



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
CAMPUS DE SINOP – UNEMAT SINOP
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E
TECNOLOGICAS - FACET
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM
REDE NACIONAL - PROFMAT**



MICHELLE BEATRIZ BRAGA SEVERO

**SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS COMO PROPOSTA DE INTERVENÇÃO
PEDAGÓGICA EM MATEMÁTICA NAS AULAS DE QUÍMICA**

Sinop – MT

2019

MICHELLE BEATRIZ BRAGA SEVERO

**SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS COMO PROPOSTA DE INTERVENÇÃO
PEDAGÓGICA EM MATEMÁTICA NAS AULAS DE QUÍMICA**

Dissertação apresentada ao programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional-PROFMAT, na Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT como requisito parcial para obtenção do grão de Mestre em Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Silvio Cesar Garcia Granja

Sinop – MT

2019

Luiz Kenji Umeno Alencar CRB 1/2037

S498s SEVERO, Michelle Beatriz Braga.
Sequências Didáticas como Proposta de Intervenção Pedagógica em Matemática nas Aulas de Química / Michelle Beatriz Braga Severo - Sinop, 2019.
59 f.; 30 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso
(Dissertação/Mestrado) - Curso de Pós-graduação Stricto Sensu (Mestrado Profissional) Profmat, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Câmpus de Sinop, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2019.
Orientador: Silvio Cesar Garcia Granja


1. Ensino-Aprendizagem. 2. Matemática. 3. Química. 4. Sequência Didática. I. Michelle Beatriz Braga Severo.
II. Sequências Didáticas como Proposta de Intervenção Pedagógica em Matemática nas Aulas de Química: .
CDU 37.091.322.7:51::54



**ATA DE DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE
NACIONAL-PROFMAT – UNEMAT – CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE
SINOP/MT**

Aos vinte e oito dias do mês de setembro de dois mil e dezenove, às oito horas, na Sala H 6- , reuniu-se a Banca Examinadora da Defesa Pública de Dissertação, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. Sílvio César Garcia Granja (UNEMAT/Sinop), Prof. Dr. Mazílio Coronel Malavazi (UFMT/Sinop) e Prof. Dr. Emivan Ferreira da Silva (UNEMAT/Sinop), sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da Dissertação de **Michelle Beatriz Braga Severo**, intitulada: “Proposta de Intervenção Pedagógica em Matemática nas Aulas de Química”. Após a exposição, a discente foi arguida oralmente pelos membros da Banca. Em seguida a banca deliberou pela aprovação da discente. Nada mais havendo a tratar, eu, Sílvio César Garcia Granja, presidente da Banca de Defesa, lavrei a presente ata, que após lida e aprovada, segue por mim assinada e pelos demais membros da Banca. Sinop/MT, vinte e oito de setembro de dois mil e dezenove.


**Prof. Dr. Sílvio César
Garcia Granja**
Presidente


**Prof. Dr. Mazílio
Coronel Malavazi**
Avaliador Externo


**Prof. Dr. Emivan
Ferreira da Silva**
Avaliador Interno

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação a todos que fizeram parte de minha trajetória pessoal e profissional e que acreditam na construção de uma educação pública de qualidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus, que me capacitou e me permitiu chegar até aqui, me guiando nesses anos de viagem entre Guarantã do Norte e Sinop.

Aos meus pais, por tudo que fizeram por mim a vida toda.

Ao meu querido esposo e a minha amada filha, pelo incentivo nas horas difíceis, pela companhia nas viagens e principalmente pela compreensão nos momentos de ausência...

Amo vocês !

Aos meus irmãos, familiares, amigos, colegas de trabalho e alunos que me apoiaram e me incentivaram a continuar nessa árdua caminhada.

Aos colegas profmatianos da turma 2017, pelo compartilhamento de experiências e apoio nos momentos de dificuldade, saibam que aprendi muito com cada um de vocês. Sou grata a todos que souberam respeitar e me ajudar nas minhas limitações (chorar faz parte).

Aos meus companheiros de reta final, que me apoiaram e incentivaram e não me deixaram desistir, Thiago Lopes de Faria, Fábio Bernardes, Diegas Ivan Paris.

Em especial a amiga que o mestrado me deu, Ana Paula Salsa Bernardo, que sempre esteve ao meu lado durante esses anos, não teria conseguido sem a sua ajuda.

Agradeço aos professores do programa que, através de suas disciplinas, contribuíram de maneira muito significativa com minha formação e com este trabalho.

Aos Drs. Miguel Tadayuki Koga e Oscar Antônio Gonzalez Chong pela paciência comigo e principalmente por contribuir para a concretização desse trabalho.

Em especial ao professor Dr. Sílvio César Garcia Granja, pela orientação, incentivo, apoio, acompanhamento, persistência e principalmente pela generosidade.

Meu muito obrigada!

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

(Marthin Luther King)

RESUMO

Este trabalho retrata a construção de sequências didáticas por meio de uma pesquisa bibliográfica, tendo como objeto de estudo intervenções pedagógicas na aprendizagem de conceitos matemáticos nas aulas de Química, buscando uma compreensão histórica do ensino dessas disciplinas, suas origens e relações com os movimentos de modernização do ensino, bem como o impacto das avaliações externas e os seus resultados nas propostas pedagógicas. A problematização surgiu da necessidade de fortalecer a aprendizagem da matemática por meio da contextualização com outras disciplinas. Para isso foi necessário buscar um referencial teórico que subsidiasse a construção de sequências didáticas voltadas para o ensino de química com a utilização de conceitos matemáticos como ferramenta para a construção da aprendizagem significativa. Sendo o objetivo principal construir sequências didáticas que possibilitem atingir os objetivos educacionais relacionados. Assim foi possível, a partir da compreensão da situação atual do ensino de Matemática, buscar de forma interdisciplinar aproveitar as oportunidades que surgem durante as aulas de Química. A partir do referencial teórico e após a escolha dos temas foi possível desenvolver três sequências didáticas adaptadas em cinco passos de acordo com os fundamentos propostos por Zabala e outros autores de maneira que pudessem ser explicitados os conteúdos de matemática aplicados à Química, como sugere Fiorentini, ao dizer que em cada ato e cada escolha nossas intenções devem ser explícitas. Os passos serviram de roteiro para que as atividades desenvolvidas pudessem se apresentar ao aluno como um desafio, no qual a partir da significação e recontextualização do problema, fosse possível gerar um conflito que levasse os estudantes a buscarem a solução e assim construir o conhecimento de forma evolutiva por uma aprendizagem mais significativa. Os objetivos foram atingidos ao elaborar as sequências didáticas, que podem ser aplicadas em outro projeto futuro, e com isso poder analisar se o caminho metodológico proposto é funcional ou se são necessárias revisões a fim de melhorar a proposta para alcançar a finalidade de colaborar com a aprendizagem matemática nas aulas de química, ou outras disciplinas afins.

Palavras-chave: Ensino-aprendizagem. Matemática. Química. Sequência didática.

ABSTRACT

This paper portrays a bibliographic research, having as object of study pedagogical interventions in the learning of mathematical concepts in Chemistry classes, seeking a historical understanding of the teaching of these subjects, their origins and relations with the modernization movements of teaching, as well as the impact of external evaluations and their results in the pedagogical proposals. The problematization arose from the need to strengthen mathematical learning through contextualization with other subjects. For this it was necessary to seek a theoretical framework that subsidized the construction of didactic sequences focused on chemistry teaching with the use of mathematical concepts as a tool for the construction of meaningful learning. Being the main objective to build didactic sequences that enable to achieve the related educational objectives. Thus it was possible, from the understanding of the current situation of mathematics teaching, to seek in an interdisciplinary way to take advantage of the opportunities that arise during chemistry classes. From the theoretical framework and after the choice of the themes it was possible to develop three didactic sequences adapted in five steps according to the foundations proposed by Zabala and other authors so that the math contents in the chemical concepts could be explained, as Fiorentini suggests. In saying that in every act and every choice our intentions must be explicit. The steps served as a script so that the activities developed could present the student as a challenge, in which from the meaning and recontextualization of the problem, it was possible to generate a conflict that led the students to seek the solution and thus build knowledge in a way. more meaningful learning. The objectives were achieved by elaborating the didactic sequences, which can be applied in another future project, in order to analyze if the proposed methodological path is functional or if revisions are necessary in order to improve the proposal to achieve the purpose of collaborating with mathematical learning. in chemistry classes, or other related subjects.

Keywords: Teaching-learning. Mathematics. Chemistry. Following teaching.

Lista de figuras

Figura 1 - Desempenho dos estudantes em Língua Portuguesa e Matemática no SAEB 2017/23	
Figura 2 - Proficiências médias em Matemática no SAEB para o 3º ano Ensino Médio.....	24
Figura 3 - Átomo de carbono-12.....	34
Figura 4 - Gráfico do decaimento do isótopo 14 do átomo de Carbono	39
Figura 5 - Escala de pH e pOH.....	40
Figura 6 - Escala de pH.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Massa dos isótopos do enxofre.....	37
Tabela 2 - Meia-vida de alguns elementos radioativos.....	38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1 O ensino médio no Brasil.....	19
2.2 As avaliações e os resultados do ensino médio no Brasil.....	21
2.3 Intervenção pedagógica no ensino médio.....	24
2.4 O ensino de Matemática.....	25
2.5 O ensino de Química.....	27
2.6 A sequência didática	30
2.7 O ensino de Química e as competências de Matemática.....	32
2.7.1 Grandezas, unidades de medidas e frações algébricas.....	34
2.7.2 Massa molecular e razão, proporção, equações e sistemas lineares.....	35
2.7.3 Massa atômica, isotopia, estudo das soluções e média ponderada.....	36
2.7.4 Decaimento radioativo, meia-vida e função exponencial.....	37
2.7.5 Potencial hidrogeniônico (pH) e logaritmos.....	39
3 METODOLOGIA.....	43
3.1 Escolha dos temas de Química.....	44
3.2 Ordenação da sequência didática.....	44
3.3 Estruturação da sequência didática.....	45
3.4 Articulação da sequência didática.....	45

4 AS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS COMO PROPOSTA DE INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA EM MATEMÁTICA NAS AULAS DE QUÍMICA.....	47
4.1 O estudo das soluções e o conceito de média ponderada.....	47
4.2 O balanceamento químico e os sistemas lineares.....	51
4.3 O potencial hidrogeniônico e a escala logarítmica.....	55
5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
5.1 Objetivos alcançados.....	58
5.2 Proposta de trabalhos futuros.....	59
REFERÊNCIAS.....	60

1 INTRODUÇÃO

Segundo Araújo (2011) o processo de ensino e aprendizagem de ciências vem enfrentando algumas dificuldades, muitas vezes resultantes de conteúdos escolares desvinculados da realidade ou com a maneira que são apresentados em sala de aula, sem a aproximação e aplicação dos conteúdos ensinados e o cotidiano do educando, em um enfoque disciplinar.

Muitas das dificuldades relacionadas ao ensino de química se devem ao fato dos alunos não apresentarem o raciocínio dedutivo lógico-matemático, necessário às abstrações de conceitos pertinentes à aprendizagem. De modo geral, as abstrações podem ser confundidas com a simples memorização de fórmulas e regras. São raros, os professores e alunos que compreendem esta diferença e contentam-se em decorar fórmulas e conceitos, criando suas próprias conexões (VASCONCELOS, 2015).

Vasconcelos (2015) cita ainda como um dos fatores que dificultam o processo de ensino e aprendizagem de Química, o fato de os alunos considerarem que a matéria aborda conteúdos complexos, pois estes envolvem cálculos matemáticos e equações, símbolos e conhecimentos específicos. Para Marin et al (2005, p. 94), “a matemática do dia a dia pode ser um ponto de partida muito útil para a elaboração dos conceitos, princípios e procedimentos matemáticos”.

Dessa forma, Dante (2000, p. 17) afirma que:

Para que o conteúdo trabalhado com o aluno seja significativo, que ele sinta que é importante saber aquilo para sua vida em sociedade ou que lhe será útil para entender o mundo em que vive (...). Para que o aluno veja a matemática como um assunto útil e prático e possa apreciar o seu poder, precisa perceber que ela está presente em praticamente tudo e é aplicada para resolver problemas do mundo real e entender uma grande variedade de fenômenos.

Com isso, nota-se que é possível significar o conteúdo e motivar os alunos no aprendizado de conteúdos de Química por meio dos conceitos matemáticos e ainda reforçar esses conceitos fortalecendo a aprendizagem com o uso da aplicabilidade em situações contextualizadas com a realidade.

A interdisciplinaridade entre a Química e a Matemática está muitas vezes implícita nas equações e conteúdos, mas pode ser explicitada com a tradução e a transposição de conceitos e linguagens próprias de cada uma das áreas. Os problemas envolvendo essas aplicações no

ensino de Química podem ser utilizados pelos professores de Química para mostrar aos alunos a importância de aprender diversos conteúdos de matemática que são acessíveis e já foram ensinados pelos professores de matemática até o período em que se empregam os problemas. Como exemplo pode-se citar o estudo de razões e proporções, as funções do primeiro grau, assim como as funções exponencial e logarítmica.

Como forma de se planejar uma intervenção que supra esta relação entre as competências e habilidades em matemáticas necessárias à resolução de problemas de química, pode-se empregar sequências didáticas intencionalmente elaboradas.

As atividades planejadas nas Sequências Didáticas podem contribuir para a aprendizagem de diversos conteúdos em Química e assim ajudar a intervir nas dificuldades apresentadas em Matemática, uma vez que o ato de planejar intencionalmente busca encontrar a motivação para a aprendizagem, tornando o conhecimento mais significativo com diversas estratégias intercaladas com recursos didáticos, tais como, aulas expositivas, demonstrações, questionamentos, solução de problemas, experimentos em laboratório ou com o auxílio de materiais alternativos, jogos de simulação, atividades, textos, entre outros.

“Os alunos podem controlar o ritmo da sequência, atuando constantemente e utilizando uma série de técnicas e habilidades: diálogo, debate, trabalho em pequenos grupos, pesquisa bibliográfica, trabalho de campo, elaboração de questionários, entrevista, entre outros” (Zabala, 2010, p.61).

Do mesmo modo que as Sequências Didáticas devem ser planejadas e motivar a aprendizagem, o Ensino de Química deve contribuir para uma visão mais ampla do conhecimento, que possibilite melhor compreensão do mundo, e para a construção da cidadania. Desse modo, na sala de aula, o foco passa a ser os conhecimentos socialmente relevantes, que façam sentido e possam se integrar à vida do aluno; e que redimensione, inclusive, o conteúdo e a metodologia do professor. Segundo o texto dos PCN's, os conhecimentos difundidos no ensino da Química devem permitir a “construção de uma visão de mundo mais articulada e menos fragmentada, contribuindo para que o indivíduo se veja como participante de um mundo em constante transformação” (Brasil, 1999).

Nessa perspectiva, a relação entre a Química e a Matemática não pode estar alheia ao processo de ensino e aprendizagem devido à importância social, econômica, ambiental e política associada ao tema. A Química permite relacionar vários conceitos e dar significação para a aprendizagem matemática dos alunos, e vice-versa, além de que a interdisciplinaridade

entre essas ciências permite problematizar e/ou emergir questionamentos vinculados com o cotidiano do aluno e criar mediações, contribuindo para o desenvolvimento do aprendizado.

Sobre essa abordagem, os Parâmetros Curriculares Nacionais retratam que:

Possivelmente, não existe nenhuma atividade da vida contemporânea, da música à informática, do comércio à meteorologia, da medicina à cartografia, das engenharias às comunicações, em que a Matemática não compareça de maneira insubstituível para codificar, ordenar, quantificar e interpretar compassos, taxas, dosagens, coordenadas, tensões, frequências e quantas outras variáveis houver (BRASIL, 2000, p. 9)

Embora possamos reconhecer que o estudo da Química apresenta conteúdos que não necessitam diretamente do uso de cálculos matemáticos, percebe-se que os alunos têm a compreensão de que a Matemática é indispensável no ensino da Química. Sobre esse discurso, Lima Neto (2011, p.34) retrata que “a matemática é uma poderosa ferramenta de auxílio a várias outras áreas de conhecimento, não podendo ser desvinculada do ensinamento dessas outras.”

Ocasionalmente, ao fazer uso de fórmulas prontas durante o ensino de Química, deixamos de trabalhar conceitos matemáticos fundamentais que serão importantes aos alunos na aquisição de conhecimentos posteriores.

Silva (2013) reconhece que enfrentar esses desafios não é trivial para o professor e que não deveria ser feita de maneira isolada, as soluções devem ser pensadas de forma coletiva, com uso de novas metodologias. Em outros termos, acreditamos que as interações promovidas com o uso das sequências didáticas podem ajudar a superar o modelo tradicional de ensino, focado única e exclusivamente na exposição didática, o que geralmente diminui as possibilidades de estabelecimento de relações com o cotidiano e a interdisciplinaridade.

Cerqueira (2013) considera que o uso de sequências didáticas está de acordo com os quatro pilares para a Educação sugeridos pela UNESCO: aprender a conhecer; aprender a fazer; aprender a viver com os outros e aprender a ser.

Como apontado anteriormente a Matemática e a Química são disciplinas indispensáveis para a sociedade e seu desenvolvimento, e as duas enfrentam problemas de aprendizagem e defasagem por parte dos alunos. Acreditamos que promover essa interdisciplinaridade possa ser uma maneira de atrair a atenção dos alunos para os assuntos tratados, mostrando a ligação existente entre eles e dando sentido para aprendê-los. Para isso é necessário abrir mão de antigos modelos e repensar uma melhor forma de ensinar. Segundo

Gonçalves, 2001, “é o conhecimento que permite ao professor agir como mediador da construção de conhecimento do aluno” (p.27).

Nesses mais de 15 anos de trabalho em sala de aula por diversas vezes me deparei com muitos alunos que já chegam ao Ensino Médio com o preconceito de que Química é difícil porque tem relação com Matemática. Alguns alunos chegam a acreditar que não são capazes de aprender Química e quando os conteúdos estão relacionados com Matemática isso se torna mais evidente ainda.

Além dessa dificuldade percebida, outro fator que se impõe é a necessidade de recuperar esse aluno em Matemática, uma vez que os índices de aprendizagem são gerados a partir de avaliações em Língua Portuguesa e Matemática. Então, aqui encontra-se um problema que pode ser abordado em busca de uma proposta de solução: como o professor de Química pode ajudar a melhorar a proficiência dos alunos de ensino médio em conteúdo de matemática por meio de sua prática em sala de aula?

De acordo com o PCN (BRASIL, 1998), a Matemática deve ser utilizada como ferramenta, para significar a aprendizagem, promover a contextualização e a interdisciplinaridade, no intuito de despertar o interesse e a vontade de aprender as Ciências da Natureza. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo propor e construir três sequências didáticas, intencionalmente elaboradas, com o intuito de melhorar o processo de ensino e aprendizagem de Química, bem como fortalecer alguns conceitos matemáticos, na medida em que as propostas sirvam de motivação para o aluno na busca da solução de problemas.

Com base nessas situações e ainda atrelada ao fato de que os índices de proficiência dos alunos diminuíram consideravelmente a cada ano, conforme os dados divulgados pelo MEC em 2018, iniciamos a busca de referências para a elaboração de uma sequência didática que pudesse ser realizada em sala de aula e atingisse os objetivos propostos. Emprega-se os fundamentos apresentados por Fiorentini (1995) sobre conceitos implícitos e explícitos em cada escolha da prática do professor e por Zabala (2010) que descreve a necessidade da ordenação, estruturação e articulação em uma sequência didática.

Para tanto, as sequências apresentam propostas relacionadas a conteúdos trabalhados no ensino médio, envolvendo aplicações matemáticas em contextos do cotidiano das equações químicas, das soluções e dos índices de potencial de hidrogênio (pH), como instrumento de aprendizagem. Por meio da mesma, o ensino de Química poderá ter mais significado para o aluno e poderá despertar seu interesse pelo aprendizado, já que mostrará aplicações em

situações concretas e motivadoras, explicitará a relação entre as equações e problemas de química e as equações de matemática que estão implicitamente associadas à solução destes problemas.

Nas etapas do processo de construção das sequências didáticas apresentadas se traduzem os seguintes objetivos específicos: apresentar o conteúdo curricular abordado e suas aplicações práticas, sugerir questões interdisciplinares e contextualizadas que envolvem a definição de conceitos químicos e matemáticos.

Com a finalidade de buscar a solução para o problema encontrado, a dissertação foi estruturada em cinco capítulos que são descritos como segue. O primeiro capítulo trata da revisão histórica e faz uma introdução ao tema apresentado. O segundo capítulo constitui o referencial teórico, no qual são apresentados um panorama sobre o Ensino Médio e sua avaliação no Brasil, onde são descritos os últimos resultados. Ainda nesse capítulo, em busca das possíveis intervenções, procura-se entender como se organiza o ensino de Matemática e Química no Brasil. Para finalizar o capítulo é feita uma revisão sobre alguns autores que tratam da proposta de sequências didáticas e as habilidades e competências matemáticas necessárias para o ensino de alguns tópicos da Química. O terceiro capítulo trata da estrutura pedagógica e metodológica deste trabalho, evidenciando a importância da Sequência Didática para o aprendizado dos assuntos abordados. O quarto capítulo apresenta as propostas de intervenção pedagógica descrita nas três sequências didáticas. O quinto capítulo traz as considerações pertinentes ao desenvolvimento das sequências didáticas e uma discussão acerca de aplicação futura das propostas de intervenção descritas nesta dissertação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão apresentados os conceitos e dados sobre o ensino médio no Brasil segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e as formas de se avaliar o ensino médio desde 1980, assim como as formas de intervenção pedagógica no ensino médio que foram elaboradas para tratar as deficiências em matemática. Além disso, são abordados especificamente as peculiaridades no ensino de matemática e química, principalmente no ensino médio. Ao final é abordado o tema sobre sequência didática como instrumento intencionalmente construído para aplicação no ensino.

2.1 O ensino médio no Brasil

O ensino médio constitui a etapa final da educação básica, que se inicia na Educação Infantil e perpassa pelo Ensino Fundamental. De acordo com a Lei 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (LDBEN), que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, a finalidade da Educação Básica é “desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores”.

De acordo com o art. 35 da LDBEN, o ensino médio tem como objetivos:

- I. a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;
- II. a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;
- III. o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
- IV. a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.
(Brasil, 1996)

A oferta do ensino médio pode ser feita em estabelecimentos públicos ou privados desde que cumpridas as exigências legais. Sendo prioritariamente de responsabilidade dos Estados a oferta gratuita e universal. A legislação não estabelece idade mínima para o acesso

ao ensino médio; no entanto, devido à oferta obrigatória do ensino fundamental dos 6 aos 14 anos, este acesso pode ocorrer a partir dos 15 anos, sem limite máximo de idade.

De acordo com a legislação o ensino médio tem a duração mínima de três anos, sendo a carga horária anual de 800 horas distribuídas no mínimo em 200 dias letivos. Desde 2 de março de 2017 a carga horária mínima anual precisa ser ampliada de forma progressiva, no ensino médio, para mil e quatrocentas horas anuais, devendo os sistemas de ensino oferecer, no prazo de cinco anos, pelo menos mil horas anuais de carga horária (Lei 13.415/2017). Assim o novo ensino médio contará com uma ampliação na carga horária e no currículo, que terá uma parte diversificada.

Ainda em processo de solidificação, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio, deverá definir os direitos e objetivos de aprendizagem em linguagens, matemática, ciências da natureza, ciências humanas e sociais. A parte diversificada do currículo deverá ser definida em cada sistema de ensino considerando o contexto histórico, econômico, social, ambiental e cultural. A lei ainda estabelece a obrigatoriedade de educação física, arte, sociologia e filosofia. O ensino da língua portuguesa e da matemática será obrigatório nos três anos do ensino médio. Os componentes curriculares do ensino médio deverão “considerar a formação integral do aluno, de maneira a adotar um trabalho voltado para a construção de seu projeto de vida e para sua formação nos aspectos físicos, cognitivos e socioemocionais”. (LDBEN, incluído pela Lei nº 13.415, de 2017). A lei prevê a criação de índices para medir o desempenho dos alunos no ensino médio a partir da BNCC.

O fortalecimento do ensino médio se faz necessário para mudar a difícil situação detectada em nosso país nas últimas décadas. Em 1999, Cândido Gomes publicou “Sucesso e Fracasso do Ensino Médio” onde comparava os dados de reprovação e abandono com os resultados do Sistema de Avaliação da Educação Básica – SAEB, de 1995 e 1997. O estudo comprovou a falta de relação entre reprovação e aproveitamento em português e matemática.

Nos últimos resultados obtidos nas avaliações em larga escala externas à escola e divulgados pelo Ministério da Educação constatou-se que o aprendizado no ensino médio ainda está muito abaixo do esperado, principalmente em matemática. A nota dos alunos em 2017 no Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) é menor do que a registrada em 1997. Esses resultados deixam claro que pouco evoluímos nos últimos 20 anos. Se por um lado ampliamos o acesso e a permanência nessa etapa da educação básica, por outro, ainda muito precisa ser feito para melhorar a qualidade do ensino oferecido.

2.2 As avaliações e os resultados do ensino médio no Brasil

Desde de a década de 1980 havia a discussão da necessidade de implantar avaliações em larga escala para mensurar o desempenho da educação e assim realizar um diagnóstico a fim de propor medidas que refletissem a melhoria da educação no país. Em 1988, o Ministério da Educação e Cultura (MEC) instituiu o SAEP, Sistema de Avaliação da Educação Primária que, e posteriormente passou a se chamar SAEB, Sistema de Avaliação da Educação Básica. Assim “o objetivo principal do MEC era oferecer subsídios para a formulação, reformulação e monitoramento de políticas públicas, contribuindo, dessa maneira, para a melhoria da qualidade do ensino brasileiro” (Brasil 2008, p. 9).

A primeira avaliação do SAEB ocorreu em 1990 e ficou conhecida como Prova Brasil. Em 1993 passou a ser realizado a cada dois anos. Em 1995 faz uso da Teoria de Resposta ao Item (TRI) para comparar a evolução do sistema educacional brasileiro. Já em 2005 o governo ampliou a aplicação da prova Brasil usando uma amostra maior da população, promovendo a avaliação censitária em todas as escolas públicas de Ensino Fundamental no 5º e 9º ano, fim de cada ciclo. Em 2003 todo o conjunto de escolas públicas de Ensino Fundamental passou a ser avaliado, o que possibilitou um monitoramento da alfabetização com a avaliação do 3º ano do ensino fundamental. Em 2017 ficou estabelecido a avaliação censitária obrigatória para todas as escolas públicas de Ensino Médio, e facultativa às escolas privadas.

Assim a cada dois anos os alunos são avaliados em Leitura e Matemática e os dados da trajetória escolar são verificados no censo escolar que é realizado anualmente, a partir dos quais são obtidos os Índices de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB).

O IDEB foi instituído, em 2007, por Decreto Presidencial, com o objetivo de medir a qualidade de cada escola e de cada rede de ensino, sendo sua aplicação e avaliação de responsabilidade do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). É parte integrante do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE):

A qualidade da educação básica será aferida, objetivamente, com base no IDEB, calculado e divulgado periodicamente pelo INEP, a partir dos dados sobre rendimento escolar, combinados com o desempenho dos alunos, constantes do censo escolar e do Sistema de Avaliação da Educação Básica - SAEB, composto pela Avaliação Nacional da Educação Básica - ANEB e a Avaliação Nacional do Rendimento Escolar (Prova Brasil).

Parágrafo único. O IDEB será o indicador objetivo para a verificação do cumprimento de metas fixadas no termo de adesão ao Compromisso (BRASIL, 2007).

A Lei nº 13.005 de 25 de junho de 2014 que aprova o Plano Nacional de Educação (PNE) 2014-2024 estabelece, em sua meta 7, os índices a serem alcançados pela educação brasileira até a avaliação de 2021. O que se traduz na responsabilização dos gestores e da comunidade escolar, pois está fixado para cada Estado e município brasileiro o índice que se espera atingir. De acordo com Brasil (2014, p. 113):

Meta 7 – PNE (2014-2024): fomentar a qualidade da educação básica em todas as etapas e modalidades, com melhoria do fluxo escolar e da aprendizagem de modo a atingir as seguintes médias nacionais para o IDEB:

IDEB	2015	2017	2019	2021
Anos Iniciais	5,2	5,5	5,7	6,0
Anos Finais	4,7	5,0	5,2	5,5
Ensino Médio	4,3	4,7	5,0	5,2

Fonte: INEP/MEC

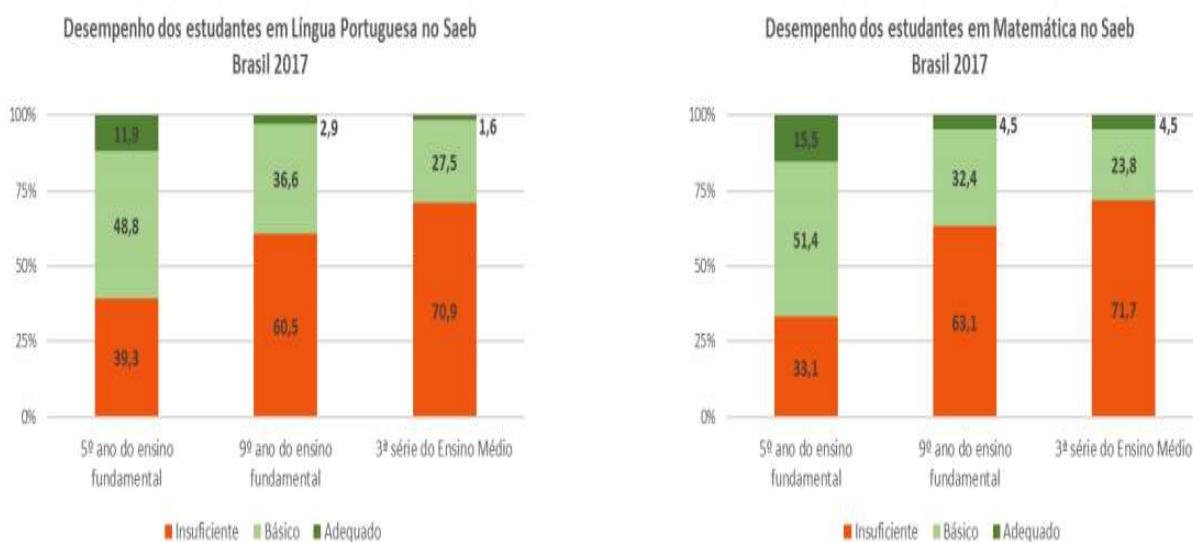
A fórmula utilizada pelo MEC para o cálculo IDEB é a multiplicação da média entre as notas obtidas no SAEB em língua portuguesa e matemática pela taxa de aprovação nas séries da etapa de ensino. As notas em linguagem e matemática são padronizadas de 0 a 10, já a taxa e aprovação é dada em porcentagem. Assim é fácil perceber que um IDEB baixo pode ser resultado da combinação de baixas taxas de aprovação e/ou baixo desempenho no SAEB. Assim, para alcançar índices satisfatórios os sistemas de ensino devem melhorar simultaneamente o fluxo escolar (aprovação, reprovação e abandono) bem como o desempenho nas avaliações externas. Estados e municípios deverão, então, “orientar as políticas das redes e sistemas de ensino de forma a buscar atingir as metas do IDEB, diminuindo a diferença entre as escolas com os menores índices e a média nacional [...]” (BRASIL, 2014):

“Em suma, um sistema ideal seria aquele no qual todas as crianças e adolescentes tivessem acesso à escola, não desperdiçassem tempo com repetências, não abandonassem os estudos precocemente e, ao final de tudo, aprendessem” (Fernandes, 2007, p. 7).

Porém os resultados obtidos em 2017 pelo Ensino Médio, mostram que estamos caminhando no sentido contrário. Sete em cada dez estudantes do ensino médio tiveram desempenho insuficiente nas duas disciplinas. Isso significa que os alunos no último ano do Ensino Médio não conseguem identificar informações explícitas em um texto ou resolver

problemas usando operações fundamentais com números naturais ou reconhecer o gráfico de uma função a partir de valores fornecidos em um texto.

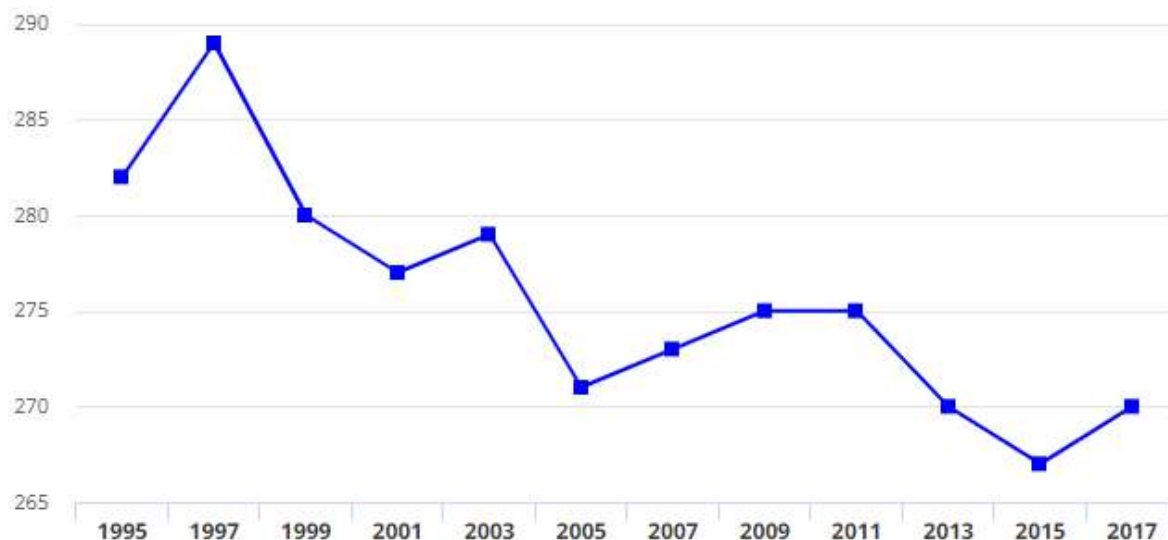
Figura 1 - Desempenho dos estudantes em Língua Portuguesa e Matemática no SAEB 2017



Fonte: INEP/MEC

A análise dos resultados presentes na figura 1, referente ao Ensino Médio nos permite estabelecer um comparativo nos últimos 20 anos. Em Português a média foi de 284 pontos (1997) para 268 pontos (2017), em uma escala de zero a 500. Já em Matemática o recuo foi de 289 (1997) pontos para 270 pontos (2017). Nesse período as oscilações nos resultados nunca ultrapassaram o desempenho de 1997. Na figura 2 está representada a evolução desde 1995 das proficiências médias em Matemática no SAEB para o Ensino Médio.

Figura 2 - Proficiências médias em Matemática no SAEB para o 3º ano Ensino Médio



Fonte: Inep/ MEC

Fica evidente que, nessa etapa, muitas foram as dificuldades que se acumularam ao longo da trajetória escolar e muitos motivos podem ser elencados, tais como falta de investimento, formação inicial e continuada de professores, políticas públicas, currículo destoante da realidade do aluno, entre tantos outros.

2.3 Intervenção pedagógica no ensino médio

Diante de tantos possíveis motivos para o insucesso do ensino médio, talvez seja melhor discutir as formas de intervir do que buscar os culpados. Nesse sentido, as políticas públicas devem desempenhar seu papel, que é o de garantir educação de qualidade a todos. Gatti e Barreto (2009, p. 203) ressaltam que a ideia de formação continuada como “desenvolvimento profissional é a base de dois modelos amplamente aceitos e defendidos na literatura educacional mais recente: as oficinas de reflexão sobre a prática e a formação centrada no fortalecimento institucional”.

Corroborando com Gatti e Barreto (2009), Imbernón (2010, p. 43) diz que é preciso a

Criação de estruturas organizativas, redes, que permitam um processo de comunicação entre indivíduos iguais e troca de experiências, para possibilitar a atuação em todos os campos de intervenção educativa e aumentar a comunicação entre os professores. [...]

Assim, é necessário que os gestores escolares ofereçam as condições necessárias para que professores estejam em constante reflexão com seus pares, sobre a complexidade que é o ato de ensinar. Moretti (2007, p. 101) afirma que os momentos de formação continuada são propícios para isso, uma vez que nos mostram que é “oscilando entre momentos de reflexão teórica e ação prática e complementando-os simultaneamente que o professor vai se constituindo como profissional por meio de seu trabalho docente, ou seja, da práxis pedagógica”.

Mediante o exposto, vale ressaltar, de maneira sintetizada que a formação continuada que acreditamos é:

Uma formação não apenas em noções ou disciplinas, o que podemos chamar de “conhecimento objetivo”, embora esse termo não seja completamente certo, mas, sim, uma formação em um maior “conhecimento subjetivo”: autoconceito, conflito, conhecimento de si, comunicação, dinâmica de grupos, processos de tomadas de decisão coletivas, etc. A formação e a reflexão sobre os aspectos éticos, relacionais, colegiais, atitudinais e emocionais dos professores, os quais vão além dos aspectos puramente técnicos e “objetivos” (IMBERNÓN, 2010, p. 43).

Enfim, uma formação cuja finalidade seja:

[...] Refletir sobre a prática educacional, mediante análise da realidade do ensino, da leitura pausada, da troca de experiência, dos sentimentos sobre o que está acontecendo, da observação mútua, dos relatos da vida profissional, dos acertos e erros, etc. Estruturas que tornem possível a compreensão, a interpretação e a intervenção sobre a prática (IMBERNÓN, 2010, p. 43)

Da diversidade de formação continuada existente, consideramos que aquela pensada, organizada e desenvolvida na escola, a partir das necessidades reais, e que, acima de tudo, respeite o conhecimento e o caminho percorrido pelos participantes da formação, é a que melhor se adéqua às necessidades atuais, prevendo estudos e projetos de intervenção voltados para a superação das dificuldades dos alunos detectadas nas avaliações externas e internas de língua portuguesa e matemática, focando nas necessidades de aprendizagens dos alunos.

2.4 O ensino de Matemática

A Matemática muitas vezes é identificada como uma área do conhecimento restrita a poucos que se aventuram a compreendê-la, porém não é difícil percebê-la a nossa volta.

A civilização moderna e o nosso modo de vida atual só se tornaram possíveis porque o Homem, por meio da Matemática, acumulou, ao longo dos séculos, vastos

conhecimentos sobre o mundo físico e com isso conseguiu, parcialmente nominá-lo e colocá-lo a seu serviço. Energia elétrica, telecomunicações, computadores, aviões, veículos espaciais, para citar alguns exemplos, simplesmente não estaria ao nosso alcance se não dispuséssemos de um grande arsenal matemático. Não há, portanto, exagero em se afirmar que vivemos em um mundo altamente dependente da Matemática e que ela está presente em tudo à nossa volta embora a maior parte das pessoas não se aperceba disso e, não raro, afirme detestá-la. (GARBI, 2007, p. 1)

Assim a Matemática pode ser considerada uma importante ferramenta para entender e explicar o mundo ao nosso redor. E o fato de ser abstrata por excelência, torna fácil compreender porque o ensino dessa disciplina é rodeado por muitas dificuldades e obstáculos quase intransponíveis. Ensinar matemática de acordo com Brasil (2004, p. 3):

[...] nem sempre é fácil (e, por vezes, parece impossível) mostrar ao estudante aplicações interessantes e realistas dos temas a serem tratados ou motivá-los com problemas contextualizados. O professor, quase sempre, não encontra ajuda ou apoio para realizar essa tarefa de motivar e instigar o aluno relacionando a matemática com outras áreas de estudo e identificando, no nosso cotidiano, a presença de conteúdos que são desenvolvidos em sala de aula [...].

É provável que as dificuldades encontradas no ensino da Matemática sejam resultantes de vários fatores, entre eles a formação precária dos professores, as más condições estruturantes do ensino, bem como a falta de significado prático e aplicável para a vida dos estudantes.

Na ótica de Piaget, a maneira como a Matemática chega às salas de aula pouco ou nada contribui para a compreensão matemática, que segundo o autor:

“O triste paradoxo que nos apresenta o excesso de ensaios educativos contemporâneos é querer ensinar matemática ‘moderna’ com métodos na verdade arcaicos, ou seja, essencialmente verbais e fundados exclusivamente na transmissão mais do que na reinvenção ou na redescoberta pelo aluno. Em outras palavras, a iniciação à matemática moderna não pode ser confundida com uma entrada de chofre em sua axiomática. Na realidade, só é possível axiomatizar um dado intuitivo prévio, e, psicologicamente, uma axiomática só tem sentido a título de tomada de consciência ou de reflexão retroativa, o que supõe toda uma construção proativa anterior. A criança desde os 7 anos e o adolescente manipulam o tempo todo operações de conjuntos, de grupos, de espaço vetorial etc., mas não tem qualquer consciência disso, pois estes são esquemas fundamentais de comportamento e depois de raciocínio, muito antes de poderem ser objeto de reflexão. Toda uma gradação é, portanto, indispensável para passar da ação ao pensamento representativo e uma não menos longa série de transições continua sendo necessária para passar do pensamento operatório à reflexão sobre esse pensamento. O último escalão é então a passagem dessa reflexão à axiomatização propriamente dita”. (PIAGET, 1998, p.221).

Isso está em conformidade com Fiorentini (1995), que considera que a melhoria na qualidade do ensino está relacionada às concepções pedagógicas e determinações

socioculturais e políticas da qual estão filiados os responsáveis pelo processo educativo. Fiorentini (1995) afirma que:

Há, entretanto, diferentes modos de conceber e ver a questão da qualidade do ensino da Matemática. Alguns podem relacioná-la ao nível de rigor e formalização dos conteúdos matemáticos trabalhados na escola. Outros, ao emprego de técnicas de ensino e ao controle do processo ensino/aprendizagem com o propósito de reduzir as reprovações. Há ainda aqueles que a relacionam ao uso de uma matemática ligada ao cotidiano ou à realidade do aluno. Ou aqueles que colocam a Educação Matemática a serviço da formação da cidadania (FIORENTINI, 1995, p. 2).

Desta maneira, percebemos que a matemática praticada na escola muitas vezes não é a mesma proposta nos currículos e documentos orientativos para o ensino, tão pouco é a esperada nas avaliações externas. Fiorentini (1995, p. 4) ainda afirma que não basta descrever os diferentes modos de aprender e ensinar matemática, talvez o mais importante é destacar o que está “implícito ou explícito” em cada ato e em cada escolha.

Em síntese, podemos estabelecer relação direta entre a qualidade do ensino e as concepções epistemológicas da matemática que o professor possui.

Um dos postos-chaves na produção de mudanças em didáticas da matemática e na aplicação de reformas educativas é o professorado. Em grande parte, os avanços dependem, essencialmente, das mudanças produzidas no professor, como indivíduo, em sua aproximação ao ensino e à aprendizagem da matemática e em suas crenças (CHACÓN, 2003, p. 64).

Sendo assim, é claro que a escolha do que ensinar requer, também, clareza quanto à finalidade do ensinar matemática na escola, em cada um dos níveis de ensino. Para Moretti, 2005, os professores devem explorar

“a relação entre os conceitos e seus usos sociais [...]”, e a “[...] mediação dos docentes durante todo o processo de resolução é condição fundamental para explicitar o conceito presente no contexto explorado, superando a atividade apenas empírica e favorecendo o desenvolvimento do pensamento teórico”. (MORETTI, 2015, p.28-29).

É isto que torna o ensino-aprendizagem da matemática mais significativo.

2.5 O ensino de Química

A Química como área do conhecimento é muito recente e seu estudo no Brasil só teve início no século XX, com a criação do curso de Química Industrial Agrícola associado à Escola Superior de Agricultura e Medicina Veterinária. No ano de 1933, esta deu origem à

Escola Nacional de Química no Rio de Janeiro (SILVA et al., 2006). Já em 1934, foi criado o Departamento de Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo (USP), com o objetivo de formar químicos preparados para atender as necessidades da sociedade daquela época.

No ensino básico brasileiro os conteúdos de Química passou a ser ministrada como disciplina regular somente a partir da década de 1930, com o objetivo de transmitir conhecimentos específicos da ciência, por meio de suas relações com o cotidiano, despertando no aluno o interesse pela ciência. Em 1971 com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação nº 5.692 de 1971 foi criado e regulamentado o ensino médio profissionalizante e com isso o ensino de Química passou a ter um caráter exclusivamente técnico-científico.

Nos anos de 1990 a educação brasileira passou por profundas mudanças com a reforma do ensino médio brasileiro promovida pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) nº 9.394 de 1996, concomitante com o Programa de Reforma do Ensino Profissionalizante, com as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) e com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM).

A proposta dos PCNEM para o Ensino de Química é que sejam explicitados a multidimensionalidade, o dinamismo e o caráter epistemológico de seus conteúdos, que devem buscar a formação de cidadãos conscientes de seu papel no mundo. Assim, grandes modificações nos currículos, nos livros didáticos, nas diretrizes metodológicas e na formação dos professores de Química foram conduzidas, a fim de romper com o tradicionalismo imposto (BRASIL, 1999).

Segundo a LDB, a educação básica deve suprir os jovens que atingem o final do Ensino Médio com competências e habilidades necessárias para formação da cidadania. Com esta visão, em 2002, foram divulgados os PCN+ (Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais), com diretrizes mais específicas sobre como estruturar o currículo escolar, objetivando o aprofundamento das propostas dos PCNEM (BRASIL, 2002).

Não muito diferente do Ensino de Matemática, o Ensino da Química também é muitas vezes associado as inúmeras dificuldades de aprender e ensinar.

Um ponto de vista polêmico e amplamente debatido em pesquisas realizadas na área de ensino e educação é a grande dificuldade que os alunos do Ensino Médio enfrentam no processo de aprendizagem dos conteúdos da disciplina de Química. Ao observarmos como ela é ensinada nas Escolas brasileiras, identificamos que seus conhecimentos são difíceis de serem entendidos. Isso se deve principalmente aos

conceitos complexos necessários e ao rápido crescimento do conjunto de conhecimentos que a envolvem. (LIMA, 2012, p. 95)

Para Silva Junior (2012), essas dificuldades de aprendizagem dos estudantes podem ser associadas com a complexidade da própria disciplina, o caráter evolutivo dos modelos e teorias, o duplo sentido da linguagem em relação aos níveis descritos, a organização do pensamento e os processos de raciocínio dos estudantes, no que diz respeito a percepção macroscópica a microscópica do mundo, a frequência na utilização de explicações abstratas, o processo de construção do conhecimento, de conceitos e as teorias muitas vezes são apresentados de forma pronta e acabada, inadequação da linguagem, entre tantos outros.

A ciência é vista por muitos alunos como complicada, o que contribui para o desenvolvimento de uma imagem distorcida de que a Química ensinada nas salas de aula tem pouca ou nenhuma relação com o cotidiano, o que de fato é um grande erro.

De acordo com Lima 2012, na estruturação dos currículos e nos planejamentos dos conteúdos para o ensino de Química, é necessária uma abordagem que evidencie os conhecimentos produzidos pela ciência, numa perspectiva de construção histórica da natureza humana associada ao desenvolvimento da sociedade no contexto sociocultural e tecnológico. Dessa forma o conhecimento químico deveria ser usado de forma contextualizada e significativa para o educando, com uma abordagem de modelos diversificados e uso de linguagem própria da química.

Assim o processo ensino-aprendizagem na perspectiva histórico-cultural acontece de forma dinâmica. Moura (2002, p. 158) afirma que:

[...] Os educadores que procuram dar significado ao que estão ensinando poderão unir os seus objetivos às necessidades dos alunos. Desta maneira, as ações educativas poderão se aproximar das ações de aprendizagem e, sendo assim, o que realizam, além de ser uma atividade de ensino, poderá transformar-se em atividade de aprendizagem.

Dessa forma, entendemos que, para que a aprendizagem aconteça de forma significativa, o ato de ensinar deve estar articulado com os interesses de quem aprende, trazendo conceitos relevantes ao aluno, para que este tenha a capacidade de analisar, julgar, se posicionar e tomar decisões pelas quais ele se sinta responsável e possa ser responsabilizado. No mundo globalizado é inaceitável um ensino de Química que apenas treine o aluno a dar respostas prontas e acabadas. Isso significa, de forma sucinta, que ao ensinar o conteúdo de Química é primordial ter o intuito de desenvolver no aluno a capacidade de participar criticamente nas questões da sociedade, ou seja, “a capacidade de tomar decisões

fundamentadas em informações e ponderadas as diversas consequências decorrentes de tal posicionamento” (SANTOS e SCHETZLER, 1996, p. 29).

2.6 A sequência didática

A expressão Sequência Didática surgiu durante a reforma educacional na França na década de 1980. Esse termo designava um conjunto de atividades voltadas a aprendizagem, aplicáveis ao ensino de qualquer conteúdo. No Brasil, o termo surge a partir de 1990 nos documentos oficiais dos Parâmetros Curriculares Nacionais, com a ideia de atividades sequenciadas (BRASIL, 1998).

Segundo Zabala (1998, p.18) Sequência Didática é “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos”. O modelo sugerido de Sequência Didática pelo autor e mais tradicional é aquele que possui quatro fases distintas: “comunicação da lição; estudo individual sobre o livro didático; repetição do conteúdo aprendido e julgamento” (ZABALA, 1998, p.54).

É importante considerar, que ao planejar uma sequência didática, as relações interativas entre dos conteúdos e o papel do professor na organização do tempo, do espaço, dos recursos didáticos e da avaliação são determinantes no sucesso do processo de ensino-aprendizagem. Oliveira (2013, p.39) define sequência didática como “um procedimento simples que compreende um conjunto de atividades conectadas entre si, e prescinde de um planejamento para delimitação de cada etapa e/ou atividade para trabalhar os conteúdos disciplinares de forma integrada para uma melhor dinâmica no processo ensino-aprendizagem.”

A autora expõe como etapas fundamentais de uma sequência didática primeiramente a escolha do tema a ser trabalhado; questionamentos para problematização do assunto; planejamento dos conteúdos; objetivos a serem atingidos no processo de ensino-aprendizagem; delimitação da sequência das atividades, material didático e cronograma; e avaliação dos resultados (OLIVEIRA, 2013, p.40).

Adaptando o que Zabala (1998) e outros autores, como Oliveira (2013) trazem sobre a sequência didática propomos a seguinte organização em cinco passos básicos: desafio, significação, conflito, evolução e aprendizagem.

1º Passo: levantamento de conhecimentos prévios e apresentação do problema → desafio;

Nesse passo pretende-se primeiramente investigar o nível de conhecimento matemático dos alunos, esse momento pode ser direcionado por meio de perguntas fáceis para verificação dos pré-requisitos. Num segundo momento deve-se apresentar uma situação-problema para que o aluno possa analisar e pensar nos conhecimentos que precisará adquirir para resolver. De acordo com Meirieu (1998, p. 192) situação-problema é:

Uma situação didática na qual se propõe ao sujeito uma tarefa que ele não pode realizar sem efetuar uma aprendizagem precisa. E essa aprendizagem, que constitui o verdadeiro objetivo da situação-problema, se dá ao vencer obstáculos na realização da tarefa.

2º Passo: contextualizar e analisar o problema de modo interdisciplinar → significação;

Nessa etapa o professor deve estabelecer e incentivar os alunos a perceberem as possíveis relações entre a Química e a Matemática, bem como a sua relação com o cotidiano.

Nas palavras de Meirieu (1998), a situação-problema deve ser motivadora para colocar o aluno em ação, ao promover a interação entre a realidade e seus projetos pessoais, cabendo ao professor, dentro de seu papel de mediador, introduzir mecanismos de transformações sucessivas, e nessa interação o aluno construirá a sua aprendizagem.

3º Passo: propor e discutir soluções → conflito;

Nessa etapa o professor deve instigar o aluno a usar todos os conhecimentos adquiridos em todas as áreas do conhecimento para buscar a solução da situação-problema.

Para Câmara dos Santos (2002) a ideia de conflito interno favorece a busca da solução, pois o aluno é colocado diante de um obstáculo, e tenderá a buscar em suas concepções anteriores e constatando sua insuficiência, buscará novos conhecimentos. “Este conflito pode ser gerado pela situação de aprendizagem (meio), ou pelo debate entre os participantes da situação” (p. 15).

4º Passo: sistematização dos conhecimentos adquiridos → evolução;

Nesse estágio os alunos devem ser encorajados a realizar a construção do conhecimento, passando a serem sujeitos ativos no processo de ensino-aprendizagem.

Conforme Ribeiro (2011), as atividades desenvolvidas na sistematização do conhecimento podem se revelar bem mais complexas e incertas do que as utilizadas em uma aula convencional, sendo provável que muito do conhecimento pedagógico do docente, seja

construído a partir de reflexões sobre sua própria prática. Portanto, é evidente que a prática tende a contribuir tanto para o aprendizado do aluno, quanto para a formação continuada do professor.

5º Passo: aplicação dos conhecimentos adquiridos em novas situações → aprendizagem.

Por fim, o aluno deve fazer a transposição entre o conhecimento construído e o mundo a sua volta, fazendo a aplicação dos conceitos em outras situações teóricas e/ou práticas.

Simões Neto (2009) do mesmo modo que Câmara dos Santos (2002) entende que uma aprendizagem ocorre no momento em que os conceitos adquiridos permitem a superação do problema e a utilização para a solução de situações análogas.

“Esse processo deve permitir que meninos e meninas se sintam protagonistas de suas aprendizagens e agentes na formulação das propostas de convivência e trabalho, mediante a promoção da aceitação e a internalização das concepções e avaliações das atitudes a serem promovidas, participando no controle do processo e dos resultados”. (ZABALA, 1998)

Assim podemos inferir que a aprendizagem do aluno se concretiza a partir da intervenção do professor na sala de aula. Antes dessa organização, Zabala (1998, p. 21) afirma que é necessário ter em mente a resposta para a pergunta “Para que ensinar?”, na visão do autor essa resposta justifica a prática educativa. Esse seria o ponto de partida para a organização de uma sequência didática eficiente, bem como do trabalho pedagógico reflexivo.

Desse modo, o autor acrescenta que o objetivo de uma Sequência Didática deve ser:

[...] introduzir nas diferentes formas de intervenção aquelas atividades que possibilitem uma melhora de nossa atuação nas aulas, como resultado de um conhecimento mais profundo das variáveis que intervêm no papel que cada uma delas tem no processo de aprendizagem dos meninos e meninas. (ZABALA, 1998, p.54)

Assim a sequência didática permite antecipar o que é mais importante em determinado intervalo de tempo, o que os alunos precisam aprender, a mediação e o monitoramento que o professor deve fazer para acompanhar os alunos, por meio de atividades de avaliação durante e ao final da sequência de atividades planejadas.

2.7 O ensino de Química e as competências de Matemática

O ensino de Química não pode ser apenas memorizar informações, o aluno precisa desenvolver autonomia para saber buscá-las, selecioná-las, relacioná-las e aplicá-las e, assim, construir o conhecimento que lhe é importante. O conhecimento e as relações estabelecidas entre a Química e a Matemática dão significado aos conteúdos curriculares.

[...] o processo de construção do conhecimento tem que ultrapassar a investigação empírica pessoal. Quem aprende precisa ter acesso não apenas às experiências físicas, mas também aos conceitos e modelos da ciência convencional. O desafio está em ajudar os aprendizes a se apropriarem desses modelos, a reconhecerem seus domínios de aplicabilidade e, dentro desses domínios, a serem capazes de usá-los (DRIVER et al., 1999, p. 34).

Nesse sentido, os alunos devem ser orientados e estimulados pelo professor identificação de problemas do seu cotidiano, como para a apropriação dos conhecimentos químico e matemático historicamente construídos, os quais serão usados como ferramentas para a análise desses problemas, visando à investigação de possíveis caminhos para sua superação, levando assim ao desenvolvimento do raciocínio, o espírito crítico, as aptidões teóricas e práticas, bem como a capacidade de tomar decisões.

É fácil observar a aplicação de muitos conteúdos matemáticos que podem e devem ser explorados nos conceitos estudados em química, o desafio é promover a interdisciplinaridade. A relação entre a Matemática e a Química não é algo simples de ser feito, exige dos professores tempo, planejamento, dedicação, percepção entre as linguagens comuns e a transcrição de linguagens próprias de suas disciplinas. (BEJANARO, JUNIOR, SANTOS, 2010)

De fato, “(...) os professores precisam relacionar as nomenclaturas e os conceitos de que fazem uso com o uso feito nas demais disciplinas, construindo, com objetivos mais pedagógicos do que epistemológicos, uma cultura científica mais ampla” (BRASIL, 2002, p.31). Isso implica de certa forma, que o professor precisa ter disposição em se apropriar das ferramentas matemáticas de forma efetiva.

Fazendo uma análise dos conteúdos de Química abordados no Ensino Médio notamos que a Matemática está amplamente inserida nesta disciplina, desde conceitos básicos, tais como, razão, proporção, regra de três, porcentagem, equação do 1º grau, até os conceitos mais complexos, como geometria, função exponencial e logarítmica. A maioria desses conceitos matemáticos já foram vistos durante o Ensino Fundamental, mesmo assim as dificuldades aparecem quando são necessários estabelecer uma correlação direta com os conteúdos de química.

Sabemos que sem alguns conceitos básicos de matemática, a química seria extremamente difícil. Então, acreditamos que com um bom conhecimento básico de matemática, o aluno estará preparado (ou com menos dificuldade) para lidar com as teorias e conceitos de química (WALVY, 2004)

Considerando o Ensino Médio Regular, no primeiro ano, a Química se dedica basicamente ao estudo de tópicos de Química Geral, Atomística, Radioatividade e Química Inorgânica. Já no segundo ano do Ensino Médio a Química se dedica ao estudo da Físico-química, com a abordagem de assuntos relacionados ao Estudo das Soluções, à Termoquímica, à Cinética Química, Equilíbrio Químico e Eletroquímica, Já no último ano do ensino médio, dedica-se ao estudo de Química Orgânica.

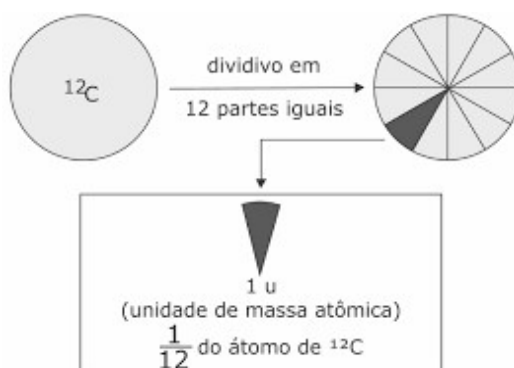
Sendo assim, podemos elencar vários conteúdos de matemática que são utilizados como ferramentas para o ensino e aprendizagem de Química.

2.7.1 Grandezas, unidades de medidas e frações algébricas

As grandezas e unidades de medidas são tópicos abordados no estudo da Estrutura da Matéria e na semelhança atômica dos elementos químicos, mais especificamente na definição de “unidade de massa atômica”.

A massa atômica é a massa de um átomo medida em unidade de massa atômica, sendo simbolizada por “u”. 1 u equivale a um doze avos ($1/12$) da massa de um átomo de carbono-12, isótopo natural do carbono mais abundante, que possui seis prótons e seis nêutrons, ou seja, um total de número de massa igual a 12, (BATISTA, 2015).

Figura 3 - Átomo de carbono-12.



Assim quando o aluno estabelecer a relação entre a unidade de medida e a grandeza que ela representa, ele entenderá que a massa atômica do elemento Hélio é igual a 4u, pois este átomo tem 4 vezes a massa de 1/12 do átomo de carbono-12.

2.7.2 Massa molecular e razão, proporção, equações e sistemas lineares

Estes tópicos são abordados em diversos conceitos químicos apresentados no primeiro ano, mas podemos ver de forma evidente nos cálculos de massas moleculares e cálculos estequiométricos com a aplicação das Leis Ponderais.

A massa molecular (MM) indica quantas vezes a massa de determinada molécula é maior que a massa atômica u (igual a 1/12 da massa do isótopo do carbono-12, ^{12}C). Formalmente deve ser chamada massa molecular relativa devido a esta relação. Assim a massa de uma molécula será diretamente proporcional à quantidade e à qualidade dos átomos que constituem essas moléculas. Assim o aluno deverá estabelecer relação direta entre as massas atômicas e a quantidade necessária de cada átomo para calcular a massa de uma molécula (BATISTA, 2015).

Por exemplo: *Calculando a massa molecular para o ácido sulfúrico, de fórmula molecular H_2SO_4 .*

Para realizar esse procedimento deve-se conhecer a massa dos átomos individualmente, sendo esses valores fornecidos em face do problema ou consultados na tabela periódica. Considerando a massa do átomo de hidrogênio (H=1 u), enxofre (S=32 u) e oxigênio (O=16 u), temos que:

Massa molecular = 2 átomos de hidrogênio + 1 átomo de enxofre + 4 átomos de oxigênio, simplificada em linguagem matemática:

$$\text{MM} = 2\text{H} + 1\text{S} + 4\text{O} = 2 \times 1 + 1 \times 32 + 4 \times 16 = 2 + 32 + 64 = 98 \text{ u.}$$

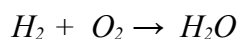
Logo, a massa molecular do H_2SO_4 é 98 u.

Ampliando esse entendimento podemos estabelecer relação com o balanceamento das equações e as leis ponderais. A frase: “Na natureza nada se perde nada se cria, tudo se transforma”, é muito conhecida e está fundamentada nas leis ponderais, principalmente na lei da conservação das massas (Lavoisier) e na lei das proporções definidas (Proust). A Lei da Conservação das Massas, segundo o Tratado Elementar de Química, escrito por Lavoisier e

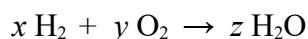
publicado 1789, pode ser enunciada: “existe uma quantidade igual de matéria antes e depois do experimento; a qualidade e a quantidade dos elementos permanecem precisamente a mesma e nada acontece além de mudanças e modificações nas combinações desses elementos”. Já a lei das Proporções Definidas (Proust, 1799) pode ser enunciada como “uma substância, qualquer que seja sua origem, apresenta sempre a mesma composição em massa” (BATISTA, 2015).

Segundo Vanin (2005) as leis ponderais estão latentes na teoria atômica de Dalton, que por meio da estequiometria, permite calcular as quantidades de substâncias participantes de uma reação química. Isso implica estabelecer que a quantidade de átomos no primeiro membro da equação química deve ser igual a quantidade de átomos no segundo membro.

Assim podemos escrever sistemas lineares de equações para descobrir os coeficientes estequiométricos de uma equação química. Tomando como exemplo a equação não balanceada de formação da água:



Podemos observar que a quantidade de oxigênio não é a mesma em ambos os lados da equação, se considerarmos os coeficientes das equações respectivamente sendo x , y e z , temos:



Ou seja, o sistema linear de equações:

$$\begin{cases} 2x = 2z \text{ (hidrogênio)} \\ 2y = z \text{ (oxigênio)} \end{cases}$$

O Sistema é SPI (Sistema Possível e Indeterminado) e admite mais de uma solução (x , y , z), porém nos interessa a menor solução inteira. A solução genérica para esse sistema é $(2\alpha, \alpha, 2\alpha)$ e adotando $\alpha = 1$, temos que: $x = 2$, $y = 1$ e $z = 2$ e a equação balanceada é:



2.7.3 Massa atômica, isotopia, estudo das soluções e média ponderada

O conceito de média ponderada pode ser aplicado em diversos assuntos trabalhados em Química, tais como, cálculo de massa atômica, isotopia e estudo das soluções, mais precisamente em mistura de soluções.

A massa atômica de um elemento químico é determinada pela média ponderada das massas atômicas de seus isótopos, elementos químicos de mesmo número atômico, porém com massas atômicas diferentes. (BATISTA, 2015)

Como exemplo podemos considerar o átomo de enxofre que possui as variações isotópicas:

Tabela 1 - Massa dos isótopos do enxofre

Isótopos	Abundância na natureza
Enxofre-32 (${}_{16}\text{S}^{32}$)	95%
Enxofre-33 (${}_{16}\text{S}^{33}$)	0,80%
Enxofre-34 (${}_{16}\text{S}^{34}$)	4,20%

Fonte: (USBERCO; SALVADOR, 2001, p. 115).

Para calcular a massa atômica (M.A.) relativa do átomo de enxofre e de qualquer outro elemento químico, devemos multiplicar o número de massa de cada isótopo pela sua porcentagem, em seguida somar todos os resultados encontrados nas multiplicações e, por fim, dividir a somatória encontrada por 100 (soma das porcentagens de distribuição dos isótopos na natureza). Na tabela 1 encontramos os dados para calcular a massa atômica, o que nada mais é que calcular a média ponderada:

$$M.A. = \frac{m_{\text{enxofre-32}} \times \%_{\text{natureza}} + m_{\text{enxofre-33}} \times \%_{\text{natureza}} + m_{\text{enxofre-34}} \times \%_{\text{natureza}}}{100}$$

$$M.A. = \frac{32 \times 95 + 33 \times 0,80 + 34 \times 4,20}{100}$$

$$M.A. = \frac{3\,040 + 26,40 + 142,80}{100}$$

$$M.A. = 32,092 \text{ u}$$

2.7.4 Decaimento radioativo, meia-vida e função exponencial

A função exponencial é utilizada na representação do decaimento radiativo de substâncias químicas. A radioatividade é também um fenômeno natural que consiste

basicamente na busca por estabilidade de um átomo que tem seu núcleo muito energizado, liberando o excesso de energia em forma de partículas e ondas. Independentemente do tipo de radiação emitida, o núcleo de um átomo é chamado de radioisótopo. E o tempo necessário para que ocorra o decaimento de metade da quantidade de determinado isótopo radioativo é chamado de meia-vida. Na tabela 2 pode-se observar o tempo de meia-vida de alguns radioisótopos. O tempo de desintegração é uma grandeza de natureza estatística. É impossível prever, por exemplo, quando um átomo de carbono-14 se desintegrará, porém, seguramente, após 5700 anos, 100g desse isótopo será reduzido a 50 g de carbono-14 e formará 50 g de outro elemento. (BATISTA, 2015)

Tabela 2 - Meia-vida de alguns elementos radioativos.

Radioisótopo	Meia-vida
Radônio-217	0,6 milissegundo
Cobalto-60	5,27 anos
Tecnécio-95	20 horas
Lodo-131	8 dias
Polônio-210	138 dias
Césio137	30,2 anos
Carbono-14	5700 anos
Urânio-235	700 milhões de anos

Fonte: BATISTA, 2015.

O decaimento radioativo de um elemento químico pode ser descrito pela função exponencial:

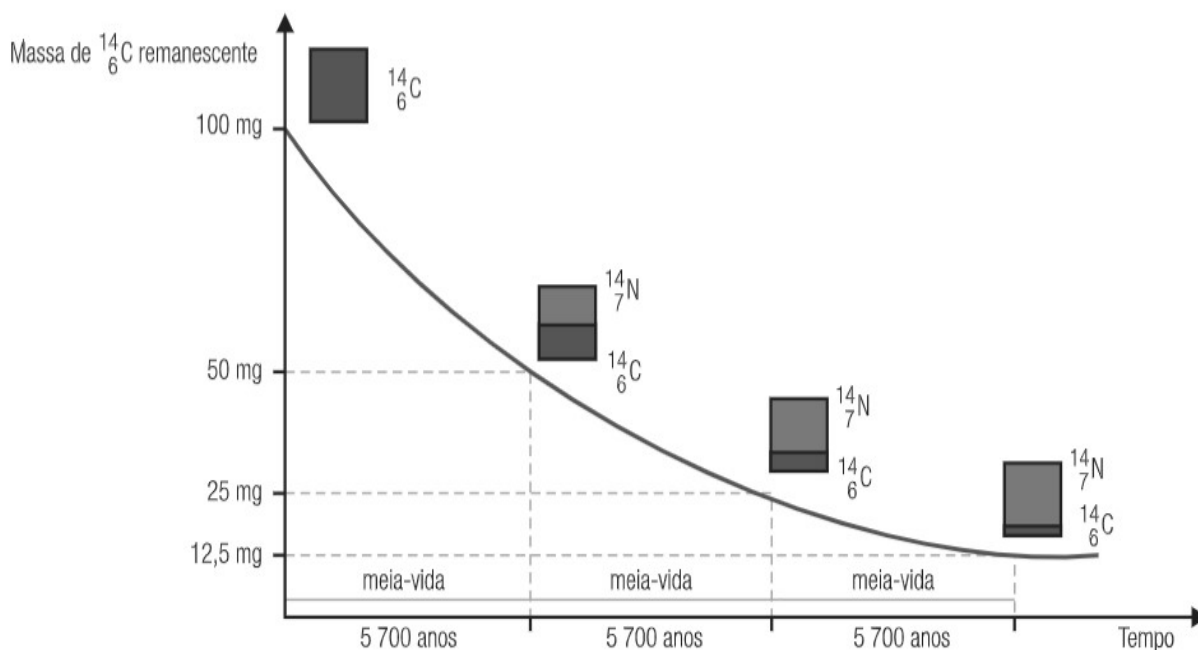
$$massa_{(t)} = massa_{(inicial)} \times 2^{-t/p}$$

Assim se considerarmos que a massa inicial de carbono-14 é igual a 100 mg e que o tempo de meia-vida (p) é igual a 5700 anos e que se passaram 11400 anos (t), podemos calcular a massa de carbono-14 em função do tempo:

$$\begin{aligned} m_{(t)} &= m_{(inicial)} \times 2^{-t/p} \\ m_{(11400)} &= 100 \times 2^{-11400/5700} \\ m_{(11400)} &= 100 \times 2^{-2} \\ m_{(11400)} &= 100 \times 2^{-2} \\ m_{(11400)} &= 100 \times 0,25 \\ m_{(11400)} &= 25 \text{ mg} \end{aligned}$$

Logo, a massa de carbono-14 após 2 períodos de meia-vida seria igual a 25 mg, podendo ser representada pelo gráfico:

Figura 4 - Gráfico do decaimento do isótopo 14 do átomo de Carbono .



Fonte: apostila volume 1, Sistema Positivo de Ensino (BATISTA, 2015).

2.7.5 Potencial hidrogeniônico (pH) e logaritmos

A escala logarítmica é utilizada para definir o potencial hidrogeniônico (pH) de substâncias, coeficiente que caracteriza a condição mais ácida ou mais alcalina de soluções. (BRASIL, 2002, p.26)

O pH de uma solução indica concentração de íons hidrônio (H_3O^+ ou H^+) presente no meio, esse teor determina se a solução analisada apresenta caráter ácido, básico ou neutro. Para realizar o cálculo do pH de uma solução, de forma teórica, dada a definição de logaritmos, podemos utilizar a seguinte equação logarítmica:

$$\text{Definição de logaritmo: } c = \log_b(a) \Leftrightarrow b^c = a$$

$$\text{Definição de pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \quad \text{ou} \quad \text{pH} = -\log [\text{H}^+],$$

em que a notação $[\text{H}^+]$ representa a concentração de íons hidrônio. Nesse caso utiliza-se o logaritmo na base 10, no qual fica subentendido quando não aparecer valor algum para a base.

É importante ressaltar que os cálculos envolvendo o pH de uma solução estão sempre relacionados com o pOH (potencial hidroxiliônico/ OH^-), já que ambos os potenciais baseiam-se na autoionização da água, fenômeno no qual a água produz tanto H^+ quanto OH^- . Assim:

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

A equação de autoionização da água nos fornece a constante de ionização (K_w):

$$K_w = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14},$$

e em decorrência disso temos que:

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

Dada a temperatura, a classificação de uma solução em ácida, básica ou neutra obedecerá aos seguintes critérios:

I) a solução será neutra quando a concentração de H^+ for igual à concentração de OH^- , e em razão disso ter pH igual a 7.

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] \quad \text{e} \quad \text{pH} = 7$$

II) a solução será ácida quando a concentração de H^+ for maior que a concentração de OH^- e consequentemente o valor de seu pH estiver entre 0 e 7.

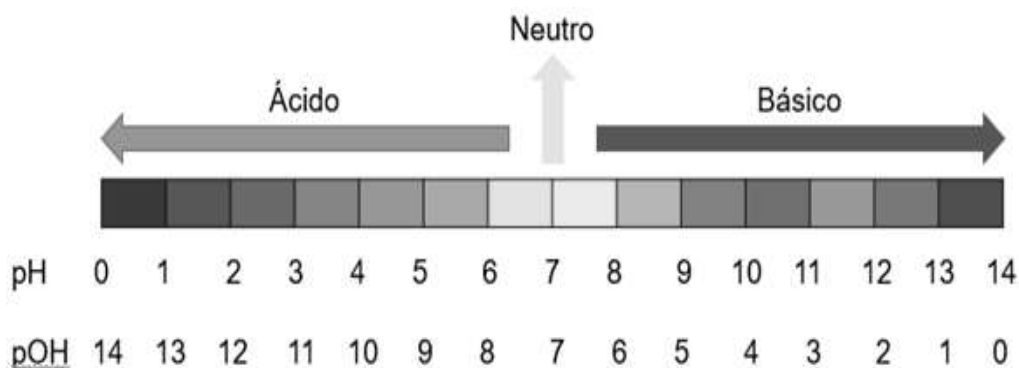
$$[\text{H}^+] > [\text{OH}^-] \quad \text{e} \quad 0 \leq \text{pH} < 7$$

III) a solução será básica quando a concentração de H^+ for menor que a concentração de OH^- e consequentemente o valor de seu pH estiver entre 7 e 14.

$$[\text{H}^+] < [\text{OH}^-] \quad \text{e} \quad 7 < \text{pH} \leq 14$$

Essas equações nos permitem interpretar as escalas de pH e pOH presentes em livros didáticos de Química, como ilustrado na figura 5.

Figura 5 - Escala de pH e pOH

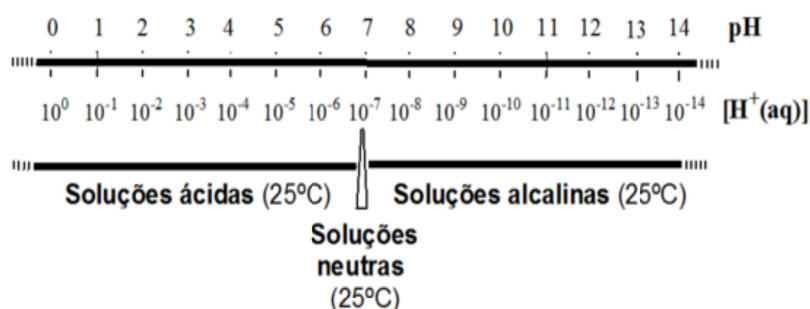


Fonte: (LEMBO, 2005)

Com a ajuda dos cálculos e conceitos acima podemos chegar à conclusão de que, a cada unidade de pH diminuída, a solução fica com 10 vezes mais íons H_3O^+ . Isso se deve ao

fato de que o pH é uma escala logarítmica. Se temos uma solução com pH igual a 2 e outra com pH igual a 3, por exemplo, a primeira possui dez vezes mais íons hidrônio do que a segunda. Logo, podemos concluir que quanto menor o pH, mais ácida é a solução e quanto maior o pH, mais básica é a solução. (BATISTA, 2015)

Figura 6 - Escala de pH.



Fonte: (URBESCO e SALVADOR, 2005)

Dominar o conceito e as propriedades dos logaritmos pode ser muito útil quando a situação-problema exige o cálculo do pH da solução. Por exemplo, sabendo que uma solução de possui concentração de íons H^+ igual a $1 \cdot 10^{-5}$, qual será o seu pH?

Para resolver esse problema fazemos uso da fórmula $pH = -\log [H^+]$, assim temos que:

$$\begin{aligned} pH &= -\log [H^+] \\ pH &= -\log(1 \cdot 10^{-5}) \\ pH &= -[\log 1 + \log 10^{-5}] \\ pH &= -[0 + (-5)] \\ pH &= -(-5) \\ pH &= 5 \end{aligned}$$

Como o pH é menor que 7, a solução é ácida.

Em muitas situações a concentração de íons H^+ pode ter valores diferentes e assim podemos fazer o uso da tabela de logaritmos. Como por exemplo para se calcular o pH de uma solução que apresenta concentração de hidroxila igual a $2 \cdot 10^{-7}$, considerando que $\log 2 \approx 0,3$. Por fim, colocamos o valor da concentração do hidroxila na equação logarítmica do pOH:

$$\begin{aligned} pOH &= -\log [OH^-] \\ pOH &= -\log 2 \cdot 10^{-7} \end{aligned}$$

$$\text{pOH} = -(\log 2 + \log 10^{-7})$$

$$\text{pOH} = -(0,3 - 7)$$

$$\text{pOH} = -(-6,7)$$

$$\text{pOH} = 6,7$$

Como $\text{pH} + \text{pOH} = 14$, logo temos que o pH da solução é igual a 7,3. Portanto a solução é ligeiramente alcalina.

Vale ressaltar que os cálculos matemáticos de pH e pOH podem corroborar com a validação, comparação e discussão de dados obtidos em experimentos químicos em aulas práticas, uma vez que, o teor de hidrônio pode ser adquirido de forma simples em laboratório por meio de fitas indicadoras de pH – que, no entanto, não apresentam uma grande precisão na medida – ou por meio de um equipamento denominado de peagâmetro, que, ao contrário, apresenta uma grande precisão na medida do pH de uma solução. (CANTO, 1998)

Os exemplos citados anteriormente são apenas alguns dos conteúdos de Matemática, dos muitos que podemos relacionar com o ensino de Química.

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desse trabalho foi escolhido o caminho metodológico qualitativo, com o intuito de responder ao problema gerador dessa pesquisa, “*como o ensino de Química pode contribuir para estimular a aprendizagem de matemática dos alunos no ensino médio?*”. Assim a pesquisa exploratória foi utilizada para buscar nos referenciais teóricos soluções para os problemas reais enfrentados na sala de aula em virtude da falta de pré-requisitos que muitos alunos do ensino médio trazem consigo. Acredita-se que com esse tipo de pesquisa é possível obter as informações necessárias para atingir os objetivos propostos.

Segundo Minayo (2001, p.21), “A pesquisa qualitativa responde a questões muito particulares. Ela se preocupa, nas ciências sociais, com um nível de realidade que não pode ser quantificado”. Esse tipo de abordagem é essencial para compreender alguns fatores relacionados a temática, bem como analisar as experiências vivenciadas em sala de aula.

Oliveira (2011, p.24), complementa que “a pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento”. De acordo com Minayo:

A diferença entre qualitativo-quantitativo é de natureza. Enquanto cientistas sociais que trabalham com estatística apreendem dos fenômenos apenas a região “visível, ecológica, morfológica e concreta”, a abordagem qualitativa aprofunda-se no mundo dos significados das ações e relações humanas, um lado não perceptível e não captável em equações, médias e estatísticas (MINAYO, 2001, p.22).

Desta forma, acreditamos que a metodologia escolhida favorecerá a compreensão e a busca de soluções para a situação-problema e, nesse processo, destacamos a importância do contexto da pesquisa, ao se propor descrever de forma simplória três sequências didáticas que possam colaborar com aprendizagem dos alunos reforçando alguns conceitos de Matemática por meio da contextualização com a Química. Nesse percurso espera-se que seja possível identificar de maneira qualitativa a correlação entre os conceitos da Matemática com os conteúdos curriculares de Química, bem como, elencar as dificuldades apresentadas pelos alunos em Matemática.

3.1 Escolha dos temas de Química

A escolha dos temas de Matemática abordados se deu por ordem de complexidade, bem como pela observação de tópicos de Química que mais percebemos dificuldades em ensinar, e os alunos demonstram maior dificuldade em aprender, o que muitas vezes é justificado pelos mesmos, pela proximidade com a Matemática. Sendo assim escolheu-se propor uma sequência didática para Estudo das Soluções, Balanceamento de Equações Químicas e Escala de pH.

No Estudo das Soluções, pretende-se reforçar os conceitos e também a interpretação matemática que os alunos tem sobre média ponderada. Geralmente os alunos já tiveram o primeiro contato com esses cálculos no ensino fundamental, mas talvez seja necessário relembrar o conceito de frequência, mostrando para o aluno que a mistura de duas soluções com a mesma substância, porém em concentrações diferentes, resultará na média entre esses dois valores, tendendo a se aproximar do valor que tiver em maior quantidade (frequência).

Ao apresentar uma equação química e propor seu balanceamento, o aluno precisará usar algumas habilidades desenvolvidas em matemática, mais precisamente a noção de resolução de sistemas de equações lineares, cujas incógnitas têm expoente igual 1.

A interpretação da Escala de pH depende do entendimento dos conceitos relacionados com a resolução de logaritmos e suas propriedades, uma vez que o pH é uma escala logarítmica de base igual a 10.

3.2 Ordenação da sequência didática

Assim como definido por Zabala no referencial teórico a sequência deve ser ordenada no intuito de buscar a melhor maneira possível para garantir a aprendizagem, para isso pensamos em promover a ordenação de acordo com o grau de complexidade que os temas oferecem, levando em consideração os conhecimentos prévios que alunos apresentam e os pré-requisitos matemáticos necessários para desenvolvimento dos conceitos químicos.

Uma vez que a sequência didática proposta visa resolver um problema químico utilizando ferramentas matemáticas, a ordenação das atividades foram pensadas em como conduzir os alunos a buscar estratégias para sua resolução. De acordo com Diniz (2001) “problemas tratam de situações que não possuem solução evidente e que exigem que o

resolvedor [aluno] combine seus conhecimentos e decida pela maneira de usá-los em busca da solução”

As atividades apresentadas podem ainda, ser novidade, algo nunca feito ou algo ainda não compreendido pelo aluno.

3.3 Estruturação da sequência didática

Seguindo o que trazemos em nosso referencial teórico, quando Zabala, classifica como característica fundamental a estruturação das atividades propostas na sequência didática, nos centramos em oferecer a seguinte estrutura na resolução do problema: primeiro apresenta-se o problema original, em seguida os objetivos dos problemas devem ser esclarecidos, depois o problema deve ser recontextualizado e a matemática implícita deve ser explicitada e no momento em que o aluno reconhece o que deve ser feito ele estará pronto para resolvê-lo ou, pelo menos, saberá o que precisa para tal.

Com o intuito de superar as negatividades estabelecidas por metodologias que utilizam a mecanização e a repetição como formas de aprender e estudar acreditamos que a estrutura proposta pode ser decisiva, na busca de uma melhor maneira de ensinar química.

Durante o desenvolvimento da sequência didática o aluno será incentivado a romper com antigos costumes, como por exemplo, retirar dados quantitativos do enunciado e/ou da pergunta e aplicar diretamente nas fórmulas prontas, assim as atividades ordenadas, estruturadas e articuladas preveem o levantamento e o tratamento de hipóteses sempre que necessário, extrapolando a metodologia do *ler o problema, resolver as operações e dar a resposta* e mostrando aos alunos que nem sempre possuem um procedimento único de resolução.

3.4 Articulação da sequência didática

Por fim, Zabala esclarece que a sequência deve ser articulada com os objetivos educacionais, que no nosso caso é promover a interdisciplinaridade e a contextualização entre conceitos químicos e matemáticos, dando significado ao processo de ensino-aprendizagem.

Nesse sentido as sequências didáticas propostas têm a intenção de traduzir o conhecimento químico em linguagem matemática, e com isso buscar aproximação e

reconhecimento de assuntos já estudados pelos jovens. Para a elaboração das sequências didáticas propostas seguiremos de forma articulada os seguintes passos, já esclarecidos no referencial teórico, que são frutos da leitura, análise e adaptação de alguns autores já citados anteriormente, bem como das discussões realizadas com meus pares no meu cotidiano profissional e durante os encontros de formação continuada na escola deste e de anos anteriores:

1º Passo: levantamento de conhecimentos prévios e apresentação do problema → desafio;

2º Passo: contextualizar e analisar o problema de modo interdisciplinar → significação;

3º Passo: propor e discutir soluções → conflito;

4º Passo: sistematização dos conhecimentos adquiridos → evolução;

5º Passo: aplicação dos conhecimentos adquiridos em novas situações → aprendizagem.

Seguindo esses passos acreditamos ser possível construir uma sequência didática voltada para o ensino de química, uma vez que o ato de planejar e organizar constituem ações intencionais que podem viabilizar a aprendizagem dos alunos.

4 AS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS COMO PROPOSTA DE INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA EM MATEMÁTICA NAS AULAS DE QUÍMICA

Neste capítulo é apresentada a Sequência Didática ordenada, estruturada e articulada com os objetivos explicitados para cada tema selecionado na metodologia anteriormente apresentada. Aqui, frisamos que os conceitos de Fiorentini e Chacón apresentados nesse trabalho, são empregados de maneira intencional na construção da Sequência Didática, de forma que os passos seguidos foram planejados para que as informações e conceitos de química e matemática, bem como as escolhas e os atos sejam explicitados em cada etapa das atividades da sequência.

A seguir são apresentadas as possibilidades de propostas de intervenção propostas no desenvolvimento desse trabalho:

4.1 O estudo das soluções e o conceito de média ponderada

O estudo das soluções implica entender como se dá as misturas de soluções com concentrações diferentes da mesma substância. A abordagem mais comum entre os professores de química, consiste em usar a fórmula pronta:

$$C_1 \times V_1 + C_2 \times V_2 + \dots + C_n \times V_n = C_f \times V_f$$

na qual:

C_1 : concentração da solução 1 em g/L

V_1 : volume da solução 1

C_2 : concentração da solução 2 em g/L

V_2 : volume da solução 2

C_n : concentração da solução n em g/L

V_n : volume da solução n

C_f : concentração da solução resultante em g/L

V_f : volume da solução resultante

No entanto, é possível observar que a escolha dessa abordagem pode configurar na perda de uma excelente oportunidade para discutir o conceito de média ponderada e assim lembrar e fortalecer algumas noções de matemática básica e pré-requisitos para a construção do conhecimento químico.

Após a apresentação do conteúdo sobre misturas de soluções com o mesmo soluto, porém de concentrações diferentes, é proposta a seguinte situação-problema:

PROBLEMA ORIGINAL: Qual a concentração em g/L da solução obtida com a mistura de 20 mL de solução aquosa de KI, cuja concentração é 40 g/L com 30 mL de solução aquosa de KI de concentração 50 g/L?

Solução tradicional:

O uso mecânico da fórmula citada anteriormente pode ocultar um raciocínio matemático muito interessante que, inclusive, pode apontar para a resposta de maneira mais rápida e com um significado maior, além de desenvolver no aluno um aumento da instrumentalização matemática.

A resolução com base na fórmula pronta e acabada iria implicar apenas a extração dos dados presentes no problema e substituição dos mesmos na fórmula e posterior resolução das operações. Do enunciado do problema proposto acima se extrai:

$$C_1 = 40 \text{ g/L}$$

$$V_1 = 20 \text{ mL}$$

$$C_2 = 50 \text{ g/L}$$

$$V_2 = 30 \text{ mL}$$

$$C_f = ?$$

$$V_f = V_1 + V_2 = 20 + 30 = 50 \text{ mL}$$

Com a substituição dos dados extraídos acima e posterior resolução das operações apresentadas nas fórmulas, temos:

$$\begin{aligned} C_1 \cdot V_1 + C_2 \cdot V_2 &= C_f \cdot V_f \\ 40 \times 20 + 50 \times 30 &= C_f \times 50 \\ 800 + 1500 &= C_f \times 50 \\ 2300 &= C_f \times 50 \\ C_f &= 46 \text{ g/L} \end{aligned}$$

O modelo de resolução citado é tradicionalmente ensinado nas aulas de química e exposto nos livros didáticos. Não há mal nenhum em resolver a situação-problema desse modo, no entanto esse tipo de abordagem evidencia uma triste realidade atrelada à tarefa de ensinar e aprender Química, que parece consistir em apenas saber adequar os conteúdos a serem ministrados ao estágio cognitivo dos alunos.

Solução empregando a metodologia proposta:

Para que o aprendizado seja significativo o ensino da Química deve ser efetivamente problematizador e desafiador, estimulando o estudante a construir de forma autônoma seu conhecimento. Objetivando encontrar uma alternativa para a solução do problema e além disso, desenvolver de forma interdisciplinar uma proposta para contribuir com a aprendizagem matemática, propomos a seguinte sequência didática, formulada com as 5 etapas descritas no referencial teórico. Ao escolher seguir essa sequência proposta é necessário o desenvolvimento planejado de cada um dos passos citados anteriormente:

1º Passo: levantamento de conhecimentos prévios e apresentação do problema → desafio;

Após o estudo das soluções apresentar o seguinte problema:

OBJETIVO DO PROBLEMA: Calcular a concentração da solução resultante da mistura de volumes diferentes de duas soluções do mesmo soluto, cujas concentrações são diferentes.

Para pensar na situação acima podemos instigar a curiosidade e induzir o raciocínio dos alunos apresentando as seguintes perguntas, entre outras:

- a) ao misturar volumes iguais de protetor solar fator 30, obtêm-se protetor solar fator 60?
- b) é possível que um aluno tire 2,0 em uma prova, 4,5 em outra, e sua média aritmética seja menor que 2,0 ou maior que 4,5?

Essas perguntas podem ser um bom ponto de partida para iniciar a problematização do tema. A partir delas, e independentemente das respostas apresentadas, o professor deverá mostrar que a mistura de volumes diferentes de cremes com fator solar 30 obtêm-se creme com fator 30. Do mesmo modo que se um aluno obteve 2,0 em uma prova e 4,5 em outra, independentemente de ser aritmética ou ponderada, é impossível que sua média seja menor que 2,0 ou maior que 4,5. Assim espera-se que os alunos entendam que existe uma faixa de resposta esperada com base nas informações inferidas do texto.

2º Passo: contextualizar e analisar o problema de modo interdisciplinar → significação;

Para promover a contextualização o problema pode ser apresentado da seguinte forma:

PROBLEMA CONTEXTUALIZADO: Diversas patologias do sistema respiratório podem causar processos pulmonares infecciosos, comprometendo as vias aéreas. Para o tratamento de pacientes com esses casos, podem ser prescritos expectorantes, como o iodeto de potássio. Para ser utilizado como antitussígeno, um farmacêutico, na preparação de um xarope de KI, dispõe no laboratório de duas soluções: 20 mL de solução aquosa de KI, cuja concentração é 40 g/L e 30 mL de solução aquosa de KI de concentração 50 g/L. Ao misturar essas duas soluções, qual é a concentração final da solução obtida em g/L?

3º Passo: propor e discutir soluções → conflito;

Nesse momento deve-se estimular o aluno a buscar a solução do problema e apresentar seu raciocínio, o que pode ser feito em pequenos grupos para proporcionar a troca de ideias e conhecimentos. Alguns pontos podem ser abordados, tais como:

- a) Apresentar a ideia de que se as soluções misturadas têm concentrações 40 g/L e 50 g/L, não será possível que a concentração obtida de sua mistura esteja fora desse intervalo. Portanto, a resposta esperada é um valor maior que 40 e menor que 50 g/L;
- b) Pedir aos alunos que calcule a média aritmética para os valores das duas concentrações e discutir em que situação a concentração final obtida pela mistura será igual ao valor da própria média aritmética. O professor pode fazer com que os alunos percebam que isso só aconteceria se os volumes misturados fossem iguais. Mas, como a solução 40 g/L foi utilizada em menor volume, a concentração da solução obtida deverá ser mais próxima da concentração 50 g/L;

Após as ações mediadoras anteriores é possível que alguns alunos já estejam construindo uma solução com o raciocínio de média ponderada. Assim estarão fazendo a transição entre uma simples aplicação de fórmulas, que pouco enriquece suas habilidades matemáticas, para solidificação do raciocínio lógico.

4º Passo: sistematização dos conhecimentos adquiridos → evolução;

Nessa etapa o professor deve voltar às perguntas iniciais e explicar o conceito matemático de média aritmética e média ponderada e assim demonstrar a solução do problema, além de enfatizar que a resposta pode ser obtida por puro raciocínio lógico-matemático, sem o uso de fórmulas decoradas.

Raciocínios semelhantes podem ser aplicados em vários momentos durante o ensino-aprendizagem de Química, o que evidencia que a aplicação mecânica de fórmulas prontas

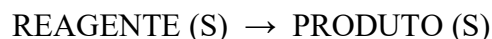
pode desperdiçar a chance para discussões interessantes envolvendo os fundamentos da Matemática nas aulas de Química.

5º Passo: aplicação dos conhecimentos adquiridos em novas situações → aprendizagem.

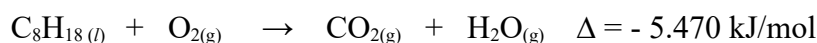
Finalmente, como última etapa da proposta está a aplicação do conhecimento, nesse momento toda a construção feita deve ser organizada de forma sistemática para corroborar com o entendimento da resolução do problema tornando a aprendizagem significativa e passível de ser aplicada em outras situações.

4.2 O balanceamento químico e os sistemas lineares

A Química apresenta uma linguagem própria, com símbolos e fórmulas para representação dos processos químicos. Para representar uma reação química usa-se uma equação química, na qual reagentes e produtos são separados por uma seta.

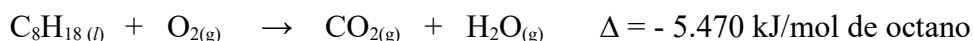


A equação química pode fornecer inúmeras informações a respeito do processo químico que ela representa. Por exemplo, a reação de combustão do octano, principal componente da gasolina:



A equação pode ser traduzida como: a combustão de 1 mol de octano líquido na presença de oxigênio gasoso gera gás carbônico e água no estado gasoso, e libera 5470 kJ de energia térmica.

Podemos perceber que a equação como está posta não obedece às leis ponderais que diz que a quantidade de átomos em ambos os membros deve ser igual, assim como nas equações matemáticas. Logo, a equação precisa ser balanceada, ou seja, acertar os coeficientes estequiométricos (indicam a quantidade de matéria) para que possa ter a mesma quantidade de átomos, nos reagentes e produtos, do mesmo elemento.



REAGENTES	PRODUTOS
8 átomos de carbono	1 átomo de carbono
18 átomos de hidrogênio	2 átomos de hidrogênio
2 átomos de oxigênio	3 átomos de oxigênio

No primeiro ano do ensino médio geralmente o balanceamento das equações é apresentado aos alunos por meio do “método da tentativa”. A escolha dessa abordagem pode muitas vezes gerar muitas frustrações, quando o aluno se depara com equações com a presença de um número maior de reagentes e produtos. Com o objetivo de reforçar os conceitos matemáticos pode-se propor aos alunos que façam a resolução utilizando o conceito de Sistemas Lineares.

PROBLEMA ORIGINAL: fazer o balanceamento da equação que representa a reação de combustão do octano.

Solução tradicional:

O método da tentativa implica seguir alguns passos que facilitam o procedimento, porém é necessário gravar o mecanismo. Já a resolução por meio de sistemas lineares desenvolve o raciocínio matemático, o que pode tornar mais interessante e desafiador o problema.

Solução empregando a metodologia proposta:

Levando em consideração os cinco passos descritos no referencial teórico. Planejamos a seguinte sequência didática:

1º Passo: levantamento de conhecimentos prévios e apresentação do problema → desafio;

OBJETIVO DO PROBLEMA: Balancear a reação de combustão do octano.

Primeiramente deve ser feita a apresentação do tema da aula “Balanceamento Químico”, além de deixar claro que o objetivo principal é que ao final da sequência didática os alunos possam realizar os cálculos estequiométricos de forma autônoma. Para pensar na situação acima podemos propor a resolução de equações e sistemas de equações simples e instigar a curiosidade e induzir o raciocínio dos alunos em relação ao significado do sinal de igual entre os dois membros de uma equação.

Logo em seguida podem ser feitas as seguintes perguntas:

- a) O que são equações químicas?
- b) O que é “balanceamento químico”? Qual a importância de fazê-lo?

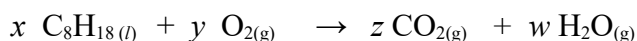
Os alunos devem ser incentivados a desenvolverem suas hipóteses e argumentos com relação ao tema da aula, com o objetivo de analisar seus conhecimentos prévios. Após a discussão espera-se que os alunos sejam capazes de reconhecer que uma equação química representa, de forma simbólica, a reação entre as substâncias reagentes para formação dos produtos. Mostrar para eles que, embora pareça complicado, escrever uma equação química é uma maneira mais simples de traduzir matematicamente o que ocorre na prática.

2º Passo: contextualizar e analisar o problema de modo interdisciplinar → significação;

Para promover a contextualização o problema pode ser apresentado da seguinte forma:

PROBLEMA CONTEXTUALIZADO: A gasolina é um dos combustíveis mais utilizados por veículos no mundo e um de seus principais componentes é o octano, que ao sofrer combustão produz, além de água e gás carbônico, energia térmica. Considerando que a equação abaixo não balanceada representa a combustão do octano, determine as proporções molares entre o octano queimado e o gás carbônico produzido.

Após a apresentação de forma contextualizada, deve-se mostrar para o aluno que a equação química pode ser reescrita de forma matemática:



3º Passo: propor e discutir soluções → conflito;

Nesse momento deve-se estimular o aluno a buscar a solução do problema e apresentar seu raciocínio, o que pode ser feito em pequenos grupos para proporcionar a troca de ideias e conhecimentos. Alguns pontos podem ser abordados, tais como:

a) Estimular os alunos a escreverem equações matemáticas que expressem separadamente a relação entre as quantidades de átomos de cada um dos elementos nos reagentes e nos produtos, levando em consideração os coeficientes hipotéticos já apresentados no passo anterior;

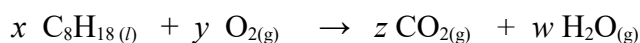


Tabela 3 – quantidade de átomos presentes na reação de combustão do octano

Elemento químico	Quantidade de átomos	
	Reagentes	Produtos
Carbono	8	1
Hidrogênio	18	2
Oxigênio	2	3

Fonte: elaborada pela autora.

Após os alunos verificarem as quantidades de cada elemento em cada um dos membros, pode-se apresentar as seguintes equações:

$$\begin{array}{l}
 \text{Carbono: } 8x = z \\
 \text{Hidrogênio: } 18x = 2w \\
 \text{Oxigênio: } 2y = w
 \end{array}
 \quad \Longrightarrow \quad
 \begin{cases}
 8x = z \\
 18x = 2w \\
 2y = 2z + w
 \end{cases}$$

b) pedir aos alunos que resolvam o sistema montado a fim de encontrar a menor solução inteira.

$$\begin{cases}
 8x = z & \text{I} \\
 9x = w & \text{II} \\
 2y = 2z + w & \text{III}
 \end{cases}$$

Algumas ações mediadoras podem ser retomadas, como por exemplo, mostrar aos alunos que as equações I e II já possuem coeficientes que podem ser substituídos em III. Assim:

$$2y = 2z + w \quad \Longrightarrow \quad 2y = 2 \times 8x + 9x \quad \Longrightarrow \quad 2y = 25x \quad \Longrightarrow \quad y = 12,5x$$

É possível que alguns alunos tentem construir uma solução com aplicação do que já sabem sobre sistemas de equações lineares. Assim farão a transposição entre o conceito aprendido e a aplicação em outra área do conhecimento.

4º Passo: sistematização dos conhecimentos adquiridos → evolução;

Nessa etapa o professor deve voltar às perguntas iniciais e explicar o conceito matemático de Sistemas Lineares e assim demonstrar a solução do problema, além de enfatizar que a resposta pode ser obtida por puro raciocínio lógico-matemático, sem o uso de fórmulas decoradas.

Após a relação estabelecida e a verificação de que o sistema em questão é do tipo possível e indeterminado (SPI), ou seja, admite infinitas soluções.

$$S = \{(x, y, z, w)\} \implies S = \{(x; 12,5 x; 8 x; 9 x)\}$$

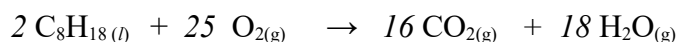
Estimulando a discussão dos possíveis resultados possivelmente teremos:

Se $x = 0$, temos $S = \{(0, 0, 0, 0)\}$ que é chamada de solução trivial, mas que é quimicamente desinteressante.

Se $x = 1$ temos $S = \{(1; 12,5; 8; 9)\}$ que também não é interessante, uma vez que buscamos coeficientes inteiros.

Se $x = 2$ temos $S = \{(2; 25; 16; 18)\}$ e assim evitamos coeficientes fracionários na equação.

Portanto a equação pode ser escrita com os coeficientes estequiométricos devidamente balanceados:

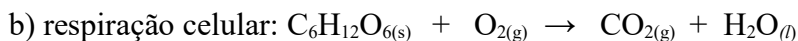
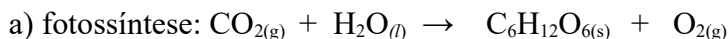


O que significa que para se queimar 2 mols de octano são necessários 25 mols de oxigênio. Essa combustão resultará em 16 mols de gás carbônico e 18 mols de água.

5º Passo: aplicação dos conhecimentos adquiridos em novas situações → aprendizagem.

Finalmente, como última etapa da proposta está a aplicação do conhecimento, nesse momento toda a construção feita deve ser organizada de forma sistemática para corroborar com o entendimento da resolução do problema tornando a aprendizagem significativa e passível de aplicada em outras situações.

Para isso pode-se propor o balanceamento de outras equações interessantes, como por exemplo:



4.3 O potencial hidrogeniônico e a escala logarítmica

O cálculo de pH muitas vezes é apresentado nas aulas de química de modo mecânico, no qual a fórmula é apresentada e na maioria dos livros didáticos vem a indicação de que ela

pode ser substituída de maneira prática. Alguns materiais sugerem que o pH é o expoente da concentração de íons hidrogênio quando o valor do pH é inteiro.

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] \implies 10^{-\text{pH}} = [\text{H}^+]$$

PROBLEMA ORIGINAL: calcule o pH de uma solução cuja concentração de íons hidrogeniônico é igual a 0,01 mol/L.

Solução tradicional:

Tradicionalmente o aluno é induzido a escrever a concentração em notação científica e depois aplicar o método prático, fugindo assim do conceito e aplicação de logaritmos:

$$\text{pH} = -\log 1 \cdot 10^{-2}, \text{ como } 10^{-\text{pH}} = [\text{H}^+], \text{ portanto } \text{pH} = 2$$

Solução empregando a metodologia proposta:

A interpretação correta da escala de pH depende do entendimento da função logarítmica. Com o objetivo de reforçar os conceitos e as propriedades dos logaritmos, vamos propor a sequência didática descrita nos 5 passos a seguir.

OBJETIVO DO PROBLEMA: Calcular o pH de soluções e comparar o grau de acidez ou basicidade.

1º Passo: levantamento de conhecimentos prévios e apresentação do problema → desafio;

Deve-se iniciar a aula com a exposição do tema “Potencial Hidrogeniônico – pH” para saber o que os alunos sabem sobre o assunto podemos fazer algumas perguntas, tais como:

- a) O que o pH indica?
- b) Como é medido?
- c) Vocês sabem o pH das substâncias?
- d) Qual o pH da água, o que isso significa?

A medida que os alunos conseguirem fazer as relações e responder aos questionamentos podemos passar para o próximo passo. E apresentar a situação-problema:

PROBLEMA CONTEXTUALIZADO: [adaptado PUC-RIO, 2008] O estômago produz suco gástrico constituído de ácido clorídrico, muco, enzimas e sais. O valor de pH no interior do estômago deriva, principalmente, do ácido clorídrico presente. Sendo o ácido clorídrico um ácido forte, a sua ionização é total em meio aquoso, e a concentração de H^+ em quantidade de matéria nesse meio será a mesma do ácido de origem. Com base nessas informações calcule o pH para uma solução aquosa de ácido clorídrico com concentração igual a 0,01 mol/L.

2º Passo: contextualizar e analisar o problema de modo interdisciplinar → significação;

Para promover a contextualização podemos usar o texto “Água alcalina não cura nada e nem devolve a juventude”, de Alicia Kowaltowski, médica, escrito para a Revista Questão de Ciência, no qual a autora explica de maneira até divertida as propriedades da água alcalina e desmitifica a crença que alguns anos circulam na internet dizendo que consumir alimentos básicos rejuvenesce e traz benefícios para a saúde.

A autora traz o conceito de pH e até apresenta a interpretação da escala logarítmica sem apresentar a fórmula para o cálculo do pH, nesse momento é interessante mostrar ao aluno como o conhecimento matemático é importante para entender alguns conceitos químicos.

3º Passo: propor e discutir soluções → conflito;

Nesse momento deve-se apresentar a fórmula de cálculo de pH juntamente o conceito de logaritmos para que os alunos possam lembrar e aplicar o que já sabem.

$$\text{pH} = - \log [\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = - \log 0,01$$

Mostrar aos alunos que a função logarítmica é a ferramenta para solução do problema.

4º Passo: sistematização dos conhecimentos adquiridos → evolução;

Nesse passo é importante os alunos escrever a solução do problema:

$$\text{pH} = - \log [\text{H}^+]$$

$$- \text{pH} = \log [\text{H}^+]$$

$$10^{-\text{pH}} = [\text{H}^+]$$

$$10^{-\text{pH}} = 0,01$$

$$10^{-2} = 0,01$$

Logo, o pH da solução é igual a 2, ou seja, confirma o que o enunciado diz sobre o ácido presente em nosso estômago.

5º Passo: aplicação dos conhecimentos adquiridos em novas situações → aprendizagem.

A partir dessa etapa pode-se propor a solução de várias outras situações análogas e ainda propor ao aluno para provar que $\text{pH} + \text{pOH} = 14$, com base na constante de ionização da água (K_w).

5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando eu comecei a dar aulas nunca me passou pela cabeça como eu deveria fazer. Na verdade eu tinha isso bem claro. Eu faria como os meus professores, daria aulas expositivas, afinal aprendi química assim. Depois de alguns anos na profissão fica evidente que esse modelo não basta, a cada ano é fácil perceber que os resultados que os meus alunos apresentam são piores. E a constatação é cruel, eu não consigo mais ensinar meus alunos como antes. É claro que a primeira alternativa é culpar o outro ou ainda as condições de trabalho, afinal eu continuava ensinando do mesmo jeito. Demorou pra eu perceber que o problema era esse, o fato de continuar ensinando do mesmo jeito e cobrando listas de exercícios, que em nada, ou muito pouco, contribui para a real aprendizagem, que eu acredito que é ensinar os alunos a usar o conhecimento adquirido para resolver problemas reais.

Nessa perspectiva, eu iniciei nesse programa de mestrado e considero ter conseguido com esse estudo apresentado ter encontrado uma proposta que atende aos meus anseios profissionais e pessoais. Ao iniciar a escrita desse trabalho pensei que fosse ser um processo de construção, mas na verdade foi um processo de desconstrução de conceitos e preconceitos. Algumas vivências de minha rotina escolar passaram a ser mais fatigante, como por exemplo, os encontros semanais para estudo, uma vez que apenas se destinavam ao diagnóstico dos problemas e a reclamações.

5.1 Objetivos alcançados

O problema estava diagnosticado. Era necessário fortalecer os descritores de matemática. O que eu precisava fazer era usar o conhecimento que havia adquirido para buscar soluções para os problemas encontrados na escola. Lendo mais sobre o assunto, encontrei em alguns autores os subsídios necessários para organizar de acordo com seus fundamentos as sequências didáticas propostas.

Sendo assim foram apontadas abordagens conceituais, procedimentais e atitudinais, pensando em propostas de intervenção pedagógica para aprendizagem de alguns conceitos de Matemática, por meio da organização de sequências didáticas voltadas para aula de Química, de forma ordenada, estruturada e articulada com os objetivos educacionais pretendidos, mostrando que é possível ao professor de Química colaborar de alguma forma para aprendizagem matemática e conseqüentemente melhorar os índices educacionais.

Conclui-se que a realização deste trabalho possibilitou uma reflexão sobre a necessidade de mudanças nas metodologias de ensino-aprendizagem de química.

5.2 Proposta de trabalhos futuros

Acreditamos que as sequências didáticas propostas são aplicáveis e podem ser desenvolvidas em turmas do ensino médio e por professores de outras disciplinas, como a física, a biologia, a geografia entre outras que de algum modo usam a matemática como ferramenta na construção do conhecimento, desde que sejam observados os critérios estabelecidos pelos autores referenciados.

Assim, o objetivo de aprimorar o conhecimento e conseqüentemente melhorar os índices educacionais podem ser alcançados mais facilmente, com o planejamento e execução de sequências didáticas, que podem favorecer a interdisciplinaridade e a contextualização. Além de contribuir para a formação continuada do docente, uma vez que é um processo dinâmico que implica no ato de planejar e replanejar o trabalho diário.

A aplicação das sequências didáticas propostas podem corroborar para sua aplicabilidade, como também apresentar falhas na sua elaboração que no futuro poderão ser sanadas por meio de novos estudos, com a mensuração dos resultados.

REFERÊNCIAS

BATISTA, F. R., **Química: Ensino Médio**. Curitiba: Editora Positivo, 2015.

BEJANARO; J. S., **A interdisciplinaridade no ensino de química**. UFBA, Bahia, 2010.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília, 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm>. Acesso em: 30 agosto de 2019.

_____. **Plano Nacional de Educação**: Lei nº 10.172. Brasília, 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110172.htm>. Acesso em: 30 agosto de 2019.

_____. **BRASIL. Plano Nacional de Educação**: Lei nº 13005/14. Brasília, 2014. Disponível em: <<http://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/125099097/lei-13005-14>>. Acesso em: 30 agosto de 2019.

_____. **Prova Brasil**: Avaliação do Rendimento Escolar. Brasília, 2011.

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

CÂMARA DOS SANTOS, M. **Algumas concepções sobre o ensino-aprendizagem em Matemática**. Educação Matemática em Revista, São Paulo, 12, São Paulo, 2002.

CERQUEIRA, D. S., **Estratégias didáticas para o ensino da Matemática**, 2013. <https://novaescola.org.br/conteudo/2197/estrategias-didaticas-para-oensino-da-matematica> (Acesso em 12/06/2019).

CHACÓN, I. M. G., **Matemática emocional**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

DANTE, L. R., **Matemática: contexto e aplicações**, volume 1 e 2. São Paulo: Editora Ática, 2013

DELORS, J. (Org). **Educação um tesouro a descobrir**: relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. São Paulo: Cortez/Brasília: Ministério da Educação e Cultura: UNESCO, 1998.

DRIVER, R. et al. **Construindo o conhecimento científico na sala de aula**. *Química Nova na Escola*. São Paulo, n. 9, p. 31-40, maio 1999.

FIorentini, D. Lorenzato, S., **Investigação em educação matemática**: percursos teóricos e metodológicos. 3. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2012. (Coleção formação de professores).

_____. **Alguns modos de ver e conceber o ensino da Matemática no Brasil**. Zetetiké: Revista de Educação Matemática. Campinas, SP, v. 3, n. 4, p. 1-38, nov. 1995. Disponível

em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8646877/15035>>. Acesso em: 22 de jan. 2017.

_____; NACARATO, A., **Cultura, formação e desenvolvimento profissional de professores que ensinam matemática**: investigando e teorizando a partir da prática. São Paulo: Musa Editora; Campinas, SP: GEPFPM-PRAPEM-FE/UNICAMP, 2005.

GARBI, G. G., **A rainha das ciências: um passeio histórico pelo maravilhoso mundo da matemática**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2007.

GATTI, B. A.; BARRETO, E. S. de S.; ANDRÉ, M. E. D. de A. (Orgs.). **Políticas docentes no Brasil**: um estado da arte. Brasília: UNESCO, 2011.

IMBERNÓN, Francisco. **Formação continuada de professores**. Tradução Juliana dos Santos Padilha. Porto Alegre: Artmed, 2010.

LEMBO. **Química realidade e contexto**. 1 ed. Volume Único. São Paulo: Editora Ática, 2000.

LIMA, E.L. **Logaritmo**. 2013. 5º edição. Editora SBM, Rio de Janeiro, 2013

LIMA, J. P. M. **Formação do Professor Reflexivo/Pesquisador em um Curso de Licenciatura em Química do Nordeste Brasileiro: Limites e Possibilidades**. São Cristóvão - SE, 2011. p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Núcleo de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade Federal de Sergipe, 2011.

MARIN, A. J. (Coordenadora)... [eta al.]. **Didática e trabalho docente**. 2º edição. Araraquara – SP: Junqueira & Marin, 2005.

MERIEU, P. **Aprender... sim, mas como?** 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998

MORETTI, V. D., **Educação Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental**: Princípios e práticas pedagógicas. São Paulo: Cortez, 2015.

_____. **Professores de matemática em atividade de ensino**: uma perspectiva histórico-cultural para a formação docente. 2007. 207 f. Tese (Doutorado em Educação) Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação, São Paulo, 2007.

OLIVEIRA, S. M. de, **As contribuições do projeto Sala de Educador para a alfabetização**: um estudo de caso. 2016. 185 f. Dissertação (Mestrado em Educação) Universidade do Estado de Mato Grosso, Instituto de Educação, Programa de Pós-Graduação, Cáceres, 2016.

PIAGET, J. **Sobre Pedagogia**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1998.

SANTOS, D. M. **O Desenvolvimento de Competências dos (as) Professores (as) de Química no Trabalho com Situações-Problema**. Recife, 2005. 115 p. Dissertação

(Mestrado em Ensino das Ciências). Departamento de Educação, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005.

SIMÕES NETO, J. E. **Abordando o Conceito de Isomeria por Meio de Situação-Problema no Ensino Superior de Química**. 2009. 120 f. Dissertação (Mestrado) - UFRPE, Recife, 2009.

SILVA, L. A. da, **Matemática na Escola: Narrativas de professoras sobre o processo de transição de Educação Infantil para o Ensino Fundamental**. 2016. 144 f. Dissertação (Mestrado em Educação) Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Educação, Programa de Pós-Graduação, Cuiabá, 2016.

SILVA, G. R. **A importância de ensinar matemática e como ensiná-la na educação infantil**. Rio de Janeiro, 2013.

USBERCO, J. SALVADOR, E. **Química Essencial**. São Paulo: Saraiva, 2001.

VASCONCELLOS, C. S. **Avaliação da Aprendizagem: Práticas de mudança – por uma práxis transformadora**. 9 ed. São Paulo: Libertad, 2008.

_____. **Planejamento: Projeto de Ensino-Aprendizagem e Projeto Político –Pedagógico – Elementos metodológicos para elaboração e realização**. 21. ed. São Paulo: Libertad Editora, 2010.

WALVY, O.W.C. **Construindo saber docente Interdisciplinar: a termogravimetria em um laboratório didático**. Tese de doutorado, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2008.

_____. **Interação entre a matemática e a química**. Centro Federal de Educação Tecnológica de química de Nilópolis, Rio de Janeiro, 2004.

ZABALA, A., **A prática educativa: como ensinar**. Trad. Ernani F. da Rosa – Porto Alegre: ArtMed, 1998.