Brasileiro. Havia, neste momento, uma crise mundial em função da crise da Bolsa de Valores de Nova York, ocorrida em 1929. Em função disso, o Governo Getúlio Vargas, dentre as muitas medidas de revitalização da economia nacional, investiu na Educação, com destaque para Ensino Secundário, como uma forma de preparação para o Ensino Superior e instrumentalização para o trabalho nas indústrias. Neste sentido, há de se destacar que o governo pretendia algumas mudanças. (SOARES; DASSIE; ROCHA, 2004).

> O principal objetivo era o de ampliar a finalidade do curso secundário, que deveria deixar de ser apenas um curso propedêutico para ingresso nas faculdades, mas possuir uma finalidade própria. Para isso, o curso passaria a ter sete anos, divididos em duas partes: a primeira de cinco anos, comum ou fundamental, e a segunda, de dois anos, com finalidade de preparação para as escolas superiores. (SOARES; DASSIE; ROCHA, 2004, p. 08).

Ora, diante da necessidade de centralizar a política e a economia nos liames nacionais, Getúlio Vargas tomou em suas mãos a responsabilidade pela nova estruturação do país, sendo assim, passou a administrar em moldes autoritários. Neste viés, diminuiu a autonomia dos estados e municípios, o que reverberou na educação, pois desde esse momento, o Brasil passou a contar com um Ministério da Educação e da Saúde Pública. Esta medida obrigou todos os brasileiros a serem guiados por leis federais, ou seja, o que valia para um Estado valia para todos. Diante desse contexto histórico, foi baixado o Decreto 19.851, em 11 de abril de 1931, o que permitiu que o então ministro da educação, Francisco Campos, estabelecesse novas normas para o Ensino Secundário e Superior.

> [...] a finalidade do ensino secundário é, de fato, mais ampla do que a que se costuma atribuir-lhe. Via de regra, o ensino secundário tem sido considerado entre nós como um simples instrumento de preparação dos candidatos ao ensino superior, desprezando-se, assim, a sua função eminentemente educativa que consiste, precisamente, no desenvolvimento das faculdades de apreciação, de juízo, de critério, essenciais a todos os ramos da atividade humana, e, particularmente, no treino da inteligência em colocar os problemas nos seus termos exatos e procurar as suas soluções adequadas (CAMPOS, 1931 apud PALMA FILHO, 2005, p. 03).

Esta afirmação de Campos (1931, apud PALMA FILHO, 2005), mostra como o novo modelo educativo estava delineado com os interesses econômicos, o que favoreceu o fortalecimento da Matemática enquanto disciplina, haja vista a sua importância perante os conhecimentos voltados para novas apreciações. Este modelo adotado por Francisco de Campos desagradou a uma parte importante de alguns apreciadores da Matemática. Ora, para eles, ao relacionar os conteúdos dos "programas de Matemática e suas instruções pedagógicas, a Reforma Campos apenas apropriou-se das inovações que vinham sendo implementadas de forma paulatina, desde 1929, no Colégio Pedro II, tendo como protagonista o professor Euclides Roxo". (SOARES; DASSIE; ROCHA, 2004, p. 08).

De acordo com Carvalho (1994), estas mudanças urgentes que o país vivia, acabaram reverberando de maneira mais severa sobre o Ensino da Matemática no Brasil. Dado que em 1946, quando o Brasil tinha como presidente Eurico Gaspar Dutra — que liderou o país entre 1946 a 1951 —, foi criando o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC). Este Instituto se destacou como meio importante de renovação do Ensino de Matemática, pois viabilizou nova metodologia, que permitia atividades extraclasses, inclusive o treino para atuação profissional. Neste mesmo período, estava em voga, em âmbito global, o Movimento da Matemática Moderna (MMM), o que determinou novos encaminhamentos:

> No final da década de 1950 e início de 1960, o ensino de Matemática em muitos países absorveu o MMM, que pretendia aproximar a Matemática trabalhada na escola básica com a Matemática produzida pelos pesquisadores da área. Os defensores da Matemática Moderna (MM) acreditavam que poderiam preparar pessoas que pudessem acompanhar e lidar com a tecnologia que estava emergindo. Dessa forma, as propostas veiculadas pelo MMM inseriram no currículo conteúdos matemáticos que até aquela época não faziam parte do programa escolar como, por exemplo, estruturas algébricas, teoria dos conjuntos, topologia, transformações geométricas. (WIELEWSKI, 2009, p. 2).

De um ponto de vista pedagógico, Fiorentini (1993 apud Carvalho, 1994, p 77) destaca que "até início da década de 70, as experiências e estudos relativos ao Ensino da Matemática foram marcados pela preocupação dominante com "o que ensinar"". Ora, nesta perspectiva, o que o autor afirma é que não havia uma preocupação com as abordagens metodológicas. Neste sentido, o ensino se perdia em um torvelinho conteudista, não valorizando "questões de ordem metodológica ou pedagógica — do "como ensinar", "por que ensinar", e "para que ensinar" — ficariam ignoradas ou relegadas a segundo plano, subjugadas à "natureza" do conteúdo enquanto conhecimento logicamente estruturado". (FIORENTINI, 1993 apud CARVALHO, 1994, 77).

Neste viés, Carvalho (1994) esclarece que este modelo pedagógico se estruturou nos anos seguintes, quando se implantou a Matemática Moderna no Brasil. Tanto que nas décadas subsequentes ocorreram movimentos de renovação de Ensino da Matemática. Neste critério, o autor destaca a importância de não se permitir que a disciplina se contextualize em uma perspectiva puramente abstrata, porquanto defende que o seu ensino deve ser posto como "uma criação cultural de grupos humanos, e não de cérebros privilegiados e isolados." (CARVALHO, 1994, p. 79).

Ora, talvez, esta seja a principal medida para se estabelecer um ensino resolutivo e acessível da disciplina, considerando que os conceitos matemáticos são, primordialmente, uma ferramenta para resolução de problemas, desde que bem contextualizada e utilizada como instrumento que, apesar de abstrato, pode e deve ser empregado de modo resolutivo e prático, capaz de ser inserido no cotidiano das pessoas.

Desse modo, o saber matemático tem a possibilidade de ser utilizado em várias situações práticas. Essa condição foi instaurada em função de medidas históricas, que urdiram a disciplina em "abstrata, descontextualizada, o que paradoxalmente lhe dá uma grande aplicabilidade e versatilidade. Um dos desafios da escola é exatamente resgatar o saber ferramenta que os alunos trazem de casa. da rua, e transformá-lo em saber objeto, rico e frutífero". (CARVALHO, 1994, 79).

2. POSSÍVEIS ABORDAGENS PEDAGÓGICAS PARA O ENSINO MATEMÁTICO

2.1 CONSIDERAÇÕES ACERCA DOS APONTAMENTOS DE DARIO FIORENTINI

Para melhor estruturar o tema pesquisado, utilizou-se dos apontamentos de Dario Fiorentini (1995), que, para uma compreensão mais precisa, dividiu seu estudo em seis principais tendências do Ensino de Matemática. Considera-se esta estruturação como importante, portanto, tem possibilidades de contribuir para o bom desenvolvimento desse trabalho. Neste sentido, é que se ateve com mais cuidado em seus apontamentos. Vale ressaltar que esse educador matemático é hoje docente do Programa de Pós-Graduação em Educação da área de Matemática da Universidade de Campinas (FE/Unicamp).

Sua experiência se destaca em suas linhas de pesquisas, que envolvem o “o processo de formação inicial e continuada de professores de Matemática”; “práticas colaborativas e/ou investigativas e suas contribuições para o desenvolvimento curricular e profissional de professores”; “saberes docentes dos professores que ensinam Matemática”; dentre outros. O fato é que seus apontamentos contribuíram para a compreensão de alguns pontos estruturantes dessa pesquisa.

Neste aspecto, Fiorentini (1995) destaca que o perfil do educador de Matemática é fundamental para se estabelecer uma conexão entre o conteúdo, o objeto ensinado, e a sua utilização em situações do cotidiano. Segundo a sua defesa, os professores desse período — décadas 1970 e 1980 — concebiam (erroneamente) a Matemática como uma ciência exata e a-histórica, não como uma prática daquilo que pode ser considerado uma ciência viva e que atende determinados interesses e necessidades sociais. Ao que pontua, há uma dicotomia naquele professor que atua em sala na perspectiva deque o aluno possa memorizar. (FIORENTINI, 1995).

> [...] o professor que acredita que o aluno aprende Matemática através da memorização de fatos, regras ou princípios transmitidos pelo professor ou pela repetição exaustiva de exercícios, também terá uma prática diferenciada daquele que entende que o aluno aprende construindo os conceitos a partir de ações reflexivas sobre materiais e atividades, ou a partir de situações-problema e problematizações do saber matemático (FIORENTINI, 1995, p. 5).

De acordo com esse pesquisador, para se compreender a Matemática, enquanto ciência e disciplina acadêmica/escolar, é fundamental observar, no sentido histórico, as tendências que interferem no fazer matemático. Igualmente, para ele, a primeira tendência que se destaca é a *Tendência formalista clássica*. Esta que converge para a Matemática Clássica, se estruturando na concepção platônica. Neste sentido, a disciplina se estabelece nos modelos euclidianos. Esta visão é apontada pelo professor como uma concepção a-histórica da Matemática ou como uma disciplina estática. (FIORENTINI, 1995).

Fiorentini (1995) defende que os professores, em muitos casos, agem idiossincraticamente, ou seja, o sujeito educador tende a se apropriar da Matemática de maneira pessoal, agindo e reagindo de acordo com suas percepções, ainda que obedeça às determinadas metodologias e abordagens. Neste sentido, esta tendência pedagógica tende a dar enfoque no livro didático e o professor age e reage como detentor e transmissor de conhecimento. (FIORENTINI, 1995).

De tal modo, a aprendizagem ocorre por meio da memorização alcançada pelo aluno, esta abordagem não possibilita um aprofundamento mais rigoroso sobre os processos matemáticos. Por este ângulo, a compreensão do aluno se limita à capacidade de realizar exercícios. Ora, neste seguimento, a Matemática é colocada como um privilégio acessível a alguns poucos detentores do "alto saber". De acordo com os seus apontamentos, esta corrente teve muito destaque até a década de 1950. Este posicionamento se enquadrava tanto no Ensino da Matemática quanto para outras disciplinas que a utilizavam como ferramenta. Diante dessa concepção, ao aluno restava estudar e se esforçar para aprender os conceitos propostos. (FIORENTINI, 1995).

Na segunda perspectiva, Fiorentini (1995) destaca a Tendência Empírico-Ativista. Ora, esta orientação pedagógica se coloca como antagônica a Tendência Formalista Clássica. Porquanto, nesta abordagem, o professor não se coloca como o único detentor do conhecimento, mas, sim, como um facilitador daquilo que está sendo ministrado. Neste aspecto, há uma inversão nos termos da relevância dos papéis, isto porque o aluno, nesta perspectiva, é colocado como o centro do processo de aprendizagem. (FIORENTINI, 1995).

Diante desse posicionamento, os conteúdos, o currículo e todos os encaminhamentos são organizados tendo como escopo o aprendizado real do aluno. Há, neste sentido, uma real preocupação com a abstração do conhecimento, de tal modo que atenda ao desenvolvimento psicobiológico do sujeito aprendiz. Nesta metodologia, o material didático utilizado ultrapassa, em sentido conteudista, ao livro didático, posto contar com elementos manipulativos, além de demais recursos, que podem facilitar a aprendizagem. Neste seguimento, a Matemática, para além de "aprendida" é "apreendida", posto permitir a sua aplicação. (FIORENTINI, 1995).

Na sequência, o professor Dario Fiorentini esclarece alguns pontos acerca da Tendência Formalista Moderna, que surgiu daquele citado Movimento da Matemática Moderna (MMM). Este Movimento se estabeleceu em posicionamentos diversos, mas que se estruturou utilizando primordialmente três campos da Matemática, a saber: Estruturas Algébricas, Teoria dos Conjuntos e Relações e Funções. Se propondo ainda uma reflexão sobre os avanços da Matemática contemporânea, que teve como ponto notório a precisão e o fato de ser logicamente fundamentada. (FIORENTINI, 1995).

Neste aspecto, esse modelo pedagógico matemático se destaca por utilizar a Matemática como ferramenta "para" a resolução de problemas. De modo que a Tendência Formalista Moderna se estabeleceu como uma convergência interessante em termos resolutivos. Todavia, constituiu algumas incongruências, porquanto permitiu reduzir a Matemática à corriqueira organização/sistematização. Para esta corrente, a Matemática se estruturava na perspectiva de uma "apreensão da estrutura subjacente, a qual, acreditava-se, capacitaria o aluno a aplicar essas formas estruturais de pensamento inteligente aos mais variados domínios, dentro e fora da Matemática" (MIGUEL; FIORENTINI; MIORIM, 1992, apud FIORENTINI, 1995, p. 14).

Em suas explanações, Fiorentini (1995) explica que a Tendência Tecnicista é adotada como recurso estrutural pelo regime ditatorial militar brasileiro. Ora, neste modelo pedagógico, que foi adotado principalmente durante a década e 1970, em que a escola foi inserida nos moldes de racionalização do sistema de produção capitalista, em que a ordem seria a condição fundamental para o progresso.

> O tecnicismo pedagógico é uma corrente de origem norte-americana que, pretendendo otimizar os resultados da escola e torná-la "eficiente" e "funcional", aponta como soluções para os problemas do ensino e da aprendizagem o emprego de técnicas especiais de ensino e de administração escolar. Esta seria a pedagogia "oficial" do regime militar pós-64 que pretendia inserir a escola nos modelos de racionalização do sistema de produção capitalista. Essa tendência fundamenta-se sóciofilosoficamente no funcionalismo, para o qual a sociedade seria um sistema organizado e funcional, isto é, um todo harmonioso em que o conflito seria considerado uma anomalia e a manutenção da ordem uma condição para o progresso. Assim, a escola, como parte desse sistema, teria uma função importante para sua manutenção e estabilidade. (FIORENTINI, 1995, p. 15)

A escola, neste sentido, seria essencial para a manutenção da ordem e integração do indivíduo na sociedade. Entretanto, essa tendência sofreu alterações ao se chocar com o que propunha o MMM, engendrando um conceito matemático em que a Matemática é valorizada por suas fórmulas e conceitos, em detrimento do significado epistemológico adotado por eles. De acordo com o autor, o método japonês Kumon de aprendizagem é o principal expoente da visão pedagógica tecnicista. De tal modo, a Tendência Tecnicista incorre em mais um reducionismo “acreditando que a melhoria do ensino se limita ao emprego de técnicas especiais de ensino e ao controle/organização do trabalho escolar” (FIORENTINI, 1995, p. 18).

Outra importante corrente pedagógica e que engloba também o Ensino da Matemática é a Tendência Construtivista estabelecida a partir das observações e abstrações feitas por Jean Piaget (1896-1980). Este cientista influenciou de maneira determinante os rumos da pedagogia, posto defender que as crianças têm capacidades similares ao de qualquer adulto, apresentando, por isso, a competência de interferir no próprio aprendizado. Esta afirmação também é válida para o Ensino de Matemática. (FIORENTINI, 1995).

Nesta continuidade, há uma discrepância entre a prática Tecnicista-Mecanicista e a Prática Associacionista, considerando que esta última parte de materiais concretos para a construção do pensamento lógico-matemático, que desemboca na construção do conhecimento. Epistemologicamente, portanto, a teoria nega o racionalismo até então proposto no ensino brasileiro de Matemática. Considera, nesta condição, os pressupostos epistemológicos que o pensamento se constrói, descontrói e reconstrói, de acordo com as experiências vividas. É como um ciclar e reciclar.

Esta tendência se destacou no Brasil a partir da década de 1980, apesar de ter iniciado, enquanto teoria, na década de 1970. Nesta perspectiva, a Matemática é admitida como uma construção humana, provavelmente ocorre por causa de suas estruturas reais e/ou abstratas. Em linhas gerais, o que se observa é que as abstrações matemáticas ocorrem a partir da relação com os objetos. (FIORENTINI, 1995).

Por último, Fiorentini (1995) esclarece os termos que envolvem a Tendência Socioetnocultural, que submerge o aprendizado em linhas mais amplas. Neste aspecto, sugere que esta tendência acredita que se deva considerar os alunos para além do aprendizado, permitindo a compreensão de condições sociopolíticas e culturais menos favorecidas. Ademais, deve se dar importância às dificuldades apresentadas pelos alunos na abstração e compreensão da disciplina, portanto no desenvolvimento do seu aprendizado. Vale ressaltar que é importante observar as dificuldades apresentadas e buscar soluções para superar os obstáculos. Para tanto, há de se considerar as diferenças entre a aprendizagem matemática na escola e no seu uso cotidiano, isto é, as aplicações que os indivíduos fazem da Matemática. (FIORENTINI, 1995).

Neste sentido, o fracasso do ensino não se ajusta às anteriores soluções psicológicas, posto que não se pode admitir um único viés para justificar as dificuldades. Há de se considerar, inclusive, obstáculos pessoais e por segmentos ou grupos, como por exemplo, da desigualdade social. Neste aspecto, especialmente no Brasil, as defesas pedagógicas adotadas por Paulo Freire são admitidas como expoentes dessa tendência. Ora, de acordo com Freire (2011) o sujeito tem infinitas possibilidades de abstrair o conhecimento. Nesta perspectiva, é que surge a Etnomatemática, em que a Matemática passou a ser colocada, verdadeiramente, como válida e significativa no interior de um grupo cultural. (FIORENTINI, 1995, p. 25).

Neste seguimento, há de se considerar as palavras de Freire (2011, p. 116), que defende que “no fundo, uma das radicais diferenças entre a educação como tarefa dominadora, desumanizante, e a educação como tarefa humanizante, libertadora, está em que a primeira é um puro ato de transferência de conhecimento, enquanto a segunda é o ato de conhecer”. Ora, sob essa defesa, a Matemática deixa de ser acastelada como um conhecimento pronto e acabado, portanto distancia-se daquela alegação platônica acerca dos conceitos. Igualmente, é aceitável que os currículos possam se estabelecer de maneira mais flexível, ajustando-se às diferentes realidades dos aprendizes brasileiros. Todavia, há de se considerar que:

> Temos de respeitar os níveis de compreensão que os educandos - não importa quem sejam - estão tendo de sua própria realidade. Impor a eles a nossa compreensão em nome de sua libertação é aceitar soluções autoritárias como caminhos de liberdade. Mas assumir a ingenuidade dos educandos demanda de nós a humildade necessária para assumir também a sua criticidade, superando, com ela, a nossa ingenuidade também. Só educadoras e educadores autoritários negam a solidariedade entre o ato de educar e o ato de serem educados pelos educandos; só eles separam o ato de ensinar do de aprender, de tal modo que ensina quem se supõe sabendo e aprende quem é tido como quem nada sabe. Na verdade, para que a afirmação “quem sabe, ensina a quem não sabe” se recupere de seu caráter autoritário, é preciso que quem sabe saiba sobretudo que ninguém ache tudo e que ninguém tudo ignora. (FREIRE, 1989, p. 17).

Apesar da perceptibilidade e humanização na perspectiva freireana, o fato é que esse modelo de ensino não foi muito adotado como abordagem pedagógica, pois há certa dificuldade em colocá-la em prática, considerando a amplitude de possibilidades que a proposta permite e as condições limitantes das estruturas físico/educacionais. Percebe-se, todavia, que esta metodologia funciona bem na educação de jovens e adultos. (FIORENTINI, 1995).

Diante desta classificação, Fiorentini (1995) adverte que o professor/educador não necessita assumir uma tendência ou outra em específico. Ora, a sua atuação pode ser flexível de acordo com o momento e a necessidade, pois não existem verdades absolutas, mas, sim, possibilidades de atuação. Desta maneira, é fundamental admitir que a Matemática, assim como seu processo de ensino e aprendizagem é mutável e se altera de acordo com as situações socioculturais e temporais. Neste contexto, compete ao educador adequar suas próprias expectativas ao processo de ensino e aprendizagem, não apenas em viés idiossincrático, mas, sobretudo, considerando a realidade daqueles alunos que estão sob a sua responsabilidade. Neste aspecto, Fiorentini (1995) afirma que:

> As respostas aos problemas do ensino das matemáticas não podem ser encontradas somente nos dispositivos técnicos particulares e parciais, sem tomar em consideração o contexto mais geral no qual se encontra submersa a prática do ensino da matemática; ou seja, não se pode deixar de discutir os determinantes histórico-filosóficos do ensino moderno da matemática; sobre as concepções relativas à natureza das matemáticas, sobre a ideologia das matemáticas. Assim, se a ideologia “racionalista” foi e é marcante nas reflexões sobre matemática, então é importante seu estudo histórico, metodológico, epistemológico e filosófico. (ZUNIGA, 1987, apud FIORENTINI, 1995, p. 30).

Com esta discussão, é possível inferir que o professor é também um sujeito histórico no processo de ensino e aprendizagem e, portanto, exposto às mudanças e interferências históricas. Nesta acepção, deve dominar bem as possibilidades que têm à sua disposição e a flexibilidade de atuação, bem como a permeabilidade do conhecimento, considerando que este tem se mostrado flexível e resiliente. Ora, já foi observado que a estagnação não permite o acesso a novas formas de pensar, aprender e compreender os processos. (FIORENTINI, 1995).

Vale ressaltar que ao professor cabe a disposição de observar a realidade dos alunos, considerando os diversos parâmetros que estabelece a composição de uma turma inserida em determinada sala de aula. Inclusive, urge admitir a existência da desigualdade nas suas mais diversas possibilidades, mas, sobretudo, admitir que a desigualdade, em qual vertente for, não pode resumir a impossibilidade de se ministrar o conhecimento, nem impedir que ele chegue de maneira igualitária para todos, nem que para isso, seja necessário utilizar-se de métodos compatíveis para cada turma, favorecendo ao alunado a superação das dificuldades e o acesso à possibilidade de abstração do conhecimento.

2.2 O EDUCADOR MATEMÁTICO COMO SUJEITO CAPAZ DE PROMOVER MUDANÇAS

Diante dessa leitura, o docente, seja de qual área for, pode contribuir, na perspectiva da superação da desigualdade, considerando que o conhecimento não é algo que é dado por um sujeito com um saber maior, mas é algo proposto, em que professor é o facilitador do acesso. Com este posicionamento, o obstáculo conceitual tende a ser superado com mais facilidade, observando as desigualdades diversas, mas com o propósito de superação. Vale ressaltar que este apontamento alinha-se ao que está estabelecido na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), orientada para o Ensino Médio, em que salienta que o Ensino de Matemática tem como objetivo primordial os seguintes critérios:

> [Além da] construção de uma visão integrada da Matemática, aplicada à realidade, em diferentes contextos. Consequentemente, quando a realidade é a referência, é preciso levar em conta as vivências cotidianas dos estudantes do Ensino Médio – impactados de diferentes maneiras pelos avanços tecnológicos, pelas exigências do mercado de trabalho, pelos projetos de bem viver dos seus povos, pela potencialidade das mídias sociais, entre outros. Nesse contexto, destaca-se ainda a importância do recurso a tecnologias digitais e aplicativos tanto para a investigação matemática como para dar continuidade ao desenvolvimento do pensamento computacional, iniciado na etapa anterior. (BRASIL, 2017).

Apesar de retilíneo, é possível anuir que ao educador matemático cumpre também um papel social na formação de cidadãos. Nesta perspectiva, admite-se que é essencial a interdisciplinaridade em uma esfera mais completa, permitindo a disciplinaridade como aproximação do conhecimento matemático às outras disciplinas e, deste conjunto, comportar uma justaposição com as vivências extra sala de aula. Deve-se também considerar as experiências intramuros escolares, admitindo as possibilidades de experiências e alternâncias na sociedade como um todo.

Nesta perspectiva, o uso de diversas ferramentas pode ser admitido como recurso para a contextualização da disciplina, o que poderá possibilitar o desenvolvimento dos alunos. De tal modo, é imperioso fazer alguns apontamentos acerca da interdisciplinaridade e da transdisciplinaridade, ações que podem transformar o modo de agir naquilo que tange as possibilidades educativas, seja na visão da escola e/ou do professor. Contudo, cabaaqq2
e destacar que estas ações reverberam no alunado e na sua compreensão daquilo que é ministrado em propostas educativas, que alvitra o acesso ao conhecimento. Neste sentido, o mais coerente seria discutir possibilidades de conhecimento não disjuntivo, mas em uma perspectiva agregante, trabalhando para além das rupturas disciplinares. Por este ângulo, vale

apoiar os esclarecimentos em indicações feitas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica, que sugere:

> Na organização e gestão do currículo, as abordagens: disciplinar, pluridisciplinar, multidisciplinar, interdisciplinar e transdisciplinar requerem a atenção criteriosa da instituição escolar, porque revelam a visão de mundo que orienta as práticas pedagógicas dos educadores e organizam o trabalho do estudante. Perpassam todos os aspectos da organização escolar, desde o planejamento do trabalho pedagógico, a gestão administrativo-acadêmica, até a organização do tempo e do espaço físico e a seleção, disposição e utilização dos equipamentos e mobiliário da instituição, ou seja, todo o conjunto das atividades que se realizam no espaço escolar, em seus diferentes âmbitos. (MEC, SEB, DICEI, 2013, p. 27).

Neste sentido, o Ministério da Educação (MEC), a Secretaria da Educação Básica (SEB) e a Diretoria de Currículos e Educação Integral (DICEI) esclarecem que as abordagens englobam ações multidisciplinares, pluridisciplinares e interdisciplinares nas mesmas bases. O que se alinha às ideias defendidas pelo físico romeno contemporâneo, Basarab Nicolescu (1942), em que faz a defesa de que pluridisciplinaridade está relacionado “ao estudo de um objeto de uma mesma e única disciplina por várias disciplinas ao mesmo tempo. Por exemplo, um quadro de Giotto pode ser estudado pela ótica da história da arte, em conjunto com a Física, da Química, da História das Religiões, da História da Europa e da Geometria”. (NICOLESCU, 2000, p. 10).

Sendo assim, esse conhecimento permite que um mesmo objeto de estudo ou análise seja esquadrinhado pelos mais diferentes olhares, o que possibilita uma visão mais ampla e profunda sobre o assunto. É uma proposta que se sobrepõe as disciplinas individualmente, mas mantém a conjunção da pesquisa disciplinar. Em outra vertente, a interdisciplinaridade oferece pretensões diversas, haja vista que:

> [...] diz respeito à transferência de métodos de uma disciplina para outra. Podemos distinguir três graus de interdisciplinaridade: a) um grau de aplicação. Por exemplo, os métodos da física nuclear transferidos para a medicina levam ao aparecimento de novos tratamentos para o câncer; b) um grau epistemológico. Por exemplo, a transferência de métodos da lógica formal para o campo do direito produz análises interessantes na epistemologia do direito; c) um grau de geração de novas disciplinas. (NICOLESCU, 2000, p. 11).

Nicolescu (2000) esclarece que foi a transferência dos métodos da Matemática para o campo da Física que possibilitou uma nova vertente de conhecimento, isto é, a Física Matemática. Isto também aconteceu na dominância da Física em sentido à Astrofísica ou à Cosmologia Quântica. O autor reforça que a Matemática contribuiu para os fenômenos meteorológicos, por exemplo. Fora outras contribuições importantes, como à Bolsa de

Valores, a Teoria do Caos e outros. Em outra perspectiva, o cientista aponta que “a pluridisciplinaridade, a interdisciplinaridade ultrapassa as disciplinas, mas sua finalidade também permanece inscrita na pesquisa disciplinar”. (NICOLESCU, 2000, p. 11).

Neste sentido, se estabelece a questão da interdisciplinaridade como um rompimento de fronteiras em que os saberes se complementam e se apoiam de maneira regular e destemida. Evidentemente que essa abordagem também poderia ser feita em uma perspectiva transdisciplinar, que se estabelece a partir daquilo que o próprio termo sugere, ou seja, “o prefixo “trans” diz respeito àquilo que está ao mesmo tempo entre as disciplinas, através das diferentes disciplinas e além de qualquer disciplina. Seu objetivo é a compreensão do mundo presente, para o qual um dos imperativos é a unidade do conhecimento”. (NICOLESCU, 2000, p. 11).

Todavia, para os propósitos desse trabalho, foi adotada a proposta interdisciplinar, especialmente porque a iniciativa estava alinhada de maneira específica aos estudos acadêmicos referentes ao ensino de Cálculo Estequiométrico em Química, que costuma engendrar nos estudantes inseguranças e dificuldades de compreensão. Neste sentido, é que se sugere a utilização de alguns recursos da disciplina de Matemática, no viés interdisciplinar, como possibilidade de contribuição no ensino e aprendizagem do conteúdo que engloba a Estequiometria.

Igualmente é possível perceber que esses saberes estão presentes no cotidiano das pessoas e em termos escolares, em maior ou menor complexidade se apresentam desde os primeiros anos escolares. Deste modo, as disciplinas de justapõem com possibilidades de facilitar a compressão de conteúdos diversos, presentes no cotidiano, interligados a outros conhecimentos, mas também constantes nos livros didáticos. É o caso da disciplina de Matemática, que para além do conteúdo em si, pode contribuir de maneira significativa para outros conhecimentos, conforme sugere Nicolescu (2000).

> O cotidiano do/da estudante, problematizado nas aulas com questões que podem ser respondidas também pela Química, faz com o eles/elas consigam entender mais profundamente fenômenos e situações que envolvem o conhecimento químico. A capacidade de tomada de decisões, de intervenção no cotidiano, bem como de crítica e análise do próprio contexto, é melhorada quando professores e professoras escolhem situações-problema ligadas ao cotidiano (BRASIL, 2017, p. 11).

Sendo assim, é necessário pensar essa abordagem considerando as características inseridas na relação dialógica, precipuamente, estabelecida em sala de aula entre os próprios alunos e entre eles (alunos) e professor. Esta relação permite que haja ou se desenvolva uma relação de compartilhamento, em que o conhecimento se mostre eficiente em todos os níveis. Com essa defesa, há de se admitir que o uso da Matemática como possibilidade de conexão para o ensino e aprendizado do Cálculo Estequiométrico em Química se mostra como uma possibilidade segura. Especialmente se for considerado o trabalho na perspectiva interdisciplinar, o que se mostra como uma ação extremamente fecunda para a formação global dos alunos.

Ora, utilizar este recurso, isto é, os conteúdos matemáticos como ferramenta para o ensino da Estequiometria, considerando ainda a possibilidade de haver um diálogo entre os educadores responsáveis por ambas as disciplinas, pode promover um aproveitamento em "mão dupla". Com esses recursos e parcerias, é possível promover um conhecimento mais concreto, ao mesmo tempo em promove o acesso a experiências mais determinantes para o ensino e aprendizagem dos alunos. Evitando constrangimentos capazes de gerar resistência ao aprendizado. Vale ressaltar que traumas oriundos de experiências desastrosas podem gerar estigmas, capazes de impedir alguns estudantes de se desenvolverem em suas habilidades matemáticas e ampliar a compreensão relativa à química.

2.3 OS DESAFIOS DO ENSINO DO CÁLCULO ESTEQUIOMÉTRICO

Considerando os apontamentos discutidos e atrelando-os aos aspectos pedagógicos, especialmente considerando a questão do Ensino de Química e das Ciências Naturais, o que se observa é que os conceitos são, na maioria das vezes, repassados aos alunos apenas em bases teóricas, sem criar um vínculo prático no uso cotidiano. Ora, nem sempre as demonstrações práticas se colocam para o aluno como algo possível e acessível.

Esta situação ocorre por diversos motivos, dentre eles, a falta de recursos materiais nos espaços escolares, que poderiam favorecer essa abstração. Vale destacar que muitas escolas são compostas por laboratórios precários ou inexistentes; quantidade insuficiente de aulas, ou seja, pouco tempo para abordar um conteúdo extenso, além de haver uma sobrecarga de trabalho para o professor, o que o impede de ministrar o conteúdo com a qualidade devida.

Ao tratar da questão do Cálculo Estequiométrico, o que se observa é que o conteúdo é considerando como de difícil compreensão, conforme aponta Costa e Souza (2013), quando afirmam que "uma das dificuldades presente nessa disciplina, apontada por professores e alunos, é a abstração". Neste sentido, destacam que o Cálculo Estequiométrico é um conteúdo complexo, em que é possível observar obstáculos, tidos, por alguns, como de difícil transposição. Há de se considerar que “conceitos como moléculas, mol, massa de um átomo, volume etc. não se mostram como elementos palpáveis. E as dificuldades em se obter materiais didáticos de apoio tornam o processo mais difícil”. (COSTA; SOUZA, 2013, p. 114).

Em linhas gerais, o que se tem como direcionamento sobre esse conteúdo é que o Cálculo Estequiométrico é desenvolvido de maneira relacional, aprimorado na lei da conservação das massas (Lei de Lavoisier) e na lei das proporções definidas (Lei de Proust), por exemplo. Também a grandeza de quantidade de matéria é determinada de forma relacional com a massa, com o volume ou com o número de entidades elementares contidas na substância da qual se dedica. Se houver uma variação na quantidade de matéria, as outras irão variar proporcionalmente, sendo que a massa é proporcional à quantidade de matéria, bem como o volume e o número de partículas elementares. (VILLELA, 2013).

Neste mesmo alinhamento, Santos (2019) defende que a questão da necessidade de compreensão dos fenômenos, bem como as transformações da matéria em níveis macroscópicos, microscópicos ou submicroscópicos, além do representacional ou simbólico, comprometem a possibilidade de uma real compreensão. O que evidencia a questão de que, apesar de sua importância, nem sempre é desenvolvido entre os alunos o domínio na realização de Cálculos Estequiométricos que, se ocorresse, poderia contribuir para outros e diversos saberes. Ademais, esse conhecimento “permite ao aluno analisar e decidir sobre algumas posturas adotadas no cotidiano. Sendo também esse conhecimento uma ferramenta básica para os demais cálculos químicos e um dos primeiros conteúdos que aplica a Matemática na disciplina Química”. (SOUZA, 2015, apud SILVA, 2018).

Ainda de acordo com Silva (2018), as principais dificuldades apresentadas pelos alunos, naquilo que se refere à abstração e a compreensão dos conteúdos alusivos aos Cálculos de Estequiometria, é a desconexão existente entre a “compreensão da teoria e dos conceitos estequiométricos, das representações das transformações químicas através de símbolos químicos e dos conhecimentos matemáticos para resolução de cálculos envolvidos neste conteúdo”. (SILVA, 2018, p. 30).

Em concordância com esse apontamento, Costa e Souza (2013) destacam que Cálculo Estequiométrico é um dos conteúdos de Química em que os alunos encontram mais dificuldade. Observando que os alunos normalmente não conseguem estabelecer uma conexão entre o conteúdo proposto em um enunciado e as grandezas envolvidas no cálculo. Isto pode ser conferido no fragmento abaixo:

> seja pelos cálculos presentes neste conteúdo ou pelas reações, eles não conseguem muitas vezes realizar esses cálculos e escrever ou balancear as reações. Além de não conseguirem relacionar grandezas e compreender o enunciado da questão, para fazer os cálculos, os alunos provavelmente memorizam, de uma maneira mecânica, os passos que o professor realiza ao resolver o problema. Assim, os alunos passam mais tempo decorando do que tentando entender os conteúdos e interpretar as situações. (COSTA; SOUZA, 2013, p. 107)

Ora, este modo de aprendizado está alinhado àquilo que Fiorentini (1995) define como Tendência Formalista Clássica, em que a disciplina se mostra como estática. Neste caso, o professor utiliza como recurso pedagógico, principalmente, o livro didático e, ele próprio, se coloca como o detentor e transmissor de conhecimento. Neste viés, a abstração do conhecimento ocorre basicamente pela memorização alcançada pelo aluno. Esta pode ser a explicação para os alunos apresentarem tanta resistência ao estudo de Química. Conforme destaque de Costa e Souza (2013):

> A metodologia utilizada no ensino de Química, na maioria das vezes, prioriza a memorização de conceitos, de fórmulas, de reações, ignorando a importância de mostrar aos alunos a verdadeira importância desta disciplina e o que ela representa em suas vidas. Costa et al. (2005, p. 31) mostram que a metodologia tradicional de ensino de Química na Educação Básica se destaca pela utilização de regras, fórmulas e nomenclaturas, gerando uma grande desmotivação entre os alunos. Soma-se a este fato a ausência de correlação desta disciplina com o cotidiano dos alunos, tornando a Química, que é uma ciência de natureza experimental, excessivamente abstrata. (COSTA; SOUZA, 2013, p. 108).

Ademais, o conhecimento para ocorrer, verdadeiramente, requer estímulos, caso contrário, pode se estabelecer em alicerces fastidiosos, em que todo empenho não supera a dificuldade causada pela incompreensão real do problema. Sob este prisma, ainda que o professor se desdobre, a falta de interesse costuma se sobrepor ao esforço realizado pelo educador. Há de se considerar, nestas condições, a importância de colocar o aluno como sujeito 'também' responsável pelo seu processo de aprendizagem, e não apenas colocá-lo em um processo passivo do ensino. (COSTA; SOUZA, 2013).

Esta observação está alinhada àquilo que é discutido por Gomes e Macedo (2007), que afirmam que a aprendizagem da Química, em muitos casos, ficou reduzida a um conhecimento abstrato desconectado da realidade. De acordo com esses autores, o que ocorre é um aprendizado mecânico, que se reduz às "fórmulas matemáticas e à aplicação de "regrinhas", que devem ser exaustivamente treinadas, supondo a mecanização e não o entendimento de uma situação problema. Em outros momentos, o ensino atual privilegia aspectos teóricos, em níveis de abstração inadequados". (GOMES; MACEDO, 2007, p. 150).

Nesta ótica, Dressler; Robaina (2012, p. 02) são rígidos ao afirmar que "não basta que o professor considere o assunto relevante e significativo, é preciso que essa também seja a conclusão do aluno". Obviamente que para aquele professor que entende o processo resolutivo, o assunto discutido se mostra extremamente esclarecedor, todavia, para o aluno pode se mostrar um calvário, considerando que caminha às escuras, sem compreender o processo.

Esta condição pode contribuir de maneira definitiva para a não abstração do conhecimento estudado e para a formação de um sujeito menos esclarecido. Em sentido oposto, em que as partes envolvidas se comprometem com o processo, esse aprendizado pode significar a capacidade de agir como um cidadão que desenvolve a condição de fazer escolhas, considerando que o domínio de um determinado assunto pode viabilizar, inclusive, a opção por uma profissão diferente. Neste sentido, vale destacar que:

> [...] desenvolvimento de uma visão crítica do mundo que o cerca, podendo analisar, compreender e utilizar este conhecimento no cotidiano, tendo condições de perceber e interferir em situações que contribuem para a deterioração de sua qualidade de vida, como por exemplo, o impacto ambiental provocado pelos rejeitos industriais e domésticos que poluem o ar, a água e o solo. Cabe assinalar que o entendimento das razões e objetivos que justificam e motivam o ensino dessa disciplina, poderá ser alcançado abandonando-se as aulas baseadas na simples memorização de nomes e fórmulas, tornando-as vinculadas aos conhecimentos e conceitos do dia a dia do alunado. (CARDOSO; COLINVAUX, 2000 apud. COSTA; SOUZA, 2013, p.).

Neste contexto, Peixoto (1999, apud GOMES; MACEDO, 2007, p. 159) destaca que "é muito difícil aceitar que um aluno egresso do Ensino Médio não tenha conhecimento químico suficiente, nem para obter aprovação no vestibular, nem para entender melhor o seu cotidiano". Ainda que esta opinião seja rígida, o autor está correto, porquanto, o não saber torna-se uma condição limitante para o sujeito. Limitante no sentido de optar por uma determinada faculdade, uma profissão, ou, até mesmo, pode cercear a possibilidade da escolha, considerando que se o sujeito não consegue sequer passar em uma prova de vestibular, suas oportunidades tornam-se reduzidas.

Neste quesito, Peixoto (1999) entende que o simples uso de práticas de laboratório não é suficiente, considera ser necessário utilizar da parte teórica de maneira concisa. De modo que, ao tratar da questão do uso da Estequiometria no cotidiano, é importante considerar diversas minudências, haja vista que "a finalidade da utilização do laboratório, muitas vezes, é apenas tornar o ensino mais atrativo por meio de experimentos mais ou menos sequenciais, sem preocupar-se em relacioná-los ao cotidiano dos estudantes”. (PEIXOTO, 1999, apud GOMES; MACEDO, 2007, p. 153).

Conforme defende Gomes e Macedo (2007, p. 154), ter esse entendimento é de profunda relevância, considerando que “quando não ocorre uma aprendizagem significativa, ocorre uma aprendizagem mecânica”. Portanto, não compete ao professor ensinar aos seus alunos maneiras de decorar fórmulas para uma prova ou propor estudos desconectados e sem significado para o estudante. Se o professor pretende instrumentalizar o seu alunado naquilo que está trabalhando, despertando-lhes o interesse pelo o assunto, além de permitir que estes sujeitos aprendam de maneira eficaz e eficientemente, é necessário buscar metodologias que contribuam para facilitar a real abstração do conhecimento.

> [...] ensina que se não contextualizarmos os conteúdos e simplesmente ensinarmos fórmulas e símbolos, não daremos ao aluno a chance de pensar. Não podemos esperar que nossos jovens sejam capazes de receber conhecimentos fragmentados e contextualizá-los, de forma a entender os processos que nos cercam. Os conhecimentos, quando fragmentados, só servem para usos técnicos, e não para uma releitura do mundo. (FRANÇA, 2005, apud. COSTA; SOUZA, 2013, p. 111).

Portanto, ao pensar em aplicações do Cálculo Estequiométrico no aproveitamento do cotidiano, o professor deverá se colocar como o sujeito responsável por indicar caminhos reais para a aquisição desse conteúdo. Isto permitirá que o aluno saiba que a Química pode ser muito mais que sua utilização em sala de aula. Que pode e deve extrapolar a simples utilização de conceitos, pois este posicionamento tende a gerar um falso saber, considerando que “podem levar à elaboração de pseudoconceitos, não dos verdadeiros conceitos. Assim, por exemplo, um professor pode acreditar que conseguiu fazer com que seus alunos elaborassem um dado conceito pelo simples fato de serem capazes de repetir o que foi “ensinado””. (GOMES; MACEDO, 2007, pp. 150-151).

Em se tratando do conceito do Cálculo Estequiométrico, bem como da maioria dos conhecimentos científicos e/ou pedagógicos, o que se observa é que há necessidade de se adquirir um conhecimento prévio de outros conceitos. Amparado na verdade dessa premissa, é fácil presumir que desconsiderar este argumento, permite engendrar obstáculos para o ensino de Estequiometria. Importa dizer que o ensino das Ciências, em linhas gerais, já é bastante complicado, posto que, em muitos casos, há poucos materiais didáticos. Esta realidade compromete, sobremaneira, o ensino desse conteúdo, especialmente se for considerado que seu entendimento é de um teor mais complexo. (MIGLIANO, 2005).

De acordo com Gomes e Macedo (2007), "A Química é o ramo da ciência que estuda tanto a composição dos materiais quanto as transformações que eles podem vir a sofrer". Neste cenário, o Cálculo Estequiométrico é uma área da Química que estuda a quantidade de matérias envolvidas em uma reação química. Sendo assim, vale destacar que em sua etimologia, encontra-se a explicação do termo, isto é: Estequiométrico "tem origem grega (stoicheon = elemento e metron = medida) e foi introduzida por Richter em 1792, referindo-se às medidas dos elementos químicos nas substâncias" (GOMES; MACEDO, 2007, p. 149).

> [...] para se compreender essa parte da Química é essencial saber expressar as quantidades de uma substância em massa, número de mols, em volume de líquido, em volume de gás nas diversas condições de temperatura e de pressão e em volume de solução aquosa. A interpretação correta de uma equação de reação química é fundamental para o estudo dos cálculos que determinam as quantidades de substâncias envolvidas. (COSTA; SOUZA, 2013, p. 110).

Quando se destaca a importância do Cálculo Estequiométrico no uso cotidiano, torna-se uma premissa que se sobrepõe ao mero jogo de palavras. Ora, esse campo da Química é encontrado, por exemplo, na prescrição de medicamentos, que reagirão com determinadas substâncias quando em contato com organismo humano ou de qualquer outro animal. Neste contexto, para além desse conhecimento, é necessário que se utilize outros aportes, como por exemplo, "a linguagem matemática (aritmética e proporção), a linguagem física (unidades de medidas do SI) e a linguagem química (simbologia, grandezas e equações químicas)" (COSTA; SOUZA, 2013, p. 110),

Sendo assim, se aprender algo complexo se mostra como um desafio, ensinar algo dessa natureza também não é algo descomplicado. Tanto que o ensino do Cálculo Estequiométrico é considerado pelos docentes uma grande dificuldade, especialmente se for considerado que:

> Muitos educadores estão somente preocupados com o aspecto matemático em que a Estequiometria está envolvida, em detrimento de uma interpretação química. Desta forma, o aluno é conduzido ao desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático com a finalidade exclusiva de mecanizar os procedimentos para a solução de problemas envolvendo os aspectos quantitativos dos fenômenos químicos. Por outro lado, o que leva o aluno a não entender as relações matemáticas necessárias à compreensão das relações estequiométricas é a dificuldade que os mesmos apresentam em conhecimentos básicos de matemática. (COSTA; SOUZA, 2013, p. 110).

Além das dificuldades matemáticas, não raro é possível encontrar relatos sobre as complexidades relacionadas à compreensão dos conceitos de mol e quantidade de matéria. Ademais, conforme é possível confirmar, há "[...] vários pesquisadores que justificaram as dificuldades dos estudantes do Ensino Médio em função de uma compreensão inadequada das implicações das equações químicas e, portanto, de como lidar com os coeficientes e índices estequiométrico". (SANTOS, 2019, p. 21).

Neste sentido, Migliato (2005, p. 05) percebe que muitos professores deturpam o conhecimento estequiométrico, pois "estão somente preocupados com o aspecto matemático em que a estequiometria está envolvida, em detrimento de uma interpretação química". No seu entendimento, este modo de conduzir a disposição do conteúdo, pode favorecer uma compreensão lógico-matemático limitada a alguns aspectos mecânicos, sem permitir que o aluno abstraia a abrangência integral e possível da questão. De modo que é fundamental que o aluno tenha uma compreensão real do problema, porquanto o "cálculo estequiométrico tem por finalidade analisar as relações quantitativas entre os elementos que se combinam para formar uma substância, daí a importância de se conhecer bem o esquema representativo de uma reação ou transformação química". (SILVA; BARP, 2014, p. 96).

Com esta abrangência, é necessário observar que a compreensão do esquema representativo perpassa pelo nível simbólico, que requer a apreensão das informações quantitativas sobre as equações químicas, considerando, ainda, os índices e coeficientes que fazem parte do processo. Para tanto, é fundamental desenvolver no aluno a capacidade de compreender que o "pensamento no nível atômico-molecular em relação ao nível representacional da constante de Avogadro, sendo este uma ponte essencial para a transposição entre o macroscópico e o submicroscópicos, além do fato dos alunos não distinguirem as grandezas". (SANTOS, 2019, p. 21).

Deste modo, compreende-se a relevância do alunado conseguir, não só realizar os cálculos matemáticos, mas, sobretudo, compreendê-los. Esse domínio permitirá aos alunos utilizar esse conhecimento alinhado ao estudo dos conceitos da Estequiometria. Em concordância com esse posicionamento, é necessário considerar os apontamentos da BNCC (BRASIL, 2017), que sugere um ensino não desconectado do contexto. O que obriga o professor/educador e toda a comunidade escolar, que pretenda verdadeiramente proporcionar o acesso ao conhecimento sobre a Química e seus desdobramentos, a fazer na seguinte análise:

> Mais do que pensar no produto final, que é verificar/avaliar se o sujeito aprendeu ou não aprendeu determinado conteúdo químico, é importante saber como se deu a relação entre o sujeito e o conteúdo químico em termos das relações com a história e singularidade do sujeito para entender o processo de apropriação conceitual. Por exemplo, se um sujeito que convive com a química e já é apaixonado por ela,

> apresentará uma maior disponibilidade para aprender comparado a outro sujeito que não teve a mesma experiência. Retomamos aqui a questão do desejo de... aprender do sujeito, que ressalta novamente o porquê do sujeito ser parte integrante da aprendizagem. Entretanto, o mesmo sujeito que nunca teve contato com a química também pode ter o desejo de... despertado por uma ação que surge de fora, amiúde, realizada pela intervenção do outro sobre o sujeito, e, portanto, a relação com o saber também é uma relação com o outro. (FRANCISCO, 2016, p. 7)

Ora, sem que o aluno saiba estabelecer relações de proporção e regra de três, haverá uma dificuldade maior em relação ao conteúdo de Química, mas, o que se percebe é que esta dificuldade está, na maioria das vezes, vinculada ao déficit de conhecimento oriundo do Ensino de Matemática. Neste caso, se o professor de Química ignorar que o aluno apresenta um obstáculo epistemológico, isto se tornará uma dificuldade estrutural no ensino, tornando-se aquele problema clássico do obstáculo didático, o que torna inócuo o seu trabalho como educador. (FRANCISCO, 2016)

O que reforça o fato de que as dificuldades encontradas para o complexo ensino da Estequiometria faz com que os professores se desmotivem em função do pouco interesse dos alunos, que é também causado pelo conhecimento deficitário de outros conteúdos basilares. Esta situação pode induzir esses professores a reduzir o ensino do Cálculo Estequiométrico, além de limitar as explicações sobre expressões Matemáticas e regras de três. Neste viés, a importância do conhecimento Estequiométrico poderia ser reduzida a uma utilização mecânica de cálculos e regras, sem haver a devida interpretação de problema. (DRESSLER, ROBAINA, 2012).

> Já é de conhecimento dos professores a complexidade deste conteúdo, bem como a dificuldade encontrada no momento abordagem deste assunto em sala de aula, já que muitas vezes, a estequiometria não ser palpável para os educandos. Mesmo possuindo conhecimento teórico e tendo pleno domínio do conteúdo, ensinar estequiometria exige dedicação, reflexão, observação contínua do desempenho do aluno e principalmente uma metodologia adequada. Essa metodologia deve ser interessante, trazer de forma clara e abrangente o conteúdo e, principalmente, que seja motivadora e interessante, despertando assim o aluno para o aprendizado e consequentemente, possibilitando ao aluno, relacionar a teoria com a prática (DRESSLER, ROBAINA, 2012, p. 2).

Embora a proposta do presente estudo seja o de se estabelecer a possibilidade do conhecimento matemático como suporte para o ensino de Cálculos Estequiométricos, é importante ressaltar que para admitir um saber integral em termos de Ciências Naturais é fundamental considerar “a presença da Química em todos os parâmetros da informação para evitar a fragmentação do conhecimento, pois o conteúdo de Cálculo Estequiométrico não precisa apenas executar cálculos (Matemática), mas da interpretação dos questionamentos". (COSTA; SOUZA, 2013, p. 115).

Neste aspecto, a seguir, será tratada, de maneira mais aprofundada, a importância do uso da Matemática para o ensino do Cálculo Estequiométrico, na disciplina de Química.

3. POSSÍVEIS CONTRIBUIÇÕES DA MATEMÁTICA PARA DISCIPLINA DE QUÍMICA EM UM VIÉS INTERDISCIPLINAR

A Matemática é apresentada como ferramenta para a resolução de problemas químicos desde quando a Química se firmou como ciência moderna e tornou-se independente, por volta do século XVII. Nesta época, Paracelso tornou-se líder entre os estudiosos consagrados à Química, de modo que a aquisição deste saber ocorreu de maneira sistemática, acontecendo por meio da "observação, da experimentação, do cálculo e do raciocínio". (UNESP, REDEFOR, 2011, p. 02).

> Galileu Galilei, físico italiano é considerado um dos fundadores da ciência moderna [...] com a adoção da observação controlada e a aplicação da matemática para a descrição dos fenômenos naturais, representou o início da Física como uma ciência moderna, e um ponto sem retorno, a partir do qual se tornava impossível o retorno às ideias dos filósofos gregos sobre os fenômenos físicos e cosmológicos. (UNESP, REDEFOR, 2011, p. 02).

Neste aspecto, a importância do conhecimento matemático só aumentou, porquanto, à medida que as ciências foram se fragmentando e, por sua vez, tornando-se disciplinas escolares, houve uma necessidade de se conhecer em partes, mas também estabeleceu a premência de se desenvolver a capacidade de fazer conexões entre os conhecimentos. Haja vista que a fragmentação permite uma melhor compreensão, mas para fazer a abstração correta é fundamental abarcar o todo da questão. Sendo assim, para que o Ensino das Ciências Naturais seja profícuo exige, por parte do professor e do aluno, um conhecimento matemático estruturado.

Obviamente que quanto mais conexões entre os saberes os alunos conseguirem estabelecer, melhor será para a sua formação integral. Mas há de se considerar que, em aspectos pedagógicos, aos se tratar das disciplinas que envolvem as Ciências da Natureza, isto é, Química, Física, Biologia e outras, por se tratar de aspectos físicos, químicos e biológicos, faz-se necessário a compreensão dos conteúdos matemáticos. Haja vista que este conhecimento viabiliza cálculos que podem trazer respostas concisas e coerentes para essas áreas da ciência e/ou disciplinas. O que demonstra que os domínios matemáticos são fundamentais. Esta concordância justifica a necessidade de um diálogo interdisciplinar entre esses conhecimentos.

> No ensino de ciências, uma linguagem matemática precária e a dificuldade em quantificar os conceitos físicos e relacionar variáveis são, muitas vezes, fatores

> considerados responsáveis pelo fracasso escolar, frequentemente os professores alegam que seus alunos não entendem a física devido à fragilidade de seus conhecimentos em matemática. (LOCATELLI; CARVALHO, 2005, p. 01).

Esta verdade também se aplica à abstração dos conhecimentos ministrados na disciplina de Química, mais especificamente naquilo que se refere ao conhecimento do conteúdo dos Cálculos Estequiométricos. Neste sentido, vale reforçar o que já foi anteriormente estabelecido, isto é, que o desinteresse dos alunos pela disciplina de Química, possivelmente, está relacionado ao conhecimento deficitário do ensino de Matemática, uma vez que são os conceitos matemáticos que promovem a compreensão de determinados conteúdos e facilitam os exercícios dos conceitos químicos. Ora, convém ponderar que "quando podemos medir aquilo do qual falamos e exprimi-lo em números, ficamos conhecendo algo referente ao assunto; porém, quando não podemos exprimi-los em números, nosso conhecimento não é satisfatório nem frutífero". (THOMPSON apud SHIGEKIYO; FUKE; YAMAMOTO, 1993, p. 15).

De acordo com esse pensamento, é possível afirmar que o conhecimento matemático é estrutural para a compreensão das disciplinas relacionadas nas Ciências da Natureza. Além de facilitar o aprendizado dos conteúdos presentes nas disciplinas do Ensino Médio, serve como base propedêutica para outros saberes mais exigentes, como uma prova seletiva de vestibular. Neste viés, é presumível que contribui para o aumento de possibilidades e de escolhas sobre os cursos universitários, colaborado para o acesso a muitas outras profissões. Sabe-se que há pessoas que mesmo tendo domínio das Ciências da Natureza optam por outras áreas de conhecimento, mas a defesa que se faz é que se o sujeito conhece em âmbito geral, tem a possibilidade de escolher as especificidades que mais lhe atraem.

Nesta perspectiva, importa observar que há certo consenso naquilo que se refere à pertinência do aprendizado matemático para o Ensino de Ciências Físico-Químicas. Basta observar os apontamentos feitos pela pesquisadora Fernandes (2007), que desenvolveu sua análise a partir das observações realizadas no modelo educacional português e destaca que as dificuldades matemáticas reverberam nas disciplinas físico-químicas. Esta pesquisadora reafirma que em um contexto social diverso encontra a mesma realidade enfrentada pelas escolas brasileiras. Ora, vale destacar os apontamentos de Fernandes (2007):

> A literatura mostra-nos, em suma, que a relação entre a Matemática e as Ciências existe, embora nem sempre reunindo o consenso de professores e investigadores em relação ao seu grau de importância. A Matemática tem, por razões óbvias, de estar presente no ensino das Ciências, constituindo em algumas situações um pré-

> requisito, uma ferramenta de apoio à compreensão de muitos fenómenos do quotidiano do Homem. (FERNANDES, 2007, 25).

Em sua análise, Fernandes (2007) conclui que os estudantes compreendem a relevância da Matemática para o estudo das Ciências Naturais, mas esclarece também que é de incumbência dos professores a oferta de um conteúdo mais direcionado e acessível. De modo óbvio, pode se afirmar que esse profissional sozinho não consegue suprir todas as necessidades do ensino e da aprendizagem, porquanto é necessária a participação da escola e de toda a comunidade escolar, em especial, a parceria com aqueles professores que lecionam as disciplinas afins. Para tanto, vale destacar que:

> Uma articulação que passe pelo diálogo entre professores, pela discussão dos conceitos abordados em cada disciplina e pela utilização de conhecimentos mútuos. Reduzindo a ênfase na mecanização e na resolução de exercícios rotineiros, e aplicando os conceitos a situações concretas de cada disciplina e, se possível, à sua utilização em situações do quotidiano, os alunos poderiam compreender melhor o significado dos conceitos e ao mesmo tempo a sua utilidade prática. Deste modo, reduzir o grau de abstração da Matemática poderá permitir aos alunos compreender a sua utilidade para a sociedade e para as outras disciplinas, como a Física e a Química. (FERNANDES, 2007, 72).

Neste sentido, é que se defende o quão imprescindível é trabalhar em uma perspectiva interdisciplinar, em especial para o assunto aqui tratado, isto é, a importância do conhecimento matemático para o aprendizado dos conteúdos de Química, de maneira específica, para a compreensão da matéria que trata da Estequiometria. Posto isso, na sequência será elucidado alguns apontamentos que podem corroborar a defesa de que a interdisciplinaridade pode valorizar algumas experiências sobre o intercâmbio entre esses conhecimentos. Ora, entre as disciplinas de Matemática e Química há uma aproximação natural, o que contribui não apenas para a resolução dos exercícios de Cálculo Estequiométrico e demais conteúdos da disciplina de Química, mas, sobretudo, uma compreensão da finalidade do aprendizado como um todo.

Conforme já mencionado nesse trabalho, um dos grandes obstáculos para o Ensino de Química é o conhecimento deficitário dos conteúdos matemáticos. Deste modo, é perfeitamente compreensível que haja uma preocupação em estabelecer recursos que possam sanar essa deficiência e favorecer um ensino mais coerente e capaz de colaborar com a compreensão do todo. Em linhas gerais, é conveniente fazer uma análise sobre os dados ofertados por outros pesquisadores. Sendo assim, vale lançar um olhar sobre essa preocupante condição, que é discutida de maneira regular e perpassa desde Trabalhos de Conclusão de

Curso (TCC), Dissertações, como está incluído em Teses de Doutorado, ou seja, este é um tema recorrente, que preocupa muitos estudiosos e pesquisadores sobre o assunto.

A título de exemplo, será apresentado alguns pontos referentes ao trabalho elaborado por Santos et al, que ainda na graduação desenvolveu uma pesquisa relevante sobre o tema e no trabalho de Menezes (2015), que em sua tese de doutorado buscou respostas por meio de observações pertinentes sobre o assunto. Apesar de estarem em patamares diferentes, academicamente falando, a preocupação é a mesma. Deste modo, é possível observar os apontamentos de Santos et. al (2013):

> Foi observado que os alunos citaram a falta de “base matemática” (54,4%) como a maior dificuldade na aprendizagem de Química. Uma possível justificativa para o elevado índice dessa categoria é a ênfase, normalmente, dada pelos professores ao papel da matemática no ensino de química, ou seja, predomina um tratamento algébrico excessivo. A matemática é importante como uma ferramenta que auxiliará na compreensão da fenomenologia química, bem como a solução de problemas práticos do cotidiano. Torricelli (2007) discute que um ensino centrado no uso de fórmulas e cálculos, memorização excessiva contribuem para o surgimento de dificuldades de aprendizagem e desmotivação dos estudantes. (SANTOS et al, 2013, p.03)

Apesar de desenvolver seu estudo em um âmbito diferente, o que se observa no trabalho de Menezes (2015), é que sua pesquisa tem uma preocupação similar em relação ao aprendizado deficiente de conteúdos específicos e voltados para o ensino matemático, mais especificamente, o ensino do Cálculo Estequiométrico. Neste aspecto, a pesquisadora cita os apontamentos de Queiroz (2000) para explicitar o assunto:

> A estequiometria apresenta-se como um conteúdo difícil, pois se utiliza do raciocínio proporcional através da linguagem matemática. A dificuldade com algoritmos se verifica a nível médio e superior. [...] Para Queiroz (2000) na comunicação de ideias através da linguagem escrita verifica-se um agravamento considerável no grau destas dificuldades. Como o campo da química é potencialmente quantitativo, os currículos dos cursos de química no ensino superior, de uma forma geral, enfatizam o desenvolvimento de habilidades quantitativas, como a efetuação de cálculos e resolução de problemas, em prejuízo do desenvolvimento de habilidades qualitativas, como a escrita. Além disso, o uso frequente da linguagem matemática por parte dos alunos conspira para que esta situação se fortaleça. (QUEIROZ, 2000 apud MENEZES, 2015, p. 63).

Pode-se observar na investigação de Menezes (2015) que muitos daqueles que se dispõem à pesquisa das Ciências da Natureza falham em conhecimentos básicos, que deveriam ter dominado ainda no Ensino Médio. A autora, embasada em suas observações, sustenta que:

> [...] alunos brasileiros ao balancear equações químicas conseguiam identificar a quantidade de átomos de um elemento nas fórmulas químicas, mas não compreendem o significado dessas fórmulas, mostrando que não as interpretam em nível microscópico e certa dificuldade nos cálculos matemáticos de proporções ao resolver problemas envolvendo leis ponderais. (MENEZES, 2015, p. 62).

Sobre essa questão, Alves Filho (2010) aponta que os alunos recebem as primeiras noções sobre o conteúdo de Física e Química ainda no Ensino Fundamental, em muitos casos, de maneira fragmentada e descontextualizada, o que compromete a compreensão geral no Ensino Médio, que, por sua vez, pode interferir na abstração de todo o conteúdo. Afirma ainda que para a compreensão de alguns assuntos abordados nessa fase, é necessário a "abstração e conhecimento matemático que os alunos ainda não possuem nessa fase da vida escolar. Outras vezes, os conceitos acabam sendo tratados de maneira superficial e simplificada e tornam-se, mais tarde, obstáculos ainda maiores para sua compreensão". (ALVES FILHO, 2010, 50).

Ao avaliar a importância desse tema, Melo (2015) estabeleceu as possibilidades interdisciplinares em um viés prático, considerando as disciplinas de Matemática e Química, por meio da Modelagem Matemática. Este método é bastante utilizado por pesquisadores matemáticos no meio acadêmico e científico. Atualmente está sendo repensado para que se adapte ao ensino básico, propondo uma abordagem mais dinâmica, que poderá favorecer o ensino e a aprendizagem ao longo do processo educacional. O que se avalia neste caso é que, com essa possibilidade, o aluno poderá se envolver de maneira mais eficiente no conteúdo que está sendo ministrado, o que pode favorecer o aprendizado. Neste sentido, haverá um melhor aproveitamento dos conhecimentos matemáticos nas aulas de Química.

> Os professores precisam desenvolver atividades que desafiem o pensamento e a criatividade dos alunos, permitindo, assim, que esses últimos se envolvam nessas atividades e tornem-se íntimos delas. Neste sentido, o professor deve saber lidar com as situações que surgem e dar suporte ao aluno A Modelagem, nesse caso, é um processo dinâmico usado numa sequência de etapas com a finalidade de compreender situações do mundo real. (MELO, 2015, 04).

Ora, ainda de acordo com sua pesquisa, Melo (2015) entende que esse procedimento é fundamental para a prática educativa que se proponha a um entendimento integral, pois de acordo com suas observações, o que se pode ressaltar, a partir da realidade analisada, é que os alunos de uma escola pública no Estado do Pará, quando atendidos a partir da realidade interdisciplinar aproveitam melhor o conteúdo ministrado. A pesquisadora entendeu que esse tema, tratado pelo viés da interdisciplinaridade pode permitir mais possibilidades de sucesso, conforme fragmentos abaixo:

> Diversos conteúdos químicos necessitam de conhecimentos matemáticos para sua melhor compreensão e resolução de situações problema, nesse sentido, é necessário demonstrar aos alunos como a matemática pode ser utilizada em situações reais do cotidiano do aluno, estabelecendo relações pertinentes desde situações simples até as mais complexas, fazendo conexões com modelos que servem para compreender e resolver situações problemas. (MELO, 2015, 05).

Ainda nesse sentido, pensando na Matemática como instrumento de apoio para o ensino de Química, é possível inferir, por meio do anseio demostrado por vários pesquisadores, que a Matemática é conhecimento basilar para o desenvolvimento de saberes diversos. Ademais, a deficiência e/ou falta de domínio dos seus conteúdos pode contribuir para um prejuízo em cadeia, que inviabiliza o acesso a diversos outros conhecimentos. Sobre esse aspecto, vale dizer que a fragmentação, enquanto forma para criar caminhos, é uma alternativa viável; todavia, se não houver conexão ao final de cada processo, o resultado pode se tornar desastroso, conforme tantos apontamentos realizados a partir de estudos importantes e reforçados por pesquisadores comprometidos.

É recomendado, inclusive pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de 1998, que haja uma troca eficiente entre as disciplinas, em especial entre aquelas com maior similitude, com o propósito de facilitar o aprendizado e a compreensão das linhas de estudos, bem como as suas diferenças. Para tanto, cabe aos professores que proponham e permitam uma discussão na perspectiva de instrumentalizar o aluno para a compreensão de todos os aspectos propostos, além de estimulá-lo a desenvolver a capacidade de relacionar situações e problemas que envolvam as diferentes áreas estudadas. Vale destacar que "[...] essa articulação interdisciplinar, promovida por um aprendizado com contexto, não deve ser vista como um produto suplementar a ser oferecido eventualmente se der tempo, porque sem ela o conhecimento desenvolvido pelo aluno estará fragmentado e será ineficaz". (BRASIL, 2002, p.31).

De modo que pensar a Matemática como suporte para outros conhecimentos é algo que pode se mostrar profícuo e bastante estimulante para os alunos. A partir dessas constatações, é possível observar que o apoio entre tais disciplinas é uma iniciativa de destacada relevância. Há de se considerar que para além do aprendizado dos alunos, haverá uma junção de pensamentos, respeitando cada linha de abordagem. Neste sentido, Morin (2011) salienta sua opinião acerca do saber fragmentário e desestruturante: "A complexidade situa-se num ponto de partida para uma ação mais rica, menos mutiladora. [...] quanto menos um pensamento for mutilador, menos ele mutilará os humanos. [...] Milhões de seres sofrem o resultado dos efeitos do pensamento fragmentado". (MORIN, 2011, p. 83).

Alinhado a esse modo de pensar, é possível afirmar que o aprendizado da Matemática pode contribuir para a melhora no ensino e aprendizagem de Química, evidenciando, o pensamento que ao se utilizar uma abordagem mais abrangente, capaz de instaurar "[...] uma metodologia interdisciplinar postularia um questionamento das formas de desenvolvimento do conteúdo das disciplinas, em função do tipo de indivíduo que se pretende formar, bem como uma postura una com respeito à reflexão de todos os elementos indicados". (FAZENDA, 2007, p.33).

Ora, ao tratar ao tema da interdisciplinaridade, considerando a questão das defasagens observadas pelos professores, naquilo que se refere ao ensino de Matemática e que reverberam no aprendizado de maneira mais ampla. Vale destacar que essas deficiências costumam ter uma amplitude maior, pois envolvem apreensões básicas, como interpretação das grandezas trabalhadas e incompreensões que perpassam o ensino primário, considerando que "as dificuldades matemáticas vão desde a resolução de problemas envolvendo as operações (adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação)". (SILVA, 2018, 62).

> [...] os conceitos matemáticos que fazem parte da bagagem cultural que os alunos trazem da escola primária, foram adquiridos de uma forma mecânica, foram impostos e não construídos por eles, foram abordados como tendo um fim em si mesmo e não foram vistos em situações concretas. Se os alunos não compreendem de que modo os conhecimentos básicos para o estudo da Química estão ligados ao mundo real, eles nunca os considerarão como ferramentas válidas. (DE CASTRO WALVY, 2008, apud. SILVA, 2017, 31).

Neste sentido, vale ressaltar que:

> [...] a interdisciplinaridade é o meio da quebra de paradigmas, pois o que antes era considerado dificuldade de aprendizagem pelos estudantes, colocados por rótulo, hoje a interdisciplinaridade se tem para facilitar o entendimento das disciplinas e referente ao campo da química, o conhecimento matemático facilita o entendimento dos conceitos Químicos em algumas áreas de entendimento: Estequiometria, Leis ponderais, Balanceamento de Equações Químicas e Fórmulas Químicas, todos esses conhecimentos de química necessitam de entendimento básico e elementar de Matemática. (SILVA, 2017, p.25).

Sob esse aspecto, torna-se indiscutível a importância da Matemática para o ensino de Química, o que justifica a abordagem aqui proposta, considerando os obstáculos e defasagens engendrados na aprendizagem dessa disciplina. Deste modo, é possível afirmar que os conteúdos ofertados no Ensino Médio, de maneira insatisfatória e desconectados do conhecimento global, favorecem para que os alunos apresentem maior dificuldade para o aprendizado da Química. Obviamente que essa condição compromete o aprendizado de todo o conteúdo da disciplina, inclusive, do Cálculo Estequiométrico.

Ademais, vale ressaltar a importância e os benefícios que uma abordagem interdisciplinar, pois contribui para uma abstração mais ampla e consistente, porquanto permite benefícios que perpassam desde o estabelecimento de conexões contextuais para apreender o conteúdo até o domínio geral do conhecimento. Deste modo, é inquestionável a importância da Matemática para aprendizados diversos, inclusive, do Cálculo Estequiométrico.

3.1 FUNÇÃO POLINOMIAL DO 1º GRAU

Apesar de ser um assunto relativamente novo, a ideia de Função é um dos mais importantes da Matemática e é utilizado para expressar fenômenos físicos, químicos e biológicos, entre outros. No entanto, o conteúdo de Função passou por grandes evoluções no decorrer da história, e seu desenvolvimento contribuiu para o progresso da Matemática. Neste sentido, Dante (2005) afirma que "o enfoque dado às funções é o que aparece na Matemática, nas ciências em geral e no dia a dia da vida real: mediante fórmulas, tabelas e gráficos. Dessa forma, o conceito de função assume um papel relevante entre vários campos da Matemática". (DANTE, 2005, p. 32).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) (2002) enfatizam que o ensino de Funções Polinomiais é fundamental para a formação integral do aluno, especialmente por ser um recurso matemático presente em várias áreas de conhecimento, inclusive a área da computação e engenharias diversas. Com essa orientação, tal conteúdo se mostra como fundamental e pode ter início utilizando a noção de correspondência de conjuntos, que associam situações de dependência entre duas grandezas. Isto porque as Funções Polinomiais são mais complexas e, desse modo, fica mais compreensível o ensino. Vale destacar que:

> [...] o que permite o estudo a partir de situações contextualizadas, descritas algébrica e graficamente. Toda a linguagem excessivamente formal que cerca esse tema deve ser relativizado e em parte deixada de lado. Os problemas de aplicação não devem ser deixados para o final desse estudo, mas devem ser motivo e contextos para o aluno aprender funções. A riqueza de situações envolvendo funções permite que o ensino se estruture permeado de exemplos do cotidiano, das formas gráficas que a mídia e outras áreas do conhecimento utilizam para descrever fenômenos de dependência entre grandezas. (BRASIL, 2002, p.121)

De acordo com os PCNEM (2002), o tema Função se destaca pela natureza integradora que permite um estudo mais amplo, possibilitando uma exploração eficaz em suas aplicações. Este apontamento se encaixa tanto no viés matemático, quanto em outras áreas de conhecimento. Igualmente, ao se relacionar duas grandezas, pode-se utilizar o conceito de Função. Neste viés, é possível pensar que no cotidiano de qualquer pessoa estão presentes estas relações matemáticas. Ora, um sujeito ao realizar qualquer tipo de aquisição comercial, a compra de pães, por exemplo, utiliza esses recursos, ou o conceito de Função, pois o "total a pagar" está diretamente relacionado à "quantidade comprada em quilogramas".

Para uma melhor compreensão, considere a seguinte situação hipotética: em um pequeno estabelecimento comercial, cada quilograma de pão é vendido a R$ 7,80. Para que o dono desse estabelecimento pudesse contar com mais praticidade na hora de fazer seus cálculos, foi desenvolvida a seguinte tabela com algumas quantidades em quilograma de pães:

Tabela 1 - O Preço de Acordo com a Quantidade de Pães

Quantidade em kg	**Preço a pagar(R$)**
0,25	1,95
0,5	3,90
0,75	5,85
1	7,80
1,5	11,70
2	15,60
2,5	19,50
3	23,40
3,5	27,30
4	31,20

Fonte: O Autor

Nesta situação, é possível identificar duas grandezas, a saber: a quantidade em quilogramas de pão e o respectivo preço. Neste caso, de acordo com a tabela proposta, observa-se que a cada quantidade de pães se relaciona com um único preço correspondente. Logo, o preço é Função da quantidade de pães e, neste caso, é representada pelo valor ***x*,** isto é, a quantidade, em quilogramas de pães. Enquanto o preço arrecadado pelo mercadinho está representado por ***y***. Nesta operação, indica-se o ***x*** como variável independente e ***y*** como variável dependente, porque os valores que ***y*** representa dependem dos correspondentes valores de ***x.***

Uma lei que representa essa correspondência entre o preço ***y*** e a quantidade, em quilogramas, de pães ***x,*** é dada por:

$$\mathbf{f(x)= y = 7{,}8.x}$$

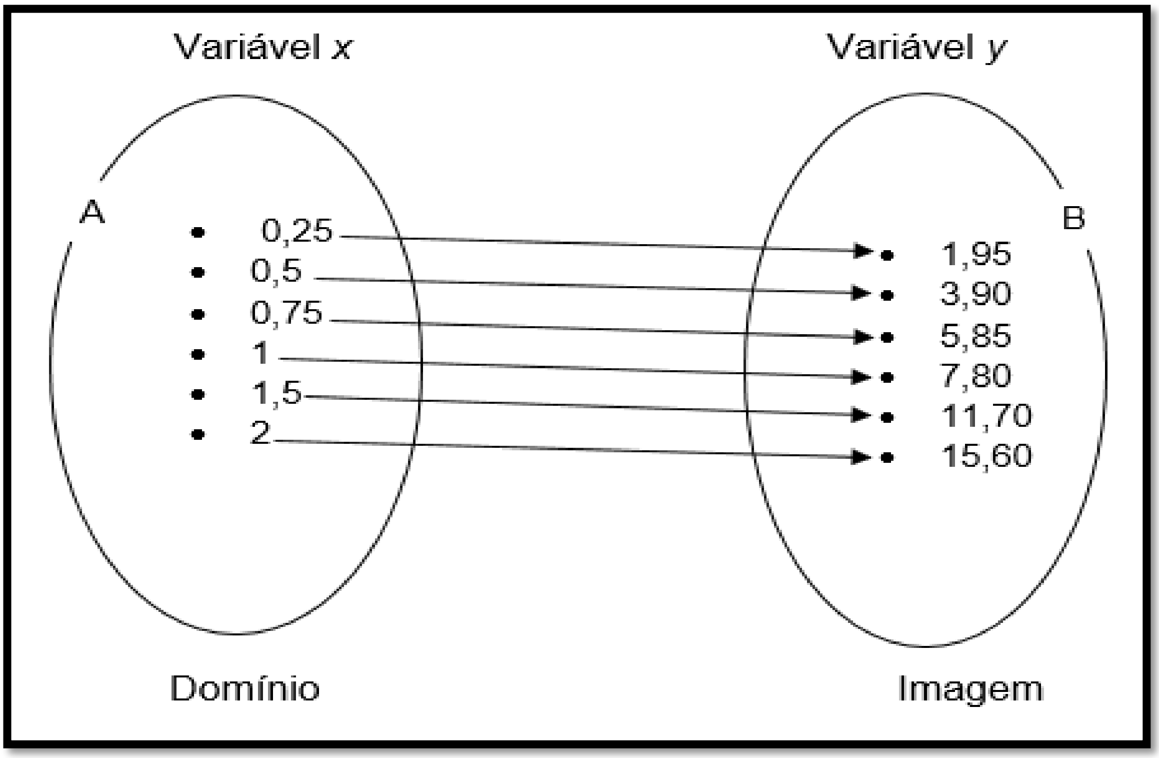
Diante dessa lei, para cada quantidade de pães, existe um único valor total arrecadado, ou seja, a cada valor atribuído a ***x***, existe um único valor correspondente para ***y***. Sendo assim, pode-se afirmar que ***y*** é função de ***x***.

Diante dessa representação, o conjunto que contém todos os valores que podem ser atribuídos a ***x*** é designado **domínio da função** e, dentro dos domínios matemáticos, simbolizado pela letra ***D***.

Desse modo, fica estabelecido que o valor encontrado para ***y,*** correspondente a um determinado valor do domínio, é chamado de imagem de ***x*** pela função e, habitualmente, definido pela notação ***f(x).*** Sendo esses valores os elementos pertencentes ao conjunto imagem **(*Im*).**

Considerando **A** o conjunto dos valores da variável ***x*** e **B** o conjunto dos valores da variável ***y,*** neste caso, pode-se representar a função ***y = 7,8.x*** pelo seguinte diagrama de flechas:

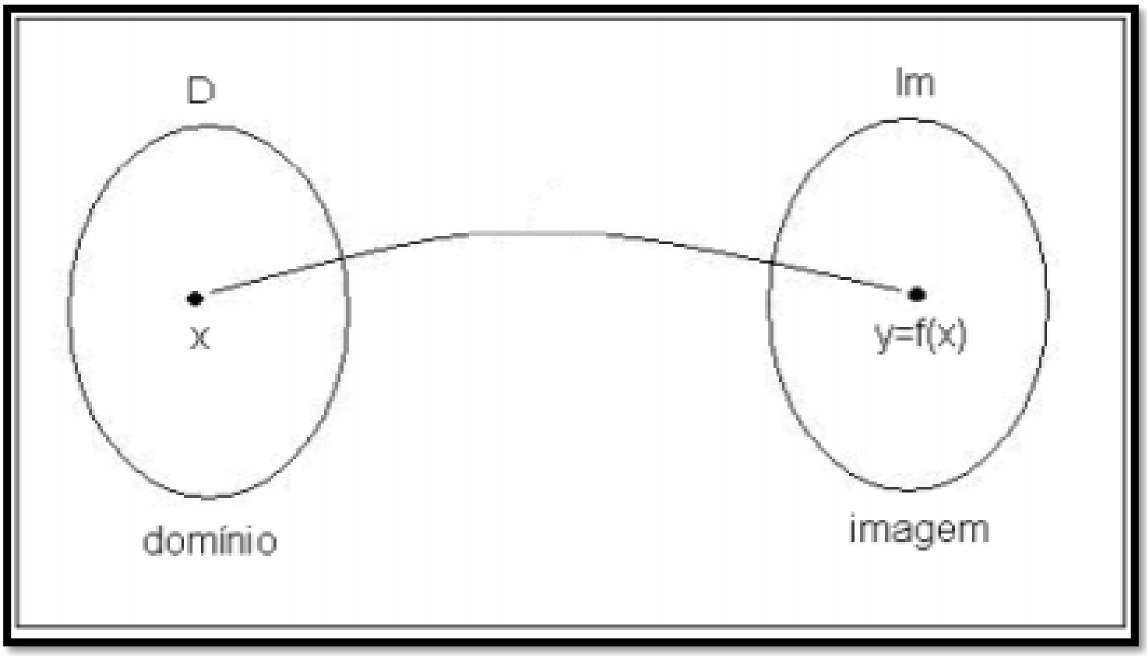
Figura 2 - O preço pela quantidade de pães



Fonte: O autor

De maneira geral, fica estabelecido o seguinte esquema:

Figura 3 - Relação entre as variáveis x e y



Fonte: Iezzi et al. (1997, p. 16)

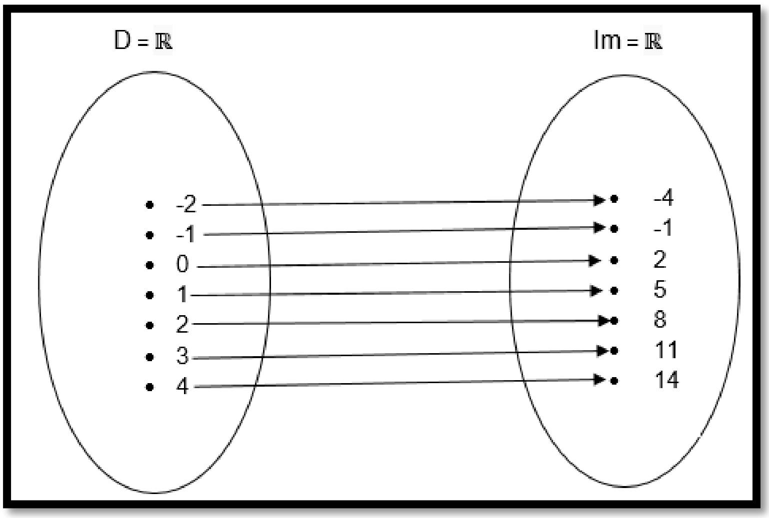
3.1.1 Exemplos de Funções Representadas por Fórmulas

É possível observar que há um uso corrente de funções com o objetivo de resolver determinadas situações-problemas. Em tais casos, estas funções são distinguidas por uma nomenclatura específica, sendo intituladas por fórmulas ou regras. Nesta situação, o sujeito pode determinar valores de ***y***, a partir dos valores de ***x***.

Exemplo 3.1.1:

Uma lei de correspondência que associa cada número real ***x*** ao número ***y***, sabendo-se que ***y*** é o triplo de ***x*** mais 2, é uma função definida pela lei ***y = 3.x + 2.*** Pode-se observar no diagrama a seguir, alguns valores determinados para ***x*** e o correspondente valor de ***y***.

Figura 1 - Diagrama da lei y = 3x + 2



Fonte: O autor

Observando essa função, constata-se que:

- **Sendo *x* = 3, tem-se que *y* = 11. Assim, *f(3) = 11.***
- **A imagem de *x = 6* é *f(6) = 3.6 + 2 = 20.***

3.1.2 Domínio e contradomínio de uma função do 1.º grau

Quando uma função é descrita por **g: A $\rightarrow$ B**, fica explicito que o conjunto **A** é o domínio ***D(g)*** e o conjunto **B** é o contradomínio ***CD(g)*** da função. Assim sendo, é clássico descrever uma função, dizendo apenas a sua lei de formação, deixando implícito qual o seu domínio. Em situações como estas, considera-se que o domínio **A** são todos os números reais que a variável independente x pode assumir, isto é, todos aqueles que resultem em um $y \in$ **B, com** $g(x) = y$**.**

Exemplo 3.1.2:

- A função $y = 2x + 1$ é determinada para todos os números reais, porque se x um valor qualquer real, obterá um número y também real. Assim, $D(g) = \mathbb{R}$**.**
- A função $g(x) = \frac{3x}{x-3}$ é determinada para $\mathbb{R}$ **- {3}**, pois, para todo x real diferente de **3**, a imagem $\frac{3x}{x-3}$ é real.
- O domínio da função $g(x) = \sqrt{x-2}$ **é D(g) =** $\{x \in \mathbb{R} / x \geq 2\}$**,** porque $\sqrt{x-2}$ só é real se $x - 2 \geq 0$**.**
- O domínio da função $g(x) = \frac{\sqrt{x+1}}{x-1}$ **é D(g) =** $\{x \in \mathbb{R} / x \geq 1 \text{ e } x \neq 1\}$**, pois** $x + 1$ se definirá apenas para valores maiores ou iguais a zero e $x - 1$ se for diferente de zero.

Algumas funções podem apresentar uma imagem de difícil entendimento. Nestas situações, é apresentado o conjunto F, chamado de contradomínio da Função. Neste conjunto está contido o conjunto imagem da função.

Sendo assim, define-se uma função **g: A** $\rightarrow$ **B, se** $x \in A$**,** $y \in B$ **e** $g(x) = y$**,** dizendo que y é imagem de x pela função g. Além disso, o conjunto de todas as imagens é um subconjunto de **B**, denominado imagem da função **(Im(g)).**

De maneira geral, a notação **g: A** $\rightarrow$ **B** retrata uma função com domínio **A** e contradomínio **B**.

3.1.3 Gráficos de funções

Para estabelecer uma leitura segura, torna-se fundamental a utilização dos gráficos, porquanto estes proporcionam uma compreensão objetiva dos resultados de uma pesquisa, considerando que permitem ao público em geral, uma interpretação rápida da variação de duas grandezas. Importa dizer que existem diferentes tipos de gráficos que podem ser encontrados em várias circunstâncias no cotidiano das pessoas. Ora, esses gráficos estão presentes em ocorrências como jornais, revistas e notícias nas mídias em geral. Todavia, é importante ressaltar que cada tipo de gráfico tem uma finalidade com base no tipo de conclusão que se deseja obter.

Atrelada a essa informação, vale dizer que o esboço correto de um gráfico de uma Função é fundamental, uma vez que nele é possível observar alguns aspectos constitucionais dessa Função, tais como: os zeros (quando existem); a parte em que a função é positiva ou negativa; os elementos que determinam se é uma função crescente, decrescente ou constante; e o seu valor máximo ou valor mínimo (quando existem).

3.1.4. Construção de Gráficos

Diante desses fatores, é possível afirmar que o gráfico de uma Função ***g*** é o conjunto de todos os pontos (pares ordenados **(x, y)**) do plano com ***x*** pertencente ao domínio de ***g*** e ***y* = *g(x)*.**

Uma sequência descomplicada, portanto de fácil compreensão, logo, eficaz para estabelecer a construção ou esboço de um gráfico, pode ser observada da seguinte maneira:

- Desenha-se um quadro para organizar os valores de $x \in D(g)$ e os valores correspondentes de $y \in Im(g)$, obtidos tomando como base a fórmula ou lei de formação da função.
- Representa-se cada par ordenado **(x, y)** com um ponto no plano cartesiano.
- O gráfico da função é composto pelo conjunto de pontos obtidos, ligando-se esses pontos e formando uma curva.

Neste sentido, vale ressaltar que existem algumas funções que são estudadas tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio, que são: a Função Polinomial de 1.º Grau ou função afim; Função Polinomial de 2.º Grau ou Função Quadrática; Função Modular; Função Exponencial; Função Logarítmica. Todos esses modelos de Funções são bastante empregados e apresentam sua importância e formas de utilização de acordo com a ocasião e o problema a ser resolvido. Contudo, para o estudo aqui proposto, utilizar-se-á a função mais abordada nas situações problemas da Economia e das Ciências da Natureza, ou seja, a Função Polinomial de 1.º Grau ou Função Afim.

3.2 FUNÇÃO POLINOMIAL DE 1.º GRAU OU FUNÇÃO AFIM

3.2.1 Definição

Dada uma função afim **f:** $\mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$**,** a taxa de variação dessa Função no intervalo de extremos ***x1* e *x2*** é dada por **a =** $\frac{f(x1)-f(x2)}{x2-x1}$ **,** em que ***x1* e *x2*** **∈** ℝ **e** ***x1* ≠ *x2*.**

De acordo com Dante (2005)**,** **“**uma função f**:** $\mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ é denominada função afim quando existem dois números reais ***a*** e ***b*** tal que ***f(x) = ax + b***, para todo ***x*** ∈ ℝ**”. (**DANTE, 2005, p.54).

Nesta perspectiva, sendo a Função **f(x) = ax + b**, sua constante ***a*** é chamada de taxa de variação ou coeficiente de ***x*** e a constante ***b*** é conhecida como termo independente.

Exemplos de Função Afim:

- **f(x) = 3x – 6, sendo a = 3 e b= -6**
- **f(x) = -x + 2, sendo a = -1 e b = 2**
- **f(x) =** $\frac{x}{3}+\frac{5}{3}$**, sendo a =** $\frac{1}{3}$ **e b =** $\frac{5}{3}$
- **f(x) = 8x, sendo a = 8 e b = 0**
- **f(x) = 4, sendo a = 0 e b = 4**

Algumas funções são casos particulares de função afim:

I. **Função Identidade**

g: $\mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ Definida por **g(x) = x ∀ x ∈** ℝ**.** Nesse caso, o coeficiente **a = 1 e b = 0.**

II. **Função Linear**

h: $\mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ Definida por **h(x) = ax ∀ x ∈** ℝ**.** Nesse caso, o coeficiente **b = 0.**

Veja alguns exemplos:

- **h(x) = 3x, sendo a = 3**
- **m(x) = -2x, sendo a = -2**

III. **Função Constante**

n: ℝ → ℝ Definida **por n(x) = b ∀ x ∈** ℝ**.** Nesse caso, o coeficiente **a = 0.**

Veja alguns exemplos:

- **n(x) = 7, sendo b = 7**
- **f(x) = -10, sendo b = -10**

IV. Translação (conhecida da Função Identidade)

f: ℝ → ℝ Definida por **f(x) = x + b ∀ x ∈** ℝ **e b ≠ 0.** Nesse caso, o coeficiente **a = 1.**

Veja alguns exemplos:

- **f(x) = x + 3, com b = 3**
- **f(x) = x – 15, com b = -15**

3.3. GRÁFICO DA FUNÇÃO AFIM

O gráfico de uma Função Afim ou Função Polinomial do 1.º Grau, f(x) = ax + b, com a ≠ 0, é uma reta. Neste caso, para esboçar o gráfico de uma Função Afim f: ℝ → ℝ, basta determinar dois pontos distintos do gráfico de f e traçar a reta que passa por esses dois pontos.

Exemplo 3.3: Esboçar o gráfico da função g(x) = x + 2.

Adotando a sequência proposta no item 3.1.2, desenha-se um quadro atribuindo valores para a variável *x*, em seguida, efetua-se o cálculo, a partir da lei y = g(x) = x + 2, o que permite determinar os valores da variável *y*.

Sendo o gráfico uma reta, vale atribuir dois pontos para o esboço do gráfico. Neste caso, o seu domínio pertence ao conjunto dos números reais. Assim, pode-se atribuir quaisquer dois números reais para a variável *x* na função g(x) = x + 2.

- Para *x* = 1, tem-se g(1) = 1 + 2 = 3. Logo, o primeiro ponto é (1, 3).
- Para *x* = -2, tem-se g(-2) = -2 + 2 = 0. Logo, o segundo ponto é (-2, 0).

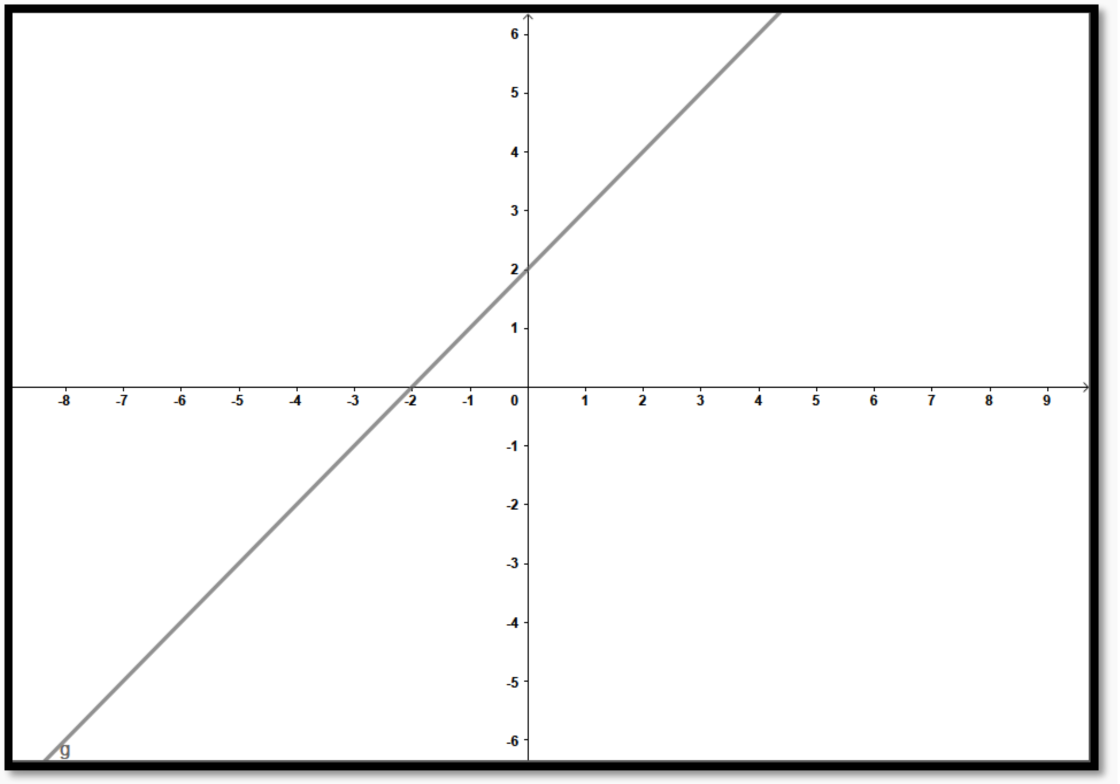
De tal modo, a reta a ser encontrada passa pelos pontos (1, 3) e (-2, 0) e seu gráfico está esboçado na Tabela 3.

Tabela 2 - Reta que passa pelos pontos

X	**Y**
1	3
-2	0

Fonte: O Autor

Figura 2 - Gráfico da função g(x) = x + 2



Fonte: O autor

3.3.1. Coeficientes da Função Afim

De acordo com o Exemplo 3.3, é possível observar que o gráfico de uma Função Afim é uma Reta. Assim sendo, estuda-se o significado geométrico das constantes *a* e *b* na equação da reta y = ax + b.

Sabe-se que b é a Ordenada do Ponto (0, b), sendo o gráfico uma reta que corta o eixo vertical, o coeficiente **b** é chamado de Coeficiente Linear da reta. Já o Coeficiente ***a*** é a variação que sofre a ordenada de um ponto sobre a reta quando se dá um aumento de uma unidade à sua abcissa. Neste caso, o coeficiente a é chamado de Coeficiente Angular ou Inclinação da Reta.

3.3.2. Zero de Uma Função Afim

Percebe-se que o zero de uma Função Afim ***f* é todo valor de x ∈ D(f)** tal que ***f(x) = 0*** e, que, no gráfico, cada zero corresponde à abscissa do ponto que o gráfico intercepta o eixo ***x***. Nesta ordem de raciocínio, é importante seguir alguns passos práticos para determinar o zero de uma Função Afim.

Tabela 3 - Passos práticos para determinar zero de uma função afim

Primeiro, se determina uma função afim.	**f(x) = ax + b**
Segundo, iguala-se essa função a zero.	**f(x) = 0**
Terceiro, isola-se os termos dessa função.	**ax + b = 0**
Quarto, isola-se a variável *x*.	**ax = -b**
Quinto, determina o zero da função pela razão obtida.	$x = \frac{-b}{a}$

Fonte: O autor

De maneira que o zero ou Raiz da Função ***f(x) = ax + b*** é a solução de uma Equação do 1.º Grau, do tipo, **ax + b = 0**.

Exemplos:

- Determinando o zero da função ***f(x) = 2x – 6***.

Seguindo os passos práticos para se encontrar o zero da função, tem-se:

f(x) = 2x – 6, fazendo f(x) = 0

$$2x - 6 = 0$$

$$2x = 6$$

$$x = \frac{6}{2}$$

$$x = 3$$

Efetuando o cálculo da raiz da função **g(x) = x + 4**

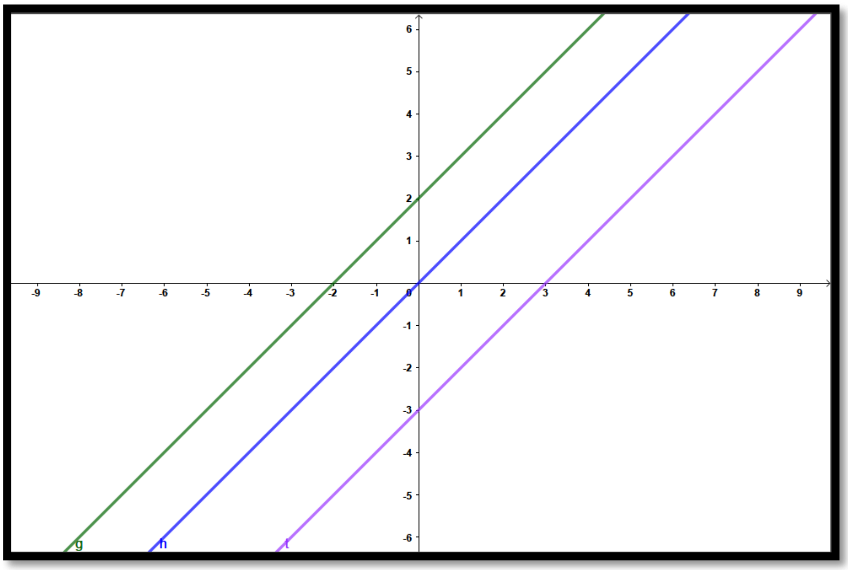
Seguindo os passos práticos para se encontrar o zero da função, tem-se:

$$\mathbf{g(x) = x + 4, \text{ fazendo } g(x) = 0}$$
$$\mathbf{x + 4 = 0}$$
$$\mathbf{x = -4}$$

3.3.3. Translação do Gráfico de uma Função Afim

Vale destacar que as Funções Afins **g(x) = x, h(x) = x + 2 e t(x) = x – 3** possuem coeficientes a iguais **(a = 1),** neste caso, as retas que representam seus gráficos têm a mesma inclinação, porém, elas se diferenciam pela posição que ocupam no plano, em razão dos coeficientes ***b*** serem distintos. De tal maneira que essas retas serão paralelas. Esta condição é percebida no gráfico abaixo, em que há o esboço dos gráficos em questão, lembrando que estão em um mesmo plano:

Figura 3 - Gráfico das funções g(x) = x, h(x) = x + 2 e t(x) = x - 3



Fonte: O autor

Neste caso, pode-se observar que o gráfico de ***g*** intercepta o eixo ***y*** na origem, já que ***b* = 0**. O gráfico de ***h*** é igual ao gráfico de ***g***, mas transladado duas unidades para cima cruzando o eixo ***y*** no ponto de ordenada **2**, já que **b = 3**. O que pode ser observado que o gráfico de ***t*** também é congruente ao gráfico de **g**, mas transladado três unidades para baixo.

Portanto, por definição, o gráfico de uma Função Afim ***g*** pode ser demonstrado do seguinte modo: $\mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$, dada por **g(x) = ax + b**, o que é congruente ao gráfico da função linear ***f*** : $\mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$, dada por **f(x) = ax**, mas transladado b unidades:

- para cima se $b > 0$.
- para baixo se $b < 0$.

3.3.4 Crescimento e Decrescimento

Sendo uma Função Afim do tipo **g(x) = ax + b**, com **a ≠ 0**, é possível fazer uma análise dessa função para que se determine o seu crescimento e decrescimento, apenas verificando o sinal do seu coeficiente angular **(a).**

Neste caso, é possível observar que:

- se $a > 0$, a função é crescente.
- se $a < 0$, a função é decrescente.

Havendo esta situação, pode ocorrer, em certo intervalo do domínio, quando **a = 0**, para todo **x** pertencente a ele **g(x) = k**, sendo **k** ∈ $\mathbb{R}$ e constante. Nesse caso, dizemos que a função g é constante nesse intervalo e o seu gráfico é uma reta paralela ao eixo x passando por (0, k).

Exemplo:

- Análise das funções afins $f(x) = 4x + 6$ e $g(x) = -x + 11$.

  f(x) é crescente, pois seu coeficiente a é maior que 0 ($a = 4$).

  g(x) é decrescente, pois seu coeficiente a é menor que 0 ($a = -1$).

3.3.5. Estudo do Sinal da Função Afim

Na sequência, é importante estabelecer o estudo dos sinais de uma Função Afim **y = f(x) = ax + b**, com **a ≠ 0**, que consiste em saber para que valores de ***x*** pertencente ao domínio dessa função, a sua imagem ***f(x)*** será nula, positiva ou negativa, ou seja**, f(x) = 0, f(x) > 0** ou **f(x) < 0**. Uma maneira de fácil compreensão para essa etapa, que se destaca quanto ao estudo do sinal de uma Função *f* é:

- Determina-se o zero da função f, isto é, o valor de x para o qual $f(x) = 0$.
- Esboça-se o gráfico da função f.

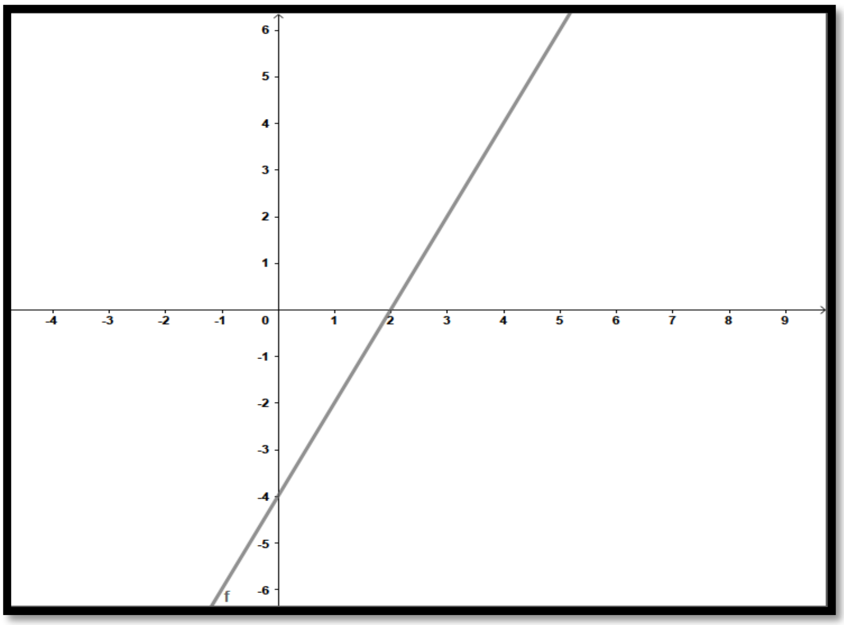
- Analisa o gráfico a partir do eixo da abscissa.

Exemplo 3.3.5:

- Realização do estudo do sinal da função ***f(x) = 2x – 4.***

$$\mathbf{f(x) = 0}$$
$$\mathbf{2x - 4 = 0}$$
$$\mathbf{2x = 4}$$
$$\mathbf{x = 2}$$

Figura 4 - Gráfico da função f(x) = 2x - 4



Fonte: O autor

De acordo com a figura acima, a Função se anula em **x = 2**. Nota-se, também, que a Função ***f*** é crescente e que ***f(x)*** é:

- positiva para valores reais maiores que 2.
- negativa para valores reais menores que 2.

Nesse exemplo, segue que:

- f(x) = 0 para x = 2

- $f(x) > 0$ para $x > 2$
- $f(x) < 0$ para $x < 2$

Portanto, orientado por esta asserção e seguindo os apontamentos propostos nos tópicos abordados acima, é possível confirmar que a Função Afim é e pode ser explorada, em uma perspectiva interdisciplinar. É possível considerá-la como uma ferramenta eficiente, que permite modelar situações reais, especialmente se estiver envolvidas relações entre grandezas ou questões relacionadas ao próprio conteúdo matemático e/ou nas Ciências Naturais. Neste seguimento, vale destacar que a lei de formação da Função Afim é extremamente útil. Por esse motivo, é empregado como um modelo matemático em diversas áreas do conhecimento.

Esta conclusão permite afirmar que tratar desse assunto na expectativa da interdisciplinaridade entre as disciplinas de Matemática e Química é algo bastante relevante. Para tanto, é necessário considerar os pontos de intersecção que essa construção permite vislumbrar. Nesta perspectiva, é que se estabelece o estudo aqui proposto, admitindo a utilização da Estequiometria, no balanceamento das equações químicas.

3.4 BREVE DISCUSSÃO SOBRE O CONCEITO DE ESTEQUIOMETRIA

Ao fazer referência aos Cálculos Estequiométricos, é importante destacar que esta é uma parte do conteúdo que se deve fazer análises quantitativas da organização de substâncias, que são formadas e consumidas em uma reação química. Estes cálculos estabelecem, por sua vez, um panorama de quantidades de reagentes e produtos numa reação química. Todavia, vale destacar que, na prática, não é possível manter sob controle os fatores que interferem no desenvolvimento de uma reação química. Entre esses fatores estão a impureza dos reagentes utilizados, o manejo inadequado dos reagentes, a imprecisão das medidas efetuadas nos aparelhos e, em muitos casos, a variação nas condições de temperatura e pressão.

À vista disso, é que houve o interesse em realizar os cálculos necessários para se fazer uma previsão mais próxima possível da realidade, das quantidades de substâncias que participarão integralmente de uma determinada reação química. Neste sentido, as descrições estequiométricas podem auxiliar no desenvolvimento dos Cálculos Estequiométricos, o que favorece a determinação das quantidades de reagentes que devem ser utilizados e dos produtos que podem ser obtidos em uma reação química devidamente equilibrada e fundamentada nas leis ponderais e volumétricas que regem as transformações químicas.

Para que esses cálculos sejam mais precisos e também para que seja utilizada como um recurso facilitador do desenvolvimento, é interessante e recomendável empregar um conjunto de regras que viabilizem os cálculos, como por exemplo:

- Escrever uma equação química (citada no problema);
- Acertar os coeficientes da equação química;
- Balancear a equação química, obedecendo aos coeficientes e às proporções devidas.

3.4.1 Balanceamento de Equações Químicas

Uma das maneiras para se realizar o balanceamento de algumas equações químicas, que, em linhas gerais, são bastante recomendadas nos livros didáticos e que podem contribuir sobremaneira para a execução dos cálculos é o Método das Tentativas. No caso, para aplicar esse método, é importante obedecer aos seguintes passos:

1. Atribuir coeficiente 1 à substância que apresenta o maior número de átomos;
2. Com base nessa substância, determinar os coeficientes das outras substâncias;
3. Aplicar números inteiros. Caso tenha números fracionários, multiplicar todos os coeficientes para eliminar a fração.

Ainda de acordo com estas orientações, é importante observar a reação de neutralização entre o hidróxido de alumínio, **$Al(OH)_3$**, e o ácido sulfúrico, **H_2SO_4**, representada pela equação:

$$Al(OH)_3 + H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + H_2O$$

Depois desta fase, é pertinente seguir a nova etapa, obedecendo ao passo a passo apresentado anteriormente.

1. Colocar o coeficiente 1 em frente do sulfato de alumínio, que apresenta o maior número de átomos.

$$Al(OH)_3 + H_2SO_4 \longrightarrow 1.Al_2(SO_4)_3 + H_2O$$

2. Com base nesse coeficiente, determinam-se os demais estágios:

- Como há 2 átomos de Al nos produtos, multiplicamos o hidróxido de alumínio por 2;
- Como há 3 radicais $(SO_4)_3$ nos produtos, multiplicamos o ácido sulfúrico por 3;
- Como há 12 átomos de H nos reagentes, multiplicamos a água por 6;
- Conferindo, temos 18 átomos de oxigênio nos reagentes e 18 átomos de oxigênio nos produtos.

$$Al(OH)_3 + 3.H_2SO_4 \rightarrow 1.Al_2(SO_4)_3 + 6.H_2O$$

3. Como não há expoente fracionário, o balanceamento está pronto.

Importa destacar que muitos alunos apresentam dificuldades em aplicar este método. É possível inferir que este fato ocorre por não compreenderem, de maneira inequívoca, os conceitos que definem os átomos e coeficientes estequiométricos ou, ainda, por não dominarem, de maneira segura, o conteúdo exposto nos livros didáticos e abordados em sala de aula. Este, sem dúvida, este é um complicador que pode ser minimizado pela ação do professor, mas se o aluno não apresentar conhecimentos prévios, torna-se muito complicado desenvolver esse trabalho. De modo que é necessário haver uma rede interligada de conhecimento, para que a escola e o corpo docente, em todas as etapas do aprendizado, consigam realizar um trabalho eficiente, minimizando as dificuldades do aluno.

Com estas dificuldades postas, vale ressaltar que estudantes e alguns professores buscam métodos alternativos para sanar estas deficiências. Estas buscas têm auxiliado no alcance de novas abordagens, que possibilitam o aprendizado, considerando que são práticas que apresentam uma visão diferente do Método de Tentativas e que tenham aplicações em outras disciplinas. De tal modo, a seguir será apresentada uma Sequência Didática, que mostrará um método distinto do convencional — daqueles presentes nos livros didáticos. Neste viés, serão aplicados conceitos de Função do 1º Grau como recurso de ensino do Balanceamento de Equações Químicas.

3.5 SEQUÊNCIA DIDÁTICA: UMA ESTRATÉGIA PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM

Ao se discorrer sobre uma Sequência Didática, é feita uma análise acerca da melhor maneira de viabilizar a aprendizagem dos estudantes em questão. Isto ocorre considerando o interesse primordial em garantir o direito inerente a cada aluno (cidadão), que é a aprendizagem. Neste sentido, o objetivo primordial é desenvolver um trabalho que possa permitir que crianças e adolescentes desenvolvam, para além do aprendizado mecânico, a capacidade crítica e analítica das questões ali envolvidas, condição essencial a todo pesquisador.

De acordo com Cabral (2017), é importante destacar que uma Sequência Didática está alinhada a uma estratégia educacional, que tem por propósito fundamental minimizar dificuldades acerca de um assunto/matéria específico. Há, portanto, um planejamento vinculado à execução, com previsão de início, desenvolvimento e fim. A vantagem desse recurso é a pontualidade e a inserção proposta, pois é permitido tratar de um assunto específico em várias vertentes, desconstruindo abordagens muito rígidas. Neste viés, podem-se utilizar várias atividades interligadas ainda que distantes em termos didáticos. Por ter esse propósito mais amplo, em geral, há um engajamento maior por parte dos alunos. Mas o professor não pode desconsiderar que:

> Esse conjunto de intervenções "passo a passo" dirigido pelo professor com a finalidade de atingir objetivos de aprendizagem sugere a ideia dos elos conectados de uma corrente. Cada elo posterior está devidamente articulado aos elos anteriores e permite outras articulações com elos subsequentes. Uma forma de rede que se estrutura a partir dessas articulações conceituais. (CABRAL, 2017, p.33).

Com esse propósito, acredita-se que cada aluno envolvido poderá compreender o processo e interferir nas ações propostas. Neste viés, o que se espera é que a aplicação desta Sequência Didática permita aos estudantes consolidarem suas habilidades e capacidades em relação ao conteúdo estudado, que poderá contribuir para um aprendizado mais profícuo e objetivo. Neste sentido, vale destacar que:

> [...] um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos... uma prática educativa, a ser elaborada pelo professor, que considere também a organização social da classe, a organização dos conteúdos, os materiais curriculares e outros recursos didáticos e a avaliação no planejamento da mesma. (ZABALA, 1998, p.18).

Nesta vertente, é importante enfatizar que, ao elaborar uma Sequência Didática, professor e alunos devem ter por princípio utilizar as aplicações dos conteúdos, considerando sempre a concordância em realizar um trabalho voltado para o grupo, na perspectiva de tempo e de recursos didáticos. Com este posicionamento, a prática educativa torna-se mais eficiente na correção de dificuldades específicas, esta pode ser uma estratégia de aprendizagem significativa para o aluno, posto permitir a troca de compreensão e observar que as dúvidas de um sujeito podem ser sanadas por outro membro do grupo e, assim, sucessivamente. Do mesmo modo, vale destacar que: “[...] Não é o conteúdo do saber, mas o meio pelo qual este é transmitido, que vai reelaborá-lo, transformando-o em saber conservador ou progressista”. (WACHOWICZ, 1995, p.13).

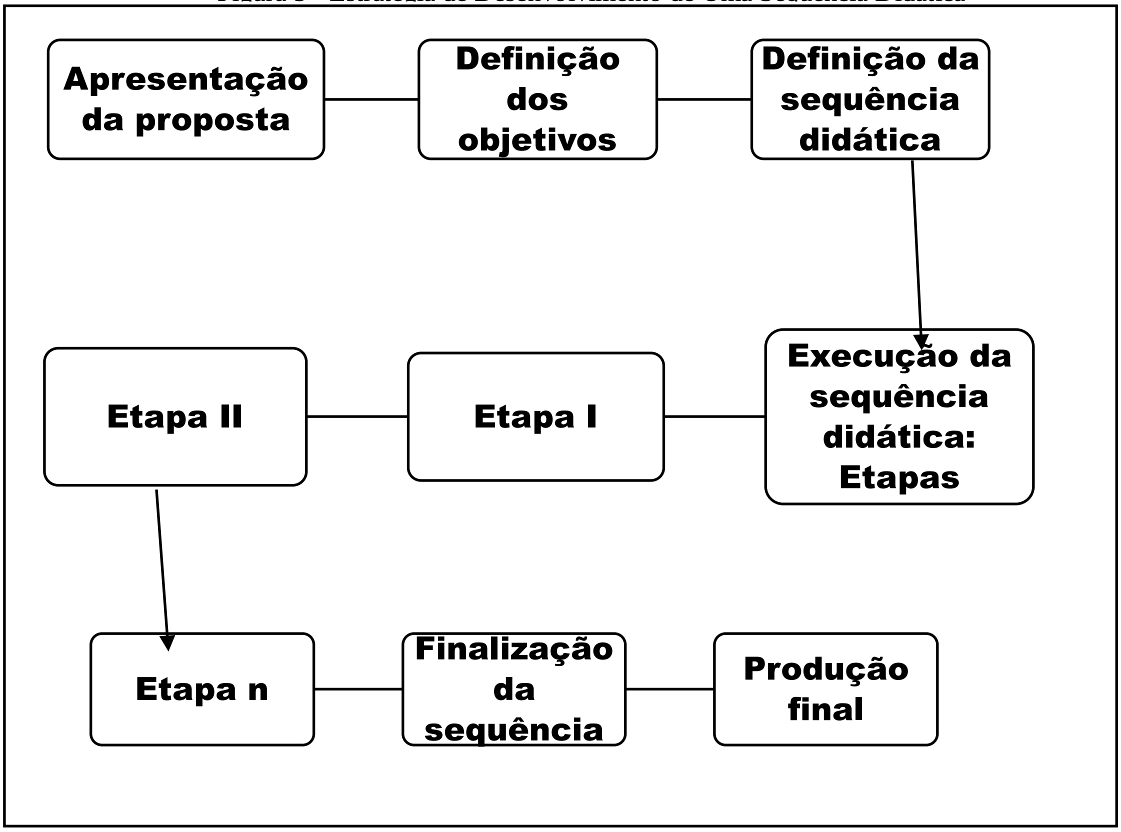
Com esta compreensão, é possível afirmar que a proposta desenvolvida nesse trabalho vai ao encontro daquilo que é defendido essencialmente como modelo de ensino e que é buscado, na condição de professor, em um sistema educacional. Importa dizer que há uma coerência estrutural ao se desenvolver esta proposta, porquanto a mesma está alinhada na perspectiva da teoria e prática. Ora, os conteúdos que envolvem uma Sequência Didática estão alinhados a um assunto específico, portanto deve ter como orientação o bom emprego do conteúdo e um desenvolvimento que se interligue na troca em sala de aula.

É neste propósito que Dolz, Noverraz & Schneuwly (2004, p. 97) conceituam uma Sequência Didática pautada no ensino estratégico, permitindo ao professor “um conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática”. Nesta defesa, é possível observar que o processo educativo matemático deve ser orientado por etapas definidas, sistematizadas, mas, sobretudo, interligadas. Esta abordagem metodológica permitirá que a abstração do conhecimento seja mais significativa e os estudantes poderão lidar mais facilmente com suas dificuldades, especialmente porque poderão compreender, de maneira mais nítida, onde estão as suas dúvidas. Este modo de conduzir o ensino em sala de aula se alinha aos que são defendidos nos Parâmetros Curriculares Nacionais (2006):

> Um dos pontos de partida para esse processo é tratar, como conteúdo do aprendizado matemático, científico e tecnológico, elementos do domínio vivencial dos educandos, da escola e de sua comunidade imediata. Isso não deve delimitar o alcance do conhecimento tratado, mas sim dar significado ao aprendizado, desde seu início, garantindo um diálogo efetivo. A partir disso, é necessário e possível transcender a prática imediata e desenvolver conhecimentos de alcance mais universal. Muitas vezes, a vivência, tomada como ponto de partida, já se abre para questões gerais. (PCNEN, 2006, p. 07).

Neste sentido, é que a proposta interdisciplinar se alinha à abordagem da Sequência Didática, considerando que a coloque como uma estratégia eficaz, em condições de contribuir para o aprendizado de grupos específicos de alunos, mas que tem a potencialidade de reverberar em outros grupos que compõem a escola como um todo. Todavia, mesmo que esse alcance não seja tão amplo, se ao menos pode permitir aos grupos trabalhados fazerem mudanças estratégicas em suas vidas, o objetivo será frutífero. Conforme discutido, o conhecimento pode se tornar uma possibilidade de escolha em todas as esferas da vida. Com esta certeza, é que será discutida a metodologia de trabalho, admitindo que uma Sequência Didática eficiente pode contribuir para que o aprendizado ocorra de modo significativo. No esquema a seguir está disposta a estratégia de desenvolvimento da Sequência Didática utilizada:

Figura 5 - Estratégia de Desenvolvimento de Uma Sequência Didática



Fonte: O autor

Para haja uma efetividade em todas as etapas apresentadas e para que o alcance do objetivo sobre a utilização da Sequência Didática seja abarcado de maneira produtiva é que se fez o planejamento e sequenciou as etapas seguintes, com o propósito de se estabelecer todas as intervenções pedagógicas planejadas. Neste caso específico, ao considerar a situação inicial, faz-se necessário apresentar a proposta e a justificativa da importância em todo o processo de ensino e aprendizagem. Há de considerar a importância de todos os sujeitos envolvidos, por isso a necessidade de partilhar com os alunos os resultados que se espera da turma. Para que haja um trabalho profícuo, no sentido do entendimento, é importante fazer avaliações iniciais, com o propósito de diagnosticar previamente o nível de conhecimento e dificuldade de cada aluno. Esse conhecimento prévio da condição geral da turma poderá nortear ações pontuais.

Após esse nivelamento, é importante estabelecer para o grupo a definição dos objetivos a ser alcançados e o quanto esse movimento poderá interferir individualmente na condição de cada sujeito, assim como com o propósito de todo o grupo. É neste momento e por meio das atividades aplicadas nos conhecimentos prévios, que os alunos podem apresentar suas objeções, expectativas e dificuldades sobre o assunto tratado. Neste momento, em conjunto com a avaliação diagnóstica é que o professor terá a possibilidade de definir com mais precisão as dificuldades dos alunos. Em posse dessas informações, poderá planejar as atividades adequadas para sanar ou amenizar os problemas apresentados pela classe, definindo, assim, os critérios seguintes da Sequência Didática.

Executando isso, o professor precisa atentar-se para as atividades e os exercícios que sua turma precisa cumprir, observando sempre os objetivos propostos. Para alcançar êxito na tarefa indicada, é necessário que esta seja engajada e caracterizada de maneira diferente daquelas abordagens presentes no cotidiano escolar dos alunos. Igualmente, vale destacar a aplicabilidade e o sentido do processo em que estão envolvidos, evidenciando, de maneira inequívoca, a importância de darem continuidade ao desenvolvimento do trabalho. Nesta etapa, há de se avaliar o nível de aplicabilidade e complexidade das atividades propostas, sempre considerando o termômetro da avalição diagnóstica. De tal modo, utilizando as atividades adequadas, será possível atingir os objetivos traçados, desenvolvendo sempre outras competências e habilidades no decorrer do processo.

De acordo com Dolz, Noverraz & Schneuwly (2004, p. 105), este pode ser "um arsenal bastante diversificado de atividades e exercícios que vão enriquecer o trabalho em sala de aula", portanto vale seguir o esquema apresentado, sequenciando as etapas, nas quais devem exibir as atividades necessárias. Ademais, há de se atentar para o fato de que o planejamento e a aplicação das atividades não dispensam "o olhar disciplinar que procura não ferir os "interesses da Matemática" em sua natureza de ciência formal, e por outro, o olhar metodológico que, por sua vez, procura não ferir os "interesses do aprendiz"". (CABRAL, 2017, p. 31).

Prosseguindo na proposta utilizada, em que se desenvolve a última etapa do processo, é necessário estabelecer a produção final, pode ser utilizada uma forma avaliativa específica e não convencional, há de se considerar que a proposta do trabalho pretenda extrapolar os interesses do ensino estrutural. Neste caso, pode ser aproveitados fragmentos dos conteúdos utilizados no desenvolvimento do trabalho como gatilhos desencadeadores de reflexão e como fio condutor para o processo avaliativo. Visto que é nesta etapa que se analisa o aprendizado adquirido no decorrer da execução das atividades da Sequência Didática proposta. Sendo assim, é possível fazer uma análise sobre a eficácia das ações abordadas em consonância aos objetivos propostos. Nesta etapa, ainda é possível, por meio de comparação, verificar se o resultado final se sobrepôs às dificuldades iniciais.

Diante do que foi discutido, percebe-se que a metodologia proposta pela Sequência Didática pode ser uma ferramenta bastante apropriada para o ensino pontual de determinado conteúdo, o que se alinha à proposta discutida nessa pesquisa. Para favorecer a utilização correta dessa ferramenta de trabalho, pode-se utilizar outro recurso bastante seguro, que é o plano de aula, e que pode contribuir muito bem na perspectiva de ser um instrumento de apoio.

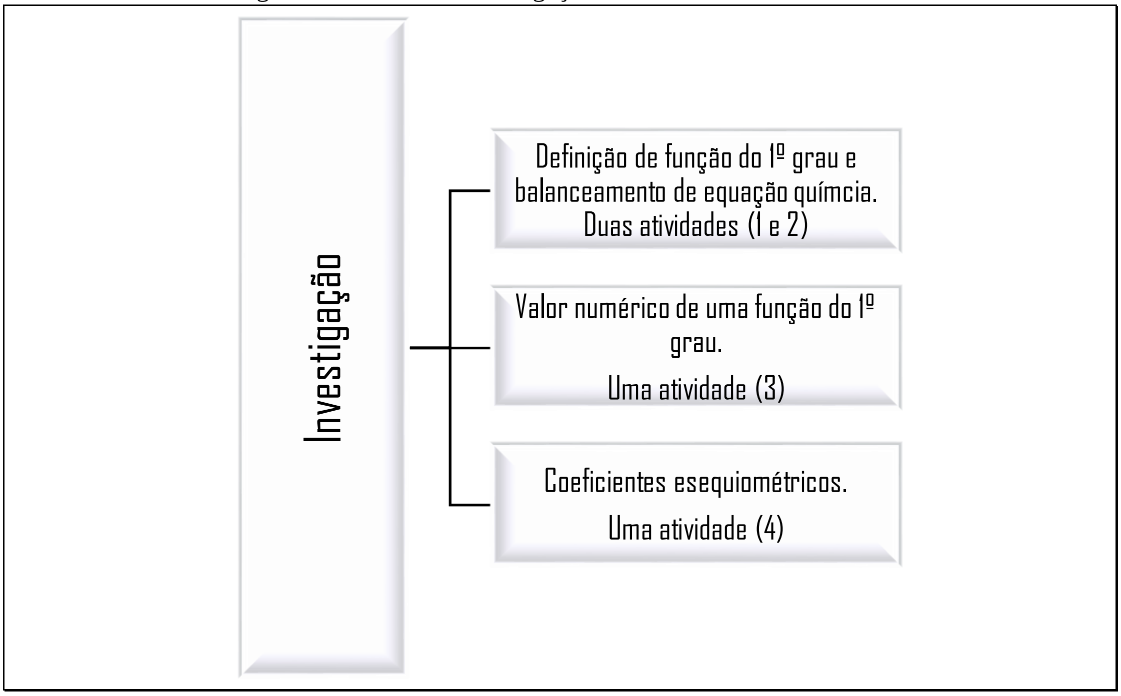
Com o plano de aula é possível apresentar as ações a serem desenvolvidas durante todo o processo, otimizando o tempo de aplicação das atividades para que os alunos se mantenham motivados e dispostos à interação. Ora, com esta ferramenta é possível estabelecer a "sequência de tudo o que vai ser desenvolvido em um dia letivo. (...) É a sistematização de todas as atividades que se desenvolvem no período de tempo em que o professor e o aluno interagem, numa dinâmica de ensino-aprendizagem". (PILETTI, 2001, 73).

Adiante, será estabelecido, em termos sequenciais, a perspectiva de como deverá ocorrer tal Sequência Didática, planejada na perspectiva do ensino de Estequiometria, tendo como recurso o auxílio de alguns conteúdos matemáticos, em especial, aquilo que envolve os conhecimentos acerca da temática "Balanceamento de Equações Químicas". Tal proposta pode ser trabalhada em uma turma de 2ª série do Ensino Médio. Inicialmente, foi necessário considerar determinados apontamentos naquilo que se refere ao procedimento da ação e, em seguida, descreveu-se a Sequência Didática propriamente dita.

3.5.1 Investigação do Conhecimento

A proposta para a investigação estabelece-se em 4 (quatro) atividades distintas. Neste sentido, para se fazer a análise diagnóstica acerca do conteúdo, também para detectar o que os alunos já sabem sobre Função do 1º Grau e Balanceamento de Equações Químicas, aplicar-se-á as atividades 1 (um) e 2 (dois), apresentadas abaixo. Na atividade 3 (três), há o propósito de nortear o valor numérico de uma Função do 1º Grau. Com o mesmo interesse, a atividade 4 (quatro) perscrutará o nível de conhecimento dos alunos acerca de Coeficientes Estequiométricos de uma Equação Química.

Figura 6 - Árvore de Investigação do Conhecimento



Fonte: O autor

3.5.1.1 Atividade 1: Questionamento Balizador

1) Você já estudou, em Matemática, Função do 1º Grau? Discorra sobre seu conhecimento e especifique as suas dificuldades:

2) Em Química, você já tem conhecimento sobre Balanceamento de Equações Químicas? Discorra sobre seu conhecimento e especifique as suas dificuldades:

3.5.1.2 Atividade 2: Investigação sobre Domínio de Conteúdo

1) Se um amigo lhe pedir para explicar o que é Função do 1º Grau e especificar o que é Balanceamento de Equação Química, que esclarecimento você daria?

3.5.1.3 Atividade 3: Exercícios Diagnóstico I

1) Dada a função f por f(x) = y = 2x – 6, com x e y$\in \mathbb{R}$ determine:

a) f(0)
b) f(1)
c) f(2)
d) f(3)

3.5.1.4 Atividade 4: Exercícios Diagnóstico II

1) Determine a soma dos coeficientes que balanceiam a equação $C_2H_6O + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$.

a) 6
b) 7
c) 8
d) 9

3.6 ANÁLISE DAS ATIVIDADES PROPOSTAS COMO INVESTIGAÇÃO DO CONHECIMENTO

A proposta da primeira atividade é permitir que os alunos se manifestem sobre seu domínio acerca dos conceitos e definições e a respeito dos temas específicos, contextualizando seus conhecimentos prévios sobre os conteúdos abordados, isto é, Função do 1º Grau e Balanceamento de Equações Químicas. Esta abordagem é embasada no “predomínio do perceptivo, uso do raciocínio causal simples, influência da cultura e da sociedade (canalizadas através da linguagem e dos meios de comunicação), influência da escola”. (POZO, 1998, p. 88).

Enquanto que a segunda atividade, em que o aluno é questionado sobre uma possível explicação a ser dada a um colega entrevistador, tem a intensão de contribuir para o esclarecimento sobre o que verdadeiramente os alunos sabem acerca dos conteúdos discriminados. Ressaltando que o objetivo principal é aferir a capacidade argumentativa sobre o conteúdo em questão, ou seja, Função do 1º Grau e Balanceamento de Equações Químicas. Com esta abordagem, será possível verificar se esses alunos utilizam situações práticas para esclarecer as perguntas propostas pelo colega ou se, basicamente, respondem de modo negligente, dando mostra de um conhecimento deficitário.

Na terceira atividade há uma possibilidade de se verificar a capacidade desses alunos para a realização de cálculos matemáticos. Por isso utiliza-se uma proposta simples, ou seja, uma atividade de Função do 1º Grau. No exercício proposto contém uma Função do 1º Grau e possui quatro itens, sendo que cada um desses elementos necessitam de uma resolução distinta, o que exige que se chegue à determinação da imagem dessa Função para alguns valores de seu domínio. Espera-se que os alunos façam os cálculos com tranquilidade, retratando os conceitos de valor numérico, sem apresentarem muita objeção.

Na quarta e última atividade da investigação, espera-se que os alunos tenham um trabalho que ultrapasse a definição inicial, pois para sua realização é necessário que eles tenham competências e habilidades para trabalhar com Coeficientes Estequiométricos de uma Equação Química. Esta é uma atividade em que se alimenta a expectativa de que os alunos apresentem dificuldades, tanto naquilo que refere aos Coeficientes de uma Equação Química quanto ao seu Balanceamento. Nesta etapa, é presumível que o alunado apresente dificuldades ou, ao menos, que eles confundam o Coeficiente Estequiométrico com os índices que podem aparecer nos elementos químicos das fórmulas moleculares dos compostos que compõe(m) o(s) reagente(s) e o(s) produto(s) de uma Equação Química.

3.6.1 ETAPA I: Recordando e Executando o Cálculo do Valor Numérico de uma Função do 1º Grau

Esta fase é composta por 4 (quatro) atividades que serão desenvolvidas com a turma. As tarefas presentes nesta etapa foram elaboradas com o objetivo de atender e demonstrar as diferentes representações da lei de uma Função do 1º Grau.

3.6.1.1 Objetivos da ETAPA I

Reconhecer:

- A aplicabilidade e a ideia de função afim;
- A reta como a representação gráfica de uma função afim;
- A determinação da lei de formação de uma função afim;
- A ideia do cálculo do valor numérico de uma função afim.

3.6.1.2 Encaminhamento metodológico da ETAPA I

O encaminhamento dessa etapa da Sequência Didática prescinde, inicialmente, de alguns passos, a saber: dividir a turma em 4 (quatro) equipes compostas por no mínimo 4 (quatro) e no máximo 5 (cinco) participantes. Observando as equipes formadas, será feita a entrega do material que corresponde à tarefa, conforme apresentado abaixo:

Tabela 2 - Entrega das Tarefas por Equipe

Equipe	Tarefas
1	1 e 4
2	1 e 3
3	2 e 3
4	2 e 4

Fonte : O autor

Depois do recebimento das tarefas, cada equipe iniciará a realização das suas atividades, com anotações e discussões. Dessa forma, no momento da resolução das atividades, a ideia de Função Afim vai se construindo ou sendo relembrada pelos participantes. Na finalização das atividades dessa etapa I, os alunos irão socializar entre si, apresentando as anotações e entendimentos que foram destacados pelo grupo. Para compor essa etapa, serão feitas apresentações, que deverão ocorrer em várias vertentes, mas, sobretudo, por meio de mini seminários.

3.6.1.3 Proposta de Atividades (Tarefas) da Etapa I

Atividade 1: Leonardo chamou um táxi para ir ao teatro. Ao final da corrida ele foi informado de que o valor a ser pago seria composto de uma taxa fixa de R$ 3,50 mais um acréscimo de R$ 1,50 por quilômetro rodado. Com base nessas informações, que função relaciona o valor y pago pela corrida em função dos quilômetros x rodados?

Atividade 2: Represente graficamente a função do 1º grau $f(x) = 2x - 1$.

Atividade 3: Considerando as funções polinomiais do 1º grau $f(x) = 3x + 2$ e $g(x) = x - 6$, determine o valor de $f(-2) + g(3)$.

Atividade 4: Alisson trabalha em uma empresa na qual seu salário semanal é variável. Ele recebe um valor fixo de R$ 60,00, mais um acréscimo de 20% do valor total das vendas que ele consegue realizar na semana. Represente o salário semanal por y e o valor total das vendas por x, qual é a função que representa o salário semanal de Alisson? Sabendo que nesta semana Alisson recebeu R$ 310,00, qual foi o valor total das vendas que ele fez?

3.6.2 ETAPA II: Conhecendo os Coeficientes Estequiométricos de uma Reação Química

Nesta etapa, será aplicado 2 (duas) atividades, que serão desenvolvidas com os alunos. As tarefas presentes nesta etapa foram elaboradas com o propósito de detectar e, posteriormente, sanar possíveis dificuldades no entendimento de Coeficiente Estequiométrico de uma reação química.

3.6.2.1 Objetivos da ETAPA II

Relacionar:

- Informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas e biológicas;
- Informações matemáticas ou linguagens simbólicas;

3.6.2.2 Encaminhamento Metodológico da ETAPA II

O encaminhamento dessa etapa, inclusa na Sequência Didática, consiste na entrega das duas atividades de verificação da aprendizagem proposta para cada grupo que foi formado no momento anterior. Em seguida, na finalização desta etapa, pedir-se-á para que dois membros, pertencentes a cada grupo, apresentem o raciocínio do desenvolvimento de cada uma das atividades. Neste momento, deverão discorrer sobre as possíveis dificuldades, caso houver, de entendimento ou interpretação dos exercícios.

3.6.2.3 Proposta de Atividades (Tarefas) da ETAPA II

Atividade 1: Analise a reação a seguir e identifique os coeficientes estequiométricos de cada substância.

$$2\ H_{2(g)} + 1\ O_{2(g)} \longrightarrow 2\ H_2O_{(v)}$$

Atividade 2: Em um laboratório, foram postos para reagir 5 mols de $N_{2(g)}$ com 12 mols de $H_{2(g)}$, em um recipiente fechado de x litros de capacidade, a certa temperatura. Sabendo que a equação que representa a reação é:

$$N_{2(g)} + 3\ H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$$

Determine a soma dos coeficientes estequiométricos dessa reação.

3.6.3 ETAPA III: Balanceando uma Reação Química.

Esta terceira etapa tem como propósito desenvolver 3 (três) tarefas específicas com a turma. Estas atividades permitirão detectar possíveis falhas ou dificuldades naquilo que se relaciona ao Balanceamento de Reações Químicas por meio do método de tentativa e erro.

3.6.3.1 Objetivos da ETAPA III

- Relacionar a ideia de coeficiente estequiométrico nas equações químicas.

3.6.3.2 Encaminhamento Metodológico da ETAPA III

Nesta etapa da Sequência Didática serão entregues 3 (três) atividades para cada grupo formado anteriormente. Em seguida, será designadas 3 (três) pessoas pertencentes a cada grupo, diferentes das que participaram da etapa anterior, desenvolvam o raciocínio analítico e resolutivo de cada atividade. Neste processo, poderão ser identificadas as possíveis dificuldades na realização do Balanceamento de Reações Químicas.

3.6.3.3 Proposta de Atividades (Tarefas) da ETAPA III

Atividade 1: Ao se fazer o balanceamento, a equação cuja soma desses coeficientes é igual a 7(sete) é:

a) $C + O_2 \rightarrow CO_2$
b) $P + O_2 \rightarrow P_2O_5$
c) $Fe + O_2 \rightarrow Fe_2O_3$
d) $S + O_2 \rightarrow SO_3$

Atividade 2: Sobre a equação abaixo, encontre o maior coeficiente estequiométrico, após seu balanceamento.

$$Mn_3O_4 + Al \rightarrow Al_2O_3 + Mn$$

Atividade 3: Os filtros contendo carvão ativo procuram eliminar o excesso de cloro na água tratada. Pode ocorrer a reação:

$$Cl_2 + C + H_2O \rightarrow CO_2 + H^+ + Cl^-$$

Balanceando-se a equação com os menores números inteiros possíveis, qual a soma dos coeficientes do primeiro membro?

a) 4 b) 5 c) 6 d) 7 e) 8

3.6.4 ETAPA IV: Balanceando uma Reação Química por Aplicação de Função do 1º Grau

Nesta etapa, será aplicado o estudo de Função Polinomial do 1º Grau no Balanceamento das Reações Químicas. Nesta parte do processo será possível demonstrar a aplicabilidade do conhecimento em Matemática e o quanto este conteúdo pode servir para auxiliar nas aulas de química. Também será possível destacar, de maneira específica, a utilização do conteúdo sobre a Função do 1º Grau no desenvolvimento de problemas que abarcam a resolução de problemas acerca do Balanceamento de Equações Químicas, por intermédio da interdisciplinaridade.

Quadro 1: Etapas da intervenção interdisciplinar

1ª Etapa: Considerar uma equação química desbalanceada.	Reação: Dupla troca Reagentes: Gás metano e Água Produtos: Gás hidrogênio e monóxido de carbono $CH_4 + H_2O \longrightarrow H_2 + CO$
2ª Etapa: Atribuir variáveis aos coeficientes estequiométricos de cada substância que compõe os reagentes e produtos.	$\mathbf{a}.CH_4 + \mathbf{b}.H_2O \longrightarrow \mathbf{c}.H_2 + \mathbf{d}.CO$
Observando em nível microscópio a Lei de Lavoisier, sabe-se que numa equação química, os átomos se combinam. Assim, os átomos não são repartidos nem formados, a massa de reagentes é sempre igual à de produtos.	
3ª Etapa: Aplicando a Lei de Lavoisier em cada elemento presente nos reagentes e nos produtos, multiplica-se a variável pelo índice do elemento em destaque.	$\mathbf{a}.CH_4 + \mathbf{b}.H_2O \longrightarrow \mathbf{c}.H_2 + \mathbf{d}.CO$ C: $a.1 = d.1 \Rightarrow a = d$ (I) O: $b.1 = d.1 \Rightarrow b = d$ (II) H: $a.4 + b.2 = c.2 \Rightarrow 4a + 2b = 2c : (2)$ $2a + b = c \Rightarrow c = 2d + d \Rightarrow c = 3d$ (III)
Observamos que as variáveis a, b e c ficaram em função da variável d. Assim, sabendo-	

se que os coeficientes estequiométricos pertencem ao conjuntos dos números inteiros não negativos (Z_+^*). Deste conjunto, atribuímos um número inteiro à variável independente, desde que o valor das variáveis dependentes a, b e c pertençam ao mesmo conjunto numérico mencionado acima.
4ª Etapa: Em cada uma das equações I, II e III, podemos associá-las e denominá-las em funções do 1º grau. (I) a = d ➡ f(d) = d ➡ f(d) = a (II) b = d ➡ g(d) = d ➡ g(d) = b (III) c = 3d ➡ h(d) = 3d ➡ h(d) = c
5ª Etapa: Começamos a substituir os valores à variável independente nas equações até que tenhamos todas as variáveis numericamente inteiras. Para d = 1, temos: (I) f(1) = 1, logo a = 1 (II) g(1) = 1, logo b = 1 (III) h(1) = 3.1, logo c = 3.1 ➡ c = 3 Assim, com d = 1, temos todos os coeficientes já inteiros.
6ª Etapa: Substituímos os coeficientes encontrados na equação química. $\mathbf{1}CH_4 + \mathbf{1}H_2O \longrightarrow \mathbf{3}H_2 + \mathbf{1}CO$ Reagentes: 1 átomo de carbono, 6 átomos de hidrogênio e 1 átomo de oxigênio Produtos: 1 átomo de carbono, 6 átomos de hidrogênio e 1 átomo de oxigênio Portanto, a equação química se encontra balanceada.

Fonte: O autor

3.7 FINALIZANDO A SEQUÊNCIA DIDÁTICA: AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

A avaliação contém 4 (quatro) atividades em que os alunos devem desenvolver os problemas em relação ao conceito de Balanceamento de Reações Químicas, conforme apresentado na última etapa da Sequência Didática. Sendo assim, cada grupo formado anteriormente receberá o mesmo número de atividades da avaliação. Neste momento, o professor poderá fazer algumas ponderações e destacar possíveis correções acerca do que foi apresentado pelos grupos. Importa dizer que esta é a parte mais relevante para a corroboração das hipóteses apresentadas na construção desse conhecimento. Vale ressaltar que esta avaliação permite aos alunos a possibilidade de fixar os conhecimentos adquiridos no decorrer das atividades realizadas anteriormente, durante as etapas da Sequência Didática.

3.7.1 Objetivo da Avaliação:

Verificar se os alunos compreenderam o conceito de Balanceamento de Equações Químicas, utilizando como método condutor o crédito Função do 1º Grau.

3.7.2 Proposta de Atividades: Avaliação

Atividade 1: Dada a função polinomial do 1º grau f(x) = 7 – 2x, determine:

a) f(1)
b) f(2)
c) f(3)

Atividade 2: Considerando as reações químicas abaixo, verifique quais delas estão balanceadas.

a) $2K_{(S)} + Cl_{2(g)} \rightarrow KCl_{(s)}$
b) $2Mg_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2MgO_{(s)}$
c) $CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$

Atividade 3: A equação $Ca(OH)_2 + H_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + H_2O$ não está balanceada. Balanceando-a com os menores números inteiros possíveis, determine o produto dos coeficientes estequiométricos.

Atividade 4: A combustão é um tipo de reação química em que ocorre liberação de energia na forma de calor. Na combustão completa de uma substância formada por carbono e hidrogênio há a formação de dióxido de carbônico e água.
Observe as reações de combustão dos hidrocarbonetos e responda qual das equações abaixo está balanceada da forma **correta**:

a) $2CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$
b) $C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$

c) $C_4H_{10} + \frac{13}{3}O_2 \rightarrow 4CO_2 + 5H_2O$
d) $C_2H_6 + 2O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$

Atividade 5: Faça o balanceamento das reações químicas a seguir por aplicação de função do 1º grau.

a) $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$
b) $Zn + HB_r \rightarrow ZnBr_2 + H_2$
c) $Cl_2 + CH_4 \rightarrow CH_2Cl_2 + HCl$

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com todos os pontos abordados, é possível observar que a utilização do recurso da Sequência Didática pode ser um bom instrumento para solucionar questões referentes à deficiência de alguns conhecimentos sobre os Cálculos Estequiométricos, especialmente se for trabalhado na perspectiva interdisciplinar, utilizando os conhecimentos ministrados nas matérias de Química e Matemática. Estas duas disciplinas pertencentes à área científica, contribuem para o desenvolvimento da sociedade como um todo. Nesta mesma linha de abordagem, vale destacar que a educação deve primar por métodos resolutivos, que consigam alcançar as necessidades pedagógicas dos educandos.

Nesta perspectiva, é que foi apresentado e discutido a possibilidade de se trabalhar a aplicação de uma Sequência Didática como um método auxiliar e com possibilidades de alcançar pontualmente a deficiência em termos disciplinares. A proposta do método em questão difere daquele exposto aos alunos por meio dos livros didáticos, porquanto propõem balancear uma Equação Química por meio de Função do 1º Grau, apontando elementos que podem contribuir e facilitar o processo de ensino e aprendizagem dos conceitos básicos de uma Função Afim, bem como das Equações Químicas, interligando esses conhecimentos em uma proposta interdisciplinar.

Sabe-se que em determinadas situações, o trabalho do professor se mostra extremamente complexo e difícil de ser executado, todavia, acredita-se que com recursos alternativos é possível chegar a bons resultados. No entanto, é imprescindível estar permanentemente buscando novas alternativas, que sejam capazes de estimular os alunos a diferentes possibilidades. Desde que a comunidade escolar, em especial alunos e professores, esteja disposta a uma aprendizagem convencional, mas com recursos inovadores e com diferentes abordagens, é possível estabelecer estruturações capazes de estimular o desejo pelo saber. Para tanto, torna-se necessário a admissão de novas ideias e ferramentas diversas, além de referências oriundas da pesquisa, que tenha como proposta fundamental a solução de problemas.

É possível observar como resultado da pesquisa, que a Matemática, enquanto ciência e disciplina tem a prerrogativa de ser utilizada como um auxílio na resolução de problemas, principalmente naqueles que envolvem Estequiometria. Foi possível demonstrar, ainda que teoricamente, que os desafios encontrados pelos professores em sala de aula podem ser superados dentro do próprio espaço escolar. No entanto, a Matemática deverá ser ensinada de maneira alternativa e pontual, destacada como ferramenta essencial para a solução de vários problemas em diversos campos da vida humana.

Convém destacar que esta ciência é de relevância para diversas outras abordagens científicas e possibilita compreensões impares, por isso não é possível permitir um conhecimento deficitário desse conteúdo, o que poderá impedir o progresso do indivíduo. Basta dizer que se o sujeito não pode fazer escolhas porque não possui um determinado conhecimento, isto o limita, impedindo que assuma a sua condição de sujeito livre, com probabilidade de escolher entre as diversas alternativas. Porquanto, conforme foi discutido, o não saber compromete as possibilidades na vida, em especial naquilo que se refere à vida acadêmica e profissional.

Diante destas considerações, é importante destacar que o estudante é o ator principal na busca pelo conhecimento e este estudo se propôs discutir problemas e oferecer soluções, com o objetivo de permitir alcances mais distintos seja para aluno, enquanto buscador do conhecimento, seja para o professor, como sujeito mediador, capaz de facilitar o processo da aprendizagem. Sendo assim, o material didático proposto teve a pretensão da simplicidade e da objetividade, com o interesse de propiciar conhecimentos essenciais em relação à compreensão de problemas químicos e matemáticos.

Por se tratar de uma Sequência Didática, espera-se que o presente trabalho possa ser estimulador para outros profissionais da educação. Ao terminar esta análise, é possível afirmar que a proposta tem fundamentos razoáveis e sua utilização é bastante viável. Caso a ideia possa ser posta em prática por outros professores, a sugestão é que, quando necessário, sejam realizadas adaptações, de modo a atender a necessidade pedagógica do momento. Este apontamento se estabelece na certeza de que a interação entre professores, como forma interdisciplinar, contribui para aplicações que podem contribuir no desenvolvimento de novas abordagens pedagógicas, que possam se mostrar mais eficientes.

Por fim, o que se propôs foi estabelecer um material didático, capaz de contribuir para o ensino e a aprendizagem dos conteúdos referentes aos Cálculos Estequiométricos, utilizando a base do conhecimento matemático. Neste sentido, observou-se, por meio da pesquisa bibliográfica e pela experiência em sala de aula, que a atuação interdisciplinar entre as disciplinas de Matemática e Química pode verdadeiramente contribuir para o estudo e abstração dos conceitos e domínios das operações básicas, especialmente se forem utilizados os recursos matemáticos para o aprendizado do Balanceamento de Equações Químicas.

REFERÊNCIAS

ALVES FILHO, Tathiane Milaré; PINHO, José de. A Química Disciplinar em Ciências do 9º Ano. Química Nova na Escola, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 43-52, fev. 2010.

ANDRADE, Jefferson Kennedy da Silva. Idealizações matemáticas como aporte para compreensão de conceitos da química. In: Encontro pernambucano de educação matemática, VII. 2017, Garanhuns. Anais do VII EPEM. 2017.

BELOTTI, Adília. Escola Politécnica USP: 120 anos. Org. NAKATA, Vera; Coord. PIQUEIRA José Roberto Castilho; 1ª ed. São Paulo: Riemma Editora, 2013. Disponível em: <https://riemmaeditora.com.br/arquivos/120-anos-poli.pdf>. Acesso em Jun./2020.

BOYER, Carl Benjamin; MERZBACH, Uta Caecilia. História da matemática. Trad. Helena Castro. São Paulo: Blucher, 2012.

BONATTO, Andréia; BARROS, Caroline Ramos; GEMELI, Rafael Agnoletto; LOPES, Tatiana Bica; FRISON, Marli Dallagnol. Interdisciplinaridade no ambiente escolar. Rio Grande do Sul, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática: 3º e 4º ciclos do ensino fundamental. Brasília: MEC, 1998.

________. PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2002.

________. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Conselho Nacional da Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica/ Ministério da Educação. Secretária de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. – Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

________Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_20 dez_site.pdf; acesso em 03/07/2020.

CARVALHO, João Pitombeira de. Avaliação e perspectivas da área de ensino de matemática no Brasil. Em aberto, Brasília, ano 14, ed. 62, p. 74-88, 1994. Disponível em: <http://rbepold.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/view/1966/1935#>. Acesso em Jul./2020.

CARVALHO, Joaquim Francisco de. Evolução do pensamento matemático, das origens aos nossos dias. Cienc. Cult. vol.64 nº .2 São Paulo Apr./June 2012. Disponivel em: <http://dx.doi.org/10.21800/S0009-67252012000200021 >. Acesso em Jun./2020.

COSTA, Ana Alice Farias da; SOUZA, Jorge Raimundo da Trindade. Obstáculos no processo de ensino e de aprendizagem de cálculo estequiométrico. Amazônia: Revista de educação em ciências e matemática, Belém, v. 10, n. 19, p. 106-116, 2013.

DANTE, Luiz Roberto. Matemática – Volume único. São Paulo: Ática, 2005.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. A história da matemática: Questões historiográficas e políticas e reflexos na educação matemática. In: Pesquisa em educação matemática: concepções e perspectivas. São Paulo: Ed. UNESP, 1999, p. 97-115.

DASSIE, Bruno Alves. ROCHA, José Lourenço da. O Ensino de Matemática no Brasil Nas Primeiras Décadas do Século XX <http://dalicenca.uff.br/wp-content/uploads/sites/204/2020/05/da_Licena_Bruno.pdf>. Acesso em Abr./2020.

DOLZ, J.; NOVERRAZ, M.; SCNNEUWLY, B. Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento. In: SCHNEUWLY, B.; DOLZ, J. et al. Gêneros orais e escritos na escola. Trad. e Org. Roxane Rojo e Glaís Sales Cordeiro. Campinas: Mercado de Letras, 2004. p. 95-128.

DRESSLER, Aline Costa; ROBAINA, José Vicente Lima. Ensino de Estequiometria através de práticas pedagógicas. In: Simpósio Nacional De Ensino De Ciência E Tecnologia, III., 2012, Ponta Grossa.

DUARTE, Aparecida Rodrigues Silva. Euclides Roxo e a Proposta Modernizadora do Ensino da Matemática. Com a Palavra, o Professor: Grupo de Estudos em Educação Matemática (GEEM). Disponível em <http://revista.geem.mat.br/index.php/CPP/article/view/54>. Acesso em Mai./2020.

GALILEI, Galileu. O Mensageiro das Estrelas. Trad. Carlos Ziller Camenietzki, São Paulo: Duetto, 2009. Disponível em: https://www.academia.edu/32808303/O_Mensageiro_das_Estrelas_de_Galileu_Galilei_S%C3%A3o_Paulo_Duetto_2009_Tradu%C3%A7%C3%A3o_Livro_ >. Acesso em Out./2020.

FABER, MARCOS História Antiga e Medieval. Apostila de História 1 (1ª Edição – Março de 2017) Ensino Médio, EJA e Pré-Vestibular. Disponível em <http://www.historialivre.com/apostilas/apostila_1_2017.pdf >. . Acesso em Mai./2020.

FAZENDA, I. C. A. Interdisciplinaridade: – Um Projeto em Parceria. 6ª Ed. São Paulo: Edições Loyola, 2007.

FERNANDES, Carla Alberta de Fontes. A Matemática na disciplina de Ciências Físico-Químicas: um estudo sobre as atitudes de alunos do 9º ano de escolaridade. 2007. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Especialização em Supervisão Pedagógica no Ensino de Física e Química, Universidade do Minho, Braga, 2007. <https://core.ac.uk/download/pdf/55608874.pdf >. Acesso em Jun./2020.

FIORENTINI. Dario. A relação ensino-pesquisa em educação matemática no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 3. Anais. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 1993.

FIORENTINI, Dario. Alguns modos de ver e conceber o ensino da Matemática no Brasil. Zetetiké, Campinas, ano 3, n. 4, 1995. <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8646877/15035>. Acesso em Jul./2020.

FOGAÇA, J. R. V. Estequiometria de reações. Brasil Escola, 2017.

FRANCISCO, Wellington. A relação com o saber e o ensino de química: tecendo algumas aproximações para analisar o processo de aprendizagem. XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ), Florianópolis, SC, Brasil – 25 a 28 de julho de 2016.

FREIRE, Paulo. A importância do ato de ler: em três artigos que se completam / Paulo Freire. – São Paulo: Autores Associados: Cortez, 1989.

_______, Paulo. Ação cultural para a liberdade e outros escritos. 14ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.

GALILEI, Galileu. O Mensageiro das Estrelas. São Paulo: Duetto, 2009. (Tradução/Livro). Disponível em: <https://www.academia.edu/35832470/Galileu_Galilei_Sidereus_Nuncius_O_Mensageiro_das_Estrelas >. Acesso Mar./2020.

GOMES, Rafaela Sampaio; MACEDO, Simone da Hora. Cálculo estequiométrico: o terror nas aulas de Química. Vértices, Campos dos Goytacazes, v. 9, n. 1/3, p. 149-160, 2007.

LOCATELLI, Rogério José. CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Os raciocínios hipotético-dedutivo e proporcional nas aulas de Ciências. In: XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF), XVI, 2005, Rio de Janeiro. Anais do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. Disponível em: <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0471-1.pdf>. Acesso em: Mai./2020.

MELO, Sônia Maria Pereira. Multidisciplinaridade: como trabalhar química e matemática através da modelagem matemática. In: JORNADA DE ESTUDOS EM MATEMÁTICA, I, Marabá, 2015.

MEMÓRIA HISTÓRICA DO COLÉGIO PEDRO II. Reitor Oscar Halac. Disponível em: <http://www.cp2.g12.br/images/comunicacao/memoria_historica/index.html>. Acesso em Abr./2020.

MENESES, F. M. G. A compreensão de reação química como um sistema complexo a partir da discussão dos erros e dificuldades de aprendizagem de estudantes do ensino médio. 2015. 271 f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

MENESES, Ricardo Soares de. Uma história da Geometria escolar no Brasil: de disciplina a conteúdo de ensino. 2007. 172 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática), PUC, São Paulo, 2007.

MIGLIATO, J. R. F., Utilização de Modelos Moleculares no Ensino de Estequiometria para alunos do Ensino Médio. Dissertação de Mestrado em, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). São Carlos, 2005.

MIGUEL, Antônio; GARNICA, Antônio Vicente Marafioti. D'AMBRÓSIO, Ubiratan. A educação matemática: breve histórico, ações implementadas e questões sobre sua disciplinarização. Universidade do Noroeste do Estado de São Paulo Set /Out /Nov /Dez 2004, nº 27. <https://www.scielo.br/pdf/rbedu/n27/n27a05.pdf>. Acesso em Jul./2020.

MIORIM, Maria Angela. O ensino de Matemática: evolução e modernização. 1995. 231 f. Tese (Doutorado em Metodologia do Ensino) - UNICAMP, Campinas, 1995.

MORIN, Edgar. Introdução ao pensamento complexo. 4. ed. Porto Alegre: Sulina, 2011.

NICOLESCU, B. Um novo tipo de conhecimento: transdisciplinaridade. In: NICOLESCU, B. et al. (Org.). Educação e transdisciplinaridade. Brasília: UNESCO, 2000. p.13-29. < file:///C:/Users/Mes2015/Downloads/127511por.pdf>. Acesso em ago./2020.

NOBRE, Sérgio. Introdução à História da Matemática: das origens ao século XVIII. Revista brasileira de história da matemática, Bauru, v. 2, ed. 3, p. 3-43, 2002.

O'CONNOR, R. Fundamentos de Química. Harper & Row, Brasil, 1977.

PALMA FILHO, João Cardoso. A Educação Brasileira no Período de 1930 a 1960: a Era Vargas. Pedagogia Cidadã. Cadernos de Formação. História da Educação. 3. ed. São Paulo: PROGRAD/UNESP- Santa Clara Editora, 2005 – p.61-74. Disponível em: <https://acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/107/3/01d06t05.pdf>. Acesso em Mai./2020.

PÉTIN, Pierre. Tópicos de História da Matemática através de Problemas (Notas de Aula). Disponível em: < https://www.academia.edu/10477436/Historia_da_Matematica>. Acesso em Ago./2020.

PILETTI, Cláudio. Didática geral. 23ª ed. São Paulo: Editora Ática, 2001.

POZO, Juan. I. Teorias cognitivas da aprendizagem. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

PRADO, E. F. S. Um saber que não sabe. Brasília, 1990. p. 8-44.

PRADO, Ema Luiza Beraldo. História da Matemática: Um Estudo de seus significados na Educação Matemática. Rio de Janeiro, 2010.

ROQUE, Tatiana; CARVALHO, João Bosco Pitombeira de. Tópicos de História da Matemática. Rio de Janeiro: SBM, 2012.

ROXO, Euclides. A matemática na Educação Secundária. Companhia Editora Nacional. 1937. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/182519>. Acesso em Jul./2020.

SANCHES, M. H. F. Efeitos de uma estratégia diferenciada dos conceitos de matrizes. Dissertação de Mestrado em Educação Matemática, UNICAMP. São Paulo, 2002.

SANTOS, Ana Flávia dos. Ensino de estequiometria: uma proposta de formação continuada. 2019. 183 f. Dissertação (Mestrado profissional em ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

SANTOS, A. O.; SILVA, R. P.; ANDRADE, D.; M.LIMA, J. P.. Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). Scientia Plena, Aracaju, v. 9, n. 7, p. 1-6, 2013.

SÃO PAULO (Estado). D.O.E.: 25/01/1934. DECRETO Nº 6.283 DE 25 DE JANEIRO DE 1934. Disponível em: < http://www.leginf.usp.br/?historica=decreto-n-o-6-283-de-25-de-janeiro-de-1934 >. Acesso em Jun./2020.

SAVIANI, Dermeval. Formação de professores: aspectos históricos e teóricos do problema no contexto brasileiro. Revista Brasileira de Educação v. 14 n. 40 jan./abr. 2009. Disponível em: < https://www.scielo.br/pdf/rbedu/v14n40/v14n40a12.pdf >. Acesso em Jul./2020.

SILVA, Jeferson Rodrigues da. O ensino da Química dialogando com a matemática: uma abordagem interdisciplinar. 2017. 53 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Química, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Ipojuca, 2017.

SILVA, Lilianne de Sousa. Objetos de aprendizagem: uma ferramenta pedagógica no processo de ensino aprendizagem do conteúdo de estequiometria na disciplina química no ensino médio. 2018. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Ensino, IFRN; UERN; UFERSA, Mossoró, 2018.

SILVA, Elaine Lima; BARP, Ediana. Química Geral e Inorgânica: princípios básicos, estudo da matéria e estequiometria. 1ª ed. São Paulo: Érica, 2014. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536531175/cfi/2!/4/4@0.00:0.00>. Acesso em Set./2020.

SIMÃO, Kátia de Mello. Proposta de sequência didática para o ensino de responsabilidade social em cursos técnicos, 2014. Dissertação (Mestrado). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação Ensino de Ciências e Matemática. Disponível em: http://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQUI20150311140808.pdf. Acesso em 10 de junho de 2020.

SOARES, Flávia dos Santos Soares; DASSIE, Bruno Alves; ROCHA, José Lourenço da. Ensino de matemática no século XX – da Reforma Francisco Campos à Matemática Moderna. Horizontes, Bragança Paulista, v. 22, n. 1, p. 7-15, 2004.

SOUZA, Giseli Martins de. Felix Klein e Euclides Roxo: debates sobre o ensino da matemática no começo do século XX. Orientador: Prof. Dr. Rogério Monteiro de Siqueira

Mestrado Profissional em Matemática - Campinas – SP. 2010. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/306503/1/Souza_GiseliMartinsde_M.pdf .

UNESP/REDEFOR. Cursos de Especialização para o quadro do Magistério da SEESP Ensino Fundamental II e Ensino Médio. Evolução Histórica da Química. <https://acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/40346/6/2ed_qui_m1d1.pdf>. Acesso em jun./2020.

VARGAS, Milton. Contribuições para a História da Engenharia no Brasil. São Paulo: Epusp, 1994.

VILLELA, G. Cálculo Estequiométrico. Química sem segredos, 2013.

WACHOWICZ, L.A. O método dialético na didática. Campinas, SP: Papirus, 1995.

WIELEWSKI, Gladys. O movimento da matemática moderna e a formação de grupos de professores de matemática no brasil, 2009. Disponível em: <http://www.apm.pt/files/_Co_Wielewski_4867d3f1d955d.pdf> Acesso em: 03/07/2020

APÊNDICE A – ARTIGO PUBLICADO REFERENTE À DISSERTAÇÃO

Conedu
VII Congresso Nacional de Educação
ISSN 2358-8829
Educação como (re)Existência: mudanças, conscientização e conhecimentos.
15, 16 e 17 de outubro de 2020
Centro Cultural de Exposições Ruth Cardoso - Maceió-AL

PROPOSTA PEDAGÓGICA PARA O ESTUDO DE ESTEQUIOMETRIA EM QUÍMICA BÁSICA.

Leandro Mendes de Andrade [2]
Juliana Bernardes Borges da Cunha [3]

RESUMO

O presente artigo é uma proposta de sequência didática que se apresentou em uma dissertação, com o objetivo de minimizar algumas dificuldades que os estudantes apresentam quando há interdisciplinaridade entre Matemática (básica) e a Química, em especifico o ensino de estequiometria. Nele abordamos o ensino-aprendizagem de cálculo estequiométrico, trabalhando as definições e conceitos matemáticos, sobre o balanceamento de reações químicas. Para tentarmos sanar as dificuldades nesse conteúdo, aplicamos de início algumas atividades como sondagem do conhecimento. Em seguida, foi apresentado uma proposta de intervenção e mostra de uma aplicação de Matemática em Química, que possa contribuir no ensino de estequiometria e matemática básica, mostrando-lhes a importância do estudo destas disciplinas e motivando-os ao ensino de conceitos matemáticos que possam dar-lhes solução para diversos problemas.

Palavras-chave: Matemática. Função polinomial do 1º grau. Química. Cálculo estequiométrico.

INTRODUÇÃO

---

[2] Mestrando em Matemática pela Universidade Federal de Catalão – UFCAT, leandroa_15@hotmail.com;
[3] Professora orientadora: Doutora em Física, Universidade de Brasília - UNB, julianabborges@ufg.br

As disciplinas de Matemática e de Química estão agregadas ao nosso cotidiano desde o início da humanidade. Elas podem ser percebidas na resolução de problemas que envolvem cálculos e até nas formas geométricas, e também em reações químicas que necessitamos de uma compreensão nas transformações que ocorrem em todo o mundo em geral. Esse entendimento é de grande utilidade no julgamento de muitas informações que adquirimos no nosso dia-a-dia.

Muitos dos estudantes apresentam muitas dificuldades nessas disciplinas por as julgarem como complexas ou simplesmente por apresentarem bloqueio na manipulação de fórmulas e cálculos. Nesse sentido, a maioria desses estudantes não conseguem assimilar os conteúdos e os relacionar ao seu cotidiano.

Neste artigo é apresentado um modelo didático no ensino de estequiometria com o auxílio da Matemática, que pode tranquilizar os alunos e professores no que se diz respeito ao desenvolvimento às práticas corriqueiras da sala de aula.

METODOLOGIA

Destacamos alguns motivos que nos impulsionaram na escolha do tema desse artigo. O histórico de estequiometria e sobre os aspectos teórico-pedagógicos que conduziram há um cenário construtivista no ensino-aprendizagem, apresentando a proposta: Ensino de estequiometria: Balanceamento de equações químicas, por meio de função do 1º grau. Levando em consideração a importância de uma aprendizagem mais significativa de Química e levando o foco para o estudo de conceitos e operações básicas de Matemática, propõe-se a realização de uma sequência didática para objetar a seguinte problemática: Como a Matemática pode auxiliar nas aulas de Química do ensino médio quanto ao ensino do conteúdo de estequiometria?

REFERENCIAL TEÓRICO

A Matemática é apontada como aparato para o estudo da disciplina de Química. Como apresentado na introdução, a disciplina de Química, no ensino médio, também, é dita frequentemente como uma disciplina difícil, e nas últimas décadas vem encontrando obstáculos para que os estudantes percebam a necessidade de seu entendimento e estudo.

Acredita-se que o desinteresse, como um todo, pela disciplina, pode estar envolvido com o decréscimo no ensino de Matemática, dada pelo vasto uso de definições e conceitos matemáticos para o entendimento de exercícios e de até mesmo conceitos químicos.

Para Silva (2017) é facultado que:

> A Matemática é de suma importância para o entendimento das disciplinas de ciência da natureza, pois é a partir dela que tiramos a veracidade dos fatos. As pesquisas científicas ganham credibilidade, quando as comprovações dos fatos envolvem a construção de equações e construções de funções matemáticas, que comprovem o objeto estudado. Isso também ocorre no campo da Química, foi através das bases Matemática que as leis ponderais, lei das proporções fixas e múltiplas foram comprovadas. (SILVA, 2017).

Em anos anteriores, nota-se um *déficit* muito grande no aprendizado de cálculo estequiométrico em Química. Nesse cenário, observa-se constantes discussões em meio à comunidade científica. Isso se deu pelo baixo aprendizado e desempenho dos estudantes, apesar de se deparar em diversas disciplinas, nota-se em Matemática de forma ainda mais alarmante. Esse baixo desempenho tem-se originado desde o ensino fundamental, onde se tem as primeiras aplicações e se estende até o ensino superior.

Costa e Souza destacam que o cálculo estequiométrico é um dos assuntos em Química que os alunos encontram mais objeção. Sendo que:

> seja pelos cálculos presentes neste conteúdo ou pelas reações, eles não conseguem muitas vezes realizar esses cálculos e escrever ou balancear as reações. Além de não conseguirem relacionar grandezas e compreender o enunciado da questão, para fazer os cálculos, os alunos provavelmente memorizam, de uma maneira mecânica, os passos que o professor realiza ao resolver o problema. Assim, os alunos passam mais tempo decorando do que tentando entender os conteúdos e interpretar as situações. (COSTA; SOUZA, 2013, p. 107)

Em alguns documentos referenciais curriculares, nota-se que a aprendizagem de Química deve favorecer aos estudantes o entendimento de diferentes processos químicos que ocorrem constantemente no nosso mundo físico de forma vasta e integrada, tendo conhecimento de informações apresentadas pelas mídias num modelo crítico, e se pondo diante de indagações econômicas, políticas, sociais e ambientais (Brasil, 2002).

De acordo com O'Connor (1997), estequiometria baseia-se na maioria das vezes em cálculos matemáticos baseados em problemas que envolvem definições e questões químicas. Observa-se que temos poucos livros didáticos adequados para amparar o ensino de Matemática, visto que alguns apresentam desorganização em definições, inadequação em linguagens, poucas contextualizações e atividades repetidas, o que afeta o desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático de estudantes no discorrer de demais disciplinas, como a Química.

No entanto, Silva faz o uso da “Matemática, para uma melhoria da compreensão do conhecimento químico” (SILVA, 2017). Diante dessas pontuações, o autor evidencia uma forma que possa melhorar o aprendizado em Matemática e que isso chegue há contribuir na melhoria do ensino de Química, evidenciando, inicialmente o que diz Fazenda (1993, apud. SILVA, 2017), “interdisciplinaridade não se ensina nem se aprende apenas vive-se, exerce-se e por isso, exige uma nova pedagogia”, assimilando-a “como sendo um ato de troca, de reciprocidade entre as disciplinas ou ciências ou melhor, de áreas do conhecimento” (FAZENDA, 1993, apud. SILVA, 2017). Por fim, este artigo mostra uma sequência de atividades com o intuito de estimular e aplicar o estudo de função do 1º grau no balanceamento de equações químicas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

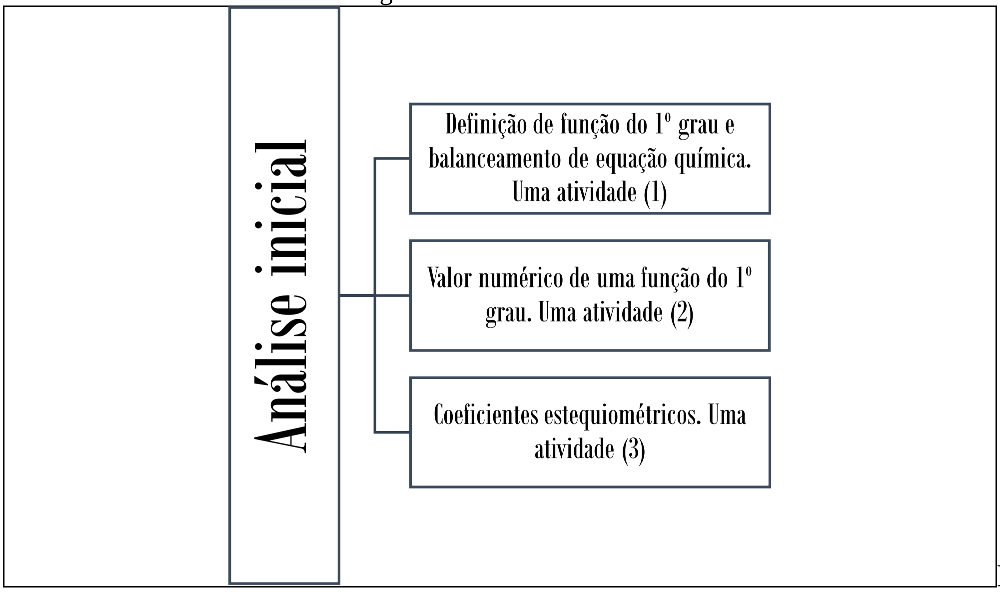
Quando falamos sobre o ensino de Química e das ciências naturais, entramos na questão de conceitos onde muitas vezes são explanados aos estudantes apenas por bases teóricas, num modo em que sua aplicação cotidiana ou demonstrações práticas não sobrechegam ao estudante, por ausência de recursos materiais nas unidades escolares ou do tempo que o professor precisa para abordar um conteúdo muito extenso. Nessa situação, “não basta que o professor considere o assunto relevante e significativo, é preciso que essa também seja a conclusão do aluno” (DRESSLER, ROBAINA, 2012).

Nessa proposta de intervenção numa turma do ensino médio, onde se trabalhou o balanceamento de equações químicas, o artigo apresenta algumas atividades de análise inicial, com o sentido de combater obstáculos que existem na aprendizagem de conteúdos de estequiometria, em especial as reações químicas, e função do 1º grau, alcançando determinados objetivos e enfrentando a objeção pelos estudantes em relação a aprendizagem do conteúdo de reações químicas.

Nesse sentido, o objetivo dessa sequência didática e da mostra dessa aplicação é minimizar as objeções apresentadas pelos estudantes, trazendo consigo atividades didáticas aplicadas que podem dar sentido ao estudo de função do 1º grau de forma interdisciplinar à disciplina de Química.

Essa análise inicial se contempla de 3 (três) atividades, para que possamos detectar o que os alunos já sabem sobre função do 1º grau e balanceamento de reações químicas.

Figura 1: Árvore de análise inicial



Fonte:

Fonte: ANDRADE, 2020

A partir desse esquema apresentado como árvore de análise inicial, aplicamos as etapas das atividades mencionadas.

Figura 2: Atividades aplicadas à análise inicial

Atividade 1
I – Você já estudou, em Matemática, função do 1º grau? E, em Química, você tem conhecimento sobre balanceamento de equações químicas? II – Se um amigo pedisse para você explicar o que é função do 1º grau e balanceamento de equação química, que explicação você daria?
Atividade 2
I - Dada a função f por f(x) = x – 4, com x e f(x) $\in \mathbb{R}$ determine: a) f(4) b) f(1) c) f(2)

Atividade 3
I - Determine a soma dos coeficientes que balanceiam a equação: $$C_2H_6O + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O.$$

Fonte: O autor

Na atividade 1 (um) possibilitamos aos estudantes escrever conceitos e definições em relação ao estudo introdutório de função do 1º grau e balanceamento de equações químicas.

Para Pozo (1998, p. 88) os estudantes devem apresentar conhecimentos iniciais que se caracterizam em: "predomínio do perceptivo, uso do raciocínio causal simples, influência da cultura e da sociedade (canalizadas através da linguagem e dos meios de comunicação), influência da escola". E, em Pozo et al (1991), essas causas são classificadas em três grupos que dão origem a diferentes concepções prévias: origem sensorial (concepções espontâneas); origem cultural (concepções induzidas); origem escolar (concepções analógicas)".

Ainda na primeira atividade, demanda-se uma possível explanação a ser dada há um colega entrevistador, que colabora no esclarecimento do que os estudantes realmente sabem dos conteúdos, mas centrando principalmente no que eles podem defender sobre o balanceamento de reações químicas. Assim, verificamos se partes desses estudantes dispõe de situações práticas para explanar as perguntas feitas pelo colega da turma ou se basicamente respondem de modo desleixado, ocasionando em vista o baixo conhecimento.

Na atividade 2 (dois) aplicamos uma tarefa que averigua a realização de cálculos matemáticos, feito pelos alunos, por meio de uma função polinomial do 1º grau. Nela contém uma função do 1º grau e possui três itens que necessitam da resolução em cada um deles, chegando-se a determinação da imagem dessa função para alguns valores de seu domínio. Espera-se que os alunos façam os cálculos com serenidade exprimindo os conceitos de valor numérico da função, sem apresentarem muita dúvida.

E, por fim, na atividade 3 (três) e última atividade da análise inicial, objetivamos que os estudantes tenham um trabalho que vai além do conceito inicial, é imprescindível que eles tenham competências e habilidades para trabalhar com coeficientes estequiométricos de uma

ISSN 2358-8829

reação química. Nessa atividade ensejamos que os estudantes afloram dificuldades, tanto no que refere aos coeficientes de uma equação química quanto no seu balanceamento. Caso manifestarem empecilhos, é provável que eles misturem o coeficiente estequiométrico com os índices que podem surgir nos elementos químicos das fórmulas moleculares dos compostos que compõe o(s) reagente(s) e o(s) produto(s) de uma reação química.

Diante dessas possíveis dificuldades, apresentaremos como intervenção e mostra da aplicação do conhecimento matemático de função do 1º grau na resolução de problemas que envolvem balanceamento de equações químicas, por meio da interdisciplinaridade entre as disciplinas.

Figura 3: Etapas da intervenção interdisciplinar

<table>
<tr><td>1ª Etapa: Considerar uma equação química desbalanceada.</td><td>Reação: Dupla troca
Reagentes: Gás metano e Água
Produtos: Gás hidrogênio e monóxido de carbono
$CH_4 + H_2O \longrightarrow H_2 + CO$</td></tr>
<tr><td>2ª Etapa: Atribuir variáveis aos coeficientes estequiométricos de cada substância que compõe os reagentes e produtos.</td><td>$\mathbf{a}.CH_4 + \mathbf{b}.H_2O \longrightarrow \mathbf{c}.H_2 + \mathbf{d}.CO$</td></tr>
<tr><td colspan="2">Observando em nível microscópio a Lei de Lavoisier, sabe-se que numa equação química, os átomos se combinam. Assim, os átomos não são repartidos nem formados, a massa de reagentes é sempre igual à de produtos.</td></tr>
<tr><td>3ª Etapa: Aplicando a Lei de Lavoisier em cada elemento presente nos reagentes e nos produtos, multiplica-se a variável pelo índice do elemento em destaque.</td><td>$\mathbf{a}.CH_4 + \mathbf{b}.H_2O \longrightarrow \mathbf{c}.H_2 + \mathbf{d}.CO$
C: $a.1 = d.1 \Rightarrow a = d$ (I)
O: $b.1 = d.1 \Rightarrow b = d$ (II)
H: $a.4 + b.2 = c.2 \Rightarrow 4a + 2b = 2c : (2)$
$2a + b = c \Rightarrow c = 2d + d \Rightarrow c = 3d$ (III)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Observamos que as variáveis a, b e c ficaram em função da variável d. Assim, sabendo-se que os coeficientes estequiométricos pertencem ao conjuntos dos números inteiros não negativos (Z^*_+). Deste conjunto, atribuímos um número inteiro à variável independente, d. Desde que o valor das variáveis dependentes a, b e c pertençam ao</td></tr>
</table>

mesmo conjunto numérico mencionado acima.
4ª Etapa: Em cada uma das equações I, II e III, podemos associá-las a funções do 1º grau. $a = d \quad f(d) = d \rightarrow f(d) = a$ $b = d \quad g(d) = d \rightarrow g(d) = b$ $c = 3d \quad h(d) = 3d \rightarrow h(d) = c$
5ª Etapa: Começamos a substituir os valores à variável independente nas equações até que tenhamos todas as variáveis numericamente inteiras. Para d = 1, temos: f(1) = 1, logo a = 1 g(1) = 1, logo b = 1 h(1) = 1, logo c = 3.1 → c = 3 Assim, com d = 1, temos todos os coeficientes já inteiros.
6ª Etapa: Substituímos os coeficientes encontrados na equação química. $\mathbf{1}CH_4 + \mathbf{1}H_2O \longrightarrow \mathbf{3}H_2 + \mathbf{1}CO$ Reagentes: 1 átomo de carbono, 6 átomos de hidrogênio e 1 átomo de oxigênio Produtos: 1 átomo de carbono, 6 átomos de hidrogênio e 1 átomo de oxigênio Portanto, a equação química se encontra balanceada.

Fonte: ANDRADE, 2020

Espera-se com esta metodologia de balanceamento de reações químicas por meio função do 1º grau, o despertar do interesse dos estudantes e instigá-los a prática pela intromissão de solução dos problemas que envolvem estequiometria, e pelo aprendizado significativo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo podemos observar a necessidade de mostrar a Matemática como auxílio na resolução de problemas. Principalmente naqueles que envolvem estequiometria. Mostrando que os desafios devem ser enfrentados, essencialmente nos espaços escolares. No entanto, a Matemática deverá ser inserida de tal forma, que possa ser aplicada em vários campos das ciências, possibilitando, assim, o ensino - aprendizagem. Isto é, deve ser trabalhada de forma interdisciplinar através de aulas em que os estudantes tenham capacidade e possibilidade de construir seu próprio conhecimento.

Em destaque, temos ainda um estudo semelhante realizado por Celeghini em 1999, expondo que "as principais deficiências estão nos conceitos básicos e na Matemática, quando esta é pré-requisito para a compreensão do assunto em estudo" e ainda que a maioria dos alunos afirma que a atividade experimental torna mais fácil a compreensão da disciplina. (CELEGHINI, 1999, apud. GOMES; MACEDO, 2007).

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília, DF, 2002.

COSTA, Ana Alice Farias da; SOUZA, Jorge Raimundo da Trindade. **Obstáculos no Processo de Ensino e de Aprendizagem de Cálculo Estequiométrico**. *Amazônia*: Revista de educação em ciências e matemática, Belém, v. 10, n. 19, p. 106-116, 2013.

DRESSLER, Aline Costa; ROBAINA, José Vicente Lima. **Ensino de Estequiometria Através de Práticas Pedagógicas**. In: *Simpósio Nacional De Ensino De Ciência E Tecnologia*, III., 2012, Ponta Grossa.

FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade: um projeto em parceria**. São Paulo: Loyola, 1991.

GOMES, Carla Regina. Scientiarum Historia IV - Congresso de História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia. Platão - O "Criador" de Matemáticos. 2011 (Congresso). Pp 637-640. Disponível em: <http://www.hcte.ufrj.br/downloads/sh/sh4/Scientiarum%20Hist%C3%B3ria%20IV-alt2.pdf>. Acesso em Ago./2020.

GOMES, Rafaela Sampaio; MACEDO, Simone da Hora. **Cálculo Estequiométrico: o Terror nas Aulas de Química**. *Vértices*, Campos dos Goytacazes, v. 9, n. 1/3, p. 149-160, 2007.

O'CONNOR, R. **Fundamentos de Química**. Harper & Row, Brasil, 1997.

POZO, J. I. **Teorias Cognitivas da Aprendizagem**. 3. ed. São Paulo: Artes Medicas, 1998.

SILVA, Jeferson Rodrigues da. **O Ensino da Química Dialogando com a Matemática: uma abordagem interdisciplinar**. 2017. 53 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Química, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Ipojuca, 2017.

WAGNER, Eduardo. Teorema de Pitágoras e Áreas. Associação do Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA). Disponível em: < http://www.obmep.org.br/docs/apostila3.pdf >. Acesso em Set./2020.

APENDICE B - APÊNDICE A – RESOLUÇÃO DAS ATIVIDADES PROPOSTAS NA INVESTIGAÇÃO DO CONHECIMENTO

Atividade 1:

Pessoal

Atividade 2:

Pessoal

Atividade 3:

a) f(0) = 2.0 – 6 = 0 – 6 = −6
b) f(1) = 2.1 – 6 = 2 – 6 = −4
c) f(2) = 2.2 – 6 = 4 – 6 = −2
d) f(3) = 2.3 – 6 = 6 – 6 = 0

Atividade 4:

De início devemos balancear a equação química. Assim, a equação balanceada deve ser escrita como:

$$C_2H_6O + 3O_2 \longrightarrow 2O_2 + 3H_2O$$

Portanto, a soma dos coeficientes estequiométricos da equação é:

$$1 + 3 + 2 + 3 = 9$$

APÊNDICE C – RESOLUÇÃO DAS ATIVIDADES PROPOSTAS NAS ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Etapa I

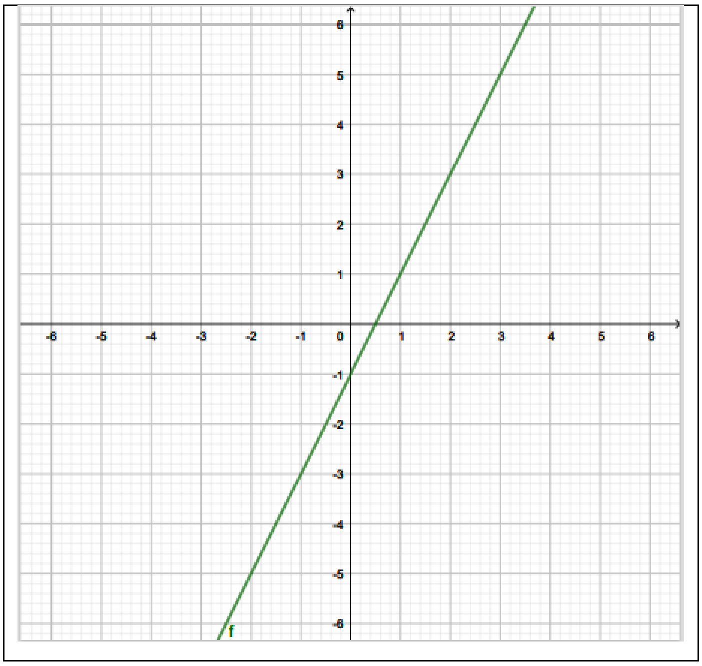
Atividade 1:

f(x) = y = 3,50 + 1,5.x

Atividade 2:

Considerando a função f(x) = 2x – 1, atribui-se valores a variável independente e descobrimos o valor da variável dependente. Em seguida construímos o gráfico da função do 1º grau.

x	*f(x)*
-2	*-5*
0	*-1*
2	*3*
3	*5*



Atividade 3:

Sendo as funções f(x) = 3x + 2 e g(x) = x – 6, determinamos f(-2) fazendo:

$$f(-2) = 3.(-2) + 2 = -6 + 2 = -4$$

Agora, fazemos g(3).

$$g(3) = 3 - 6 = -3$$

Assim, f(-2) + g(3) = -4 + (-3) = -4 – 3 = -7

Atividade 4:

De acordo com o problema o salário de Alisson pode ser escrito como uma função do tipo:

$$y = 60 + 0{,}2.x$$

Se ele recebeu R$ 310,00 na semana, seu salário na semana é igual a:

$$y = 60 + 0{,}2.310 = 60 + 62 = 122$$

Portanto, o salário de Alisson nessa semana é de R$ 122,00.

ETAPA II

Atividade 1:

Observando a reação $2H_{2(g)} + 1O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(v)}$, os coeficientes estequiométricos são:

Gás hidrogênio: 2

Gás oxigênio: 1

Água: 2

Atividade 2:

De acordo com a equação química apresentada na atividade e escrita como:

$$1.N_{2(g)} + 3\ H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$$

A soma dos coeficientes estequiométricos é:

$$1 + 3 + 2 = 6$$

Atividade 1:

Fazendo o balanceamento das equações químicas, notamos que a reação, após ser balanceada, que contempla o que foi pedido na atividade é a alternativa d:

$$2.S + 3.O_2 \rightarrow 2.SO_3$$

Atividade 2:

Fazendo o balanceamento da equação química, encontramos:

$$3.Mn_3O_4 + 8.Al \rightarrow 4.Al_2O_3 + 9.Mn$$

Assim, o maior coeficiente estequiométrico da equação é 9.

Atividade 3:

Balanceando a equação $Cl_2 + C + H_2O \rightarrow CO_2 + H^+ + Cl^-$ encontramos:

$$2.Cl_2 + 1.C + 2.H_2O \rightarrow 1.CO_2 + 4.H^+ + 4.Cl^-$$

Logo, a soma dos menores coeficientes inteiros do primeiro membro da equação química balanceada é: 2 + 1 + 2 = 5.

ATIVIDADES DA AVALIAÇÃO

Atividade 1:

Sendo a função f(x) = 7 – 2x, fazemos:

a) f(1) = 7 – 2.1 = 7 – 2 = 5

b) f(2) = 7 – 2.2 = 7 – 4 = 3

c) f(3) = 7 – 2.3 = 7 – 6 = 1

Atividade 2:

d) Observamos que a equação química $2K_{(S)} + 1.Cl_{2(g)} \rightarrow 1.KCl_{(s)}$ está desbalanceada, pois o número de elementos de potássio no reagente é diferente no produto.

e) Na equação química $2Mg_{(s)} + 1.O_{2(g)} \rightarrow 2MgO_{(s)}$ podemos notar que ela se encontra balanceada, pois o número de elementos, magnésio e oxigênio, no reagente é igual no produto.

f) A equação química $1.CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow 1.CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$ está balanceada, sendo o número de elementos carbono, hidrogênio e oxigênio iguais no reagente e produto.

Atividade 3:

Balanceando a equação química $Ca(OH)_2 + H_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + H_2O$ encontramos como coeficientes:

$$3.Ca(OH)_2 + 2.H_3PO_4 \rightarrow 1.Ca_3(PO_4)_2 + 6.H_2O$$

Assim, o produto dos coeficientes estequiométricos é igual a:

$$3.2.1.6 = 36$$

Atividade 4:

Observando os coeficientes estequiométricos das equações químicas, aquela que se encontra balanceada é a alternativa b. Sendo o número de elementos dos reagentes iguais ao dos produtos.

$$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$$

Reagentes:	Produtos:
Carbono = 3	Carbono = 3.1 = 3
Hidrogênio = 8	Hidrogênio = 4.2 = 8
Oxigênio = 5.2 = 10	Oxigênio = 3.2 + 4.1 = 6 + 4 = 10

Atividade 5:

a) $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$

$a.SO_3 + b.H_2O \rightarrow c.H_2SO_4$

Enxofre: a.1 = c.1 $\Rightarrow$ a = c $\Rightarrow$ f(c) = c $\Rightarrow$ f(c) = a

Oxigênio: a.3 + b.1 = c.4 $\Rightarrow$ 3a + b = 4c, sendo a = c, fazemos:

3c + b = 4c $\Rightarrow$ b = 4c – 3c $\Rightarrow$ b = c $\Rightarrow$ g(c) = c $\Rightarrow$ g(c) = b

Hidrogênio: b.2 = c.2 $\Rightarrow$ b = c, mesma função g.

Começamos a substituir os valores à variável independente c nas equações até que tenhamos todas as variáveis numericamente inteiras.

Para c = 1, temos:

f(1) = 1, logo a = 1

g(1) = 1, logo b = 1

Assim, com c = 1, temos todos os coeficientes já inteiros. Logo, a equação balanceada é:

$$1.SO_3 + 1.H_2O \rightarrow 1.H_2SO_4$$

b) $Zn + HBr \rightarrow ZnBr_2 + H_2$

$a.Zn + b.HBr \rightarrow c.ZnBr_2 + d.H_2$

Zinco: a.1 = c.1 $\Rightarrow$ a = c $\Rightarrow$ f(c) = c $\Rightarrow$ f(c) = a

Hidrogênio: b.1 = d.2 $\Rightarrow$ b = 2d

Bromo: b.1 = c.2 $\Rightarrow$ b = 2c $\Rightarrow$ g(c) = 2c $\Rightarrow$ g(c) = b

De, b = 2d, escrevemos d = $\frac{b}{2} = \frac{2c}{2} = c$. Assim, d = c. h(c) = c $\Rightarrow$ h(c) = d

Começamos a substituir os valores à variável independente c nas equações até que tenhamos todas as variáveis numericamente inteiras.

Para c = 1, temos:

f(1) = 1, logo a = 1

g(1) = 2.1 = 2, logo b = 2

h(1) = 1, logo d = 1

Assim, com c = 1, temos todos os coeficientes já inteiros. Logo, a equação balanceada pode ser escrita como:

$$1.Zn + 2.HBr \rightarrow 1.ZnBr_2 + 1.H_2$$

c) $Cl_2 + CH_4 \rightarrow CH_2Cl_2 + HCl$

$a.Cl_2 + b.CH_4 \rightarrow c.CH_2Cl2 + d.HCl$

Cloro: a.2 = c.2 + d.1 ⇨ 2a = 2c + d (eq. I)

Carbono: b.1 = c.1 ⇨ = c (eq. II) f(c) = c f(⇨) = b

Hidrogênio: b.4 = c.2 + d.1 ⇨ b = 2c + d, como b = c, em eq. II, fazemos:

4c = 2c + d ⇨ d = 4c – 2c ⇨ = 2c (eq. III) g(⇨) = 2c g(c⇨ = d

Sabendo que d = 2c, em eq. III, a equação I pode ser escrita como:

2a = 2c + 2c ⇨ 2a = 4c ⇨ = 2c h(⇨) = 2c h(⇨ = a

Começamos a substituir os valores à variável independente c nas equações até que tenhamos todas as variáveis numericamente inteiras.

Para c = 1, temos:

f(1) = 1, logo b = 1

g(1) = 2.1 = 2, logo d = 2

h(1) = 2.1, logo a = 2

Assim, com c = 1, temos todos os coeficientes já inteiros. Logo, a equação balanceada pode ser escrita como:

$$2.Cl_2 + 1.CH_4 \rightarrow 1.CH_2Cl2 + 2.HCl$$