



**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

ELLEN RODRIGUES CORRÊA

**O ENSINO DE ESTEQUIOMETRIA A PARTIR DOS PRESSUPOSTOS
DA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL**

**Bagé
2017**

ELLEN RODRIGUES CORRÊA

**O ENSINO DE ESTEQUIOMETRIA A PARTIR DOS PRESSUPOSTOS
DA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL**

Dissertação apresentado ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Renata Hernandez Lindemann

**Bagé
2017**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

C824 Corrêa, Ellen Rodrigues
O ENSINO DE ESTEQUIOMETRIA A PARTIR DOS PRESSUPOSTOS DA
TEORIA HISTÓRICO CULTURAL / Ellen Rodrigues Corrêa.
222 p.

Dissertação (Mestrado)-- Universidade Federal do Pampa,
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 2017.
"Orientação: Renata Hernandez Lindemann".

1. Ensino de Química. 2. Ensino de Estequiometria. 3.
Vygotsky. 4. Teoria Histórico Cultural. 5. Ensino
Aprendizagem. I. Título.

ELLEN RODRIGUES CORRÊA

**O ENSINO DE ESTEQUIOMETRIA A PARTIR DOS PRESSUPOSTOS
DA TEORIA HISTÓRICO CULTURAL**

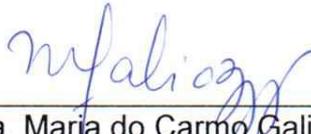
Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências.

Área de concentração: Ensino de Ciências

Dissertação defendida e aprovada em: 20 de junho de 2017.
Banca Examinadora:



Prof. Dra. Renata Hernandez Lindemann
Orientador
UNIPAMPA



Prof. Dra. Maria do Carmo Galiazzi
FURG



Prof. Dra. Amélia Rota Borges de Bastos
UNIPAMPA

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradeço a Deus por permitir que eu alcançasse esse sonho e tivesse forças para concretizá-lo até o final. Agradeço pelas oportunidades e também pelos desafios que surgiram e, não foram fáceis, mas permitiram o meu crescimento e conhecimento.

Agradeço especialmente e carinhosamente, a minha família e ao meu companheiro, pelo essencial apoio, paciência, auxílio, companheirismo, carinho, momentos de alegria, mas, também pela compreensão nos meus momentos de cansaço e tristeza.

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Renata Hernandez Lindemann, por me acompanhar durante toda a minha trajetória acadêmica, desde a graduação, dedicando um pouco do seu tempo a auxiliar e incentivar-me nestes caminhos percorridos sempre com muito carinho.

Aos professores do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências – MPEC, da UNIPAMPA, pelos ensinamentos e incentivo na nossa carreira profissional.

Aos colegas de mestrado pelos momentos que ficarão na lembrança, conhecimento, ideias, apoio, compartilhamento das horas alegres, mas, também das angústias,

A toda equipe diretiva, professores e funcionários, das duas escolas na qual leciono a disciplina de Química, pelo grande apoio, reconhecimento e incentivo durante o curso de mestrado e também neste trabalho.

A equipe diretiva da Escola Estadual de Ensino Médio Dr. Carlos Antônio Kluwe, pela permissão e acolhida à proposta. Além do convite e auxílio na divulgação deste trabalho, a partir da apresentação do mesmo em uma jornada pedagógica da escola, em Julho de 2016.

A toda equipe diretiva, do Colégio Auxiliadora por também acreditar neste trabalho e deixar “as portas abertas”, para que se necessário, o trabalho também pudesse ser realizado na mesma.

Aos alunos que aderiram e participaram voluntariamente como sujeitos desta pesquisa, o meu carinhoso agradecimento, pelo engajamento no processo e palavras mencionadas.

A todos os meus atuais e ex-alunos, pelo reconhecimento do meu trabalho e aprendizagens que proporcionaram a nós professores.

Aos amigos (as) que me incentivam e compreendem a minha ausência, nessa vida corrida de professora e também pesquisadora.

Ao Programa Observatório da Educação, da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES/Brasil, pela bolsa concedida a professores da Educação Básica, que permite ampliar o conhecimento, expandir estudos e, que também muito auxiliou no desenvolvimento da produção educacional e desta dissertação.

RESUMO

O presente trabalho contempla as investigações acerca de uma intervenção realizada por meio de uma sequência de ensino, que abordou os conteúdos relacionados à estequiometria. Teve como objetivo compreender o ensino e o aprendizado destes conteúdos, de estudantes de uma turma de 2º ano do Ensino Médio, de uma escola pública da cidade de Bagé, no Rio Grande do Sul. A pesquisa realizada e as aulas tiveram referência nos pressupostos de Vygotsky. Assim, as relações interpessoais foram valorizadas durante as atividades didáticas, e conceitos como mediação e Zona de Desenvolvimento Proximal, ganharam destaque. No que tange à estequiometria percebe-se que esta é mencionada, por diferentes autores, como um conteúdo de difícil compreensão pelos estudantes. Porém, é considerada como um importante conhecimento da Química, vinculado diretamente com a atuação da ciência na sociedade. As atividades desempenhadas em sala de aula contaram com recursos variados, como experimentos e um jogo de tabuleiro. A análise da intervenção foi realizada por meio da Análise Textual Discursiva. Dentre os principais resultados destacamos a melhoria da motivação, do engajamento e da participação dos estudantes. Consideramos que houve a melhoria do ensino e da aprendizagem, por meio da interatividade entre os próprios alunos e os alunos e a professora.

Palavras-chave: Estequiometria. Ensino-aprendizagem. Vygotsky.

ABSTRACT

The present work contemplates the investigations about an intervention made through a teaching proposal, which approached the contents related to stoichiometry. The objective of this study was to understand about the teaching and learning of these contents, from students of a 2nd grade high school class, of a public school in the city of Bagé, Rio Grande do Sul. The research done and the classes had reference in the assumptions of Vygotsky. Thus, interpersonal relations were valued during didactic activities, and concepts such as mediation and Zone of Proximal Development, gained prominence. As far as stoichiometry is concerned, it is perceived that this is mentioned by different authors as a content difficult to understand by students. However, it is considered as an important knowledge of Chemistry, directly linked to the performance of science in society. Classroom activities featured a variety of resources, such as experiments and a board game. The analysis of the intervention was performed through Discursive Textual Analysis. Among the main results we highlight the improvement of student motivation, engagement and participation. We believe that there was an improvement in teaching and learning, through interactivity between the students themselves and the students and the teacher.

Keywords: Stoichiometry. Teaching and learning. Vygotsky.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização de Bagé no Rio Grande do Sul e no Brasil	52
Figura 2 – Escola Estadual de Ensino Médio Dr. Carlos Antônio Kluwe	53
Figura 3 – Rubrica utilizada para avaliação nos Encontros V e VI.....	57
Figura 4– Imagens do vídeo apresentado no Encontro I	63
Figura 5 – Imagens do experimento sendo apresentado no Encontro I.....	63
Figura 6 – Imagem dos modelos macroscópicos elaborados pela autora.....	64
Figura 7 – Imagens do Encontro IV durante sua realização.....	65
Figura 8 – Imagens do experimento do Encontro V durante sua realização.	66
Figura 9 – Imagem do tabuleiro do Jogo “Mercado Estequiométrico”	67
Figura 10 – Grupo de alunos resolvendo questão do jogo.	68
Figura 11– Respostas significativas dos alunos quanto às unidades de medida do cotidiano.	70
Figura 12 – Respostas significativas dos alunos quanto às unidades de Química identificadas pelos estudantes após o vídeo.....	71
Figura 13 – Respostas dos alunos quanto a conceitos científicos.	73
Figura 14 – Respostas dos alunos quanto à questão: “A massa de um átomo (Massa Atômica) pode ser relacionada com a grama?”	74
Figura 15 – Respostas dos alunos relacionadas à Constante de Avogadro.	75
Figura 16 – Respostas dos alunos quanto à questão: “O experimento facilitou sua compreensão a respeito da constante? O que você entendeu da Constante de Avogadro?” ...	78
Figura 17 – Recorte das resoluções de A.10 no desafio prévio.....	80
Figura 18 – Recorte das resoluções de A.10 no segundo desafio.	80
Figura 19 – Recorte das resoluções de A.15 no desafio prévio.....	81
Figura 20– Recorte das resoluções de A.15 no segundo desafio.	82
Figura 21 – Recorte das resoluções de A.8 no desafio prévio.....	83
Figura 22 – Recorte das resoluções de A.8 no segundo desafio.	83
Figura 23 – Recorte do segundo desafio de A.3.....	84
Figura 24 – Recorte do segundo desafio de A.20.....	85
Figura 25 – Recorte do desafio prévio de A.12.....	85
Figura 26 – Recorte do segundo desafio de A.12.....	86
Figura 27 – Recorte do desafio prévio de A.2.....	87
Figura 28 – Recorte do segundo desafio de A.2.....	88
Figura 29 – Gráfico Comparativo acerca dos desafios vinculados ao Encontro III.	89

Figura 30 – Diálogo durante o Encontro IV dos alunos A.12, A.17, A.18 e A.23.....	91
Figura 31 – Diálogo do Encontro IV da professora regente e alunos A.15, A.22, A13.....	92
Figura 32 – Análise da Rubrica do Encontro V durante avaliação dos alunos.	95
Figura 33 – Análise da Rubrica do Encontro VI durante avaliação dos alunos.....	98
Figura 34 – Enunciado do Exercício Final referente ao Encontro VI.	99
Figura 35 – Análise do Exercício Final – Encontro VI.	99
Figura 36 – Recorte da Resolução de A.1 – Encontro VI.	100
Figura 37 – Recorte da Resolução de A.10 – Encontro VI.	100
Figura 38 – Enunciado da avaliação final – Encontro VII.	101
Figura 39 – Questão 1 da avaliação final – Encontro VII.	101
Figura 40 – Análise da questão 1 de alguns alunos do Encontro VII –.....	102
Figura 41 – Enunciado das questões 2, 3, 4 e 5 – Encontro VII.....	103
Figura 42 - Resolução de A.4.	103
Figura 43 – Análise das resoluções dos alunos no Encontro VII quanto ao tipo de erro.....	104
Figura 44 – Imagens dos estudantes durante a realização do jogo em sala de aula.	106
Figura 45 – Imagem da realização do jogo em sala de aula.	107
Figura 46 – Recorte do desafio prévio de A.1 – Encontro III.	109
Figura 47 – Recorte do segundo desafio de A.1 – Encontro III.	109
Figura 48 – Recorte da atividade resolvida por A.1 – Encontro VI.	110
Figura 49 – Recorte do segundo desafio de A.12 – Encontro III.	111
Figura 50 – Recorte da atividade de A.12 – Encontro IV.	112
Figura 51 – Exercícios de A.19 – Encontro V.....	115
Figura 52 – Recorte do Desafio prévio de A.8 referente a questão 1 – Encontro III.	116
Figura 53 – Resolução do Desafio do Encontro IV por A.8.	116
Figura 54 – Avaliação Final de A.7 – Encontro VII.	118
Figura 55 – Imagens demonstrando alunos realizando atividade em grupo.....	122

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Delineamento da sequência de ensino	61
Quadro 2 – Comparação de algumas respostas dos alunos quanto a unidades do cotidiano e da Química.	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATD – Análise Textual Discursiva

B – Bom

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

E – Excelente

EDEQ – Encontro de Debates sobre o Ensino de Química

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

FPS – Funções Psicológicas Superiores

I – Insatisfatório

IDEAU – Instituto de Desenvolvimento Educacional do Auto-Uruguaí

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira

MB – Muito Bom

MPEC – Mestrado Profissional em Ensino de Ciências.

OCNEM – Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio

PNLD – Programa Nacional do Livro Didático

RASBQ – Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira de Química

SEDUC – Secretaria de Educação do Estado do Rio Grande Do Sul

UERGS – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

UNINTER – Centro Universitário Internacional

UNIPAMPA – Universidade Federal do Pampa

URCAMP – Universidade da Região da Campanha

ZDP – Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....	12
2 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS DE VYGOTSKY	17
2.1 Introdução a Teoria de Vygotsky: As funções psicológicas superiores e a mediação.....	17
2.2 Desenvolvimento e aprendizagem para Vygotsky: A Zona de Desenvolvimento Proximal	22
2.3 Implicações da teoria de Vygotsky no ambiente escolar.....	26
2.4 A formação de conceitos na teoria de Vygotsky	33
3 UM OLHAR SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA.....	39
3.1 A estequiometria.....	39
3.1.1 Os conteúdos relacionados à estequiometria.....	43
3.2 Ensino de Química e Vygotsky	46
4 PERCURSOS METODOLÓGICOS: DA PESQUISA E DA PRODUÇÃO EDUCACIONAL	52
4.1 O contexto da pesquisa.....	52
4.2 Instrumentos utilizados para coleta de informações	54
4.2.1 Rubricas: Um instrumento utilizado para avaliação	55
4.3 Metodologia da pesquisa.....	58
4.4 Metodologia da produção educacional	61
5 METATEXTOS: DESCRIÇÃO, ANÁLISE, DISCUSSÕES E REFLEXÕES	69
5.1 Apreciação das atividades aplicadas durante a sequência de ensino.....	69
5.2 Apropriação dos cálculos químicos.....	109
5.3 A interação nas aulas de Química e o olhar dos estudantes a respeito das aulas	119
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	125
REFERÊNCIAS	129
APÊNDICE A	135
APÊNDICE B.....	136
APÊNDICE C	202
APÊNDICE D	207
APÊNDICE E.....	209
APÊNDICE F.....	215
APÊNDICE G	222

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Esta dissertação é fruto da constante busca por aperfeiçoamento profissional, reflexões acerca do ofício docente e procura pela melhoria da atividade como professora de Ensino Médio. Nesse sentido, não há como não repensar e destacar aspectos da trajetória de formação e experiências que me constituem a professora de Química que sou e me faço a cada dia.

Enquanto aluna do Curso de Licenciatura em Química, desta mesma Universidade, sempre busquei a reflexão e o estudo. Enquanto cursava os componentes curriculares de Estágio Supervisionado, aprendi muito sobre realizar o planejamento de cada conteúdo e assim, sempre pensava quanto à melhor metodologia e recurso, para cada aula a ser realizada. Nesse contexto, cabe destacar a pesquisa realizada no Trabalho de Conclusão de Curso, de aspecto quantitativo e qualitativo, acerca de publicações relacionadas ao uso de jogos e lúdicos apresentados em eventos de Química (CORRÊA, 2013). Após obter o grau de Licenciada em 2013, iniciei uma pós-graduação em Metodologias no Ensino de Biologia e Química, realizada a distância através do Centro Universitário Internacional UNINTER, a qual conclui no final do ano de 2014. Nesta especialização escrevi o trabalho intitulado “Revista Química Nova na Escola: Ferramenta mediadora do ensino de Química.” Nesta época, fui aprovada no Concurso Público da Secretaria de Educação do Estado do Rio Grande do Sul (SEDUC) para exercer a função de professora da disciplina de Química, conquista que me deixou muito feliz. Desde fevereiro de 2014 até o presente momento, exerço a atividade de docente dessa disciplina no Ensino Médio, em uma escola da rede pública estadual e também em uma escola da rede privada, ambas situadas na cidade de Bagé, município localizado na região do Pampa, no Sudoeste, do Rio Grande do Sul.

Quanto à disciplina de Química, podemos dizer que a sua abordagem no Ensino Médio visa proporcionar ao estudante aspectos acerca de como ocorrem fenômenos, transformações, composição de substâncias e produção de materiais. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PCNEM:

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

Assim é possível observar que atualmente é exigência da vida em sociedade que o aluno se torne um cidadão responsável, capaz de refletir acerca de processos e assim, tomar suas próprias decisões, possuindo conhecimentos científicos que permitam a este julgar informações a ele apresentadas acerca da ciência, tecnologia, ambiente, política, economia e sociedade. Nesse sentido, destaca-se que os conhecimentos da Química necessitam esclarecer ao estudante que possuem relações com a vida ao seu redor, a qual é intimamente relacionada a um mundo construído por um viés cultural e social ao longo da história.

As Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – OCNEM (BRASIL, 2006) reconhecem que o desenvolvimento de habilidades e a apropriação de conceitos, linguagem e modelos específicos, relacionados aos conhecimentos de química, podem permitir entender e agir no mundo, bem como relacionar importância aos conceitos em situações vivenciadas pelos alunos ou que estes irão vivenciar.

Desse modo, é possível afirmar que, a partir da apropriação, ou seja, da compreensão, dos alunos a respeito de conteúdos relacionados à química, este pode articular o conhecimento científico, aprendido no âmbito escolar, a suas atividades de vivência diária e à mesma como as atividades industriais, percebendo assim, a importância dos conhecimentos químicos. Diante dos seus diversos conteúdos, temos a estequiometria, a qual está diretamente relacionada às produções industriais e a algumas atividades diárias, como a produção de um bolo, por exemplo, que já engloba diversos tópicos do conteúdo em questão. Nesse mesmo enfoque, Santos (2013) reconhece a estequiometria como relacionada à indústria e a vida dos estudantes.

A estequiometria é considerada como o estudo relacionado à medida das quantidades em uma reação química. Em contrapartida, é considerada como um assunto, no qual os estudantes apresentam as mais diversas dificuldades. O título do trabalho de Gomes e Macedo (2007, p.1) “Cálculos estequiométricos: o terror nas aulas de Química”, já confirma esta colocação. Segundo alguns autores (GOMES; MACEDO, 2007; COSTA; SOUZA, 2013), a forma como este conteúdo é abordado na sala de aula (pois geralmente não há realização de práticas) e a sua relação com a Matemática (devido à realização dos cálculos), estão relacionadas a essas dificuldades. Destaca-se também que este conhecimento químico é muito amplo, possuindo relação com muitos conceitos, que são necessários à sua compreensão, dentre os quais podemos citar o mol, a Constante de Avogadro, as relações de massa (Massa Atômica, Massa Molecular e Massa Molar), entre outros. Autores, como Migliato Filho (2005); Vilches e Pérez (2010) e Costa e Souza (2013), reconhecem essa importância dos conhecimentos relacionados à estequiometria.

A partir do reconhecimento de que o ensino da estequiometria e, também os seus conteúdos relacionados, necessitam ser desmitificados e, ao longo da minha “pequena” trajetória atuando como professora regente, de Química, possibilitou-me perceber a necessidade de pesquisar recursos relacionados a este conteúdo, visando proporcionar uma melhoria do seu ensino-aprendizagem e torná-lo mais dinâmico. A partir dessas apreensões e também da apreciação de que os conhecimentos relacionados e abrangidos pela estequiometria são de suma importância, decidi por desafiar-me na idealização e elaboração de uma produção educacional, que se concretiza na realização deste trabalho.

Em consonância com as ideias apresentadas e da reflexão de que o conhecimento pode ser construído através da atuação docente, em interação com seus alunos e também com os conteúdos, este trabalho, possui seu embasamento na teoria histórico-cultural de Vygotsky. Segundo Neves e Damiani (2006, p. 7) “é possível constatar que o ponto de vista de Vygotsky é de que o desenvolvimento humano é “[...] produto de trocas recíprocas, que se estabelecem durante toda a vida, entre indivíduo e meio, cada aspecto influenciando sobre o outro.” De tal modo, percebe-se a importância da interação estabelecida entre os indivíduos, no contexto educacional entre os próprios alunos, estudante e recursos metodológicos e entre alunos e professores. Assim, todas as atividades realizadas buscaram orientação para serem elaboradas e concretizadas nas ideias vygotskianas.

A dissertação apresentada abrange os conteúdos relacionados à estequiometria, iniciando sua abordagem nos conceitos referentes aos aspectos quantitativos da matéria (mol, Constante de Avogadro, relações de massa) e contemplando parte do estudo da estequiometria. O objetivo geral é o de compreender o ensino-aprendizagem de estudantes de Ensino Médio, a respeito das relações estequiométricas, a partir do desenvolvimento de uma sequência de ensino, que é balizada nos pressupostos de Vygotsky, tais como: interação, mediação, Zona de Desenvolvimento Proximal, instrumentos, signos, linguagem, conceitos espontâneos e formação de conceitos científicos. E como objetivos específicos destacam-se:

- Melhorar o ensino e a aprendizagem da estequiometria;
- Relatar a formação do conceito científico;
- Contribuir com discussões a respeito do ensino de estequiometria.

Cabe informar que a escolha pela escrita Vygotsky foi selecionada, uma vez que esta é facilmente encontrada em trabalhos nacionais e internacionais. E também por já ter sido adotada, desta forma, em trabalhos anteriores. Cabe destacar ainda que autores como Oliveira (1991) e Rego (1995), reconhecidos em suas pesquisas quanto à teoria vygotskyana, optam também pela grafia Vygotsky. Prestes (2010) reconhece a existência de inúmeras

transliterações, que foram adotadas para o nome deste teórico, porém, a autora escolhe adotar a grafia Vygotski. Segundo ela, pelo nome Vygotski melhor se adequar a ortografia brasileira.

Esta dissertação está organizada em seções. Na seção 2 apresentamos e discutimos os pressupostos teóricos de Vygotsky, empregado como referência na elaboração, análise, reflexão e discussões do presente trabalho de pesquisa. Cabe ressaltar que as ideias vygotskianas foram “a base” na elaboração da produção educacional, nas atividades realizadas, e no modo de atuação como professora em sala de aula.

Na seção 3 contemplamos um olhar sobre o ensino de Química, apreciando quanto à estequiometria e realizando uma articulação entre o ensino de Química e a sua relação com as teorizações vygotskianas. No que diz respeito à estequiometria e a Química apreciamos estudos e pesquisas relacionados, além de discussões teóricas referentes à temática. De modo a explanarmos quanto a dificuldades de ensino-aprendizagem, recursos e técnicas didáticas utilizadas. Além disso, também discutimos quanto aos conteúdos que se relacionam à estequiometria. Com relação à Vygotsky buscamos pesquisas da área que se embasaram em suas ideias, visando assim, apresentar como seus princípios têm sido colocados em prática na sala de aula de Química.

A seção 4 abrange todo o procedimento metodológico: o contexto de realização da pesquisa, os métodos que a configuraram, a análise e a produção educacional elaborada. Nesta seção destacamos também, os instrumentos utilizados para coleta de dados, dentre os quais, explanamos acerca das Rubricas, como uma ferramenta para avaliação dos estudantes.

A seção 5 aborda os metatextos, que abrangem as discussões e reflexões provenientes da implementação da sequência de ensino, por meio do olhar de cada uma das atividades de um a um dos alunos participantes como sujeitos desta pesquisa. Assim, apresentamos três categorias que surgiram, na busca de percebermos como foi a evolução dos alunos e da sequência de ensino junto as ideias de Vygotsky.

Na seção 6, final, trazemos as considerações finais, na qual são mencionadas as percepções, constatações, aprendizagens e possibilidades que a realização deste trabalho proporcionou. Também acrescentamos nesta, argumento sobre a relevância das atividades incorporadas como promotoras de aprendizagem, bem como destacam-se algumas observações quanto a realização da pesquisa e sinalizam-se perspectivas futuras.

Enfim, esta dissertação apresenta as vivências de um processo de ensino dinâmico e interativo, que proporcionou mudar o cenário das aulas da pesquisadora relacionadas à estequiometria. Abrange também a produção educacional, produto da pesquisa da mestranda aplicada em sala de aula, e parte essencial da realização deste trabalho. Esta produção se

encontra no Apêndice B da presente Dissertação.

2 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS DE VYGOTSKY

A seguir apresentamos o aprofundamento teórico realizado acerca das ideias de Vygotsky, utilizado como referência da produção educacional e reflexão de toda pesquisa desenvolvida. Esta seção foi subdividida em quatro itens, a saber:

- Introdução a Teoria de Vygotsky: As funções psicológicas superiores e a mediação.
- Desenvolvimento e aprendizagem para Vygotsky: A Zona de Desenvolvimento Proximal.
- Implicações da teoria de Vygotsky no ambiente escolar.
- A formação dos conceitos na teoria de Vygotsky.

2.1 Introdução a Teoria de Vygotsky: As funções psicológicas superiores e a mediação

Os pressupostos de Vygotsky atribuem atenção especial ao desenvolvimento do comportamento humano, estudando aspectos como o pensamento, linguagem, formação de conceitos, ensino e aprendizagem. De acordo com Oliveira (1991, p.23) Vygotsky apropria-se de uma visão que engloba “o homem enquanto corpo e mente, enquanto ser biológico e ser social, enquanto membro da espécie humana e participante de um processo histórico”. As ideias de Vygotsky levam em consideração não só o amadurecimento biológico do sujeito, mas suas relações sociais são capazes de influenciar no seu desenvolvimento.

Vygotsky nasceu em 1896 na União Soviética e morreu prematuramente aos 37 anos, vítima de tuberculose, ainda assim dedicou-se a compreensão de diversas áreas, dentre elas a educação, na qual atualmente suas ideias são amplamente reconhecidas. Sua teoria é denominada de diferentes formas como sócio-histórica (MIRANDA, 2005; NEVES e DAMIANI, 2006), histórico-cultural (FINO, 2001; CASTRO e ALVES, 2012), Sociocultural (CUNHA e GIORDAN, 2012; CORRÊA, 2013), dentre outras. Prestes (2010) reconhece essa polissemia de denominações, e destaca que Vygotsky não formulou nenhum tipo de “nomenclatura” para seus estudos. Nesta dissertação optamos pela escolha de histórico-cultural para referenciar a teoria vygotskyana.

A teoria histórico-cultural baseia-se em estudar o comportamento humano, levando em conta suas relações sociais/ culturais ao longo de sua vida (históricas), como podemos observar:

Desde os primeiros dias do desenvolvimento da criança, suas atividades adquirem um significado próprio num sistema de comportamento social e, sendo dirigidas a

objetivos definidos, são refratadas através do prisma do ambiente da criança. O caminho do objeto até a criança e desta até o objeto passa através de outra pessoa. Essa estrutura humana complexa é o produto de um processo de desenvolvimento profundamente enraizado nas ligações entre história individual e história social. (VYGOTSKY, 2007, p. 20).

De tal modo, a criança é influenciada desde o seu nascimento pelo ambiente e convívio social ao qual está inserida, necessitando inicialmente de outra pessoa para realizar suas atividades; de forma que o extrato acima atenta que a formação do indivíduo perpassa nas relações produzidas ao longo de sua trajetória individual e sociocultural. O desenvolvimento do indivíduo para Vygotsky (2007) leva em conta: os processos elementares, de origem biológica, e as funções psicológicas superiores, de origem sociocultural. Portanto observa-se o desenvolvimento como oriundo de funções que já nascem com o indivíduo e de outras que são adquiridas por meio da relação social e cultural deste com o ambiente em que se encontra ao longo de sua vida.

As funções psicológicas superiores (FPS) segundo diversos autores (OLIVEIRA, 1991; REGO, 1995; PRESTES, 2010) abrangem na perspectiva de Vygotsky as capacidades específicas do ser humano como pensamento lógico, memória, imaginação, planejamento. São operações as quais realizamos por atos voluntários e intencionais, que nos permitem viver de forma independente, mas que se originam ao longo do tempo por intermédio das relações entre os indivíduos. Assim, cabe destacar:

[...] o comportamento do homem é formado pelas peculiaridades e condições biológicas e sociais do seu crescimento. O fator biológico determina a base, o fundamento das reações inatas, e o organismo não tem condição de sair dos limites desse fundamento, sobre o qual se erige um sistema de reações adquiridas. Nesse caso aparece com plena evidência o fato de que este novo sistema de reações é inteiramente determinado pela estrutura do meio onde cresce e se desenvolve o organismo. Por isso toda a educação é de natureza social, queira ou não. (VYGOTSKY, 2004, p.63).

Dessa forma, observa-se que o ser humano nasce com estruturas biológicas já determinadas que constituam a base para a evolução do comportamento, mas a partir das quais sua trajetória de formação será capaz de originar novas funções, dependentes do meio social em que este se encontra inserido, e independente da sua própria vontade, que o leva a caracterizar a educação como inseparável da experiência social. Segundo Prestes:

Vigotski não negava a importância do biológico no desenvolvimento humano, mas afirmava que é ao longo do processo de assimilação dos sistemas de signos que as funções psíquicas biológicas transformam-se em novas funções, em funções psíquicas superiores. Para ele, todo o processo psíquico possui elementos herdados

biologicamente e elementos que surgem na relação e sob a influência do meio. No entanto, as influências podem ser mais ou menos significativas para o desenvolvimento biológico dependendo da idade em que ocorrem. (PRESTES, 2010, p.36).

Assim observa-se a importância do caráter sociocultural, da influência do outro, para o desenvolvimento das FPS e educação do sujeito, diferente dos processos elementares que como já mencionado são de origem biológica. Além disso, conforme a idade, o desenvolvimento biológico a influência pode ser mais ou menos significativa para o sujeito. Segundo Coelho e Pisoni para Vygotsky:

O desenvolvimento do psiquismo humano é sempre mediado pelo outro que indica, delimita e atribui significados à realidade. Dessa forma membros imaturos da espécie humana vão aos poucos se apropriando dos modos de funcionamento psicológicos, comportamento e cultura. (COELHO; PISONI, 2012, p.144).

Nesse sentido, é importante destacar Rego (1995), a qual sinaliza embasada em Vygotsky, que por meio da mediação é que se desenvolvem as FPS. A mediação é um dos conceitos mais destacados na teoria vygotskyana, caracterizada como a inserção de “um componente” para a ocorrência das relações, o que se pode observar na referência realizada por Oliveira (1991, p. 26): “Mediação em termos genéricos, é o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação; a relação deixa então de ser direta e passa a ser mediada por esse elemento. ” Destarte é importante mencionar o próprio Vygotsky (2008, p.7) o qual destaca “A transmissão racional e intencional da experiência e pensamento a outros requer um sistema mediador [...]. ” Isto posto percebe-se que a falta destes “mediadores” ocasiona a impossibilidade de difusão da cultura e comunicação entre as pessoas. Vygotsky (2007) menciona a atividade indireta ou mediada como passível de ser realizada por instrumentos e signos. Segundo Vygotsky ambos orientam de forma diferente o comportamento humano, destacando:

A função do instrumento é servir como um condutor da influência humana sobre o objeto da atividade; ele é orientado externamente; deve necessariamente levar a mudanças nos objetos. Constitui um meio pelo qual a atividade humana externa é dirigida para o controle e domínio da natureza. O signo, por outro lado, não modifica em nada a objeto da operação psicológica. Constitui um meio da atividade interna dirigido para o controle do próprio indivíduo; o signo é orientado internamente. Essas atividades são tão diferentes uma da outra, que a natureza dos meios por elas utilizados não pode ser a mesma. (VYGOTSKY, 2007, p. 55).

Assim é possível observar que os instrumentos se atribuem a artefatos utilizados pelo homem como um objeto para concretizar uma operação, como modificar objetos, já os signos

seriam instrumentos orientados para o próprio indivíduo, sendo um meio pessoal para orientar atividades do seu controle próprio, atuando como instrumentos psicológicos. De acordo com Oliveira (1991) o instrumento é elaborado com uma finalidade e possui intrínseco a si a função para a qual foi criado, pode ser utilizado como meio para agir sobre um objeto. Como exemplo, uma vasilha que permite armazenar água.

No que tange aos signos Oliveira destaca que:

A invenção e o uso de signos como meios auxiliares para solucionar um dado problema psicológico (lembrar, comparar coisas, relatar, escolher, etc.), é análoga à invenção e uso de instrumentos, só que agora no campo psicológico. O signo age como um instrumento da atividade psicológica de maneira análoga ao papel de um instrumento de trabalho. Os instrumentos, porém, são elementos externos ao indivíduo, voltados para fora dele; sua função é provocar mudanças nos objetos, controlar processos da natureza. Os signos, por sua vez, também chamados por Vygotsky de “instrumentos psicológicos”, são orientados para o próprio sujeito, para dentro do indivíduo; dirigem-se ao controle de ações psicológicas, seja do próprio indivíduo, seja das outras pessoas. São ferramentas que auxiliam nos processos psicológicos e não nas ações concretas, como os instrumentos. (OLIVEIRA, 1991, p.30).

Nesse sentido, caracterizam-se como instrumento as ferramentas que o indivíduo usa para concretizar ações, sendo que estas ferramentas se apresentam com uma função específica, para a qual se sabe exatamente o porquê de utilizá-la. Um exemplo disso é quando utilizamos uma caneta e um caderno para escrever os conhecimentos de sala de aula, a caneta é um instrumento utilizado para escrever no caderno que é por sua vez empregado para “guardar” as escritas realizadas; ambos possuem funções específicas que justificam o seu emprego. Já os signos são as interpretações acerca dos processos, os utilizamos para auxiliar tarefas e compreensões, por exemplo, a palavra caderno é um signo utilizado para sabermos do que se trata o próprio caderno. Para Vygotsky:

Todas as funções psíquicas superiores são processos mediados, e os signos constituem o meio básico para dominá-las e dirigi-las. O signo mediador é incorporado à sua estrutura como parte indispensável, na verdade a parte central do processo como um todo. Na formação de conceitos, esse signo é a *palavra*, que em princípio tem o papel de meio na formação de um conceito e, posteriormente, torna-se o seu símbolo. (VYGOTSKY, 2008, p.70 – Grifo do autor).

A partir dessa constatação abrange-se que o signo é a própria designação utilizada para que possamos realizar a formação das ideias, conceitos, compreensões, entre outros. Para Oliveira (1991, p. 30) “Signos podem ser definidos como elementos que representam ou expressam outros objetos, eventos, situações. A palavra mesa, por exemplo, é um signo que

representa o objeto mesa; o símbolo três (3) é um signo para a quantidade três [...].” Corroborando com estas ideias cabe destacar que Vygotsky (2001) atribuiu a linguagem humana como de suma importância para a comunicação entre as pessoas, segundo ele, esta surgiu pela necessidade de comunicação durante o trabalho e é somente por meio desta que podemos transmitir ideias e experiências, na ausência desse sistema de compreensão somente ocorre o sistema de comunicação mais primitivo, como observa-se nos animais. Nas palavras de Vygotsky (2001, p.11) “A função da linguagem é a comunicativa. A linguagem é, antes de tudo, um meio de comunicação social, de enunciação e compreensão. Assim, a linguagem possui relação com o pensamento como podemos perceber nas palavras embasadas em Vygotsky de Oliveira:

É no significado que se encontra a unidade das duas funções básicas da linguagem: o intercâmbio social e o pensamento generalizante. São os significados que vão propiciar a mediação simbólica entre o indivíduo e o mundo real, constituindo-se no “filtro” através do qual o indivíduo é capaz de compreender o mundo e agir sobre ele. (OLIVEIRA, 1991, p. 48).

Dessa forma, observa-se a linguagem como de suma importância para as relações entre o sujeito e o meio em que está inserido. Uma vez que, propicia o ato de se comunicar e de pensar. Nesse sentido, pode se considerar que para haver comunicação e pensamento primeiro é preciso significado. E assim, destaca-se a importância do sentido atribuído a uma palavra, um signo, pois sem o conhecimento da sua acepção, não há possibilidade de comunicação e nem de pensamento. Segundo Vygotsky:

[...] a verdadeira comunicação requer significado- isto é generalização – tanto quanto signos. [...]. Somente assim a comunicação torna-se, de fato, possível, pois a experiência do indivíduo encontra-se apenas em sua própria consciência e é, estritamente falando, não comunicável. Para se tornar comunicável, deve ser incluída, numa determinada categoria que, por convenção tácita, a sociedade humana considera uma unidade. (VYGOTSKY, 2008, p.7).

Dessa forma, percebe-se a importância do consenso entre a sociedade no que tange o significado de uma palavra ou signo, somente quando este pertencer a uma categoria estará relacionado a um grupo de fenômenos, ideias e quando já for de conhecimento do sujeito, poderá ocorrer então à comunicação. Cabe ainda destacar ainda:

O uso de meios artificiais – a transição para a atividade mediada – muda, fundamentalmente, todas as funções psicológicas, assim como o uso de instrumentos amplia de forma ilimitada a gama de atividades em cujo interior as novas funções psicológicas podem operar. Nesse contexto, podemos usar o termo função

psicológica superior ou comportamento superior com referência à combinação entre o instrumento e o signo na atividade psicológica. (VYGOTSKY, 2007, p.56).

Desta maneira, a mediação, realizada por meio de instrumentos ou signos (no qual se inclui a linguagem), caracteriza o desenvolvimento das FPS, ou seja, nos permite realizar operações como memória, percepção, comunicação, características essas que possuem origem mediada e não elementar. Os processos elementares são apenas “o suporte, os mecanismos iniciais” que podem ser desenvolvidos e tornarem-se novos processos psicológicos, mais complexos. E cabe ainda ressaltar, que no processo do desenvolvimento do sujeito é imprescindível sua relação com outra pessoa.

2.2 Desenvolvimento e aprendizagem para Vygotsky: A Zona de Desenvolvimento Proximal

No que diz respeito ao desenvolvimento e aprendizagem Vygotsky atribui atenção especial, e busca compreender suas relações, bem como, inclui em seus estudos a esfera do aprendizado escolar. Em uma das premissas do seu pensamento Vygotsky (2007) destaca que a criança aprende muito antes de frequentar a escola, ele menciona que desde o nascimento da criança desenvolvimento e aprendizado estão inter-relacionados, mas caracteriza que ambos não coincidem. Nesse contexto Vygotsky (2008) caracteriza que há diferença entre o aprendizado anterior a escola daquele realizado no próprio meio escolar. No que tange aprendizado e desenvolvimento é interessante destacar suas palavras:

[...] o aprendizado geralmente precede o desenvolvimento. A criança adquire certos hábitos e habilidades numa área específica, antes de aprender a aplicá-los conscientemente e deliberadamente. Nunca há um paralelismo completo entre o curso do aprendizado e o desenvolvimento das funções correspondentes. O aprendizado tem as suas próprias sequências e sua própria organização, segue um currículo e um horário, e não se pode esperar que as suas regras coincidam com as leis internas dos processos de desenvolvimento que desencadeia. Com base em nossos estudos, tentamos delinear as curvas do progresso do aprendizado e das funções psicológicas que participam dele; essas curvas não eram coincidentes, ao contrário, indicavam uma relação extremamente complexa. (VYGOTSKY, 2008, p.126.)

Assim o aprendizado é anterior ao desenvolvimento, primeiro a criança passa por um processo de instrução (de aprender), mas a criança só desenvolverá o que foi aprendido quando seu organismo estiver pronto e capacitado para colocar esse “novo aprendizado” em prática, e quando o utilizar não perceberá que este foi aprendido ou que se trata de um “novo

conhecimento”. Corroborando com estas ideias destacamos novamente Vygotsky:

Qualquer situação de aprendizado com a qual a criança se defronta na escola tem sempre uma história prévia. Por exemplo, as crianças começam a estudar aritmética na escola, mas muito antes elas tiveram alguma experiência com quantidades – tiveram de lidar com operações de divisão, adição, subtração e determinação de tamanho. Consequentemente, as crianças têm a sua própria aritmética pré-escolar, que somente psicólogos míopes podem ignorar. Continua-se afirmando que o aprendizado tal como ocorre na idade pré-escolar difere nitidamente do aprendizado escolar, o qual está voltado para a assimilação de fundamentos do conhecimento científico. No entanto, já no período de suas primeiras perguntas, quando a criança assimila os nomes de objeto em seu ambiente, ela está aprendendo. De fato, por acaso é de duvidar que a criança aprenda a falar com os adultos; ou que, através da formulação de perguntas e respostas, a criança adquira várias informações; ou que, através da imitação dos adultos e através da instrução recebida de como agir, a criança desenvolva um repositório completo de habilidades? De fato, aprendizado e desenvolvimento estão inter-relacionados desde o primeiro dia de vida da criança. (VYGOTSKY, 2007, p. 94-95).

Dessa forma, é possível observar que todo aprendizado escolar possui em sua base àqueles conhecimentos adquiridos pela criança em todas as suas vivências pré-escolares, nos quais a criança aprende noções de suma importância como nomes de objetos, a fala, noções acerca de quantidades, tamanhos, etc., ou seja, apropriam-se de um sistema de signos e até iniciam a utilizar estes signos. Mas, fica evidente, nas palavras de Vygotsky, a importância da existência da mediação, da instrução de um adulto, ou sujeito mais capaz, para o aprendizado infantil. Ao expor o aprendizado escolar Vygotsky (2007) destaca que a diferença entre este e o aprendizado pré-escolar consiste muito além do que apenas a sistematização que o aprendizado escolar adquire, segundo ele há outros fatores, excepcionalmente o que ele denomina de Zona de desenvolvimento proximal (ZDP).

Em relação a esses argumentos cabe destacar Oliveira (1991) segundo a qual é na importância que Vygotsky atribui a influência do outro, em caráter social, no desenvolvimento de uma pessoa é fulcral para a compreensão do conceito de ZDP que é imprescindível para o entendimento de suas ideias acerca de desenvolvimento e aprendizagem. A ZDP segundo Vygotsky é:

A distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes.(VYGOTSKY, 2007, p.97).

Nesse sentido, se observa mais uma vez a importância do outro para o desenvolvimento de um sujeito e também a citação de dois conceitos que permeiam a

definição da ZDP e são cruciais para sua compreensão, são eles: o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial. O nível de desenvolvimento real seria “tudo aquilo” que a pessoa já sabe realizar de maneira independente e o nível de desenvolvimento potencial seria o que a pessoa ainda necessita da ajuda de outro(s), para efetivar uma ação com sucesso. Nesse sentido a ZDP seria a diferença entre o que a pessoa já possui de conhecimento atual e o que possui potencial para aprender, precisando ainda de um auxílio, ou seja, de mediação. Rego (1995, p. 72) identifica a existência desses dois níveis de desenvolvimento, caracterizando que “um se refere às conquistas já efetivadas que ele chama de nível de desenvolvimento real ou efetivo, e o outro, o nível de desenvolvimento potencial, que se relaciona às capacidades em vias de serem construídas [...].”

Assim, compreende-se o nível de desenvolvimento real, como as capacidades já desenvolvidas pelo indivíduo e o nível de desenvolvimento potencial, como àquelas competências que ainda podem ser desenvolvidas no sujeito. E podemos dizer que o nível de desenvolvimento real serve como “princípio” para o nível de desenvolvimento potencial, visto que o sujeito aprimorará seus conhecimentos ao longo de sua trajetória. Nas palavras de Vygotsky (2007, p.98) “aquilo que é a zona de desenvolvimento proximal hoje será o nível de desenvolvimento real amanhã. “ Assim é possível perceber que aqueles conhecimentos que estão em desenvolvimento na ZDP, quando concretizados, ou seja, aprendidos pelo indivíduo, tornar-se-ão conhecimentos pertencente ao nível de desenvolvimento real, uma vez que esta pessoa já será capaz de fazer uso destes conhecimentos independentemente. Neste contexto, é importante acrescentar a ideia de Vygotsky quando este caracteriza que:

O único tipo positivo de aprendizado é aquele que caminha à frente do desenvolvimento, servindo-lhe de guia; deve voltar-se não tanto para as funções já maduras, mas principalmente para as funções em amadurecimento. Continua sendo necessário determinar o limiar mínimo em que, digamos o aprendizado da aritmética possa ter início, uma vez que este exige um grau mínimo de maturidade das funções. Mas devemos considerar, também, o limiar superior; o aprendizado deve ser orientado para o futuro, e não para o passado. (VYGOSTSKY, 2007, p.130).

A partir desse extrato podemos confirmar que a mediação atuante na ZDP do indivíduo, possibilita a este sujeito a capacidade de aprender. Mas, de modo que a aprendizagem ocorrerá dentro dos seus limites, amadurecendo gradativamente aqueles conhecimentos que estavam passíveis de serem compreendidos (em que a criança já possuía funções básicas amadurecidas para sua aprendizagem). Estes conceitos internalizados tornam-se, então, parte do desenvolvimento real da criança. A partir destes conceitos que já são parte do desenvolvimento real, a criança pode então ter a compreensão de um “novo aprendizado”,

que com o decorrer do seu desenvolvimento, irão compor os demais conhecimentos já amadurecidos. Nesse sentido é que podemos dizer que para Vygotsky desenvolvimento e aprendizado não são coincidentes, uma vez que o aprendizado deve sempre estar buscando o futuro, enfatizando em aprimorar e desafiar o sujeito que está em aprendizado, a aprimorar e ampliar suas capacidades e, o desenvolvimento seria decorrente de todo esse aprendizado como parte do processo de aprender e resultado do mesmo.

Para Vergnaud (2004, p. 31) na visão vygotskyana “a aprendizagem não coincide, pois, com o desenvolvimento. A zona de desenvolvimento proximal é o intermediário obrigatório entre os dois conceitos.” Além disso, segundo Vergnaud (2004) é no processo de aprender com o outro que são estabelecidas nas crianças as condições para uma série de processos de desenvolvimento, que só irão ocorrer por meio da comunicação e do auxílio de um adulto ou de colegas, e que no decorrer serão contempladas como conquista individual da criança. Acrescentando a estas colocações, Prestes (2010) ao debater acerca da ZDP como tradução dos originais russos de Vygotsky, preocupa-se em sinalizar que este conceito:

[...] está intimamente ligado à relação existente entre desenvolvimento e instrução e à ação colaborativa de outra pessoa. Quando se usa zona de desenvolvimento proximal ou imediato não está se atentando para a importância da instrução como uma atividade que pode ou não possibilitar o desenvolvimento. Vigotski não diz que a instrução é garantia de desenvolvimento, mas que ela, ao ser realizada em uma ação colaborativa, seja do adulto ou entre pares, cria possibilidades para o desenvolvimento. (PRESTES, 2010, p.168)

Dessa forma, pode-se dizer que a zona de desenvolvimento proximal tem em sua proposição possibilitar o desenvolvimento, mas que não há uma garantia que isto ocorra. Nesse contexto é importante destacar Vygotsky no qual Vygotsky sinaliza:

[...] o único educador capaz de formar novas reações no organismo é a sua própria experiência. Só aquela relação que ele adquiriu na sua experiência pessoal permanece efetiva para ele. É por isso que a experiência pessoal do educando se torna a base do trabalho pedagógico. Em termos rigorosos, do ponto de vista científico não se pode educar o outro. É impossível exercer influência imediata e provocar mudanças no organismo alheio, é possível apenas a própria pessoa educar-se, ou seja, modificar as suas reações inatas através da própria experiência. (VYGOTSKY, 2004, p.63).

Assim entende-se que as experiências de cada indivíduo, no meio sociocultural em que vive, são únicas e próprias de cada pessoa. Em outras palavras, as sensações e compreensões de uma mesma experiência possuem significados diferentes para cada um, que a vivenciou e, assim, cada sujeito internaliza essa experiência vivida (bem como, aprende e se desenvolve)

da sua “própria forma”, ainda que toda relação seja realizada pelo viés da mediação. Nesse sentido, é importante retomar que cada organismo amadurece no seu próprio tempo e, portanto, precisa de seu desenvolvimento real, para ir adiante a sua aprendizagem. Desse modo, pode-se atentar que o desenvolvimento e a aprendizagem por meio da ZDP não resultarão em influência imediata, mas que ao longo das vivências, das experiências da pessoa, resultará em desenvolvimento e aprimoramento desse sujeito.

Portanto, a mediação por meio da ZDP de cada indivíduo nos pressupostos de Vygotsky caracteriza o meio pelo qual o aprendizado e desenvolvimento possibilitam ser efetuados. A ZDP, nesse sentido, é uma espécie “de recurso” pelo qual uma pessoa que deseja ensinar pode usufruir dessa zona de desenvolvimento, como um meio de realizar sua influência no outro, através da busca pelo entendimento daquilo que já é de conhecimento ou que está em processo de aprender, do sujeito que se deseja ensinar. Porém, é necessário lembrar, que estes não ocorrem ao mesmo tempo, mas são inter-relacionados. Quanto à instrução e ao papel colaborativo do outro, ambos carecem se adiantar ao desenvolvimento e, atentar para os conhecimentos que se encontram em nível de amadurecimento e não aqueles que já estão consolidados no nível de desenvolvimento real. Por fim, podemos dizer que a ZDP é amplamente importante para o aprendizado escolar, pois é a partir dessa que o professor (ou um colega mais experiente), os instrumentos, signos e a linguagem exercem influência naquele que está aprendendo.

2.3 Implicações da teoria de Vygotsky no ambiente escolar

No que concerne à aprendizagem no ambiente escolar, conforme já caracterizamos em tópicos anteriores ela é diferente da aprendizagem anterior a escola e possui como conceito central a ZDP. Para a qual Vygotsky enfatiza:

A zona de desenvolvimento proximal provê psicólogos e educadores de um instrumento através do qual se pode entender o curso interno do desenvolvimento. Usando esse método podemos dar conta não somente dos ciclos e processos de maturação que já foram completados, como também daqueles processos que estão em estado de formação, ou seja, que estão apenas começando a amadurecer e a se desenvolver. (VYGOTSKY, 1991, p.58)

Nesse sentido, percebe-se a importância do desempenho docente buscando atuar na ZDP visando perceber as compreensões que já foram construídas e àquelas que estão no processo ou na iminência de serem construídas. Para Oliveira (1991, p.59) “essa possibilidade de alteração no desempenho de uma pessoa pela interferência de outra é fundamental na teoria

de Vygotsky. “ Acrescentando a estas ideias é interessante destacar:

[...] o professor precisa estar atento ao desenvolvimento que está emergindo. O professor atento a esse desenvolvimento é capaz de intervir adequadamente na zona de desenvolvimento próximo fornecendo pistas, informações, modelos, entre outros, provocando avanços que, naquele momento, não aconteceriam espontaneamente. (FITIPALDI, 2006, p.4)

Nesse sentido observa-se a importância do papel do professor ao atuar na ZDP, para que ocorra a aprendizagem e o seu desenvolvimento. E em tal contexto é importante destacar o próprio Vygotsky (2007) atentando que o aprendizado é ineficaz quando é orientado para níveis de desenvolvimento que já foram atingidos. Para Vygotsky (2007, p.102) a ZDP propõe “que o “bom aprendizado” é somente aquele que se adianta ao desenvolvimento.” (Grifo-meu). Dessa forma, podemos observar que é importante que o professor esteja sempre acompanhando o seu aluno de modo a desafiá-lo, propor que ele “amadureça” àqueles conhecimentos que ainda não se concretizaram e que necessitam do seu auxílio, mas que em “um amanhã” conseguirá apropriar-se e utilizá-los sozinho. Para Miranda:

Cabe ao professor, então, “empurrar” o aluno para aquilo que ainda não conhece, mas que virá a conhecer, mediante sua ajuda. Essa ajuda promove, justamente, o desenvolvimento do educando. Dessa forma, aquilo que o aluno domina é apenas um ponto de partida para alcançar a zona de desenvolvimento próximo, a qual é alcançada mediante situações adequadas de aprendizagem. (MIRANDA, 2005, p. 14)

Ainda no que diz respeito à atuação do professor é interessante destacar Fino (2001, p.7) “[...] na perspectiva de Vygotsky, exercer a função de professor (considerando uma ZDP) implica assistir o aluno proporcionando-lhe apoio e recursos, de modo que ele seja capaz de aplicar um nível de conhecimento mais elevado do que lhe seria possível sem ajuda.” Dessa forma, podemos admitir como interessante que o professor se aproprie do processo de mediação (destacado em tópicos anteriores), por meio de instrumentos e signos, auxiliando o seu aluno de modo que este amplie a sua capacidade e o seu aprendizado. Conforme Dilli (2008) é necessário que o professor ofereça uma ajuda “ajustada” à aprendizagem escolar do seu aluno, visando criar uma ZDP, interferir nela, dar apoio de modo que o ajuste mencionado pela autora é justamente atender a necessidade desse aluno para que este possa modificar seus conhecimentos. Dessa maneira, observa-se a importância de o professor estar atento aos seus alunos, buscando a melhor maneira ou recurso, seja uma explicação, uma animação, um desenho, experimento, recurso lúdico, vídeo, entre outros, para que os aprendizes possam

ampliar seus conhecimentos, aprender. E também se faz importante acrescentar as palavras de Oliveira:

Aprendizado ou aprendizagem é o processo pelo qual o indivíduo adquire informações, habilidades, atitudes, valores, etc. a partir do seu contato com a realidade, o meio ambiente, as outras pessoas. É um processo que se diferencia dos fatores inatos (a capacidade de digestão, por exemplo, que já nasce com o indivíduo) e dos processos de maturação do organismo, independentes da informação do ambiente (a maturação sexual, por exemplo). Em Vygotsky, justamente por sua ênfase nos processos sócio-históricos, a ideia de aprendizado inclui a interdependência dos indivíduos envolvidos no processo. O termo que ele utiliza em russo (obuchenie) significa algo como “processo de ensino-aprendizagem”, incluindo sempre aquele que aprende, aquele que ensina, e a relação entre essas pessoas (OLIVEIRA, 1991, p. 57 – Grifo meu).

Assim é possível perceber que se é pelo contato com os outros que ocorre o aprendizado, e assim enfatiza-se a importância de todas as inter-relações ocorridas em sala de aula, entre àqueles que fazem parte do processo de ensino-aprendizagem: aluno e professor, aluno-aluno, aluno e ambiente escolar, aluno e recursos didáticos, entre outros. Miranda (2005) atenta para a importância da disponibilidade do professor em propor situações de interação para que ocorra a internalização do conteúdo. Baseada nas ideias de Vygotsky, para autora:

O professor tem consciência de que interfere no desenvolvimento discente e não se coloca, em nenhum momento, como alguém neutro. Ao contrário, ele se sente responsável por desencadear determinadas ações, cujos efeitos são extremamente relevantes para o “vir-a-ser” do aluno. (MIRANDA, 2005, p.15)

Nesse sentido, é possível admitirmos o professor como atuante em sala de aula, “um mentor” de situações que estão buscando tornar o aluno um sujeito capaz de ir além dos conhecimentos aprendidos em sala de aula, um sujeito que possa fazer uso dos seus conhecimentos já internalizados, de modo independente, sem o auxílio desse docente, conforme sua aprendizagem e necessidade. Ao professor este continuará sempre desafiando o aluno para novos conhecimentos em potencialidade de aprendizagem, visando capacitar e desenvolver ainda mais suas FPS. Segundo Dilli:

[...] a interação professor/aluno é imprescindível para detecção dos ajustes que devem ser feitos à ajuda oferecida, e a partir dela criar ZDP, onde o professor pode conhecer o aluno e descobrir, assim, a melhor forma de apresentar determinado conteúdo escolar ao aluno, para que este modifique significativamente seus esquemas de conhecimento. (DILLI, 2008, p.150).

Assim a criação da ZDP permite conhecer o aluno e buscar a elaboração de um método que explicita da melhor forma o conteúdo e assim amplie o conhecimento do seu aluno. Nas palavras de Vygotsky:

Propomos que um aspecto essencial do aprendizado é o fato de ele criar a zona de desenvolvimento proximal; ou seja, o aprendizado desperta vários processos internos de desenvolvimento, que são capazes de operar somente quando a criança interage com pessoas em seu ambiente e quando em cooperação com seus companheiros. Uma vez internalizados, esses processos tornam-se parte das aquisições do desenvolvimento da criança. Desse ponto de vista, aprendizado não é desenvolvimento; entretanto, o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer. Assim, o aprendizado é um aspecto necessário e universal do processo de desenvolvimento das funções psicológicas culturalmente organizadas e especificamente humanas. (VYGOTSKY, 2007, p. 103).

De acordo com o fragmento é possível admitir-se que a concepção da ZDP permite capacitar o conhecimento no educando (àqueles saberes que já podem ser amadurecidos), mas para tal, necessita da interação, do auxílio de um sujeito mais capaz e, quando este conhecimento foi aprendido, fora internalizado, torna-se parte dos domínios da criança e esta então, é capaz de realizar as tarefas que o empregam sozinha, ocorrendo também o desenvolvimento das suas funções psicológicas superiores. Neste contexto, é permissível pensar a criança como o aluno que também passa a empregar os conhecimentos de forma independente ao longo do processo de ensino-aprendizagem, não mais necessitando daquele auxílio do professor, mas que sem o qual poderia não ter conseguido empregar os conhecimentos aprendidos de maneira individualizada.

Destarte Fino sinaliza:

Quando o aprendiz interioriza o comportamento cognitivo, o professor transfere para ele a responsabilidade e o controle metacognitivo. Se quiséssemos utilizar uma metáfora para ilustrar esse labor do professor, ou do tutor, talvez pudéssemos compará-lo aos andaimes que suportam exteriormente um edifício que está sendo construído, e que vão sendo retirados à medida que a estrutura em construção se vai tornando capaz de se sustentar sem ajuda. (FINO, 2001, p.8).

Por conseguinte, confirmam-se mais uma vez a importância dessa interação professor-aluno, visando à construção do conhecimento que vai aos poucos sendo internalizado, tornando-se parte do conhecimento do próprio estudante e tornando-se pertencente ao nível de desenvolvimento real. Vygotsky (2004, p.65) atribui ao papel do professor, ao qual ele se refere como mestre, um papel imensurável, destaca que suas ações não são capazes de exercer uma influência imediata e define “do ponto de vista psicológico, o mestre é o organizador do

meio social educativo, o regulador e controlador da sua interação com o educando.” Isto posto, mais uma vez observa-se o professor como o condutor das ações em sala de aula, capaz de organizar o processo de ensino-aprendizagem por meio da maneira como atua.

Somando as ideias apresentadas Vygotsky:

[...] o mestre, por um lado, é o organizador e administrador do meio social educativo e, por outro, de parte desse meio. Onde ele substitui livros, mapas, um dicionário, um colega [...]. Ele só atua como educador onde, afastando-se de si mesmo, chama ao serviço as poderosas forças do meio, administrando-as e fazendo-as servir a educação. Assim chegamos a seguinte fórmula à do processo educacional: a educação se faz através da própria experiência do aluno, a qual é inteiramente determinada pelo meio, e nesse processo o papel do mestre consiste em organizar e regular o meio. (VYGOTSKY, 2004, p. 67).

Nesse contexto o professor deve usufruir do meio em que se encontra o aluno para potencializar o processo do aprendizado, permitir que o aluno vivencie seu processo de ensino-aprendizagem. Assim, podemos admitir que o método, o meio, o ambiente da interação professor-aluno é importante para aquisição do conhecimento. Para Rego:

[...] as demonstrações, explicações, justificativas, abstrações e questionamentos do professor são fundamentais no processo educativo. Isto não quer dizer que ele deva “dar sempre a resposta pronta”. Tão importante quanto seu fornecimento de informações e pistas, é a promoção de situações que incentivem a curiosidade das crianças, que possibilitem a troca de informações entre os alunos e que permitam o aprendizado das fontes de acesso ao conhecimento. (REGO, 1995, p. 115-116).

Desse modo, observa-se a importância das situações propostas pelo professor, inclusive no que se refere à partilha de informações entre os próprios alunos. Nesse sentido, é interessante destacar Fino (2001) o qual salienta que a construção do conhecimento realizada na ZDP via cooperação de um sujeito “mais capaz” pode ser realizada por pares de alunos, situações essas, que podem ser exploradas pelo professor em sua sala de aula. Assim é possível dizer que o professor pode explorar as relações entre os alunos no processo de ensino-aprendizagem em que uns auxiliam os outros, permitindo que um estudante que saiba mais possa colaborar com aquele que sabe menos e assim sucessivamente, não se restringindo apenas a interação professor-aluno.

Para Fittipaldi (2006, p.53) “[...] escola/ o professor deve priorizar as interações aluno-aluno, aluno-professor que possam promover tanto a aprendizagem quanto o desenvolvimento. ” Por conseguinte, percebe-se que a promoção de um ambiente que permita a interação entre os estudantes e entre estes numa espécie de “compartilhamento de saberes” pode ser uma forma de contribuir para o desenvolvimento e a aprendizagem de um aluno.

Contribuindo com esta posição, é interessante destacar King (1997 apud Fino, 2001) o qual salienta que há turmas cada vez mais lotadas e diversificadas em escolas públicas ocasionando uma diminuição de recursos a disposição para que as necessidades de cada estudante sejam atendidas, então uma possível solução é a utilização de um método de instrução em que uns alunos ensinam os outros. Nessas palavras, permitir a relação entre alunos, como meio de ensino-aprendizagem em sala de aula parece ser uma boa alternativa.

De acordo com Fino (2001) a interação social no ambiente escolar, não se define somente na relação entre professor e aluno, mas sim, pelo ambiente em que toda essa comunicação ocorre, de forma que interagem e, nesta interação também se incluem a informação, os problemas, as estratégias. Em vista disso, é possível observar a ideia do caráter social, da influência do ambiente cultural que se encontra o indivíduo, sempre presente na teoria de Vygotsky, bem como a mediação, que permite ser definida justamente como uma relação indireta entre sujeito e objeto, por meio do emprego de signos e instrumentos, bem como pela atuação do outro que pode ser o professor ou até mesmo um aluno auxiliando um colega.

Ainda no que tange o processo educacional, Vygotsky também faz menção acerca do aluno, para ele:

[...] a passividade do aluno como subestimação da sua experiência pessoal é o maior pecado do ponto de vista científico, uma vez que toma como fundamento o falso preceito de que o mestre é tudo, e o aluno, nada. Ao contrário, o ponto de vista psicológico exige reconhecer que no processo educacional, a experiência pessoal do aluno é tudo. [...] O processo de educação deve basear-se na atividade pessoal do aluno, e toda a arte do educador deve consistir apenas em orientar e regular essa atividade. (VYGOTSKY, 2004, p.64).

Deste modo, observa-se que os conhecimentos pré-existentes no aluno, suas experiências pessoais precisam ser levadas em consideração no processo de ensino-aprendizagem, este aprendiz não deve ser observado como apenas um agente passivo, sem nenhuma vivência ou conhecimento. Nesse sentido, o processo educacional deve ter como base a própria atividade individual do aluno e o seu professor atuando como um orientador desta. Conforme Vygotsky (2004, p. 64): “No processo de educação o mestre deve ser os trilhos por onde se movimenta com liberdade e independência os vagões, que recebem dele apenas a orientação do próprio movimento. A escola científica é, necessariamente, uma “escola de ações”, [...]” À vista disso, os alunos recebem a orientação do professor, mas as ações de ambos, estudante e docente, são fundamentais nesse processo, além do mais o aluno deve ter a liberdade de participar do mesmo e não ser apenas um agente apático “assistindo”

todo o seu processo de escolarização. Finalizando de acordo com Fino balizado pelas ideias vygotskyanas:

O aprendiz deve ser capaz de identificar o conhecimento, habilidades e valores que foram interiorizados, completando esta actividade de identificação o processo iniciado com a interiorização, e ficando o estudante habilitado a iniciar um novo ciclo de aprendizagem a um nível cognitivo mais elevado. (FINO, 2001, p.7).

Desse modo, cabe destacar mais uma vez que o aluno interioriza o que aprende, passa a operar voluntariamente e independentemente com os conhecimentos que já foram desenvolvidos. E por consequência passa a desenvolver outros saberes que ainda não se consagraram, não se interiorizaram, estabelecendo uma nova etapa de aprendizagem, uma nova ZDP. Nas palavras de Vygotsky (2007, p.56) esse processo de interiorização, mencionado por ele como internalização significa: “a reconstrução interna de uma operação externa.” Esse processo de interiorizar significa quando passamos a dominar um processo de maneira própria e voluntária, que foi aprendido via o contato com o outro, com o meio externo. Vygotsky (2007) chega a exemplificar esse processo falando acerca do gesto de apontar da criança na tentativa de pegar um objeto e em seguida, a mãe vem em seu auxílio. Vygotsky busca nessa tentativa explicar que inicialmente o ato de apontar possui o significado de pegar para a criança e outro diferente para a mãe, com o auxílio, outras tentativas e novos auxílios, a criança acaba por perceber o ato de apontar como propriamente é o seu significado “o de indicar algum objeto” e a mãe que a está auxiliando também compreende o ato da mesma maneira, ocorrendo então a compreensão de uma situação externa, ou seja, a interiorização dessa operação. Em relação ao âmbito escolar podemos dizer que a interiorização ou a internalização ocorre à medida que o aluno aprende a realizar suas tarefas individualmente e fazer uso dos seus próprios conhecimentos, mas que possuam uma origem externa, caracterizada pelo intermédio do auxílio do outro.

Em síntese, como apresenta Dilli (2008) Vygotsky demonstra interesse em aspectos relacionados ao processo de aprendizado e desenvolvimento do sujeito, sendo rica em subsídios para o contexto educacional. Podemos afirmar que as ideias de Vygotsky se preocupam em explicitar que a atuação docente deve realizar-se na ZDP do seu aluno, buscando a melhor maneira de atuação, buscando tornar o meio, o contexto presente na sala de aula a favor desse processo de ensino-aprendizado. Sendo interessante inclusive proporcionar situações de interação entre aluno e aluno no processo de ensino-aprendizagem na sala de aula, pois essa relação pode ocasionar também na ampliação do conhecimento por

parte dos estudantes.

Além disso, em todo esse processo de ensino e aprendizado o aluno deve ser participativo, parte dessa formação do seu próprio aprendizado, e sempre impulsionado em direção ao futuro, visando promover os conceitos que estão em processo de elaboração, amadurecimento e não olhando para o passado, ou seja, àqueles saberes já consagrados, já aprendidos, pelo estudante e que este é capaz de empregar por si próprio sem a necessidade de nenhum auxílio.

2.4 A formação de conceitos na teoria de Vygotsky

No âmbito dos estudos referentes a desenvolvimento e aprendizagem, a formação de conceitos é um tema abordado por Vygotsky (2008) no qual este focaliza em explorar a dinâmica desse processo formativo e, menciona que durante a formação conceitual a palavra e o material sensorial são imprescindíveis; busca explicar os meios pelos quais ocorre este processo, destacando que o estudo destes meios é fundamental tanto para a questão da formação de conceitos como para qualquer outra atividade que possua um objetivo. Além disso, sinaliza que o signo mediador na formação dos conceitos é a palavra, que ela representa o papel principal na formação do conceito. De tal modo, é permissível observarmos a importância da palavra na formação do conceito e, o quanto o processo em que este se constrói é significativo. Além disso, a questão sensorial – que podem ser consideradas como percepção e sentido – também devem ser levados em conta.

Baseado em Vygotsky, Schroeder destaca que nesse processo de formação dos conceitos:

[...] a palavra é parte fundamental e o significado da palavra sofre uma evolução, ou seja, o significado de uma palavra não se encerra com o ato de sua simples aprendizagem: este é apenas um começo. Podemos atribuir a uma palavra um significado rudimentar ou mesmo alcançar significados muito mais elaborados de categorização e generalização [...]. (SCHROEDER, 2007, p.300).

Assim, observa-se que o conceito, a significação atribuída a uma palavra, ou signo, se desenvolve muito além do seu “primeiro sentido”, a ela conferido, mas acaba por permitir desenvolvê-lo e ampliá-lo, tornando esta palavra um conceito capaz de pertencer a categorias mais amplas. De acordo com Oliveira (1992, p.28) “É o grupo cultural onde o indivíduo se desenvolve que vai lhe fornecer, pois, o universo de significados que ordena o real em categorias (conceitos), nomeadas por palavras da língua desse grupo.” Nesse sentido,

podemos observar que o conceito vai além da palavra, pois se encontra permeado dos significados que podem a ele ser atribuídos. Ideias estas confirmadas nas palavras de Vygotsky (2008, p.150-151) “[...] o significado, portanto, é um critério da “palavra”, seu componente indispensável. [...] Mas, do ponto de vista da psicologia, o significado de cada palavra é uma generalização ou um conceito”.

Corroborando com estas ideias Souza e Maldaner (2012, p.4) sinalizam que “A formação e o desenvolvimento dos conceitos não estão ligados diretamente ao desenvolvimento biológico, mas aos aspectos socioculturais; ao relacionamento que as crianças mantêm com as pessoas que as rodeiam.” Nesse sentido a influência do outro é fundamental no processo de apropriação de um conceito. Para Góes e Cruz (2006, p.33) “primeiro, a criança é guiada pela palavra do outro e, depois, ela própria utiliza as palavras para orientar o seu pensamento.” De tal forma cabe salientar que Vygotsky (2008) esboça três fases fundamentais na formação conceitual, as quais são constituídas por estágios evolutivos e, ocorrem desde a infância até a fase adulta. Pautando-se nestas diferentes fases Góes e Cruz (2006) destacam que a formação conceitual da criança se desenvolve principalmente por meio do que Vygotsky denominou de pensamento por complexos e de conceitos potenciais:

O pensamento por complexos constitui a base da generalização, ao unificar sob a palavra impressões dispersas. Neste caso, as relações que a criança estabelece entre os elementos da realidade são concretas e factuais – e não abstratas e lógicas, como o serão nos conceitos verdadeiros. A característica em que ela fundamenta a reunião desses elementos sob um mesmo signo não é estável, o que resulta em agrupamentos semelhantes a famílias, coleções ou cadeias de objetos. Já os conceitos potenciais encontram-se na origem da abstração, uma vez que, neste caso, a criança passa a reunir os objetos com base em um único atributo, mais estável e que não se perde facilmente entre os outros. É o domínio da abstração, em conjunto com o pensamento por complexos, que permite à criança desenvolver-se em direção aos conceitos verdadeiros. No tratamento dessas etapas, Vigotski configura as diferentes formas de generalização envolvidas nas funções indicativas e significativas da palavra. Ao expor seus estudos sobre as noções de conceito espontâneo e conceito científico, ele se orienta mais para examinar a generalização em termos dos planos empírico-concreto e abstrato de pensamento. Em suas análises, propõe que os conceitos espontâneo e científico dizem respeito a processos diferentes [...]. (GÓES; CRUZ, 2006, p.34)

A partir do exposto, observa-se que o pensamento por complexos é pautado em experiências concretas ou fatos vividos pela criança e não possui uma característica estável. Em contrapartida, os conceitos potenciais são estáveis e apresentam certo grau de abstração, ou seja, não necessitam de uma experiência direta da criança. Neste extrato acima, observa-se também a menção dos autores aos conceitos espontâneos e científicos, que foram amplamente diferenciados e estudados por Vygotsky e, possuem uma relação mais direta com o ambiente

escolar, uma vez que os conceitos científicos são geralmente aprendidos em sala de aula. Cabe destacar que os estágios evolutivos da formação conceitual se referem principalmente ao desenvolvimento dos conceitos espontâneos. Diante do exposto a atenção que se pretende é voltada a fornecer um olhar acerca dos conceitos científicos (os quais são desenvolvidos principalmente no meio escolar, como já proferido) e dos conceitos espontâneos (ou cotidianos) contemplados na teoria de Vygotsky (2008).

De acordo com diferentes autores (OLIVEIRA, 1992; GÓES e CRUZ, 2006; DILLI, 2008, SCHOEDER, FERRARI e MAESTRELLI, 2009; GEHLEN e DELIZOICOV, 2012; FERRY, 2014) os conceitos científicos, originam-se em um processo sistemático, principalmente no ensino, no ambiente escolar, são processos mediados, não são passíveis de serem adquiridos somente pela vivência e experiência do indivíduo, contrariando os conceitos espontâneos ou cotidianos, os quais são permeados de experiência, formam-se através das vivências diretas, individuais da própria pessoa em seu meio sociocultural, das suas atividades de ação imediata; os conceitos cotidianos e espontâneos são independentes do ambiente escolar. Nas palavras de Vygotsky:

[...] sabemos que os conceitos se formam e se desenvolvem sob condições internas e externas totalmente diferentes, dependendo do fato de se originarem do aprendizado em sala de aula ou da experiência pessoal da criança. [...]. Quando transmitimos à criança um conhecimento sistemático, ensinamos-lhes muitas coisas que ela não pode ver ou vivenciar diretamente. (VYGOTSKY, 2008, p.108).

Assim salienta-se que os conceitos científicos não são possíveis de serem aprendidos somente pelas experiências vividas, necessitam de um sistema organizado, diferentemente dos conceitos que se formam por vias experimentais da própria criança. Cabe ainda destacar Vygotsky para o qual:

Embora os conceitos científicos e espontâneos se desenvolvam em direções opostas, os dois processos estão intimamente relacionados. É preciso que o desenvolvimento de um conceito espontâneo tenha alcançado um certo nível para que a criança possa absorver um conceito científico correlato. (VYGOTSKY, 2008, p.135).

Destarte observa-se que é necessária a existência dos conceitos espontâneos para que ocorra a compreensão dos conceitos científicos ensinados na escola. Para Ferry (2014, p.3-4) “Vygotsky discorre sobre o caminho trilhado pelo desenvolvimento de conceitos aprendidos no contexto escolar – os científicos – para o desenvolvimento dos conceitos espontâneos, isto é, daqueles apropriados no contexto, fora do ambiente formal escolar”. Dessa maneira, pode-

se dizer que os conceitos científicos além de se basearem em conceitos espontâneos, os desenvolvem e ampliam. Para Souza e Maldaner (2012) de acordo com Vygotsky os conhecimentos científicos surgem a partir daqueles que a criança já sabe, pois o vivenciou em algum momento da sua vida. Segundo estes autores:

Ao elaborar com a criança um determinado círculo de conhecimentos, o conceito deixa de ser novo e passa a ser comparado com os outros conhecimentos que ela já possuía antes de trabalhar com ele. A criança tem mais facilidade em elaborar alternativas, hipóteses, conceitos sobre aquilo que já estudou, que já conhece, que já vivenciou. Quando a criança consegue elaborar hipóteses explicativas sobre por que os barcos andam na água é porque já vivenciou de alguma maneira esse conhecimento, já faz parte de suas aprendizagens, o que possibilita manifestar os conceitos que já construiu sobre o assunto. (SOUZA; MALDANER, 2012, p.4).

Desse modo, é possível dizer que os novos conceitos se relacionam com àqueles já concretizados e que ao realizar o ensino é importante que se leve em conta que as crianças não são “tabulas rasas” de conhecimento, mas que já possuem alguns conceitos previamente elaborados, mesmo que iniciais ou rudimentares, mas que por ela já foi vivenciado de alguma maneira. Assim é interessante destacar que

Vygotsky entende que o sujeito não assimila, não memoriza, nem decora um conceito científico, mas o constrói pela grande tensão de toda a atividade do seu próprio pensamento. E completa sua argumentação sobre as conexões e influências existentes entre os conceitos cotidianos e os conceitos científicos, cujos limites se mostram extremamente fluidos. (SCHOEDER, FERRARI; MAESTRELLI, 2009, p.10):

À vista disso, é passível observar que o sujeito não realizará a compreensão de um conceito se não houver uma base em conceitos cotidianos. Dessa forma, podemos atentar para a importância do professor ao apresentar os conteúdos relacioná-los com palavras ou conhecimentos prévios dos estudantes, permitindo-os correlacionar as aulas com suas experiências pessoais. Acrescentando, Vygotsky menciona acerca do papel docente no ensino dos conceitos aludindo que:

A experiência prática mostra também que o ensino direto de conceitos é impossível e infrutífero. Um professor que tenta fazer isso geralmente não obtém qualquer resultado, exceto o verbalismo vazio, uma repetição de palavras pela criança, semelhante à de um papagaio, que simula um conhecimento dos conceitos correspondentes, mas que na realidade oculta um vácuo. (VYGOTSKY, 2008, p.104)

Assim, de acordo com seu pensamento, ensinar sem levar em conta a realidade do

aluno, seus conceitos cotidianos, não há possibilidade de ensino de conceitos no ambiente escolar. Ideia esta reconhecida por Schoeder, Ferrari e Maestrelli (2009) os quais sinalizam que para Vygotsky não se deve subestimar as experiências pessoais dos alunos, sendo a educação resultante dessa. Nas palavras de Vygotsky (2008, p.136): “[...] um conceito cotidiano abre o caminho para um conceito científico e seu desenvolvimento descendente”.

De acordo com Souza e Maldaner:

Para o desenvolvimento conceitual estão implicados mudanças de atividades com situação concretas para atividades complexas, abstratas e de generalização. Nesse sentido também a escola é um ambiente social que favorece grandiosamente o desenvolvimento conceitual da criança, pois muitas interações linguísticas se fazem presentes nesse espaço, mediando toda a atividade mental desenvolvida pela criança em parceria com os adultos, sempre mediado pela linguagem. É assim que o sujeito é constituído pela linguagem, pelo o que o outro fala, pelo o que entende dessa fala, pelo significado que dá à linguagem. (SOUZA; MALDANER, 2012, p.11-12):

Portanto é por meio da linguagem, da mediação, da influência do outro que o processo de formação conceitual se concretiza, sendo que ao longo deste processo os conceitos científicos vão ampliando o desenvolvimento intelectual da criança, seu aprendizado, tornando sua capacidade de visualização das situações vivenciadas, não só por meio de experiências concretas, realizadas, mas também sendo capaz de imaginar situações abstratas, compreender conceitos abstratos, que não são possíveis muitas vezes de serem palpáveis em ação direta e imediata. Nesse caso dos conceitos abstratos podemos citar como exemplo, os conceitos científicos, envolvidos durante diferentes etapas de aprendizagem, como é aprender o significado de subtração, mamífero, sistema circulatório, equação, fluidos, tabela periódica, moléculas, mol, entre outros conceitos que não são adquiridos de maneira direta, somente na própria experiência.

Acrescentando as ideias apresentadas é interessante destacar Gandin, o qual baseado nos pressupostos Vygotskyanos, menciona que:

[...] os conceitos científicos tornam-se o principal instrumento do pensamento no final da adolescência, onde o adolescente consegue explicar o conceito, o tema, a ideia principal de uma narrativa sem recorrer, sem detalhar o texto, sem contar toda a narrativa para explicar o que entendeu, ou seja, utiliza as estratégias metacognitivas e tem consciência da necessidade de buscar conhecimentos extratextual por meio de inferência e de ativação do conhecimento prévio. (GANDIN, 2013, p.15).

Consequente, podemos observar que o adolescente já possui uma gama ampla de conceitos científicos, conseguindo por meio de suas próprias ações utilizá-los, reconhecendo a

sua importância, sem ter que pensar como o compreendeu ou como o aprendeu, mas apenas empregando-o conforme sua necessidade. De acordo com Vygotsky (2008, p.143) “Os conceitos novos e mais elevados, por sua vez, transformam o significado dos conceitos inferiores. O adolescente que dominou os conceitos algébricos atingiu um ponto favorável, a partir do qual vê os conceitos aritméticos sob uma perspectiva mais ampla”.

Ao abordar a adolescência no quesito de utilização e formação de conceitos, Vygotsky (2008) é enfático ao ressaltar que é importante que o meio estimule o intelecto do adolescente, lhe atribua exigências, pois somente dessa forma é que este atingirá estágios mais elevados de raciocínio. Para Fonseca-Janes e Lima (2013, p.233): “A função dessas exigências é a ampliação sociocultural global do adolescente, a qual afeta, significativamente, o conteúdo e o desenvolvimento de seu raciocínio. ” Nesse intuito é permissível compreendermos que é importante que o professor desafie seus alunos durante o processo de ensino-aprendizagem para que estes ampliem seus conhecimentos e raciocínio. De tal modo, resume essas ideias na importância atribuída ao professor em Oliveira (1992) de acordo com os princípios de Vygotsky: “A intervenção pedagógica provoca avanços que não ocorreriam espontaneamente”.

Em resumo as ideias apresentadas, a formação de conceitos é uma atividade complexa, na qual a palavra, o signo é imprescindível e sem essa, nenhuma forma de interpretação, significação, comunicação e compreensão seria possível. O conceito é muito mais do que a ideia que uma palavra “solta” remete, ele atribui a ela uma gama de possíveis significações, categorizações, mas que são construídas por intermédio das relações estabelecidas ao longo da vida da pessoa, em seu meio sociocultural desde os primórdios da infância.

O desenvolvimento conceitual ocorre paulatinamente, à medida que a criança vai vivenciando situações em sua vida e se relacionando com os outros, concretizando por meio de suas próprias experiências os denominados conceitos espontâneos ou cotidianos e então, ao longo do tempo, passando também a conhecer os conceitos científicos, ensinados principalmente no ambiente escolar, os quais são mais amplos, abstratos, e necessitam de uma relação mediada para que possam ser formulados, construídos. A formulação conceitual ocorre ao longo da vida, mas é na adolescência que o sujeito já consegue operar com conceitos científicos empregando-os principalmente conforme a necessidade e, nesse intuito é sempre importante que o adolescente seja desafiado para que possa ampliar seu raciocínio, implicando nessa questão uma importante ação para o ensino docente.

3 UM OLHAR SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA

A seguir contemplam-se dois estudos realizados na área de Ensino de Química, a saber:

- A estequiometria
- Ensino de Química e Vygotsky.

3.1 A Estequiometria

O ensino-aprendizagem da Química no Ensino Médio busca propiciar aos estudantes conhecer e entender acerca de materiais, fenômenos, transformações, provenientes tanto da natureza como artificialmente. E diante do vasto conhecimento compreendido por essa disciplina temos a estequiometria, que contempla o estudo de aspectos quantitativos em uma reação química. Este conteúdo está relacionado diretamente a nossa vida, uma vez que por meio dos cálculos estequiométricos é que obtemos diversos produtos, por exemplo, medicamentos, cosméticos, produtos de limpeza. Nesse sentido, seu estudo no Ensino Médio faz-se necessário para a melhor compreensão da Química, visto a sua importância para essa ciência. De acordo com Santos:

Entre as vantagens do estudo de estequiometria refere-se ao fato de praticamente todos os conteúdos da Química farão uso de equações químicas e de cálculos provenientes da estequiometria. Este conhecimento tem extrema aplicação no contexto tecnológico, por exemplo, quando falamos em indústria química não há como não pensar em cálculos estequiométricos e o entendimento desse conceito está diretamente relacionado à compreensão de vários fenômenos químicos que ocorrem ao nosso redor, sendo necessário para que os estudantes possam interpretar as transformações químicas em diferentes contextos. (SANTOS, 2013, p.13).

Dessa maneira, pode-se dizer que bons resultados na aprendizagem dos estudantes da estequiometria tornam-se interessantes à vista de auxiliar os estudantes a uma melhor compreensão da realidade que os cerca, bem como dos conhecimentos de Química que serão apresentados em sequência. Contudo, diferentes trabalhos destacam que os alunos apresentam dificuldades de aprendizagem quanto a este conteúdo, conforme reconhecem Santos e Silva (2013) ao realizar uma pesquisa Estado da Arte que contemplou a análise de 31 publicações nacionais e internacionais.

No que tange as dificuldades de aprendizagem, apresentadas pelos alunos, podemos destacar, como possíveis fatores, a existência de operações matemáticas envolvidas nos

cálculos estequiométricos, conforme mencionam Gomes e Macedo (2007); Negrón e Gil (2010); Costa e Souza (2013) e Santos (2013), ao modo como o conteúdo é trabalhado em sala de aula de acordo com Migliato Filho (2005) e também Gomes e Macedo (2007) e Costa e Souza (2013), os quais acrescentam ainda que a dificuldade relacionada à maneira como o conteúdo é apresentado deve-se principalmente, a este conteúdo geralmente estar atrelado a apenas aulas expositivo-dialogadas, havendo a inexistência de atividades experimentais. Para Tristão; Freitas-Silva e Justi (2008, p.1): “Em geral, este assunto é apontado como difícil de ser ensinado e aprendido. Muitas são as razões habitualmente usadas para justificar essas dificuldades.” Nesse sentido, configura-se que é importante dar atenção especial ao ensino-aprendizagem dessa componente da Química.

A partir das ideias apresentadas, podemos considerar o ensino desse assunto da Química como um desafio para o professor, uma vez que é interessante que o mesmo busque estratégias para realizar a transposição desse conteúdo em sala de aula a fim de facilitar a aprendizagem dos alunos. Nesse contexto, cabe destacar as palavras de Santos (2013): “Ao assumir a importância do estudo da estequiometria e das dificuldades de aprendizagem expressas por estudantes, ressaltamos o quão relevante é o papel do professor nestes pontos para favorecer o aprendizado da Química.”

As Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – OCNEM salientam:

O mundo atual exige que o estudante se posicione, julgue e tome decisões, e seja responsabilizado por isso. Essas são capacidades mentais construídas nas interações sociais vivenciadas na escola, em situações complexas que exigem novas formas de participação. Para isso, não servem componentes curriculares desenvolvidos com base em treinamento para respostas padrão. Um projeto pedagógico escolar adequado não é avaliado pelo número de exercícios propostos e resolvidos, mas pela qualidade das situações propostas, em que os estudantes e os professores, em interação, terão de produzir conhecimentos contextualizados. (BRASIL, 2006, p.106)

Nesse sentido, é possível considerarmos que são importantes as estratégias, os recursos, ou seja, o planejamento envolvido em cada aula, objetivando facilitar a apropriação do conhecimento por parte dos alunos. Para Dressler e Robaina (2012) cabe ao docente desvendar estratégias que possibilitem estimular o aluno, de modo a este se sentir motivado para aprender e interagir em aula. Assim, pode-se considerar que o papel desempenhado pelo docente é fundamental no que diz respeito à busca por recursos que possibilitem facilitar a aprendizagem dos alunos e, também no que tange a melhoria da motivação do aluno em aprender.

Em busca pela melhoria do ensino-aprendizagem da Estequiometria, algumas

pesquisas já foram realizadas, das quais podemos citar primeiramente o trabalho de Migliato Filho (2005) o qual utiliza modelos moleculares para o ensino de estequiometria voltado a alunos do Ensino Médio. Este autor possui como questão de pesquisa “avaliar a aplicabilidade, ou seja, a funcionalidade da utilização de modelos moleculares no ensino de estequiometria para alunos do Ensino Médio e de possíveis motivadores no processo de ensino-aprendizagem.” A metodologia do trabalho de Migliato Filho (2005) centrou-se em ministrar dois mini-cursos, que utilizam principalmente modelos moleculares para o ensino de estequiometria, a alunos de duas escolas públicas de Ensino Médio. O primeiro mini-curso foi realizado na Universidade de São Carlos, já o segundo ocorreu nas próprias dependências de cada uma das escolas. O autor comenta que ambos os cursos foram divulgados nas escolas e tiveram um período de inscrição prévia. Em sua pesquisa, Migliato Filho (2005) observa que houve uma melhoria na aprendizagem dos estudantes através do uso dos modelos moleculares, mas menciona que é importante uma familiarização inicial com o material. Comenta também que os alunos que permaneceram mais tempo utilizando os modelos foram melhores nas avaliações. E destaca que a motivação dos alunos foi melhorada, bem como incentiva a utilização de ferramentas diferenciadas como método de motivar os estudantes para o aprendizado.

Outra publicação relacionada à estequiometria é a de Santos (2013) que reconhece as dificuldades de aprendizagem por parte dos estudantes e sinaliza a importância do papel docente em favorecer o aprendizado de Química. A questão central do trabalho de Santos (2013, p.14) é verificar “se a utilização de uma proposta alternativa de ensino de estequiometria focada nas dificuldades dos estudantes pode levá-los a compreensão da transformação química como um processo global de conservação das massas.” E utiliza a modelagem (com base em modelos utilizados por outros trabalhos), em uma sequência didática realizada com futuros professores de Química.

Quanto à proposta, o trabalho de Santos (2013) foi direcionado a estudantes do curso de graduação de Licenciatura em Química e considerou como as principais dificuldades encontradas em sua pesquisa: a dificuldade dos graduandos em relacionar os níveis: simbólico, submicroscópico e macroscópico; e também a dificuldade em compreender o conceito de quantidade de matéria. A autora relata que as atividades utilizadas em sua pesquisa demonstraram ser adequadas, pois foi observada durante o processo de aprendizagem a apropriação pelos participantes dos conceitos. Porém Santos (2013, p.93) reconhece que é necessário “avaliar a apropriação dos conceitos envolvidos, pois sua resposta de internalização durante e logo a seguir do minicurso se mostrou viável, mas pode não

significar a aprendizagem dos conceitos [...].”

Outro trabalho que merece destaque é o de Machado et al. (2013) os quais analisam as aulas ministradas a alunos do ensino médio de duas escolas públicas no que se refere ao conteúdo de cálculos estequiométricos. Esses foram abordados de forma contextualizada, utilizando-se de rótulos e experimentos voltados à temática de medicamentos. A pesquisa possui como objetivo segundo Machado et al. (2013, p. 1) “[...] melhorar a aprendizagem dos alunos sobre conteúdo de Cálculos Estequiométricos e chamar atenção para o significado da Química no cotidiano do aluno, contribuindo para o seu desenvolvimento, dando ênfase quanto ao uso dos medicamentos. ” Inicialmente esses autores relacionam a dificuldade da aprendizagem de estequiometria a maneira como os conceitos são trabalhados em sala de aula apresentando-se com ênfase em fórmulas matemáticas e sem possuir associação com o dia a dia dos estudantes. Já no que se relacionam à aplicação da proposta desses autores, os mesmos comentam que os cálculos estequiométricos são passíveis de serem aplicados em diversas situações do nosso cotidiano e sinalizam que os medicamentos são um exemplo disso.

Os resultados obtidos por Machado et al. (2013) consideram que o uso da temática medicamentos contribuiu para que os alunos percebessem a importância do conteúdo químico estudado e demonstrassem mais interesse nas aulas. Ressaltam que de acordo com as respostas dos estudantes o tema contextualizado contribuiu para amenizar as dificuldades de aprendizagem, bem como as aulas tornaram-se mais ativas e dinâmicas. Além disso, segundo os autores a proposta descrita utilizou materiais de baixo custo e de fácil acesso.

Um trabalho também diferenciado em relação à estequiometria é o de Dressler e Robaina (2012) os quais utilizam uma sugestão de prática pedagógica. Esta compreende a fabricação de alfajores em sala de aula para que os estudantes vislumbrem os conceitos e cálculos relacionados à estequiometria. Segundo esses autores o ensino desse conteúdo é difícil e exige dedicação, assim como não se apresenta palpável para os alunos. Quanto ao resultado observado a proposta foi considerada eficaz e contribuiu para que os conceitos e cálculos tornassem mais nítidos através da fabricação dos alfajores. Porém esses autores sugerem e ressaltam a importância da interdisciplinaridade entre Matemática e Química para a melhoria da aprendizagem, visto que cálculos estequiométricos estão correlacionados a conceitos básicos da Matemática.

Em todos esses trabalhos percebe-se que os autores admitem a existência de dificuldades quanto à aprendizagem de estequiometria. Porém em todos esses estudos percebe-se que é possível facilitar a aprendizagem desses conteúdos explorando metodologias alternativas e experimentação assim como diminuir as dificuldades enfrentadas pelos

estudantes.

Em síntese, o ensino-aprendizagem da estequiometria pode ser permeado de dificuldades sejam essas relacionadas às mais diferentes origens, porém diversos trabalhos têm demonstrado que é possível facilitar este processo, por meio de abordagens diferenciadas. Além disso, pode-se perceber também que é interessante que o professor esteja atento as atividades e dificuldades dos seus alunos, e também que realize o planejamento de cada aula com bastante atenção, em especial no que diz respeito a conteúdos considerados mais difíceis pelos estudantes.

3.1.1 Os conteúdos relacionados à estequiometria

A estequiometria é encontrada nos livros didáticos basicamente como o estudo dos aspectos quantitativos numa reação química (USBERCO; SALVADOR, 2006; PERUZZO; CANTO, 2010; FRANCO, 2010; MORTIMER; MACHADO, 2013; REIS, 2013). No sentido de exemplificar como é a abordagem deste conteúdo, citamos o livro recomendado pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), para o período de 2012 a 2014, de Peruzzo e Canto que destacam:

Pare e situe-se! Texto introdutório ao capítulo. [...] A partir das massas atômicas, listadas na tabela periódica, pode-se calcular a massa molar de cada reagente ou produto de uma reação química. Conhecidas essas massas molares e a equação química do processo, é possível estabelecer relações entre as quantidades de reagentes e de produtos e, baseando-se nelas fazer previsões. Estabelecer tais relações e, a partir delas, realizar previsões é o que se denomina estequiometria ou cálculo estequiométrico, tema deste capítulo. [...] Você aprenderá a relacionar mols, massa e número de moléculas participantes, como relacionar estas grandezas ao volume dos participantes gasosos, como levar em conta a presença de impurezas nos reagentes e como considerar o fato de a reação eventualmente não apresentar rendimento total, ou seja, o fato de ela aparentemente “parar” antes que os reagentes sejam consumidos. Enfim, este capítulo fornece uma visão geral sobre a relação entre as quantidades consumidas de reagentes e as quantidades formadas de produtos. (PERUZZO; CANTO, 2010, p.355).

A partir do extrato acima, percebe-se que conteúdos como a massa atômica, massa molar, mol, número de moléculas, volume, impurezas e rendimento de uma reação estão relacionados ao estudo da estequiometria. Porém cabe mencionar, que o estudo de alguns desses itens utilizados para medir quantidades, dos quais, podemos citar: Massa Atômica, Massa Molecular, Massa Molar, Constante de Avogadro (que está intimamente relacionada aos cálculos de número de moléculas e de número de átomos), número de mol e volume molar, geralmente são trabalhados antes do capítulo referente aos cálculos estequiométricos,

mas que não podemos deixar de considerá-los como relacionados a este conteúdo, uma vez que seu conhecimento é pré-requisito para que a estequiometria possa ser aprendida. Corroborando com estas ideias, cabe destacar Migliato Filho (2005), que considerou para seu trabalho, pesquisas desenvolvidas acerca do que ele considera como:

[...] todo o leque que norteia o assunto. ” Dos quais o autor cita: “Balanceamento; Lei da Conservação de Massas; Lei das Proporções Definidas; Constante de Avogadro; Reagente Limitante e em Excesso; Rendimento; Volume Molar; Pureza; Fórmulas Químicas; Balanceamento por Número de Oxidação. (MIGLIATO FILHO, 2005, p.4).

Assim se observa que o autor destacou outros conhecimentos associados à estequiometria. Desse modo, é possível perceber que há muitos conhecimentos vinculados a estequiometria e assim elencá-los depende do olhar do professor e/ou pesquisador.

Costa e Souza (2013) sinalizam que para a compreensão da estequiometria é necessário ter conhecimentos acerca das quantidades de uma substância em massa, número de mols, entre outros fatores, bem como a interpretação correta da reação química. Assim, observa-se que as abordagens dos conteúdos relacionados à estequiometria também se apresentam como um critério decisivo para o ensino-aprendizagem dessa parte de estudo da Química.

Com as constatações realizadas possibilitamos assumir que existem muitos conhecimentos necessários a compreensão da estequiometria e corroborando com as ideias apresentadas é importante a atenção do professor aos conteúdos relacionados a este assunto. Nesse contexto destaca-se, em especial, o estudo das quantidades de substâncias, como podemos observar nas palavras de Vilches e Pérez:

Ao utilizar quantidades de substâncias medidas em mol, estas quantidades quando abordadas em problemas estequiométricos adquirem significado, uma vez que traduzem diretamente as proporções, geralmente muito simples, mas que interferem nas entidades microscópicas do processo químico. (VILCHES; PÉREZ, 2010, p.209 – Tradução nossa).

Dessa forma, é possível considerar que o início do estudo relacionado à Estequiometria tem seu princípio quando a abordagem acerca das quantidades de substâncias em suas diferentes medidas, como número de mol, a Constante de Avogadro e as medidas de massas, começam a ser apresentadas aos estudantes. Nesse sentido, é possível considerar que é necessária a atenção dos alunos durante o processo de ensino-aprendizagem destes conteúdos e, cabe ao docente ser o incentivador desse processo.

Amaral (1997, apud TRISTÃO; FREITAS-SILVA; JUSTI, 2008, p.1) considera que “o aprendizado satisfatório de estequiometria envolve uma série de habilidades, tais como: aritméticas, de raciocínio proporcional, da conceituação de reação química, da interpretação da equação química, da conceituação de mol, massas molares, etc.” De tal modo, observa-se a necessidade de uma série de conhecimentos para que o ensino-aprendizagem deste conteúdo possa ser facilitado, e então, melhor compreendido pelo aluno.

Em síntese podemos considerar como conteúdos vinculados diretamente ou indiretamente a estequiometria:

- Massa Atômica, Massa Molecular, Massa Molar e a relação dessas com a massa medida em gramas;
- Número de Mol e a Constante de Avogadro;
- Volume Molar;
- Balanceamento de uma reação química;
- Leis Ponderais: Lei da Conservação das Massas e Lei das Proporções Definidas;
- Interpretação da equação química;
- Proporção envolvida em uma equação química;
- Limite e excesso de reagente em uma reação química;
- Pureza envolvida em uma reação química;
- Rendimento de uma reação química.

Dessa maneira, observa-se uma amplitude de conhecimentos que podem ser relacionados a essa parte de estudo da Química e, não podemos esquecer que o conteúdo da estequiometria envolve muitos conhecimentos matemáticos, principalmente a realização de cálculos. Além disso, é possível considerarmos que cada tópico será abordado pelo professor conforme o desenvolvimento do seu planejamento e das suas aulas, sendo assim de suma importância o planejamento de cada uma das aulas.

Cabe ressaltar que encontramos como unanimidade em todos os trabalhos e livros didáticos, que os cálculos estequiométricos contemplam em seu estudo geral as relações das quantidades envolvidas nos reagentes e nos produtos em uma dada reação química. Desse modo, podemos considerar que ao mencionarmos o estudo da estequiometria necessariamente se estabelece relação com esta definição. Nesse contexto, finaliza-se mencionando que se torna tarefa do professor elencar as atividades necessárias e diferenciadas a cada um dos conceitos relacionados a este assunto da Química, visando facilitar o ensino e a aprendizagem nas aulas dessa componente curricular.

3.2 Ensino de Química e Vygotsky

No que diz respeito ao ensino de Química os pressupostos de Vygotsky têm sido amplamente utilizados por diferentes autores como: Batista; Carvalho e Ribeiro (2007); Yamaguchi et al. (2010); Rodrigues et al. (2012); Silva et al. (2012); Nascimento e Amaral (2012); Zub (2012); Ferry (2014); Wenzel e Maldaner (2014); Antunes-Souza e Schnetzler (2015); Mota; Mesquita e Farias (2015) e Neto e Moradillo (2015). A fim de melhor elencarmos a forma que esse referencial vem sendo abordado, apresentamos as considerações realizadas por alguns desses trabalhos.

O trabalho de Mota, Mesquita e Farias, se referenciam nas ideias de Vygotsky e, consideram como importante os materiais didáticos no processo de ensino-aprendizagem, mencionam que:

Na perspectiva da teoria sociocultural vygotskyana, o processo de ensino e aprendizagem é um trabalho global, não isolado, em que relações pautadas em colaborações ocorrem, não só entre professor/alunos, como também alunos/alunos. Nesse sentido, os materiais didáticos são ferramentas culturais utilizadas na mediação da aprendizagem por professores e alunos. (MOTA, MESQUITA; FARIAS, 2015, p.3),

Assim, pode-se observar que os autores destacam a interação por meio da relação/colaboração entre professores e alunos e também entre alunos e alunos. Enfatizam o emprego dos materiais didáticos como ferramentas mediadoras, ponderando que estas também fazem parte do processo de ensino-aprendizagem. A pesquisa de Nascimento e Amaral (2012) visava analisar o papel da interação em sala de aula, com base em Vygotsky e Leontiev. Esses autores caracterizam:

[...] compreendemos que a abordagem vygotskiana enfatiza um sujeito do conhecimento não apenas passivo, moldado por regulações externas, e nem tampouco apenas ativo, moldado por regulações internas, mas, um sujeito interativo e dinâmico em suas escolhas e atitudes, cuja história de vida vai sendo construída à medida que, socialmente, integra-se a outras histórias de vida, incorporando valores, hábitos e experiências, assim como a própria linguagem daqueles com quem interage. Nesse sentido, a perspectiva sociointeracionista configura a aprendizagem num cenário no qual as relações sociais constituem o elemento fundamental do desenvolvimento e, por essa razão, a coletividade viabiliza um espaço para o diálogo e para a consolidação de práticas cotidianas, potencializando papéis e avanços cognitivos a cada um. (NASCIMENTO; AMARAL 2012, p.577 – Grifo meu)

De acordo com o extrato acima os autores reconhecem as relações sociais como fundamental e o aluno como um sujeito em ampla interação, ativo em tomar suas próprias

decisões. Nesse contexto é interessante sinalizarmos que a interação em sala de aula (entre os membros que compõem o processo: alunos e professores) se constitui como de suma importância para que ocorra a aprendizagem e o desenvolvimento.

Carvalho; Batista e Ribeiro (2007, p.412) destacam “como Vygotsky, deve-se trabalhar mediando o processo de aprendizagem, com a utilização de instrumentos e signos, caracteres fundamentais no auxílio das internalizações e das atividades humanas.” Nesse sentido, observamos a mediação realizada em sala de aula para que ocorra a apropriação conceitual do indivíduo, ou seja, a internalização do conhecimento/conteúdo.

Ainda no que tange à questão da mediação é fundamental mencionar Antunes-Souza e Schnetzler (2015, p.2) para os quais: “Sendo função da escola e tarefa do professor de Química mediar tais conhecimentos abstratos a seus alunos, torna-se importante investigar como tal mediação pode ser feita.” Assim, estes autores realizaram uma pesquisa acerca da mediação docente em sala de aula, por meio da análise do depoimento de um professor. A pesquisa visava perceber os aspectos relevantes relacionados à mediação do professor em busca de proporcionar a apropriação dos conceitos químicos relacionados à introdução dos conhecimentos envolvidos nas transformações químicas. Como resultado os autores identificam três mediações de acordo com a atuação do colaborador da pesquisa Professor Pedro:

A primeira refere-se à orientação do pensamento do aluno na elaboração do conceito de transformações químicas por meio de um outro conceito científico (átomo). [...] isto caracteriza uma mediação, pois promove que o aluno conceitue transformações químicas como um processo [...]. Uma segunda mediação está ligada aos exemplos de transformações químicas (processo de fotossíntese e produção da amônia), pois ao explorá-los, ele orienta, deliberadamente, o pensamento do aluno a interpretar tais fenômenos a partir de um modelo científico (modelo atômico) e, deste modo, a atenção do aluno pode ser dirigida do conceito à experiência concreta. [...] terceira mediação se caracteriza pela introdução da linguagem química que também pode orientar o pensamento do aluno em níveis mais complexos de generalização e abstração [...]. (ANTUNES-SOUZA; SCHNETZLER, 2015, p.4-5. Grifo meu)

Dessa maneira, podemos dizer que a mediação do professor ocorreu por meio do emprego da fala, atuando na orientação do pensamento do aluno, a partir da ampliação de um conceito por meio de outro, por meio de exemplos e da introdução da linguagem química. Portanto, é possível afirmarmos que em tal pesquisa o professor analisado não necessita do uso de nenhum instrumento (artefato) mediador, mas para mediar à relação do aluno com o objeto do conhecimento, faz uso de signos, da linguagem, da fala, por meio do seu próprio modo de agir e explicar. Assim a mediação caracteriza-se passível de ser realizada em sala de

aula somente pela atuação docente, no qual os signos e a linguagem são as principais formas de realização da mesma. Nas palavras dos autores Antunes-Souza e Schnetzler:

Os modos de mediação de Pedro refletem seu propósito de orientar, deliberadamente, o pensamento do aluno em direção à formação de conceitos cada vez mais generalizantes e abstratos. [...] a mediação docente precisa promover o estabelecimento da experiência social concreta do aluno com o conhecimento químico escolar, objetivando a elaboração, por parte deste, de conhecimentos químicos que só podem ser apropriados na escola por intermédio do professor de química. (ANTUNES-SOUZA; SCHNETZLER, 2015, p.6-7).

Desse modo, podemos afirmar que de acordo com os autores o conteúdo da Química só é passível de ser compreendido através da atuação do professor, que por sua vez, necessita orientar o pensamento do aluno, realizando conexões com as experiências concretas dos estudantes. Wenzel e Maldaner também realizam menção a mediação docente:

Entendemos com base em Vigotski (1993, 2000) que, quando o estudante usa uma nova palavra, o processo de desenvolvimento conceitual está apenas iniciando e que apenas ao desenvolver internamente o seu significado, pelo uso da palavra em diferentes contextos, num processo mediado pelo professor e outras formas discursivas como livros didáticos, textos de divulgação científica, situações do cotidiano, a palavra vai amadurecendo e ampliando os níveis de generalização. (WENZEL; MALDANER, 2014, p.316).

Mais uma vez observa-se que o professor é novamente citado como o condutor do processo, o responsável por elaborar as situações mediadoras. Cabe destacar também que os autores caracterizam que o uso de uma nova palavra pelo aluno demonstra o início de um processo de desenvolvimento, no qual esta palavra é capaz de amadurecer e ampliar os conceitos, as ideias acerca do determinado objeto do conhecimento, realizando assim a generalização, que de acordo com Vygotsky (2008) seria atribuir significado amplo acerca da palavra que inclui a primeira conceituação desta e todas as demais conceituações, ou seja, a generalização inclui os significados atribuídos a determinada palavra/conceito.

No que diz respeito à ZDP, cabe destacarmos o trabalho de Ferry (2014), o qual faz uso de analogias para o ensino da estequiometria, tendo como base o processo das relações sociais, da mediação e das considerações acerca da ZDP. O autor baseado em Vygotsky destaca que o desenvolvimento dos conceitos científicos surge na colaboração entre o aprendiz e alguém mais experiente (que possa permear o processo pelo emprego de signos pertencentes a uma mesma cultura). Comenta ainda que essa colaboração ocorra na ZDP, que seria uma espécie de espaço em que as relações entre os indivíduos se fazem presentes visando uma ascensão à aprendizagem. E, ainda no que diz respeito ao trabalho de Ferry

(2014) cabe destacar que ao exemplificar o processo mediado na ZDP do aluno, o autor destaca:

Neste trabalho, a proposta consiste em apresentar o problema estequiométrico para o estudante, explicar o princípio para a solução do problema e aguardar para ver se ele é capaz de resolvê-lo, ou ver quais são os passos que o estudante consegue dar para a sua resolução, a fim de identificar as operações que ele consegue realizar sozinho e quais operações ele necessita de auxílio. Sobre as operações que o estudante necessita de auxílio, o professor/investigador deverá intervir colaborativamente introduzindo analogias criadas especificamente relacionadas com a situação percebida. (FERRY, 2014, p.8)

Dessa forma, admite-se que o autor pretende observar os conhecimentos que o aluno já sabe e intervir na sua aprendizagem buscando potencializá-la, ou seja, permitindo que o estudante realize com auxílio aquilo que ainda não consegue, mas que aos poucos se tornará também parte das suas aquisições, ou seja, aprendizagens pessoais. No que diz respeito ao uso de analogias o autor menciona que seriam modelos, representações produzidas com o intuito de ensinar o conteúdo. Quanto à estequiometria, que também é foco de análise desse trabalho, Ferry (2014) utiliza-se dessas analogias, como ferramenta de mediação em sala de aula, para propor uma atuação colaborativa entre professor e aluno. É interessante destacar que as analogias desenvolvidas no trabalho deste autor são situações-problemas equivalentes às situações peculiares da Química, em uma sequência de cálculos estequiométricos.

Ferry (2014) traz uma proposta de trabalho detalhada e que inclui informações importantes sobre cada analogia proposta, sobre como proceder caso o estudante erre uma questão, sempre se baseando no referencial vygotskyano, mas, o trabalho não relata nenhuma aplicação com estudantes ou professores, apenas sugere possibilidades. Ainda assim, a partir do trabalho de Ferry (2014) é possível percebermos uma grande importância no que diz respeito à atuação do professor e a mediação se relacionando com a aprendizagem, uma vez que podemos considerar que ambos se encontram diretamente relacionadas à ação colaborativa na ZDP do aluno, pois para perceber os conhecimentos já consolidados e auxiliar os que se encontram em processo, ocorre a interação do professor (ou de um sujeito com mais conhecimento), fazendo uso da mediação, por meio de signos, linguagem e instrumentos, em prol de potencializar o conhecimento do estudante.

Corroborando com as averiguações já apresentadas, cabe destacar quanto a experimentação no ensino de Química, baseada em Vygotsky, os trabalhos de Yamaguchi et al. (2010) e o trabalho de Neto e Moradillo (2015). Yamaguchi et al. (2010, p.97) mencionam que o método por eles utilizado “[...] proporcionou uma maior interação entre professor-

aluno, aluno-aluno e ainda possibilitou ao professor ser o mediador, facilitador para gerar a construção do conhecimento desejado”. Para os autores é por via das interações que o processo de ensino-aprendizagem produz o desenvolvimento de cada sujeito.

Neto e Moradillo destacam:

[...] uma experimentação dentro da psicologia histórico-cultural, estamos tratando de uma concepção experimental que vai além da manipulação. A apresentação de vídeos, dados experimentais e de simulações são exemplos de atividades que são importantes para o desenvolvimento do pensamento teórico e para que os estudantes tenham acesso aos elementos e substâncias que não estão presentes na sua imediaticidade. (NETO; MORADILLO, 2015, p.7).

Assim podemos observar que o emprego de atividades experimentais, vídeos, simulações possibilitamos desenvolver os conceitos teóricos, o pensamento por meio de manipulações que não são passíveis da experiência imediata. Além disso, os autores buscam atentar para que o uso de experimentos em sala de aula não seja motivo de mero espetáculo ou motivação, mas que possua um objetivo e vise à conceituação científica e é nesse contexto, que se apóiam no referencial Vygotsky. Conforme os autores:

A escola deve levar para o estudante o conhecimento científico e para isso o experimento precisa ser colocado a esse serviço. Ou seja, a experimentação precisa estar na escola para garantir que os estudantes se apropriem do legado cultural nas máximas potencialidades que o homem já conquistou, ou seja, a escola precisa superar por incorporação o cotidiano e ir além dele. (NETO; MORADILLO, 2015, p. 4)

Nesse sentido, é possível observarmos a experimentação como exemplo de demonstrar a existência de um conhecimento científico por meio de um histórico cultural que pode ter relação com o cotidiano, mas que vai além dele.

Também baseados nas ideias de Vygotsky destacamos a existência de trabalhos voltados ao emprego de jogos didáticos no ensino de Química, como Silva; Amaral e Silva (2012); Rodrigues et al. (2012) e de atividades lúdicas como o de Zub (2012). De acordo com Silva; Amaral e Silva (2012, p.1); a partir das ideias de Vygotsky “[...] consideramos os jogos didáticos como uma opção de abordagem ao ensino que pode incentivar as interações entre alunos e professor, promovendo a construção de significados, o aprendizado de conceitos e o desenvolvimento de habilidades.”

Nesse sentido, observa-se o jogo como um potencializador da interação em aula, e assim do aprendizado. Rodrigues et al. (2012, p.1) sinalizam além da interação e da melhoria do aprendizado que nas ideias de Vygotsky também há referência a possibilidade do jogo

desenvolver “[...] a curiosidade, a iniciativa e a autoconfiança; aprimoram o desenvolvimento de habilidades linguísticas; mentais e de concentração [...]”. Já Zub (2012, p.24) realiza um trabalho envolvendo atividades lúdicas relacionadas ao conteúdo de tabela periódica, a autora sinaliza que “[...] ao provocar a interação dos alunos através do jogo, estes passam a inserir-se num contexto de intercâmbio de informações, numa atividade sócio-interacionista, de acordo com a Teoria de Vygotsky.” De tal forma, podemos observar nestes trabalhos que o principal emprego do lúdico em sala de aula, no que diz respeito ao embasamento em Vygotsky, parece pautar-se na questão da interação proporcionada por essas atividades, de modo a facilitar o processo de ensino-aprendizagem.

Ainda no que diz respeito a jogos e atividades lúdicas, cabe destacar que em um trabalho anterior (CORRÊA, 2013), tendo Vygotsky como referencial teórico, para a realização de um estudo sistemático, de caráter exploratório e qualitativo, acerca das publicações de dois eventos, a saber: as Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira de Química – RASBQ e os Encontros de Debates sobre o Ensino de Química – EDEQ. Nesta pesquisa identificou-se que, a interação proporcionada por essas atividades, assim como os trabalhos aqui descritos, também demonstrou ser fundamental para favorecer a aprendizagem dos sujeitos.

Por fim, sinalizamos que as pesquisas de ensino de Química, que se baseiam em Vygotsky, possuem como principais considerações: a atuação do professor, principalmente no que tange à mediação, destaca o emprego dos signos, da linguagem e de ferramentas mediadoras, mencionam a importância da linguagem. A ZDP também é abordada, bem como Vygotsky é referenciado em trabalhos que envolvem a experimentação e o lúdico. Porém, cabe destacar que a interação foi o grande destaque, uma vez que todos os trabalhos mencionaram de alguma maneira, a importância desta, na relação entre aluno-professor, aluno-aluno, e no caráter interativo proporcionado pelo emprego da experimentação e dos jogos no ensino-aprendizagem de Química. É importante também reconhecer que dos trabalhos discutidos acima apenas um deles apresenta articulação da estequiometria e os pressupostos de Vygotsky, mas não foi aplicado com alunos ou professores, constituindo-se apenas uma proposta de ensino.

Nesse sentido, a intervenção que será apresentada no item 5.4 apresenta articulação na prática da sala de aula de Química junto à teoria de Vygotsky. E a análise, discussão e reflexão, dessa sequência de ensino realizada, encontram-se no item 6 da presente dissertação. Este presente trabalho parece ser um entre os poucos que versam sobre ensino-aprendizagem de estequiometria baseando-se Vygotsky.

4 PERCURSOS METODOLÓGICOS: DA PESQUISA E DA PRODUÇÃO EDUCACIONAL

O trabalho realizado buscou compreender a respeito do ensino-aprendizagem, de estudantes de Ensino Médio, acerca das relações estequiométricas, por meio da elaboração e aplicação de uma produção educacional, que contou com uma sequência de aulas balizadas nos pressupostos de Vygotsky.

A seguir apresentamos o contexto em que a pesquisa foi desenvolvida, os instrumentos utilizados para a coleta de dados, a metodologia da pesquisa e a metodologia envolvida na produção educacional.

4.1 O contexto da pesquisa

O município de Bagé é localizado no Sudoeste do Rio Grande do Sul, na região da Campanha ou Pampa gaúcho. É conhecido como “Rainha da Fronteira” pela localização próxima ao Uruguai. Fundada em 17 de Julho de 1811, atualmente Bagé possui 205 anos, sua economia é baseada na agropecuária e no comércio local. Além disso, pode ser considerado um pólo universitário, uma vez que conta com duas instituições particulares: a Universidade da Região da Campanha – URCAMP e a Faculdade IDEAU – Instituto de Desenvolvimento Educacional do Alto-Uruguai e duas instituições públicas, a Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA e a Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS.

Figura 1 – Localização de Bagé no Rio Grande do Sul e no Brasil



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Bag%C3%A9#/media/File:RioGrandedoSul_Municip_Bage.svg

A pesquisa foi realizada na Escola Estadual de Ensino Médio Dr. Carlos Antônio Kluwe (Figura 2), conhecida no município por “Estadual”. Encontra-se situada no centro da cidade, possuindo transporte coletivo próximo, além de diferentes pontos comerciais ao seu redor. A escola abrange o Ensino Médio nos três turnos: manhã, tarde e noite, apresentando exclusivamente oferta para o Ensino Médio Regular. Fundada em 17 de outubro de 1954, possui 62 anos de atuação, sendo tradicionalmente conhecida na cidade pelos seus anos de história e pelo bom desempenho como instituição de ensino. Em um levantamento realizado no site do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP, a escola tem sido a primeira colocada no Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM, pelo menos nos últimos três anos (2016, 2015 e 2014), motivo este de muito orgulho para toda a equipe escolar.

Figura 2 – Escola Estadual de Ensino Médio Dr. Carlos Antônio Kluwe



Fonte: Registro Fotográfico da Autora

A realização deste trabalho contou com a autorização da equipe diretiva e supervisão escolar, foi realizada entre os meses de março e junho, do ano letivo de 2016. A intervenção pedagógica foi desenvolvida em duas turmas de 2º ano do noturno. Porém faz parte da análise da pesquisa apenas uma das turmas.

A turma em que a produção educacional foi desenvolvida possuía no 1º trimestre 44 alunos no total, sendo que um realizou transferência e 37 foram frequentes as aulas de Química. É importante informar que foi entregue para todos os alunos um convite para

participar da pesquisa sendo que os que desejassem aderir à mesma, somente poderiam participar, como sujeito de análise, se fizessem a devolutiva do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A), um documento que deveria ser assinado pelo responsável do aluno, ou pelo mesmo, quando este fosse maior de idade. Assim, 27 estudantes, com idade entre 15 e 21 anos, realizaram a entrega do termo devidamente assinado, concretizando-se como participantes desta pesquisa, porém compete destacar que ao longo do desenvolvimento da sequência de ensino, uma estudante deixou de frequentar a escola, antes do término da mesma. Além disso, cabe ressaltar que todos os alunos da turma participaram das atividades realizadas em sala de aula, sem distinção ou prejuízo àqueles que não realizaram a devolutiva do termo.

A turma pode ser considerada tranquila e é formada, em sua maior parte, por alunos que já eram colegas no 1º ano do Ensino Médio (também no noturno desta mesma escola). Por tratar-se do turno da noite, muitos dos alunos frequentam cursos de capacitação técnica durante o turno da manhã e/ou da tarde (fato que justifica a existência de estudantes menores de idade) e, outros trabalham. Nesse contexto, muitas vezes se encontram cansados pelas atividades já realizadas no seu dia e desmotivados em participar da aula ou aprender. Ainda assim, em sua maioria, os estudantes visam o ingresso em Universidades e, estudam à noite devido a este turno melhor atender suas necessidades pessoais.

Com a finalidade de preservar a identidade dos estudantes participantes da pesquisa, designou-se um código para cada um dos 27 estudantes, composto pela letra “A” maiúscula, seguido de um ponto e de um número que é específico para cada aluno e vai do número um ao 27, por exemplo, A.15. Os códigos foram indicados aleatoriamente a cada sujeito. Além disso, as transcrições dos alunos preservam sua grafia e, não foram, portanto, alteradas pela pesquisadora, mantendo inclusive os erros de escrita cometidos pelos estudantes.

4.2 Instrumentos utilizados para coleta de informações

Para a coleta de dados utilizou-se de instrumentos diversificados, a saber:

- Atividades desenvolvidas pelos alunos: resolução de questões, desafios, exercícios, uma atividade avaliativa e, uma escrita final de autoria livre dos estudantes acerca da sequência de aulas realizadas (parte integrante deste trabalho);
- Filmagem do Encontro IV, uma aula prática que envolvia a produção de um pudim de caneca pelos alunos. Cabe ressaltar que a orientadora desta dissertação Prof.^a Dr.^a Renata Lindemann foi quem realizou a filmagem, participando, portanto, desta aula realizando

questionamentos aos estudantes;

- Relatos e observações registrados em um “Diário de Bordo” da pesquisadora, no qual a autora realizou registro referente ao andamento das aulas, de alguma observação importante de um aluno e até mesmo, transcreveu alguma fala de um estudante;
- Imagens realizadas por meio de registro fotográfico pela autora;
- Utilização de rubricas para avaliação;

É importante mencionar que quanto às atividades desenvolvidas pelos alunos, estas foram entregues pelos estudantes a professora, durante a aula em que tal atividade, a ser analisada, foi desenvolvida.

4.2.1 Rubricas: Um instrumento utilizado para avaliação

A avaliação utilizando rubricas foi realizada nos Encontros V e VI. Este método de avaliação tem sido destacado por diferentes autores como Roque; Elia e Motta (2004); Biagiotti (2005); Cruz e Nunes (2009); Lobato et al. (2009); Abio (2013); Gatica-Lara; Uribarren-Berrueta (2013). Segundo Lobato et al:

a rubrica é utilizada como um sistema de classificação que pode dinamizar o processo avaliativo, pois permite ao professor uma melhor observação quanto ao desenvolvimento cognitivo do estudante, uma vez que é avaliado em todas as etapas e não em um único momento como realiza na avaliação tradicional. (LOBATO et al., 2009, p.2-3).

Nesse contexto, observam-se as rubricas como uma ferramenta baseada na observação do desenvolvimento do aluno, o avaliando como um todo. Nas palavras de Cruz e Nunes:

[...] as rubricas necessitam ser construídas, tendo como exemplo, a natureza de cada tarefa, desempenho e competência dos alunos e os indicadores específicos podem ser associados a uma escala conceitual com o objetivo de facilitar o gerenciamento minucioso do professor. Nesse âmbito, muitos são os instrumentos utilizados para avaliação, mas os dados observados pelos professores necessitam ser transformados em registros (anotações) para se constituírem instrumentos. O fato de o professor observar, registrar e intervir de forma dialógica não significa que não esteja avaliando seus alunos. Apenas não os estigmatiza atribuindo-lhe notas. (CRUZ; NUNES, 2009, p.6):

Assim, podemos definir as rubricas como uma ferramenta para avaliação, que não impõe notas, mas faz uso de um esquema que atribui um olhar qualitativo ao aluno durante a atividade que se deseja realizar a avaliação. Para Airasian (1991, apud LOBATO et al., 2009, p.4) “Rubrica é um sistema de classificação pelo qual o professor determina a que nível de

proficiência um estudante é capaz de desempenhar uma tarefa ou apresentar/evidenciar conhecimento de um conteúdo/conceito. ” Nesse sentido, a rubrica analisa o desempenho do aluno durante uma determinada atividade, a partir de níveis de desenvolvimento

Corroborando com tais constatações cabe destacar que há dois tipos de rubricas conforme sinaliza Gatica-Lara e Uribarren-Berrueta (2013), para os autores a rubrica global contempla de uma maneira geral o desempenho do estudante, definindo este desenvolvimento por níveis sobre um determinado critério, já a rubrica analítica avalia critério por critério o desempenho do estudante, utilizando-se de um esquema/tabela para a classificação de diferentes níveis que estão relacionados também a diferentes critérios, permitindo assim identificar aquilo que o estudante já sabe e o que precisa melhorar.

Neste trabalho a rubrica utilizada foi do tipo analítica, de modo que buscou-se avaliar o desenvolvimento de cada aluno por critérios de observação, visando assim um olhar qualitativo sobre a aprendizagem do estudante individualmente. Desse modo, é interessante destacar Biagiotti (2005, p.4) que menciona “[...] adotamos a dimensão analítica, de modo a descrever especificamente cada item por seus níveis de desempenho.”

A rubrica utilizada nesta dissertação, foi elaborada pela autora e, cada um dos níveis de desempenho encontram-se descritos junto a cada critério previamente estabelecido. Tanto os níveis de desempenho quanto os critérios que foram adotados tiveram como base os aspectos considerados pela professora-pesquisadora como importantes para a aprendizagem do conteúdo de estequiometria. Cabe ainda destacar, que a rubrica utilizada no Encontro V e no Encontro VI são idênticas, visto que o objetivo adotado para o uso dessas era o mesmo: observar a resolução dos exercícios pelos estudantes, em diferentes critérios e categorias, pré-estabelecidos e descritos em cada item contido na rubrica, conforme podemos ver na Figura 3.

Figura 3 – Rubrica utilizada para avaliação nos Encontros V e VI.

Categoria Critério	Excelente (E)	Muito bom (MB)	Bom (B)	Insatisfatório (I)
Foco na tarefa e participação na aula.	Permanece com foco na tarefa a ser realizada. Pode inclusive auxiliar seus colegas.	Possui certa concentração na tarefa a ser realizada na maior parte do tempo. Pode auxiliar colegas.	Possui certa concentração na tarefa a ser realizada, mas apresentando dificuldades. Não consegue auxiliar os colegas.	Não se concentra na tarefa a ser realizada.
Observação das proporções envolvidas na reação química.	Verificou sozinho as proporções envolvidas na reação.	Necessitou de auxílio uma ou duas vezes para observar a proporção na reação.	Solicitou auxílio para observar as proporções envolvidas na reação	Não conseguiu observar as proporções envolvidas na reação.
Interpretação do exercício.	Desempenhou a interpretação do enunciado do exercício.	Necessitou de apoio para interpretar o enunciado de parte dos exercícios.	Solicitou auxílio para interpretar o exercício.	Não conseguiu interpretar o enunciado do exercício.
Realização dos cálculos.	Realizou a montagem dos cálculos químicos sozinho e com êxito.	Necessitou de auxílio para montar um ou dois cálculos nas atividades.	Solicitou auxílio para montagem dos cálculos químicos sozinho e com êxito.	Não conseguiu realizar cálculos químicos sozinho e com êxito.

Analisando, a rubrica acima, com um olhar em Vygotsky, considera-se que o aluno avaliado como:

- Excelente: Encontra-se com a maior parte dos conhecimentos já internalizados, portanto apresenta tais conceitos em seu nível de desenvolvimento real, uma vez que realiza de maneira voluntária as atividades, sem ajuda de outra pessoa.
- Muito bom: Encontra-se em ZDP, necessitando ainda de algum auxílio, mas em alguns momentos já demonstra domínio dos conhecimentos.
- Bom: Encontra-se em ZDP, necessita do auxílio de outro sujeito e precisa desenvolver a maior parte dos seus conhecimentos em nível de desenvolvimento potencial.
- Insatisfatório: Encontra-se em ZDP e precisa do auxílio de outro sujeito para aprender.

Em síntese, observa-se que as rubricas possuem relação direta com a atividade que se

está avaliando, necessitam ser construída para tal, com objetivos específicos e assim, demanda atenção do professor para sua elaboração. Além disso, pode-se dizer que as rubricas proporcionam uma avaliação do processo de desenvolvimento do aprendizado do aluno, constituindo-se diferente de uma avaliação tradicional e pode ser construída de acordo com o olhar acerca do aprendizado que objetiva o docente. Cabe destacar também, que os trabalhos acerca do emprego de Rubricas não são da área de ensino de ciências ou de Química, mas demonstraram um ótimo potencial para aplicação na mesma.

4.3 Metodologia da pesquisa

A pesquisa desta dissertação possui uma abordagem qualitativa de cunho aplicado se apoiando nos princípios da pesquisa do tipo pesquisa intervenção que é definida por Damiani et al. (2013, p.58) como:

[...] investigações que envolvem o planejamento e a implementação de interferências (mudanças, inovações) – destinadas a produzir avanços, melhorias, nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam – e a posterior avaliação dos efeitos dessas interferências.

De tal modo, a pesquisa intervenção caracteriza-se por ter caráter ativo e aplicado. E nesse contexto Damiani et al. (2013) consideram que a pesquisa intervenção possui pontos em comum com a pesquisa ação, já renomada. As semelhanças citadas pelos autores são, de ambas: buscarem por mudanças; pautarem-se na resolução de um problema; necessitarem ser aplicadas, serem baseadas em um referencial teórico e buscarem a produção de conhecimento. Assim, possibilita-se perceber que a pesquisa intervenção pode ser confundida com a pesquisa ação, devido as suas semelhanças. E nessa perspectiva é interessante destacar novamente Damiani et al. (2013) a qual ressalva que existem aspectos que as diferenciam, citando que a pesquisa ação têm a ela atribuído um caráter emancipatório, muitas vezes até político-social e que envolve em sua implementação todos os seus participantes, diferentemente da pesquisa intervenção a qual não obrigatoriamente é emancipatória e nesta é o pesquisador o responsável por identificar e solucionar o problema, permitindo que o público alvo da intervenção contribua com sugestões e até críticas acerca do trabalho que está sendo realizado.

Nesse sentido a intervenção buscou contribuir para a melhoria da aprendizagem de conceitos e cálculos químicos considerados de difícil compreensão pautando-se na teoria de

Vygotsky, e avaliar a eficácia dos métodos utilizados (nesse caso durante uma sequência de ensino). Além disso, teve como sujeitos de pesquisa apenas os alunos que entregaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e, não todo o público que realizou as atividades. Cabe destacar também, que os estudantes sempre tiveram a oportunidade de mencionar sugestões e até mesmo críticas. Além disso, a descrição detalhada das aulas, das atividades e instrumentos, encontra-se nas seções 5.4 e 6 desta dissertação.

A pesquisa intervenção, conforme Damiani et al. (2013) deve distinguir e destacar o método da intervenção, o qual seria o método de ensino, e o método de avaliação da intervenção, o qual se trata do próprio método de pesquisa. Desta forma, destacam-se como método de intervenção as atividades diferenciadas (como um vídeo, experimentos, modelos macroscópicos, questões contextualizadas, desafios e exercícios) propostas para as aulas que compõem a sequência de ensino e, a própria atuação da professora. É importante destacar que tanto as atividades como as ações da profissional levaram em consideração os princípios teóricos de Vygotsky.

No que diz respeito ao método de avaliação da intervenção Damiani et al. (2013) sinalizam que é importante que este descreva os instrumentos de coleta de informações e de análise dessas, buscando compreender as consequências desta intervenção. E destacam que esta avaliação é composta por dois elementos: um que busca o olhar para a análise das mudanças que puderam ser verificadas nos sujeitos de pesquisa e, o outro que volta o seu olhar para a avaliação da própria intervenção realizada. Por este viés, a avaliação da intervenção realizada nesta dissertação teve caráter qualitativo, e foi realizada por meio da Análise Textual Discursiva (ATD) (MORAES e GALIAZZI, 2006). Os instrumentos utilizados para a coleta de informações já foram destacados no item 5.2

A ATD tem sido amplamente utilizada como ferramenta de análise de informações no ensino de Ciências (LINDEMANN, et al., 2009; GEHLEN et al., 2012; HALMENSCHLAGER e SOUZA, 2012; CORRÊA, 2013; SANTOS; SILVA, 2014). Os autores Moraes e Galiazzi destacam que:

[...] o envolvimento na análise textual discursiva propicia duas reconstruções concomitantes: 1. do entendimento de ciência e de seus caminhos de produção; 2. do objeto da pesquisa e de sua compreensão. Argumenta-se no texto, sempre a partir das vivências de quem passou pelo processo, que a análise textual discursiva cria espaços de reconstrução, envolvendo-se nisto diversificados elementos, especialmente a compreensão dos modos de produção da ciência e reconstruções de significados dos fenômenos investigados. (MORAES E GALIAZZI, 2006, p. 118)

Assim, de acordo com os pressupostos da ATD visa-se realizar a interpretação dos

dados a fim de construir a compreensão acerca dos elementos investigados. De acordo com Moraes (2003) os dados na ATD costumam ser denominados como o *corpus* textual da análise. Para tanto, todas as informações coletadas durante cada atividade realizada, constituíram-se então, como o *corpus* de análise desse trabalho. Dessa maneira, considera-se que por meio da ATD possibilita-se perceber as consequências da intervenção realizada no ambiente escolar, refletir e analisar as possíveis mudanças de aprendizagem dos estudantes que constituíram o público-alvo desta pesquisa e também, perceber como foram as atividades, e de que modo se desencadearam o ensino-aprendizagem, por meio da sequência de ensino realizada e atuação da professora.

O método da ATD é caracterizado primeiramente pela Unitarização, caracterizada por selecionar fragmentos importantes dos instrumentos responsáveis pela coleta de dados. Em seguida os pesquisadores realizam a articulação dessa primeira etapa atribuindo-lhes semelhanças e significados, criando categorias, etapa nomeada na ATD de Categorização. E por último, na ATD há a criação por parte dos pesquisadores de metatextos. Segundo Moraes (2003, p. 202) “produz-se um meta-texto, descrevendo e interpretando sentidos e significados que o analista constrói ou elabora a partir do referido *corpus*. ”

Nesta pesquisa realizou-se uma aproximação da ATD, na qual realizamos a apreciação de cada um dos dados obtidos por meio de diversas releituras de cada material e da transcrição de diálogos da filmagem do Encontro IV, a partir da sua visualização por várias vezes. Dessa maneira foram selecionando-se item por item, constituindo assim a etapa da Unitarização. Cada item foi verificado no quesito individual, onde as atividades de cada aluno foram olhadas individualmente, buscando observar sua evolução e, a esta atribuir significados, mas também o coletivo foi contemplado, buscando a compreensão acerca da atividade realizada.

Por meio do olhar de cada dado e de cada atividade, buscando contemplar o objetivo desta pesquisa, surgiram as seguintes categorias:

- Apreciação das atividades aplicadas durante a produção educacional;
- Apropriação dos cálculos químicos;
- A interação nas aulas de Química e o olhar dos estudantes a respeito das aulas.

Nesse sentido, cada categoria compõe também o metatexto, que busca refletir, discutir e compreender aspectos da implementação da sequência de ensino que será apresentada mais adiante.

4.4 Metodologia da produção educacional

A produção educacional, parte deste trabalho de dissertação, teve como subsídio os pressupostos vygotskyanos. As atividades foram muitas vezes realizadas em grupos visando a formação do conceito, por meio da interação e dos objetos mediadores que se constituíram pela linguagem utilizada e pelos instrumentos presentes em cada aula, como experimento, vídeo, entre outros.

A sequência de ensino foi organizada em um total de oito encontros. Cada encontro foi previamente elaborado e pensado antes de sua realização. Porém cabe ressaltar que de acordo com o andamento da pesquisa, calendário escolar, mudanças no horário das aulas e atividades organizadas pela escola (que não faziam parte da produção educacional, por exemplo, palestras, passeios e outras atividades), os encontros acabaram sofrendo variações no tempo de duração e muitas vezes um mesmo encontro ocorreu em datas diferentes. Nesse contexto, a seguir apresentamos a descrição da sequência de ensino implementada.

Quadro 1 – Delineamento da sequência de ensino

Encontro	Número de horas/Aula*	Descrição
I	2	Aula expositivo-dialogada com apresentação da produção educacional e vídeo abordando os conceitos de Avogadro, Mol e kg.
II	2	Aula expositivo-dialogada com realização de experimento relacionado à Constante de Avogadro. Realização de debate de ideias compreendidas pelos estudantes.
III	5	Aula expositivo-dialogada com resolução de exercícios envolvendo diferentes grandezas como mol e a Constante de Avogadro com auxílio de modelos macroscópicos (FANTINI, 2009).
IV	3	Atividade experimental relacionada à Química na cozinha: Produção de pudim de caneca. Desafio de cálculos estequiométricos.
V	5	Atividade experimental para realizar o ensino acerca das proporções envolvidas em uma reação química.

Quadro 1 – Delineamento da sequência de ensino (continuação).

Encontro	Número de horas/Aula*	Descrição
VI	3	Aula expositivo-dialogada com resolução de exercícios contextualizados envolvendo proporção nas reações químicas.
VII	2	Encontro para verificar a aprendizagem dos estudantes: Realização de uma atividade avaliativa.
VIII	2	Encontro para encerramento: Realização de uma atividade lúdica: Jogo Mercado Estequiométrico (de autoria própria).

* Cada hora/aula apresenta duração aproximada de 45 minutos.

Cada encontro, bem como seu planejamento e atividades encontra-se detalhadamente apresentado na produção educacional, no Apêndice B. Porém, a seguir apresentamos uma descrição de um a um dos encontros.

Encontro I: A aula inicialmente apresentou a produção educacional aos estudantes e entregou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Em seguida foi apresentado o vídeo do significado de mol, da Constante de Avogadro e da importância dos padrões de medida que hoje utilizamos (Apêndice G - Digital). Ao final do vídeo um debate foi realizado em sala de aula acerca das informações apresentadas e, na sequência os estudantes responderam algumas questões (encontradas junto a descrição das atividades do Encontro I, do Apêndice B) que foram entregues a professora, com o objetivo de perceber as compreensões de cada aluno, acerca de como estes compreenderam os conhecimentos apresentados nesta aula. Cabe informar que o vídeo utilizado foi escrito e desenvolvido por autoria própria e, as imagens utilizadas possuem direitos autorais livres para utilização e, foram uma a uma, devidamente pesquisadas.

Figura 4– Imagens do vídeo apresentado no Encontro I



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Encontro II: Realizou a determinação da Constante de Avogadro por meio de um experimento, buscou dessa maneira que os alunos observassem que os conceitos científicos são construídos ao longo de uma série de investigações que podem incluir a realização de atividades experimentais. Ao final do experimento, a atividade possibilitou o debate de ideias e a realização do cálculo da Constante de Avogadro.

Figura 5 – Imagens do experimento sendo apresentado no Encontro I



Fonte: Registro Fotográfico da Autora

Encontro III: Este encontro foi contemplado em dois momentos, ambos adotando aulas expositivo-dialogadas com a resolução de exercícios contextualizados, em duplas. Como instrumento auxiliar de ensino-aprendizagem e de mediação entre aluno e objeto do conhecimento, as aulas, de ambos dois momentos, adotaram o uso de modelos macroscópicos, baseados em Fantini (2009), relacionados ao mol e a Constante de Avogadro, apresentados na Figura 6.

Figura 6 – Imagem dos modelos macroscópicos elaborados pela autora.



Fonte: Registro fotográfico da autora.

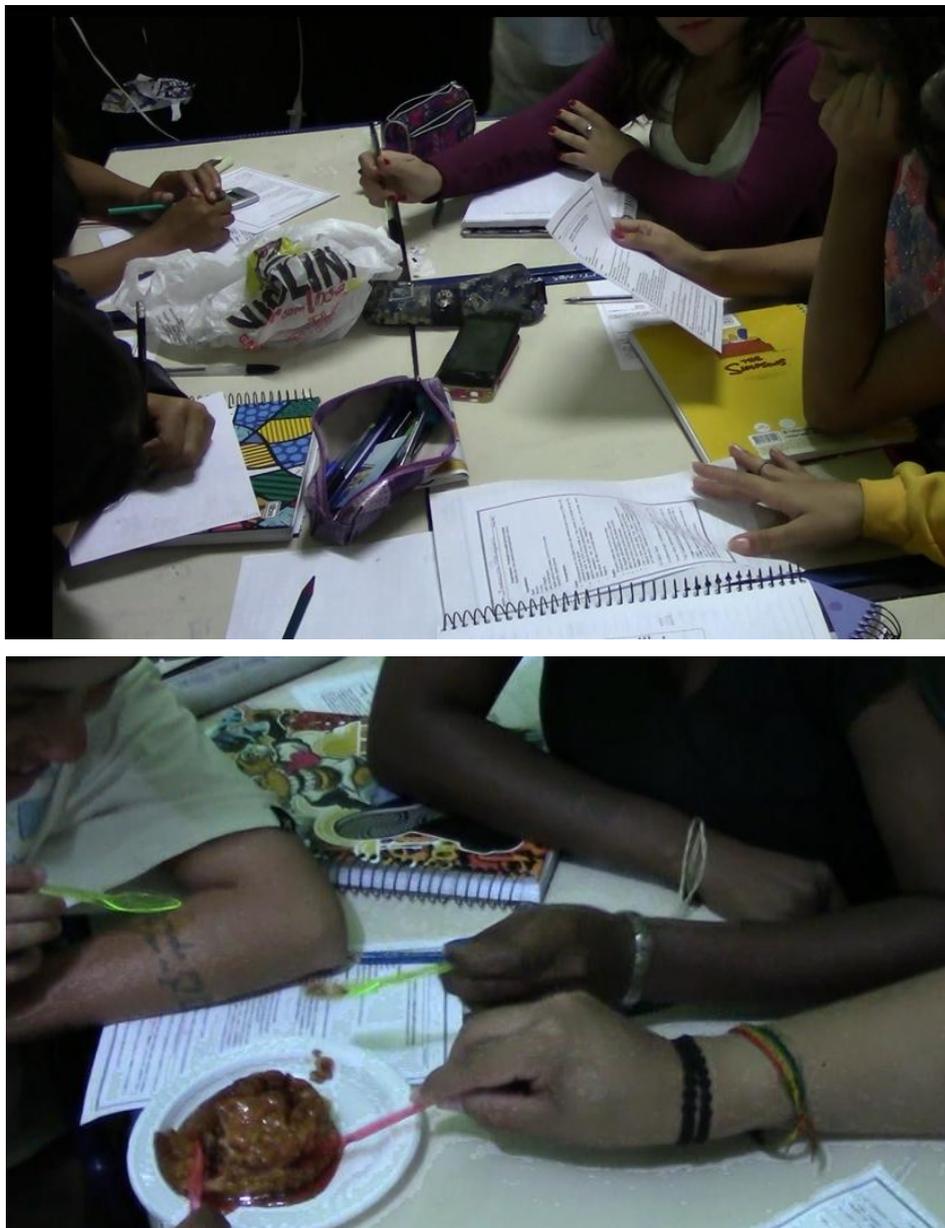
O primeiro momento contemplou os primeiros cálculos químicos realizados pelos estudantes em dupla, ao final da aula ocorreu à resolução de um desafio individual, que foi entregue a professora. No segundo momento, realizado em uma data seguinte, o desafio anterior foi corrigido e dúvidas foram respondidas, na sequência novamente foram realizados exercícios contextualizados, que também contaram com a possibilidade de manuseio dos modelos macroscópicos. Ao final da aula desse segundo momento um novo desafio, parecido com o anterior, foi resolvido individualmente por cada aluno e entregue a professora. Ainda quanto a este terceiro encontro cabe destacar que a professora esteve atenta ao desempenho dos alunos durante cada hora/aula, intervindo quando solicitado ou necessário, visando dessa forma atuar na Zona de Desenvolvimento Proximal do aluno e contribuir para seu desenvolvimento e aprendizado.

Encontro IV: Inicialmente apresentou e explicou aos estudantes a adaptação de uma receita de 50 Brigadeiros para 500 Brigadeiros, sempre buscando e incentivando a participação de cada aluno na aula. Na sequência, os alunos foram organizados em grupo, de acordo com o número total de alunos presente em aula. Para cada grupo, foi entregue um desafio de adaptação de receita de um pudim de caneca para forno micro-ondas, de 1500mL para ser apropriado a uma caneca de 300mL, ou seja, a receita deveria ser reduzida. Ao final

da adaptação da receita realizada pelo grupo, o mesmo poderia testá-la na prática, produzindo o pudim na aula e realizando sua degustação.

Ao final do quarto encontro os alunos resolveram individualmente um desafio, também envolvendo a adaptação da receita. Para este desafio individual foram elaborados um total de 8 modelos, envolvendo quantias diferentes para serem adaptadas, sendo quatro modelos de uma receita para um bolo de chocolate e, quatro modelos para uma torta salgada (ambas as receitas eram para preparo em forno micro-ondas).

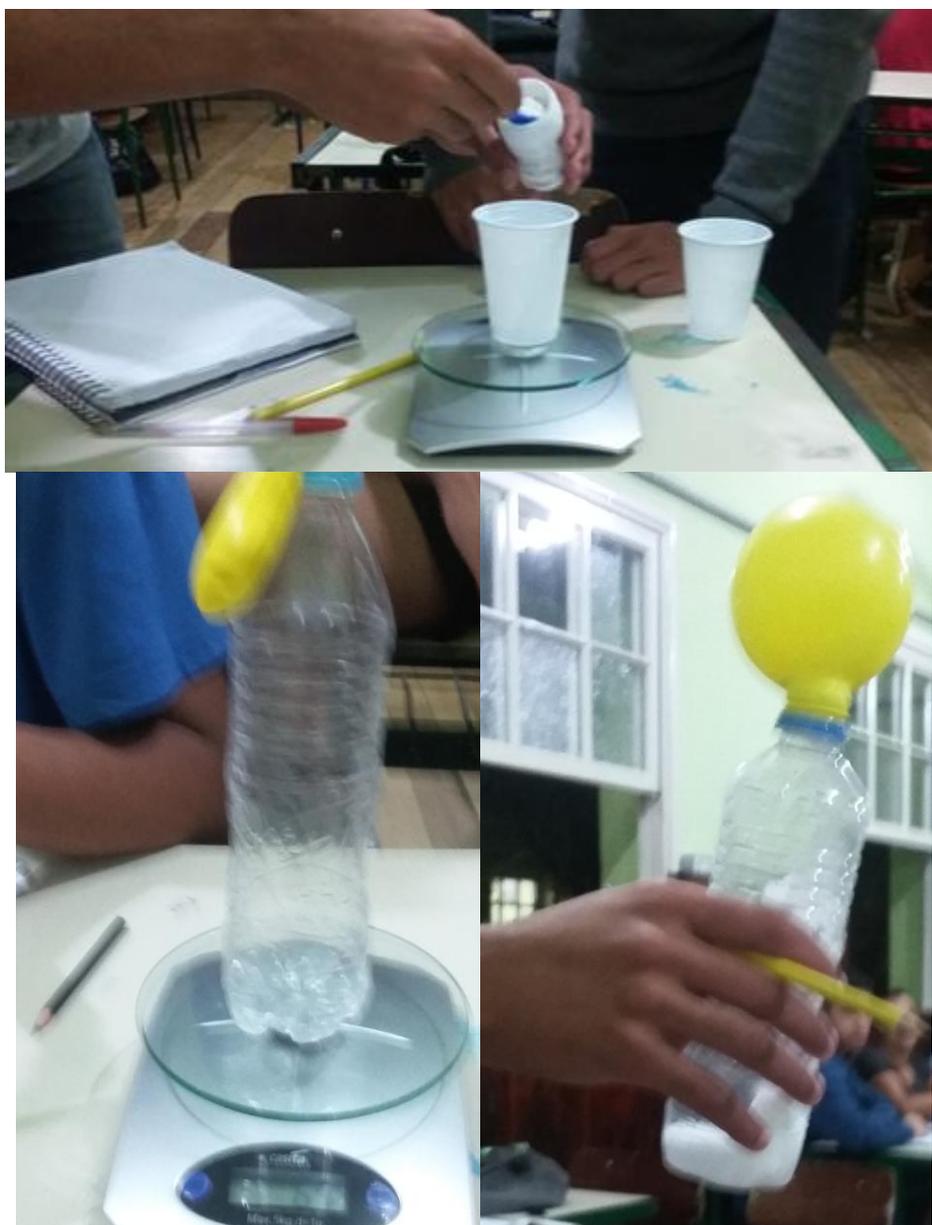
Figura 7 – Imagens do Encontro IV durante sua realização.



Fonte: Registro fotográfico da autora

Encontro V: Neste encontro foi realizado um experimento visando relembrar a Lei da Conservação das Massas e a Lei das Proporções Definidas de Proust e, demonstrar na prática a questão da proporção envolvida em uma reação química. A partir da reação química contemplada no experimento as relações estequiométricas foram apresentadas e explicadas aos alunos. Ao final da aula os estudantes resolveram cálculos estequiométricos. Assim como no “Encontro III” novamente o desempenho de cada estudante buscou ser acompanhado, bem como serem realizadas as intervenções necessárias em busca de potencializar a aprendizagem, desenvolvimento de cada discente.

Figura 8 – Imagens do experimento do Encontro V durante sua realização.



Fonte: Registro fotográfico da autora

Encontro VI: Este encontro foi voltado a resolução de questões envolvendo cálculos estequiométricos. A professora novamente atuou auxiliando os estudantes, buscando intervir na Zona de Desenvolvimento Proximal e colaborar para a aprendizagem dos mesmos.

Encontro VII: Este encontro foi dedicado a uma atividade avaliativa individual referente aos conteúdos abordados até o presente momento da sequência de encontros, a fim de verificar a aprendizagem dos estudantes.

Encontro VIII: Este encontro contemplou o encerramento da produção educacional, por meio de uma atividade lúdica, mais precisamente um jogo de tabuleiro envolvendo questões relacionadas aos conteúdos trabalhados em sala da aula. O jogo de autoria própria foi denominado “Mercado Estequiométrico” (No Apêndice F encontra-se um relato referente à como foi a confecção do jogo) e envolve o pagamento e o recebimento de um dinheiro “de fictício” denominado de “Estequioteca”, também desenvolvido para esse jogo, ganha o jogador ou grupo de jogadores que possuir mais “Estequiotecas” ao final da atividade. Cabe destacar que o jogo foi totalmente construído e criado, não tendo nenhum componente utilizado de outros jogos disponíveis no comércio, provenientes da indústria de brinquedos.

Figura 9 – Imagem do tabuleiro do Jogo “Mercado Estequiométrico”



Fonte: Registro fotográfico da autora

Figura 10 – Grupo de alunos resolvendo questão do jogo.



Fonte: Registro fotográfico da autora.

5 METATEXTOS: DESCRIÇÃO, ANÁLISE, DISCUSSÕES E REFLEXÕES

Neste item, encontram-se as categorias finais, as quais também compõem os metatextos, que surgiram a partir da Análise Textual Discursiva (ATD), por meio da intervenção realizada na sala de aula de Química, a partir da implementação da produção educacional. As categorias são:

- **Apreciação das atividades aplicadas durante a sequência de ensino;**
- **Apropriação dos cálculos químicos;**
- **A interação nas aulas de Química e o olhar dos estudantes a respeito das aulas.**

A presente análise visa abordar discussões, reflexões e evidências acerca das atividades realizadas e também do ensino e da aprendizagem, envolvidos na produção educacional.

5.1 Apreciação das atividades aplicadas durante a sequência de ensino.

Neste item, realizamos uma análise acerca das resoluções dos alunos durante a realização dos oito encontros. Para realizar esta análise foi dada ênfase as resoluções dos exercícios dos alunos, visando observar e identificar o que produziu de mudança de percepção a atividade, levando sempre em consideração os pressupostos de Vygotsky. Desta forma, a seguir, apresentamos a análise de cada um dos oito encontros:

O **Encontro I** tinha como objetivo geral introduzir os conceitos de mol, massa atômica referente aos Aspectos Quantitativos da Matéria, conteúdo introdutório a Estequiometria e essencial para seu aprendizado. O instrumento mediador utilizado foi um vídeo, que elaboramos com este propósito, cujo conteúdo contemplava a respeito das unidades de medida do nosso cotidiano, mencionando o porquê da invenção destas, a importância das proporções, abordando até a invenção e a importância das unidades na Química. A intenção era de permitir o primeiro contato com “as novas unidades” pertencentes a Química de maneira contextualizada e relacionada ao cotidiano dos alunos. Após a apresentação do vídeo, foi realizada uma conversa em sala de aula, na qual íamos destacando os aspectos principais apresentados no vídeo por meio da interação alunos e professora. Ao final os alunos responderam a algumas perguntas, dentre elas, cabe destacar a questão: “Após o vídeo quais as unidades de medida você identificou: a) Do cotidiano; b) Da Química.” O olhar acerca das respostas dos estudantes nessa questão será realizado separadamente quanto ao cotidiano e

depois quanto à Química e ao final explanaremos uma comparação das respostas de alguns dos estudantes.

Na Figura 11 apresentamos algumas respostas significativas dos estudantes quanto às unidades de medida identificadas por ele no seu cotidiano:

Figura 11– Respostas significativas dos alunos quanto às unidades de medida do cotidiano.

Balança, fita métrica, régua (A.1)
Metro, kg, mm, grama (A.6)
12 ovos e 12 laranjas, a laranja pesa mais que o ovo, mas a quantidade é a mesma. (A.21)
feijão, ovos, bolo, laranja (A. 24)

De acordo com a tabela acima, podemos observar que quando questionados acerca das unidades de medida utilizadas no cotidiano, mesmo após a conversa em “grande grupo” após o vídeo, percebe-se que podemos agrupar as respostas dos estudantes em três categorias emergentes: 1) Instrumentos de medida; 2) Exemplos do cotidiano; 3) Unidades de medida.

1) Instrumentos de medida: Os recursos para medir, como régua, trena, balança, foram a resposta de 9 dos 24 alunos presentes em aula, que responderam o questionário. Nesse sentido, podemos pensar que os alunos sabem o significado de medir, mas confundem unidade de medida com instrumentos de medida, possibilitando-nos pensar que estes não sabem a diferença entre unidade e instrumento de medida, ou que ao pensarem em medidas primeiramente pensam no como medir e não nas unidades que estão sendo empregadas.

2) Exemplos do cotidiano: Esta categoria compreende respostas como “feijão, ovos, bolo, laranja” (A.24) e, abrangem a resposta de 6 dos 24 alunos presentes em aula, um total de 25% dos estudantes, o que nos possibilita pensar diferentes hipóteses, como a de que estes alunos podem não ter compreendido o que foi abordado quanto as unidades de medida do seu cotidiano durante a aula; não ter compreendido a solicitação da questão, em citar unidades de medida que utilizam no seu cotidiano, bem como feito confusão com o próprio conteúdo do vídeo, uma vez que este faz menção a exemplos do nosso cotidiano para explicar acerca da importância da invenção das unidades de medida como um padrão que permitiu ao longo dos anos a invenção de unidades específicas da Química. A resposta do aluno A.21 “12 ovos e 12 laranjas, a laranja pesa mais que o ovo, mas a quantidade é a mesma”, apresenta que este quis mostrar a noção do peso, mas a existência de quantidades iguais como a dúzia. No exemplo, desse aluno (a) podemos ter como hipótese que este cita o que lhe chamou no vídeo, pois ao

tentar definir a unidade mol (da Química) o vídeo realiza comparações de quantidade. Porém, é possível pensarmos também que o aluno não se apropriou do que são unidades de medida.

3) Unidades de medida: Dos 24 alunos presentes em aula, 9 alunos apresentaram em suas respostas diferentes unidades de medida, porém o aluno A.15, citou “régua, quilo, grama”, aparecendo a menção novamente a um recurso de medida e o aluno A.16, citou “metro, mol, kg, mm, g”. Nesta categoria, cabe destacar que dois alunos citaram polegar/polegadas e palmas, porém vale ressaltar que existe a unidade de medida em polegadas, além de ser uma unidade antiga, no nosso cotidiano é a medida realizada na tela dos televisores; e quanto às palmas, a unidade palmo, que não é comum no nosso dia-a-dia, porém é uma unidade utilizada na antiguidade pelo povo egípcio. Além disso, as medidas como palma e polegadas podem ter sido citadas devido ao vídeo e ao debate nos quais se abrange a história de medidas, o porquê do seu invento e, portanto, medidas como palma, polegada e pé eram bastante utilizadas.

Observando a resposta dos estudantes nesta categoria, percebe-se a dificuldade em citar apenas exemplos de unidades de medida, porém identificamos respostas adequadas às unidades de medida, como o metro, o grama, mm (milímetros), entre outras.

No que diz respeito às unidades de Química identificadas pelos estudantes após o vídeo, apresentamos na Figura 12, algumas respostas significativas.

Figura 12 – Respostas significativas dos alunos quanto às unidades de Química identificadas pelos estudantes após o vídeo.

Mol e grama (A.9)
Mol, grama, massa atômica (A.1; A.7; A. 13; A.24; A.27)
Notação científica, mol, massa atômica, grammas (A.8)
Mol, grama, notação científica (A.15)
Massa, volume, densidade, temperatura e pressão. (A.14)

No que diz respeito às unidades citadas pelos alunos quanto a Química, observa-se que o aluno A.8 e o A.15 citou a notação científica, que não é uma unidade de medida, mas se faz uso na Química. O aluno A.14 cita “massa, volume, densidade, temperatura e pressão”, que não são unidades de medida, mas também são utilizadas na Química; cabe ressaltar que o vídeo mencionava acerca da massa atômica e mol, não compreendendo volume, densidade,

temperatura e pressão, o que nos permite pensar que o estudante não caracterizou as unidades de medida, mas poderá ter alguma familiaridade ou afinidade com as ciências da natureza, uma vez que lembrou conteúdos já estudados no 1º ano do Ensino Médio em Química e que são abordados na Física e até na Biologia. Já os demais alunos mencionaram principalmente o mol, o grama, e a massa atômica ao invés de unidade de massa atômica (citada apenas por A.18 como unidade atômica), mas é importante ressaltar que este era o primeiro contato dos estudantes com estes conceitos, que se apresentam como “novo” para aqueles que cursam pela primeira vez o 2º ano do Ensino Médio. Nesse sentido, consideramos como satisfatória as respostas dos estudantes quanto as unidades da Química.

A seguir apresentamos o Quadro 2 que abrange ambas as respostas de alguns dos estudantes ainda quanto à questão das unidades de medida do cotidiano e da Química identificadas após o vídeo:

Quadro 2 – Comparação de algumas respostas dos alunos quanto a unidades do cotidiano e da Química.

Aluno	Questão: Após o vídeo quais as unidades de medida você identificou:	
	a) Do cotidiano.	b) Da Química.
A.1	Balança, fita métrica, régua	mol, grama, massa atômica
A.3	laranjas, ovos, feijão	MOL, GRAMA, massa atômica e unidade de medida
A.6	Metro, kg, mm, grama	Mol e grama
A.8	kg, gramas	Notação científica, mol, massa atômica, gramas
A.9	cm, m, ml, kg	Mol e grama
A.13	balança, régua, fita métrica	Gramas, mol, massa atômica
A.14	Trena	Massa, volume, densidade, temperatura e pressão
A.21	12 ovos e 12 laranjas, a laranja pesa mais que o ovo, mas a quantidade é a mesma.	Mol equivale a massa de átomos
A. 22	kg, metros	Mol, massa atômica
A. 24	feijão, ovos, bolo, laranja	Mol, grama, massa atômica

De acordo com o Quadro 2, observa-se que os estudantes não identificaram corretamente unidades do cotidiano, mas já conseguiram uma melhoria ao citar unidades da Química, mesmo apenas mencionando massa atômica ao invés de unidade de massa atômica. Consideramos que alguns alunos obtiveram respostas satisfatórias ao citar ambas as unidades do dia-dia e da Química, como A.6, A.8, A.9 (mesmo citando ml ao invés de mL) e A.22; já os demais de alguma forma, obtiveram uma melhoria ao citar as unidades da Química. De acordo com as respostas dos estudantes observa-se a questão da internalização dos conceitos mencionada por Vygotsky (2008), conforme discutimos anteriormente no capítulo 2.4 desta dissertação, de acordo com seus pressupostos, os conceitos científicos são contemplados no ambiente escolar, surgem de processos mediados e não são possíveis de serem adquiridos pela experiência do indivíduo, diferente dos conceitos espontâneos ou cotidianos, os quais surgem da experiência direta do sujeito com o meio e são permeados, saturados de experiência.

Assim, podemos dizer que os estudantes em sua vida fazem uso de recursos de medida, conforme a necessidade de suas vivências, mas dificilmente refletem sobre a unidade que estão empregando, pois esta é permeada da ação direta que este está realizando para contemplar seu objetivo, possuindo assim um conceito espontâneo acerca do significado de medir e não exclusivamente acerca da unidade de medida, mesmo sendo este um conteúdo abordado no Ensino Médio, desde as primeiras aulas do 1º ano nas disciplinas de Química e física, por exemplo. Dessa maneira, as respostas dos estudantes podem exemplificar de alguma maneira suas apropriações quanto ao significado de medir que estes possuem, sem pensar exclusivamente em unidade de medida, que são conceitos trabalhados de maneira formal na escola e que são de uso pessoal e informal na vida dos estudantes, o que pode ter ocasionado uma mistura na apropriação do significado de unidade de medida.

No caso, da introdução dos conceitos científicos como mol e unidade de massa atômica, podemos pensar que encontram em “fase de apropriação” pelos estudantes, ou seja, de alguma maneira os estudantes começam a relacionar estas unidades, na Figura 13.

Figura 13 – Respostas dos alunos quanto a conceitos científicos.

O mol equivale a $6,02 \times 10^{23}$ uma forma de medir quantidades. Ex.: a dúzia. (A.3)
O mol vem para facilitar os químicos a medir. (A.6)
O mol é o cento, como se fosse a dúzia, um mol equivale a $6,02 \times 10^{23}$. (A.15)
O mol é uma forma de medir unidades (muito pequena) a constante ajudou a encher* isso. (A.18)

* Erro de escrita do aluno A.18.

Através da observação da Figura 13, pode-se perceber que os estudantes de alguma forma, buscam uma relação com o que é de seu conhecimento diário (conceitos espontâneos), por exemplo, a capacidade de realizar medidas - que como apresentamos, foi muito citada por eles. Nesse sentido, podemos observar que a apropriação dos conceitos como o mol, uma nova palavra, está sendo alvo da busca por significado por parte destes estudantes, se calcando em relações com palavras cujos significados eles já conhecem, de maneira que essas palavras se tornam signos mediadores durante a internalização, a apropriação do conhecimento. Cabe ressaltar que os estudantes, cujas respostas acima foram destacadas não realizaram menção a massa atômica, o que podemos pensar que é um conceito “ainda mais novo” para os alunos, uma vez que eles não enxergam o átomo no seu dia-a-dia e não possuem uma experiência direta com algo tão minúsculo e abstrato em sua vida, apenas os alunos A.4 e A.5 sinalizam que: “O mol equivale a Constante de Avogadro que equivale à massa atômica do átomo.”

Quando questionados “A massa de um átomo (massa atômica) pode ser relacionada com a grama?” 23 dos 24 dos estudantes concordaram que há relação, o aluno A.20 não respondeu e apenas oito alunos (33,33%) buscaram explicar de alguma maneira essa relação, como podemos ver na Figura 14.

Figura 14 – Respostas dos alunos quanto à questão: “A massa de um átomo (massa atômica) pode ser relacionada com a grama?”

Sim, unidades de medidas foram inventadas para facilitar na troca antigamente tiveram que delimitar uma maneira de pesar as coisas. (A.3)
Sim, pelo fator de conversão. (A.14)
Sim a massa atômica é a massa do átomo. Um átomo é igual a $1,66 \times 10^{-24}$ g. (A.15)

Podemos observar de acordo com a Figura 14, que alguns alunos, realizaram uma tentativa de explicar que existem relações entre as medidas por conversão ou como facilitador, outros citam a própria relação abordada no vídeo que expressa o grama relacionado à unidade de massa atômica. E no que diz respeito à Constante de Avogadro, também se observa citações diretas das definições que foram apresentadas no vídeo, como podemos ver na Figura 15.

Figura 15 – Respostas dos alunos relacionadas à Constante de Avogadro.

A constante é igual a $6,02 \times 10^{23}$ que equivale a 1mol. (A.7 e A.8)
Eu entendi que Avogadro equivale a $6,02 \times 10^{23}$. (A.21)
Mol mede a quantidade de matéria de um sistema que contem tantas espécies químicas e Avogadro tem valor determinado experimentalmente* corresponde a cerca de $6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$. (A.22)
O mol mede a quantidade de átomos em 0,012kg. Avogadro – tem valor determinado e corresponde a $6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$. (A.23)

* Erro de escrita do aluno A.22.

Quanto às respostas acerca da massa atômica e quanto à unidade de Avogadro, podemos dizer que se apresentam de maneira vaga e abstrata, sendo mais abordadas quanto a própria definição e “mais vazias” de significado, porém cabe destacar que são conceitos geralmente considerados difíceis pelos estudantes, conforme já mencionamos anteriormente neste trabalho, e que devem ser melhor trabalhados ao longo do processo de ensino-aprendizagem, mas que ainda assim não há garantia de que ocorra a apropriação destes significados por parte do aluno.

No que diz respeito, aos conceitos científicos é interessante destacar Ferry (2014) que discute o ensino de estequiometria e destaca que para Vygotsky:

[...] os significados das palavras - os conceitos - evoluem. Isto significa que, quando uma palavra nova (por exemplo, o “mol”), ligada a um determinado significado (neste caso, a uma quantidade de matéria), é apreendida pela criança, o seu desenvolvimento está apenas começando, partindo de uma generalização mais elementar para generalizações mais elevadas, até à formação de conceitos verdadeiros. Vygotsky ainda diz que, nesse processo de desenvolvimento de conceitos, é necessário que se desenvolva uma série de funções, como a atenção voluntária, a memória lógica, a abstração, a discriminação e ainda a **comparação**, sendo estes processos psicológicos complexos, impossíveis de serem simplesmente memorizados ou assimilados, o que torna inconsistente aquela concepção segundo a qual os conceitos científicos seriam aprendidos em forma pronta, assimilados da mesma maneira como se assimilaria uma habilidade intelectual qualquer. (FERRY, 2014, p.4 – Grifo do autor)

Nesse sentido, podemos observar que as respostas aqui apresentadas dos estudantes ainda se encontram em fase de apropriação, desenvolvimento e buscando uma evolução conceitual que somente ocorrerá ao longo do processo de ensino-aprendizagem, bem como, podemos observar que como mencionado por Ferry (2014) os conceitos não são assimilados de maneira imediata e pronta, eles necessitam o envolvimento de diversas funções

psicológicas que ao longo do processo permitirão o desenvolvimento desses “novos conceitos”, os conceitos científicos. Cabe incluir ainda que este primeiro encontro não tinha a intenção dos estudantes assimilarem os conceitos científicos, mas sim, terem um primeiro contato com as novas palavras, permeadas de significados e embasadas pelas relações com o cotidiano. Além disso, apostou-se que suas experiências contribuíssem estabelecer comparações e conexões que pudessem explicitar um início ao conteúdo que está sendo exposto e que será foco das aulas que contemplam os conteúdos desenvolvidos na sequência de ensino.

Em síntese, o que podemos observar deste primeiro encontro é que foi possível estabelecer uma relação entre as unidades de medida com o cotidiano dos alunos, mesmo que de maneira errônea por parte de alguns discentes. Além disso, aparenta que os estudantes tiveram maior dificuldade em citar as unidades presentes no cotidiano diferentemente das unidades da Química. Quanto a estas, alguns discentes mencionaram o mol como relacionado a quantidades (A.1, A.3, A.13, A.19, A.27) e outros destacaram o mol como relacionado a Constante de Avogadro (A.4, A.5, A.7, A.8, A.18). Já quanto à unidade de massa atômica, esta nos possibilita pensar que provavelmente tenha sido simplificada como apenas massa atômica, não possuindo ainda o caráter de uma unidade, mas sendo contemplada como a própria massa atômica, uma vez que os alunos parecem não distinguir o significado da grandeza do significado da unidade. Embora alguns alunos já conseguissem que a massa atômica está relacionada com o grama, buscando de alguma forma explicar essa relação e às vezes até citando o valor de uma unidade de massa atômica em gramas ($1u = 1,66 \times 10^{-24}g$).

Quanto à Constante de Avogadro, esta parece ter sido o conceito que os alunos tiveram mais dificuldade em explicar o que entenderam, estes apresentam a definição da constante como sendo um valor igual a $6,02 \times 10^{23}$ entidades, não explanando nem ao menos o que seriam as tais entidades, o que identifica que este conceito ainda é muito abstrato para os estudantes, sendo somente passível de ser apropriado ao longo da continuidade do processo.

O **Encontro II** tinha como objetivo geral realizar uma atividade prática de determinação da Constante de Avogadro, que possibilitasse aos alunos aprender que há conceitos “teóricos” que são determinados e elaborados por meio de atividades experimentais, bem como proporcionar em sala de aula a visualização, a percepção e o cálculo de uma constante teórica – no caso a Constante de Avogadro – na prática, pois na maioria das vezes esta é uma constante apresentada aos alunos como algo pronto que está relacionado com o mol, átomos e moléculas. Nesse sentido, cabe destacar que nas ideias de Vygotsky o legado cultural construído em sociedade sempre possuiu suma importância e em vista disso, achamos

interessante construir o cálculo com os alunos em sala de aula, demonstrando a proximidade obtida em um experimento com o valor da Constante de Avogadro, empregada nos cálculos químicos. É importante destacar também que além da Constante de Avogadro, nesta aula, foi possível debater sobre o uso de equipamentos adequados e precisos em laboratórios para determinar constantes utilizadas pela ciência no contexto de laboratórios científicos e que na nossa prática de sala de aula, estamos trabalhando com instrumentos alternativos, aparelhos de celular para medir a temperatura, a pressão e o tempo que não condizem com a real temperatura e pressão da sala de aula no momento da realização do experimento.

Durante a experiência discutimos a importância dos experimentos com um controle adequado, medição precisa da temperatura e pressão, substâncias com um alto teor de pureza, diferente da nossa soda caustica, uma corrente elétrica constante ao qual não é possível produzir totalmente com uso de uma pilha. (Diário de Bordo da pesquisadora)

No que diz respeito, a resolução dos estudantes, dentre as questões aplicadas ao final do experimento, cabe destacar a seguinte questão: “Você obteve o valor esperado para a Constante de Avogadro? Caso tenha encontrado o valor aproximado, quais fatores podem ter influenciado para que isso acontecesse?”. Dentre as 25 respostas obtidas, uma obteve destaque satisfatório: “Encontrei o valor aproximado, pois alguns fatores interferiram no resultado, a temperatura, algumas impurezas contidas na NaOH, a energia não se manteve constante. ” (A.8). De acordo com a resposta da aluna, observamos que ela identifica o valor obtido na prática como aproximado e exemplifica corretamente fatores que podem ter tido influência na obtenção deste valor aproximado na prática. Dentre os demais alunos, nove estudantes, manifestaram que o valor da Constante de Avogadro não foi obtido na prática, e citam novamente fatores como temperatura, material, pilhas como possíveis influências na prática experimental. Outros seis estudantes, afirmam que obtiveram o resultado esperado para a Constante de Avogadro e também citam a temperatura, materiais, pilha, como influentes na realização da experiência. Cabe destacar que dois estudantes não responderam e outros oito alunos não mencionaram se o resultado obtido na prática foi ou não o esperado, mas citam os possíveis influenciadores na atividade experimental como temperatura, pressão, impurezas no reagente, etc. As respostas dos estudantes podem ser consideradas como satisfatórias, uma vez que o resultado esperado por eles era de $6,02 \times 10^{23}$ exatos após a execução dos cálculos com os dados da atividade realizada em aula e, o resultado obtido foi de $6,27 \times 10^{23}$. Nesse contexto, consideramos positivas todas as respostas dos estudantes, uma

vez que eles buscaram citar elementos que foram discutidos em aula, como possíveis influenciadores no processo da atividade experimental.

Em continuidade as atividades realizadas nesta aula, cabe destacar algumas das respostas dos estudantes, apresentadas na Figura 16.

Figura 16 – Respostas dos alunos quanto à questão: “O experimento facilitou sua compreensão a respeito da constante? O que você entendeu da Constante de Avogadro?”.

Mais ou menos a Constante de Avogadro tem valor determinado experimentalmente e corresponde a cerca de $6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$. (A.3)
Sim, a constante é certa e mesmo com alterações e com materiais improvisados, os valores não variam muito. (A.15)
Sim. Eu entendi que Avogadro tem um valor determinado é $6,02 \times 10^{23}$. (A.21)
Vo* ser sincera não intendi* nada porque é muito numero, só que os números mudam a cada lugar diferente e pra dar exato tem que ser em local e equipamento apropriado. (A.24)
Sim. Que para obter o resultado ($6,02 \times 10^{23}$) é necessário um laboratório com bons equipamentos. (A.26)

*Erros de escrita do aluno A.24.

De acordo com as respostas dos alunos pode-se pensar que a maioria, concorda que o experimento possa ter facilitado a compreensão dos conhecimentos. Assim, é possível considerarmos que o experimento parece ter contribuído para a compreensão da Constante de Avogadro. Percebe-se que os estudantes admitem a constante como um valor fixo, determinado e correspondente a $6,02 \times 10^{23}$, além de comentarem que mesmo com uma experiência improvisada o valor não varia muito. O aluno A.26 sinaliza a importância de um bom laboratório e bons equipamentos para o encontro do valor exato e o aluno A.24 é sincero ao destacar que não compreendeu nada, destacando que era muito número.

Em geral, podemos considerar o segundo encontro como satisfatório, uma vez que a maioria dos estudantes parece ter compreendido que a Constante de Avogadro é um valor determinado de maneira experimental. Outra aprendizagem que parece ter sido proporcionado é quanto a influência de fatores externos em atividades experimentais, os quais podem contribuir para alteração dos resultados desejados. Nesse sentido, podemos dizer que este encontro contribuiu para que os estudantes pudessem conhecer um pouco sobre o “fazer ciência”, pensar acerca de fatores que influenciam nas atividades experimentais e, portanto, sobre como se obtém resultados desejados ou não. O experimento realizado, mesmo sendo

elaborado com materiais alternativos, nos possibilita dizer que atingiu o objetivo de apresentar um valor teórico na prática, demonstrando ser um bom instrumento mediador.

No **Encontro III** o objetivo geral foi calcular e relacionar as grandezas: mol, massa atômica e quantidades, bem como contribuir para a apropriação dos conceitos, como o de mol, utilizando como instrumento mediador modelos macroscópicos. Com esse intuito, cabe destacar:

[...] iniciamos os cálculos com os alunos organizados em grupos. Percebi que as dúvidas dos alunos em suma eram a respeito de como montar uma regra de três, como se colocam as unidades iguais, acabei resolvendo no quadro o exercício número 2 contido na folhinha. Os alunos continuaram a resolver os exercícios, combinamos que faríamos até o número 5 nesta aula. Fui mediando grupo a grupo às dúvidas dos alunos, muitos possuem dificuldades em saber como se procede para isolar a incógnita x e uma grande dificuldade em conteúdos da Matemática do Ensino Fundamental. (Diário de Bordo da pesquisadora)

Conforme o extrato é possível perceber que os alunos nesse primeiro momento ainda precisavam do auxílio da professora para a realização dos cálculos, nesse sentido cabe destacar a atuação do docente na ZDP visando aprimorar o conhecimento dos estudantes que possuem potencial para ser aprendido. A fim de contemplar a aprendizagem dos estudantes quanto à apropriação dos cálculos químicos, apresentou-se um desafio prévio, a ser resolvido pelos discentes individualmente. Em seguida, ainda foram trabalhados mais alguns exercícios contextualizados. Ao final realizou-se um segundo desafio, semelhante ao primeiro. Dessa forma, apresentamos a discussão do resultado de alguns alunos que parecem significativos, quanto à resolução desses desafios. Primeiramente apresentamos o recorte das resoluções apresentadas pelo aluno A.10, nas Figuras 17 e 18.

Figura 17 – Recorte das resoluções de A.10 no desafio prévio.

1. Ajude os filhos da Dona Maria e **converta os valores para a massa em gramas**, pois só então eles poderão pesar os ingredientes. Apresente seus cálculos identificando-os.

$$\begin{array}{l} \text{água} \\ 0,33 \text{ mol} \quad \text{---} \quad \times g \\ 1 \text{ mol} \quad \quad \quad \times \quad 18g \\ \hline x = 5,94 g \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{açúcar} \\ 5,77 \times 10^{23} \text{ moléculas} \quad \text{---} \quad \times g \\ 6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas} \quad \times \quad 342g \\ \hline 6,02 \times 10^{23} \times = 1973,34 \times 10^{23} \\ x = \frac{1973,34}{6,02} \quad x = 327,79 g \end{array}$$

2. Converta o número de **mol** de água para **moléculas**.

$$\begin{array}{l} 0,33 \text{ mol} \quad \text{---} \quad x \text{ moléculas} \\ 1 \text{ mol} \quad \quad \quad \times \quad 6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas} \\ \hline x = 1,98 \times 10^{23} \text{ moléculas} \end{array}$$

3. Converta o número de **moléculas** do açúcar para número de mol.

$$\begin{array}{l} 5,77 \times 10^{23} \text{ moléculas} \quad \text{---} \quad x \text{ mol} \\ 6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas} \quad \times \quad 1 \text{ mol} \\ \hline 6,02 \times 10^{23} \times = 5,77 \times 10^{23} \\ x = \frac{5,77 \times 10^{23}}{6,02 \times 10^{23}} = 0,95 \text{ mol} \end{array}$$

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Figura 18 – Recorte das resoluções de A.10 no segundo desafio.

1. **Converta os valores para a massa em gramas**, pois só então os ingredientes podem ser pesados.

Apresente seus cálculos identificando-os.

$$\begin{array}{l} 3,01 \times 10^{23} \text{ moléculas} \quad \text{---} \quad x g \\ 6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas} \quad \times \quad 18g \\ \hline 6,02 \times 10^{23} \times = 54,18 \\ x = \frac{54,18}{6,02} \\ x = 9 g \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 1,49 \text{ mol} \quad \text{---} \quad x g \\ 1 \text{ mol} \quad \quad \quad \times \quad 342g \\ \hline x = 509,58 g \end{array}$$

2. Converta o número de moléculas da água para a quantia equivalente em mol.

$$\begin{array}{l} 3,01 \times 10^{23} \text{ moléculas} \quad \text{---} \quad x \text{ mol} \\ 6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas} \quad \text{---} \quad 1 \text{ mol} \\ \hline 6,02 \times 10^{23} \times = 3,01 \times 10^{23} \\ x = \frac{3,01 \times 10^{23}}{6,02 \times 10^{23}} = 0,5 \text{ mol} \end{array}$$

3. Converta a quantidade de mols de açúcar para número de moléculas.

$$\begin{array}{l} 1,49 \text{ mols} \quad \text{---} \quad x \text{ moléculas} \\ 1 \text{ mol} \quad \quad \quad \times \quad 6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas} \\ \hline x = 8,96 \times 10^{23} \text{ moléculas} \end{array}$$

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Como podemos observar o aluno A.10 emprega corretamente os valores, menciona as unidades e consegue realizar todos os cálculos, esse parece ter se apropriado do conteúdo já no desafio prévio, o que nos leva a sinalizar que, o aluno parece ter se apropriado dos cálculos químicos. Cabe salientar que resultados semelhantes foram obtidos em A.4; A.5 e A.21, correspondendo a 20% dos desafios entregues pelos 20 alunos presentes nessa aula.

A seguir apresentamos as Figuras 19 e 20 contemplando os resultados do aluno A.15 que consideramos que apresentou uma evolução significativa entre o Desafio 1 e o 2.

Figura 19 – Recorte das resoluções de A.15 no desafio prévio.

1. Ajude os filhos da Dona Maria e **converta os valores para a massa em gramas**, pois só então eles poderão pesar os ingredientes. Apresente seus cálculos identificando-os.

$$0,33 \text{ mol} \times \frac{6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas}}{1 \text{ mol}} = 1,9866 \times 10^{23} \text{ moléculas}$$

$$1,9866 \times 10^{23} \text{ moléculas} = 5,44 \text{ g}$$

$$5,77 \times 10^{23} \text{ moléculas} \times \frac{1 \text{ mol}}{6,02 \times 10^{23}} = 9,58 \times 10^1 \text{ mol}$$

$$9,58 \times 10^1 \text{ mol} = 14879,5068 \text{ g}$$

2. Converta o número de mol de água para moléculas.

$$0,33 \text{ mol} \times \frac{6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas}}{1 \text{ mol}} = 1,98 \times 10^{23} \text{ moléculas}$$

3. Converta o número de moléculas do açúcar para número de mol.

$$5,77 \times 10^{23} \text{ moléculas} \times \frac{1 \text{ mol}}{6,02 \times 10^{23}} = 34,73 \times 10^1 \text{ mol}$$

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Figura 20– Recorte das resoluções de A.15 no segundo desafio.

1. Converta os valores para a massa em gramas, pois só então os ingredientes podem ser pesados.

Apresente seus cálculos identificando-os.

água

$$\begin{array}{l} 3,01 \times 10^{23} \text{ — } x \text{ g} \\ 6,02 \times 10^{23} \text{ — } 18 \text{ g} \\ 6,02 \times 10^{23} \cdot x = 54,18 \cdot 10^{23} \\ x = \frac{54,18 \cdot 10^{23}}{6,02 \times 10^{23}} \quad x = 9 \text{ g} \end{array}$$

açúcar

$$\begin{array}{l} 1,49 \text{ mol — } x \text{ g} \\ 1 \text{ mol — } 342 \text{ g} \\ x = 509,58 \text{ g} \\ x = \frac{509,58}{1} \cdot 1 = 509,58 \text{ g} \end{array}$$

2. Converta o número de moléculas da água para a quantidade equivalente em mol.

$$\begin{array}{l} 3,01 \times 10^{23} \text{ — } x \text{ mol} \\ 6,02 \times 10^{23} \text{ — } 1 \text{ mol} \\ 6,02 \times 10^{23} \cdot x = 3,01 \times 10^{23} \\ x = \frac{3,01 \times 10^{23}}{6,02 \times 10^{23}} \quad x = 0,5 \text{ mol} \end{array}$$

3. Converta a quantidade de mols de açúcar para número de moléculas.

$$\begin{array}{l} 1,49 \text{ mol — } x \text{ moléculas} \\ 1 \text{ mol — } 6,02 \times 10^{23} \\ x = 8,96 \times 10^{23} \text{ moléculas} \end{array}$$

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

No primeiro desafio do aluno A.15, podemos observar que este teve dificuldade na questão 1, pois apagou e resolveu por várias vezes a questão, observamos também que a regra de três apresenta erros na relação química entre moléculas e gramas. O que permite perceber que o A.15 possui dificuldades em realizar o cálculo, fazendo apenas multiplicações. Isso nos indica que parece desconhecer a divisão existente em uma regra de três, erro que se repete no cálculo 3. Quanto ao segundo desafio, observa-se uma boa melhora em seus resultados, uma vez que as relações químicas já aparecem melhor relacionadas, mesmo não sendo citadas unidades a divisão já ocorre no procedimento do cálculo matemático. Dessa forma, podemos dizer que a continuidade do trabalho em aula com exercícios, parece ter sido significativa de alguma maneira para A.15. Resultados semelhantes foram observados em A.7 e A.1 correspondendo a 15% dos 20 alunos que entregaram estes desafios. Sendo que A.7 realiza corretamente todos os cálculos, mas, não apresenta as unidades em duas das cinco respostas necessárias. Assim as unidades parecem ser uma dificuldade para A.7.

A seguir apresentamos os dados do aluno A.8, nas Figuras 21 e 22:

Figura 21 – Recorte das resoluções de A.8 no desafio prévio.

1. Ajude os filhos da Dona Maria e converta os valores para a massa em gramas, pois só então eles poderão pesar os ingredientes. Apresente seus cálculos identificando-os.

$$\begin{array}{r} 18 \text{ g} \text{ --- } x \\ 342 \text{ g} \text{ --- } 6,02 \times 10^{23} \\ \hline 342x = 108,36 \times 10^{23} \\ x = \frac{108,36 \times 10^{23}}{342} \\ x = 0,31 \end{array}$$

2. Converta o número de mol de água para moléculas.

$$\begin{array}{r} 1 \text{ mol} \text{ --- } 6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas} \\ 0,33 \text{ mol} \text{ --- } x \text{ moléculas} \\ \hline x = 6,02 \times 10^{23} \cdot 0,33 \\ x = 1,9866 \times 10^{23} \end{array}$$

3. Converta o número de moléculas do açúcar para número de mol.

$$\begin{array}{r} 5,44 \times 10^{23} \text{ --- } x \text{ mol} \\ 6,02 \times 10^{23} \text{ --- } 1 \text{ mol} \\ \hline 5,44 \times 10^{23} = x \cdot 6,02 \times 10^{23} \\ x = \frac{5,44 \times 10^{23}}{6,02 \times 10^{23}} \\ x = 0,90 \times 10^0 \end{array}$$

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Figura 22 – Recorte das resoluções de A.8 no segundo desafio.

1. Converta os valores para a massa em gramas, pois só então os ingredientes podem ser pesados.

Apresente seus cálculos identificando-os.

$$\begin{array}{r} 3,01 \times 10^{23} \text{ --- } x \text{ g} \\ 6,02 \times 10^{23} \text{ --- } 18 \text{ g} \\ \hline 3,01 \times 10^{23} \cdot 18 = x \cdot 6,02 \times 10^{23} \\ 54,18 = x \cdot 6,02 \times 10^{23} \\ x = \frac{54,18 \times 10^{23}}{6,02 \times 10^{23}} \\ x = 9 \text{ g} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,49 \text{ mol} \text{ --- } x \text{ g} \\ 1 \text{ mol} \text{ --- } 342 \text{ g} \\ \hline x = 1,49 \cdot 342 \\ x = 509,58 \text{ g} \end{array}$$

2. Converta o número de moléculas da água para a quantidade equivalente em mol.

$$\begin{array}{r} 3,01 \times 10^{23} \text{ moléculas} \text{ --- } x \text{ mol} \\ 6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas} \text{ --- } 1 \text{ mol} \\ \hline 3,01 \times 10^{23} = x \cdot 6,02 \times 10^{23} \\ x = \frac{3,01 \times 10^{23}}{6,02 \times 10^{23}} \\ x = 0,5 \times 10^0 \end{array}$$

3. Converta a quantidade de mols de açúcar para número de moléculas.

$$\begin{array}{r} 1 \text{ mol} \text{ --- } 6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas} \\ 1,49 \text{ mol} \text{ --- } x \text{ moléculas} \\ \hline x = 6,02 \times 10^{23} \cdot 1,49 \times 10^0 \\ x = 8,9698 \times 10^{23} \text{ moléculas} \end{array}$$

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Podemos observar no desafio inicial (Figura 21) que A.8 comete um erro na montagem das relações químicas na regra de três, uma vez que o aluno mistura os valores da água e do açúcar e utiliza as massas moleculares, o que podemos atribuir como dificuldade de leitura, interpretação do exercício e da relação das unidades químicas com o grama. Em contrapartida, observa-se que A.8 já realiza a relação mol e moléculas corretamente, mas erra a divisão na regra de três, confundindo a questão do fator que multiplica o “x” é o mesmo que passa dividindo, pois realiza o procedimento ao contrário. Nesse sentido, é importante salientar que durante o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes, esta foi a principal dúvida e dificuldade dos estudantes durante a realização dos cálculos matemáticos, o que demonstra não ser um conhecimento do qual os alunos já se apropriaram de maneira significativa, uma vez que se trata de uma relação matemática trabalhada desde o Ensino Fundamental. Podemos observar também que o aluno ao realizar a divisão $3,01 \times 10^{23}$ por $6,02 \times 10^{23}$ mantém o 10^{23} em sua resposta, apresentando outro erro matemático, quanto a divisão de “um valor por ele mesmo”. No que diz respeito ao desafio posterior deste aluno (Figura 22), observamos que a relação das unidades químicas, mol e moléculas, com o grama, já consegue ser realizada pelo aluno e o mesmo já isola e divide corretamente os valores nos cálculos, mas continua o erro quanto à divisão da notação 10^{23} . O erro quanto ao isolamento da incógnita “x”, é apresentado por cinco alunos dos 20 que entregaram os desafios (correspondendo a 25% desses resultados), cabe mencionar que este erro não se mantém no 2º desafio.

A persistência de erros matemáticos no 2º desafio é um resultado apresentado por A.16; A.9; A.3; A.6; A.19; A.23; A. 20, correspondendo a 35% dos 20 alunos que entregaram seus desafios, os erros são quanto à multiplicação e divisão de notação científica, conforme podemos observar nos recortes das resoluções apresentados nas Figuras 23 e 24. Dessa maneira, reforça-se que os erros apresentados podem indicar aprendizagens que não foram significativas em anos anteriores de escolarização.

Figura 23 – Recorte do segundo desafio de A.3.

Handwritten student work for a chemistry problem. The work shows a proportion between molecules and moles, a calculation of x, and a final boxed answer.

$$\begin{array}{l} 3,01 \times 10^{23} \text{ moléculas} \quad \text{---} \quad x \text{ mol} \\ 6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas} \quad \text{---} \quad 1 \text{ mol} \end{array}$$

$$6,02 \times 10^{23} x = 3,01 \times 10^{23}$$

$$x = \frac{3,01 \times 10^{23}}{6,02 \times 10^{23}}$$

$$x = 0,5 \times 10^{23} \text{ moléculas}$$

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Figura 24 – Recorte do segundo desafio de A.20.

$$\begin{aligned}
 &1,4 \text{ g mol}^{-1} \times x \text{ mole} \\
 &1 \text{ mol} = 6,02 \times 10^{23} \\
 &x = 8,96 \text{ moléculas}
 \end{aligned}$$

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Outro resultado interessante a ser apresentado encontra-se nas respostas de A.12, apresentadas nas Figuras 25 e 26, a seguir:

Figura 25 – Recorte do desafio prévio de A.12.

1. Ajude os filhos da Dona Maria e **converta os valores para a massa em gramas**, pois só então eles poderão pesar os ingredientes. Apresente seus cálculos identificando-os.

$$\begin{aligned}
 &0,33 \text{ mol} \times 18 \text{ g} = 5,94 \text{ g} \\
 &5,177 \times 10^{23} \times \frac{1 \text{ g}}{6,02 \times 10^{23}} = 0,86 \text{ g} \\
 &0,86 \text{ g} + 5,94 \text{ g} = 6,80 \text{ g}
 \end{aligned}$$

2. Converta o número de mol de água para moléculas.

3. Converta o número de moléculas do açúcar para número de mol.

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Figura 26 – Recorte do segundo desafio de A.12.

1. Converta os valores para a massa em gramas, pois só então os ingredientes podem ser pesados

Apresente seus cálculos identificando-os.

$$\begin{array}{l}
 3,01 \times 10^{23} \text{ moléculas} \times \frac{x \text{ g}}{18 \text{ g}} \\
 6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas} \times \frac{x \text{ g}}{18 \text{ g}} \\
 x = 3,01 \cdot 18 \text{ g} \\
 x = 54,18 \text{ g}
 \end{array}
 \left.
 \begin{array}{l}
 1,4 \text{ g mol} \times \frac{x \text{ g}}{342 \text{ g}} \\
 1 \text{ mol} \times \frac{x \text{ g}}{342 \text{ g}} \\
 x = 342 \cdot 1,4 \text{ g} \\
 x = 609,68 \text{ g}
 \end{array}
 \right\}$$

2. Converta o número de moléculas da água para a quantidade equivalente em mol.

$$\begin{array}{l}
 3,01 \times 10^{23} \text{ moléculas} \times \frac{x \text{ mol}}{6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas}} \\
 x = 3,01 \text{ mol}
 \end{array}$$

3. Converta a quantidade de mols de açúcar para número de moléculas.

$$\begin{array}{l}
 1,4 \text{ g mol} \rightarrow x \text{ moléculas} \\
 1 \text{ mol} \times \frac{6,02 \times 10^{23}}{1 \text{ mol}} \\
 x = 8,96 \times 10^{23} \text{ moléculas}
 \end{array}$$

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

O aluno A.12, no desafio prévio (Figura 25) permite observarmos que ele não realizou os cálculos 2 e 3, o que podemos atribuir como falta de conhecimento, descaso e falta de comprometimento com as atividades de ensino. Porém no segundo desafio, ele não deixa nenhuma questão sem resposta o que podemos atribuir como alguma evolução, pois o estudante parece estar em fase de desenvolvimento dos seus conhecimentos e habilidades – conhecida como Zona de Desenvolvimento Proximal. Fase esta que pode ser caracterizada e incluída como conhecimentos que necessitam de aprimoramento (Nível de desenvolvimento Potencial) e que não fazem parte ainda daqueles conhecimentos já concretizados (Nível de desenvolvimento real) conforme encontramos nas ideias de Vygotsky (2007). No caso de A.12, em suas respostas no desafio posterior (Figura 26) encontramos erros, como podemos ver primeiramente na questão 1 na qual o aluno “se perde” na regra de três e não utiliza o valor $6,02 \times 10^{23}$, erro este que pode ser observado também na questão 2, em que A.12 novamente não utiliza este valor, não realizando corretamente ou se confundindo ao finalizar a regra de três. Porém cabe ressaltar que quanto a montagem da regra de três em cada um dos

cálculos realizados pelo aluno, em ambos os desafios, este montou corretamente, o que demonstra habilidade em relacionar as grandezas químicas e dificuldade quanto a questão matemática envolvida no restante dos cálculos.

Finalizando as resoluções dos desafios cabe destacar as respostas de A.2 nas Figuras 27 e 28.

Figura 27 – Recorte do desafio prévio de A.2.

1. Ajude os filhos da Dona Maria e **converta os valores para a massa em gramas**, pois só então eles poderão pesar os ingredientes. Apresente seus cálculos identificando-os.

$H_2O \rightarrow 0,33 \text{ mol} \rightarrow x \text{ g}$
 $1 \text{ mol} \rightarrow 18 \text{ g}$
 $x = 5,94 \text{ g}$

$C_{12}H_{22}O_{11} \rightarrow 5,77 \times 10^{23} \rightarrow x \text{ g}$
 $6 \times 10^{23} \rightarrow 342 \text{ g}$
 $x \cdot 6,02 \times 10^{23} = 1.973,34 \times 10^{23}$
 $x = \frac{1.973,34 \times 10^{23}}{6,02 \times 10^{23}} = 0,327 \text{ g}$

2. Converta o número de mol de água para moléculas.

$0,33 \text{ mol} \rightarrow x \text{ moléculas}$
 $1 \text{ mol} \rightarrow 6,02 \times 10^{23}$
 $x = 1,986$

3. Converta o número de moléculas do açúcar para número de mol.

$5,77 \times 10^{23} \rightarrow x \text{ mol}$
 $6,02 \times 10^{23} \rightarrow 1 \text{ mol}$
 $x = 34,7$

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Figura 28 – Recorte do segundo desafio de A.2.

1. Converta os valores para a massa em gramas, pois só então os ingredientes podem ser pesados.
 Apresente seus cálculos identificando-os.

H_2O
 $3,01 \times 10^{23} - x g$
 $6,02 \times 10^{23} - 18 g$
 $x = \frac{54,18}{6,02} = 9 g$

Açúcar
 $1,49 \times 10^{23} - x g$
 $6,02 \times 10^{23} - 342 g$
 $x = \frac{509,58}{6,02 \times 10^{23}}$
 $x = 84,647 g$

2. Converta o número de moléculas da água para a quantidade equivalente em mol.
 $3,01 \times 10^{23}$ moléculas - x mol
 $6,02 \times 10^{23}$ - 1 mol
 $x = \frac{3,01 \times 10^{23}}{6,02 \times 10^{23}} = 0,5 \text{ mol}$

3. Converta a quantidade de mols de açúcar para número de moléculas.
 $1,49 \times 10^{23}$ moléculas - x moléculas
 1 mol - $6,02 \times 10^{23}$ moléculas
 $x = 8,96 \times 10^{23}$ moléculas

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

De acordo com os cálculos efetuados por A.2, apresentados no primeiro desafio (Figura 27) observa-se que o estudante realiza as relações químicas corretamente, com erros matemáticos na questão 2 e 3. Porém podemos observar que no 2º desafio (Figura 28) o aluno confunde as unidades (em sua resposta na questão 3) mesmo realizando o cálculo corretamente, o que nos remete a pensar que a estudante pode ainda estar em fase de internalização e domínio do conhecimento químico e ainda não estabelece com segurança as relações químicas.

De acordo com as respostas dos estudantes é possível admitirmos uma evolução em seus conhecimentos entre os dois desafios aplicados, seja nas relações químicas, quanto ao procedimento matemático realizado, bem como podemos perceber que os estudantes em sua maioria não possuem domínio de cálculos envolvidos em uma regra de três, apresentando erros quanto à multiplicação e divisão, notação científica, e isolamento da incógnita “x”. Dessa maneira, podemos dizer que mesmo conteúdos básicos que geralmente são trabalhados desde o Ensino Fundamental até o final do Ensino Médio, não fazem parte ainda dos conhecimentos estabelecidos no nível de desenvolvimento real dos discentes, mas sim se encontram em ZDP, ou seja, necessitam ser trabalhados junto ao acompanhamento de um

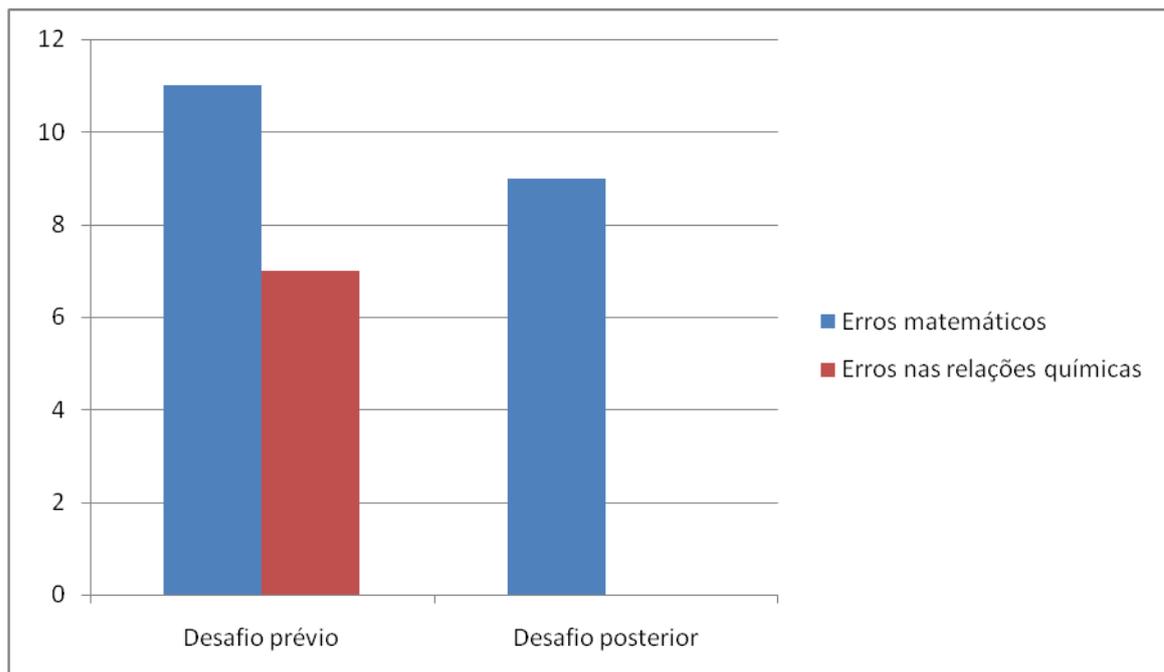
sujeito que possua “mais conhecimento”, o professor ou colegas, que já possuam tal domínio, para a evolução e o desafio do sujeito em fase de potencial de aprendizagem destes conhecimentos. De acordo com Vygotsky:

Os conceitos novos e mais elevados, por sua vez, transformam o significado dos conceitos inferiores. O adolescente que dominou os conceitos algébricos atingiu um ponto favorável, a partir do qual vê os conceitos aritméticos sob uma perspectiva mais ampla. (VYGOTSKY, 2008, p.143).

Nesse sentido, podemos dizer que os novos conceitos, ou seja, os conteúdos, que estão sendo apresentados como uma “novidade” nas aulas de Química ocasiona a transformação dos conceitos que já são de conhecimento do aluno, mudando a visão desse estudante sobre os mesmos. Ainda conforme menciona Vygotsky (2008) percebe-se que se o adolescente já domina determinados conteúdos acaba por ampliá-los a cada novo conhecimento. Assim, podemos ponderar que ao estar aprendendo conteúdos de Química que empregam cálculos matemáticos, esse discente acaba por ampliar estes conceitos matemáticos e por sua vez, pode ampliá-lo, bem como melhorar o seu domínio.

Acrescentando as reflexões quanto ao terceiro encontro, a seguir apresentamos a Figura 29 que traz um gráfico comparativo das resoluções do desafio prévio e do outro desafio.

Figura 29 – Gráfico Comparativo acerca dos desafios vinculados ao Encontro III.



A Figura 29 acima permite perceber uma melhora significativa quanto às relações químicas entre o 1º e o 2º desafio, já quanto à Matemática, teve-se alguma melhoria, mas ainda é grande o número de erros cometidos pelos estudantes. Além disso, o resultado de 11 desafios prévios apresentando erros matemáticos em suas resoluções corresponde a mais da metade dos alunos que entregaram estes desafios 55% que cai para um total de 8 (40%), que continuam a apresentar erros matemáticos no segundo desafio, pois há um aluno que comete erros da Matemática somente neste desafio posterior.

Dentre os resultados dos alunos, entre os dois desafios, cabe destacarmos que três estudantes obtiveram melhoria quanto à Matemática, compreendemos que este ganho foi proporcionado pelas atividades realizadas. Nesse sentido, considera-se que os demais estudantes continuam em processo de apropriação destes conceitos, necessitando ainda do auxílio de um sujeito mais experiente, seja o professor ou um colega que já detém este conhecimento, em sua Zona de Desenvolvimento Proximal. Dessa forma, uma alternativa a ser considerada é o professor convidar um aluno que apresenta domínio da Matemática para auxiliar colegas.

Cabe mencionar também, que dos 11 desafios prévios que apresentam erros matemáticos, 9 apresentam erros nas relações químicas; porém todos os erros químicos não são novamente apresentados no segundo desafio, o que remete uma melhora na apropriação da Química.

Finalizando é importante informar que até o terceiro encontro, foram trabalhadas as relações quantitativas envolvidas nos cálculos químicos e necessários para a compreensão dos cálculos envolvendo proporção na Estequiometria, em vista do andamento do ano letivo e continuidade dos conteúdos, o quarto encontro inicia a apresentação da ideia de proporção, realizando primeiramente uma atividade que apresenta como necessitamos e utilizamos a proporção em nossa vida cotidiana, para em seguida transferirmos e contemplarmos a proporção em uma reação química. Também é importante ressaltar que os resultados encontrados nas resoluções da maioria dos estudantes ainda no encontro III não nos parecem que os discentes tenham total domínio e segurança para a resolução de cálculos desse tipo. De acordo com Vygotsky:

[...] o aprendizado orientado para os níveis de desenvolvimento que já foram atingidos é ineficaz do ponto de vista global da criança. Ele não se dirige para um novo estágio de desenvolvimento, mas, em vez disso, vai a reboque desse processo. Assim, a noção de zona de desenvolvimento proximal capacita-nos a propor uma nova fórmula, a de que o “bom aprendizado” é somente aquele que se adianta ao desenvolvimento. (VYGOTSKY, 2007, p.102)

Assim, consideramos o quanto é importante estar sempre em busca de desafiar o estudante, visando ampliar, provocar a aprendizagem deste frente ao seu desenvolvimento, visando ampliar os conhecimentos que este aluno já possui. Desse modo, podemos admitir que ao longo do processo os estudantes poderão melhorar estas habilidades que ainda se encontram na ZDP e também adquirir tais habilidades e conhecimentos de forma a aplicá-los com segurança a diante.

No **Encontro IV** o objetivo geral da aula foi proporcionar aos alunos a observação e o cálculo de proporções por meio da adaptação de diferentes receitas culinárias e do preparo na prática de um pudim de caneca para micro-ondas, em sala de aula. Inicialmente os alunos realizaram a adaptação de uma receita em grupo, na qual os estudantes deveriam ajustar os valores fornecidos em uma receita de pudim de 1500mL para forno micro-ondas, para uma caneca de 300mL, de maneira que ao término dos seus cálculos, o grupo poderia realizar o teste dos seus resultados na prática, em uma caneca própria para o preparo do pudim de 300mL.

A aula foi filmada (conforme já mencionado nos itens 5.2 e 5.3) e por isso, os resultados de algumas discussões encontram-se transcritos e discutidos na Figura 30 a seguir.

Figura 30 – Diálogo durante o Encontro IV dos alunos A.12, A.17, A.18 e A.23.

- | |
|---|
| — Tá, são 300mL, mas para 150mL temos 10 colheres, mas aumenta [...]. (A.18) |
| — A receita não pode aumenta! (A.23) |
| — Como é o cálculo? (A.12) |
| — O cálculo é que temos 1500mL para 300mL, e se é em “300” temos que ter pelo menos 20 colheres (<i>a aluna aponta o ingrediente na receita</i>) mas aqui aumenta (<i>a aluna aponta novamente</i>). (A.18) |
| — Mas não pode aumenta, pois se está para 1500mL e agora é 300mL, como vai aumentar? (A.18) |
| — Eu acho que a gente pode cortar os zeros 1500mL por 300mL que aí vai [...] dá cinco. (A. 17) |

De acordo com o diálogo apresentado na Figura 30 acima, observa-se a interação entre os estudantes e a “liderança” de um colega no que se refere à explicação, pois este atua na ZDP dos seus colegas do mesmo grupo, explicando, argumentando e demonstrando suas ideias aos demais, que prestam atenção e debatem, questionam, mas que podemos dizer estão

desenvolvendo seu pensamento e refletindo sobre a atividade e cálculos que estão sendo solicitados. Neste diálogo podemos dizer que temos o registro da atuação de um colega na ZDP de outros estudantes, bem como há uma interação e o debate entre estudantes proporcionado pela atividade, que parece ter contribuído para a reflexão acerca da resolução do que estava sendo proposto.

A seguir apresentamos o diálogo registrado em outro grupo de alunos, na Figura 31.

Figura 31 – Diálogo do Encontro IV da professora regente e alunos A.15, A.22, A13.

O diálogo inicia com a professora explicando primeiramente do que se trata a receita. E, ao perceber que os alunos precisam de uma melhor explicação, esta começa a escrever em um caderno, através dessa escrita ela vai demonstrando e explicando verbalmente, conforme:

— Vocês têm 1500mL, vou pegar um exemplo da folhinha de vocês, para 10 colheres de água. O que vocês querem saber? (Professora)

— Ah desse lado aqui vai o x neh? (Alunos)

— Isso vai o x! (Professora) [...]

— Alunos concordam que sim!

— Então o 1500mL está equivalendo a esta receita aqui, então vai sempre do ladinho! E o que vocês querem saber é o desconhecido que é pra quanto? As 300mL! (Professora)

O aluno A.15 mostra o caderno e pergunta: “Aqui tá certo?” A professora aponta e demonstra, conforme o registro de imagem a seguir:



Não é possível ouvir na filmagem as palavras da professora, mas há confirmação de que a resolução está certa. Em seguida a professora menciona: “Ou vocês fazem por regra de três!” E, continua então, explicando que pode também ser observado que se tenho 1500 para 300mL e questionando: “— Então quanto modificou a receita? ”

De acordo com o diálogo transcrito, observa-se a professora dialogando e questionando os alunos, buscando que estes compreendam o exercício. Percebe-se que os alunos estavam com dúvidas e dificuldades, mas também se pode considerar que pode haver insegurança por parte dos alunos, pois podemos observar A.15 apenas solicitar a confirmação sobre a resolução que realizou estar correta. Assim cabe destacar que este conhecimento foi apresentado de maneira diferente do que estão habituados em sua vida diária e, então aparece como “novo”. Dessa forma, considera-se que o conhecimento está em fase de significação e apropriação, diferenciando de conhecimentos já adquiridos e espontâneos, por isso é difícil para os alunos terem a certeza de o quão correto estão suas atividades. Também se observa a segurança destes ao ouvirem a opinião do professor e o quanto nesse contexto, o diálogo pode ser importante em sala de aula. O fato dos alunos estarem agrupados, não só permite que eles auxiliem uns aos outros, como ocorreu no primeiro diálogo apresentado na Figura 30, mas facilita ao professor o atendimento direto aos discentes em sala de aula. Este atendimento muitas vezes não ocorre, já que existem muitas turmas com mais de 40 alunos, tornando quase inviável o atendimento individualizado e, muitas vezes sem o contato direto com o professor, dúvidas ou até mesmo inseguranças, como a apresentada neste grupo, acabam passando despercebida pelo docente. Além disso, por meio do diálogo abordado na Figura 31, pode-se observar a atuação na ZDP do estudante, uma vez que a professora está atenta ao desenvolvimento da atividade realizada por ele.

Dentre as observações realizadas quanto a aula, é interessante destacar o seguinte registro no Diário de Bordo:

Observa-se que os estudantes possuíram dificuldade para adaptar a receita, mas muitas vezes estavam “no caminho certo” da resolução e havia apenas uma insegurança quanto ao processo, em um dos grupos os estudantes chegavam a debater a resolução, mas afirmam no vídeo que só não conseguem passar para o papel seu raciocínio, observa-se também que o auxílio da professora se deu principalmente no que se referia a o ensino do cálculo por meio da regra de três e da proporção, já que almejava-se nesta aula inserir estes conceitos, para posteriormente trabalhar a ideia de proporção na Química, utilizada nos cálculos estequiométricos. (Diário de Bordo da pesquisadora)

De acordo com o registro observa-se que a atividade não foi fácil, mas desafiadora, ou seja, busca desenvolver os conhecimentos que possuem potencial para serem aprendidos pelos estudantes.

Em geral podemos observar que os diálogos do Encontro IV proporcionaram a interação com o outro, seja colega ou a professora e sua orientadora, permitiu que os estudantes sentissem desafiados, mas encontrassem no outro um apoio para realizar o início

da atividade ou esclarecer as dúvidas, obtendo ao final dos cálculos em grupo o sucesso na realização do pudim, já que todos os grupos conseguiram a adaptação e realização da receita. No registro no Diário de Bordo foi mencionado que: “[...] uma vez que o grupo conseguia realizar o cálculo corretamente “era uma festa”, visto que poderiam realizar na prática o preparo do pudim.” Desse modo, podemos ver que a atividade foi desafiadora, provocando a atenção dos alunos, para os quais também pareceu ter sido uma atividade prazerosa. Em continuidade a atividade de adaptação de receitas e visando perceber se houve favorecimento e aprendizado nesta aula, por meio da interação entre os sujeitos, na aula seguinte os alunos realizaram atividades individuais envolvendo também a adaptação de receitas, a saber: quatro modelos de quantidades diferentes de uma receita para Bolo de Chocolate e quatro modelos de quantidades diferentes de uma receita para uma Torta Salgada; ambas as receitas são para preparo no Forno Micro-ondas. Os oito modelos diferentes para as receitas buscam dificultar a possibilidade de os estudantes copiarem alguma resposta de um colega, já que o objetivo era de que eles próprios fizessem sua adaptação individualmente.

Em relação às resoluções dos estudantes em seus desafios individuais, observa-se que todos os 24 alunos colaboradores da pesquisa presentes nesta aula, realizaram seus cálculos por meio de regra de três. Cabe ressaltar que das 24 resoluções recebidas, duas não foram analisadas devido aos estudantes não realizarem a identificação da receita. Podemos considerar os resultados obtidos na resolução destes desafios de adaptação de receitas como satisfatório, pois a maioria dos alunos obteve êxito em suas respostas, acertando a quantidade necessária para a adaptação; é interessante destacar que apenas uma aluna apresentou o resultado desejado transformando-o também para o grama (pois, no desafio consta que o aluno pode transformar os ingredientes para o grama se desejar), os demais estudantes em sua maioria não realizaram adaptação para o tempo de preparo da receita (um total de 9), três estudantes apresentaram a resolução de maneira incompleta e também três estudantes apresentaram erros relacionados a Matemática. Podemos dizer que os alunos em sua maioria parecem ter se apropriado dos conhecimentos quanto à adaptação das receitas. De tal forma, é possível que os alunos em sua maioria, tenham se apropriado dos conhecimentos quanto à adaptação das receitas.

O **Encontro V** apresentou aos alunos uma atividade experimental a respeito da proporção em uma reação química, observando a Lei da Conservação das Massas. A turma organizada em grupos realizou a prática da Lei da Conservação das Massas, medindo o peso da garrafa PET contendo vinagre e de um balão contendo bicarbonato de sódio. Após a realização da experiência de enchimento automático dos balões, pesamos novamente o

sistema garrafa PET com o balão e os produtos oriundos da reação química, percebeu-se que a massa anterior à realização da reação química na experiência conserva-se mesmo após o experimento. A partir dessa ideia demonstrou-se para os alunos no quadro branco, a implicação das quantidades e proporções na reação química envolvida na experiência, as possibilidades de prever quantidades utilizando diferentes unidades como mol, gramas, moléculas e também as relacionando.

Estiveram em aula 16 alunos participantes da pesquisa e destes somente 15 entregaram suas resoluções. É importante mencionar que os 15 alunos participantes e que entregaram resolução não apresentaram nenhum erro quanto à montagem da regra de três para os cálculos químicos, porém cinco estudantes (A.11, A.12, A.17, A.19, A.23), não realizam a multiplicação correta do número $6,02 \times 10^{23}$ por 0,33 apresentando como resposta apenas 1, 9866. Estes resultados apresentam mais uma vez a dificuldade Matemática observada nas resoluções dos estudantes durante os encontros.

Esta aula, contou com a utilização de rubricas para avaliação de aprendizagem (abordadas no Item 5.2.1), cuja análise possibilitou perceber quais possuíram melhor desempenho e quais os estudantes que tiveram sucesso na resolução do exercício, mas contaram com auxílio. Assim sendo, apresenta-se na Figura 32, a transcrição da rubrica preenchida durante avaliação dos estudantes em sala de aula.

Figura 32 – Análise da Rubrica do Encontro V durante avaliação dos alunos.

Aluno	Critério Observado			
	Foco na tarefa e participação na aula.	Observação das proporções envolvidas na reação química.	Interpretação do exercício.	Realização dos cálculos.
A.1	B	B	B	B
A.2	B	I	I	I
A.3	MB	B	B	B
A.7	MB	MB	MB	MB
A.8	MB	MB	MB	MB
A.9	E	E	E	E
A.10	E	E	E	E
A.11	I	I	I	I
A.12	I	I	I	I
A.14	B	B	MB	MB
A.17	B	I	I	I
A.19	MB	B	MB	MB

Figura 32 – Análise da Rubrica do Encontro V durante avaliação dos alunos (continuação).

Aluno	Critério Observado			
	Foco na tarefa e participação na aula.	Observação das proporções envolvidas na reação química.	Interpretação do exercício.	Realização dos cálculos.
A.20	MB	B	MB	MB
A.21	B	B	B	B
A.23	B	B	B	B
A.26	B	B	B	B
LEGENDA:				
E = Excelente; MB = Muito Bom; B = Bom; I = Insuficiente				

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

De acordo com a análise das anotações dos estudantes, foi possível observar que somente dois alunos parecem ter se apropriado do conhecimento apresentado nesta aula, sendo atribuída a eles a classificação E referente a um Excelente desempenho demonstrado na realização da tarefa e inexistência do auxílio de colegas e da professora. Dois estudantes receberam a classificação MB, referente a Muito Bom, o que significa que eles receberam algum auxílio para a realização dos exercícios, mas já apresentam certo domínio do conhecimento, ou seja, encontram-se com um potencial de aprendizado maior em relação aos alunos classificados com B, referente a Bom. Os quatro alunos que foram classificados com B, necessitaram de auxílio da professora para observar as proporções envolvidas na reação, para interpretar os exercícios e também para a montagem dos cálculos, não conseguindo ainda realizar de maneira independente a atividade solicitada.

Nesse sentido, é interessante refletirmos a respeito do que Vygotsky menciona quanto à importância do outro na aprendizagem, em especial o docente, demonstrando e buscando o melhor recurso, forma de dialogar, entre outros instrumentos ou signos para que o aluno se aproprie dos conceitos. Para Miranda (2005) é importante que o professor se situe entre o aluno e o conhecimento escolar, de modo a agenciar o aluno a se apropriar do conhecimento, por meio de um processo que não é linear, mas que passa por confrontos, dúvidas e conflitos e nesse sentido, é interessante que o docente faça uso de elementos mediadores, como signos, visando favorecer a aprendizagem significativa.

A.19 e A.20 receberam a classificação B quanto a proporção de uma reação química e para as demais classificações receberam designação MB. Assim sendo, observa-se que os estudantes possuem ainda dificuldade na interpretação e leitura da reação química, mas já dominam a interpretação dos exercícios e a realização dos cálculos. Já os estudantes A.2 e A.17 demonstraram certa concentração na tarefa a ser realizada, recebendo quanto ao foco na

tarefa e participação na aula à designação B (Bom), porém receberam a designação I, referente a um desempenho insatisfatório, ou seja, estes estudantes ainda possuem dificuldades quanto aos cálculos químicos, bem como parecem não interpretar o exercício. É importante destacar também que A.2 nem sequer entregou a resolução da tarefa solicitada. No Diário de Bordo da pesquisadora, que registro quanto ao uso de rubricas:

Os exercícios foram realizados em aula, mediante a interação dos estudantes, sem grupos ou duplas estipuladas, mas mediante uns auxiliarem os outros e ainda estive todo o tempo auxiliando e retirando as dúvidas dos estudantes, o que por sua vez não auxilia na análise dos resultados dos estudantes que foram entregues para mim, porém auxilia na compreensão destes. Por sua vez, utilizou-se a metodologia de rubricas para avaliar a aprendizagem dos estudantes, esta se demonstrou de grande valia, uma vez que facilita anotar como foi o “desenrolar” do aluno durante a aula. (Diário de Bordo da pesquisadora. Grifo meu)

O registro atenta que avaliar os estudantes por meio das rubricas possibilita observar como foi o andamento dos estudantes na aula envolvendo a resolução de cálculos estequiométricos, mas faz menção que os exercícios entregues não auxiliam a realizar uma análise do conhecimento dos alunos. Porém por meio das rubricas, este olhar quanto a evolução dos estudantes pode ser concretizado, uma vez que por meio destas realiza-se o acompanhamento de cada aluno. Ainda no que diz respeito a este quinto encontro, cabe destacar o seguinte registro no Diário de Bordo:

[...] o experimento pareceu contribuir para tornar a aprendizagem do cálculo estequiométrico mais interessante, uma vez que demonstrou na prática, um cálculo que em exercícios de Química só ocorre na teoria. (Fonte: Arquivo pessoal)

Dessa forma, o registro revela que o instrumento utilizado nesta aula, no caso, o experimento químico, pareceu contribuir para a melhoria do ensino e conseqüentemente pode contribuir para a aprendizagem dos estudantes. Isso permitiu conduzir o sexto encontro apostando na resolução de exercícios que envolvem cálculos.

Em relação a este Encontro V percebe-se que o experimento, pode ser um ótimo instrumento mediador a ser utilizado como ferramenta de ensino-aprendizagem da Química. Além disso, observa-se as rubricas como um recurso avaliativo interessante, o qual se baseia na desenvoltura do aluno em sala de aula, proporcionando uma avaliação com um caráter mais conceitual ou qualitativo.

O **Encontro VI** teve presente 11 estudantes participantes da pesquisa e o objetivo era o da realização dos cálculos estequiométricos. Novamente como no encontro anterior

utilizamos as rubricas como metodologia de avaliação, baseando-se na observação dos estudantes. Assim sendo, apresentamos a Figura 33 contendo os registros realizados nas rubricas acerca do desempenho dos alunos durante a aula:

Figura 33 – Análise da Rubrica do Encontro VI durante avaliação dos alunos.

Aluno	Critério Observado			
	Foco na tarefa e participação na aula.	Observação das proporções envolvidas na reação química.	Interpretação do exercício.	Realização dos cálculos.
A.1	MB	B	B	B
A.2	B	B	B	B
A.7	E	E	E	E
A.8	E	E	E	E
A.10	E	E	E	E
A.12	I	I	I	I
A.13	B	B	B	B
A.16	B	B	B	B
A.21	B	B	B	B
A.24	MB	I	I	I
A.26	B	B	B	B
LEGENDA:				
E = Excelente; MB = Muito Bom; B = Bom; I = Insuficiente				

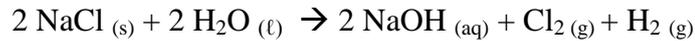
Fonte: Arquivo pessoal da autora.

De acordo com a Figura 33 acima, podemos perceber que houve uma evolução do desenvolvimento de alguns estudantes em relação ao encontro anterior, são eles: A.7 e A.8, já o aluno A.10 mantém seu excelente desempenho, diferente do aluno A.12 que continua apresentando desempenho insuficiente. A.2 passou de Insatisfatório para Bom quanto à proporção envolvida nas reações químicas e quanto à interpretação e realização dos cálculos, o que demonstra uma evolução do estudante, porém cabe destacar que o aluno em questão possui bastante dificuldade, mas sempre demonstra interesse em aprender os conteúdos apresentados em aula. A.1, A.12 A.26, mantiveram a rubrica do encontro anterior. É importante mencionar que A.13, A.16, A.21 e A.24 não estavam presentes no encontro anterior, sendo o aluno A.24 não conseguiu acompanhar satisfatoriamente as atividades desta aula, mesmo demonstrando bastante interesse em aula.

Ao final da realização dos exercícios em aula quanto a cálculos estequiométricos, os alunos resolveram individualmente um Exercício Final, o qual foi entregue a fim de avaliar os estudantes. O enunciado do exercício é apresentado na Figura 34:

Figura 34 – Enunciado do Exercício Final referente ao Encontro VI.

O hidróxido de sódio (NaOH), conhecido como comercialmente como soda cáustica, é amplamente utilizado na indústria, na fabricação de produtos de uso doméstico (como desentupidores de pias e ralos e na remoção de sujeiras pesadas) e na preparação de produtos como papel, corantes e, principalmente, sabão). O hidróxido de sódio é obtido por meio da eletrólise de uma solução de cloreto de sódio (NaCl) segundo a equação:



Observando a reação acima, responda: (Dados as Massas Molares (M) para: NaCl=58,5g/mol; H₂O = 18g/mol; NaOH = 40g/mol; Cl₂ = 71g/mol e H₂ = 2g/mol)

A Figura 35 a seguir apresenta análise das respostas/resoluções de acordo com as questões:

Figura 35 – Análise do Exercício Final – Encontro VI.

Aluno	a) Utilizando 150g de NaCl quantos grammas são necessários de água?	b) Para 0,25mol de água quanto será produzido em moléculas de gás hidrogênio?	c) Ao serem produzidos 5000g de hidróxido de sódio, quanto em mols foi empregado de cloreto de Sódio?	d) Sabendo que foram produzidos $1,204 \times 10^{24}$ moléculas de gás cloro, quantos grammas de água foram utilizados?
A.1	Ok	Erro na regra de três	Erro na regra de três	Erro no expoente
A.2	Ok	Erro na regra de três	Erro na regra de três	Erro na regra de três
A.7	Ok	Ok	Ok	Ok
A.8	Ok	Ok	Ok	Ok
A.10	Ok	Ok	Erro na divisão	Ok
A.12	Ok	Ok	Ok	Erro no expoente
A.13	Ok	Ok	Ok	Erro no expoente
A.16	Ok	Ok	Ok	Erro no expoente
A.21	Ok	Erro na regra de três	Erro na regra de três	Erro na regra de três
A.24	Ok	Erro na regra de três	Erro na regra de três	Erro na regra de três
A.26	Ok	Ok	Ok	Erro na regra de três

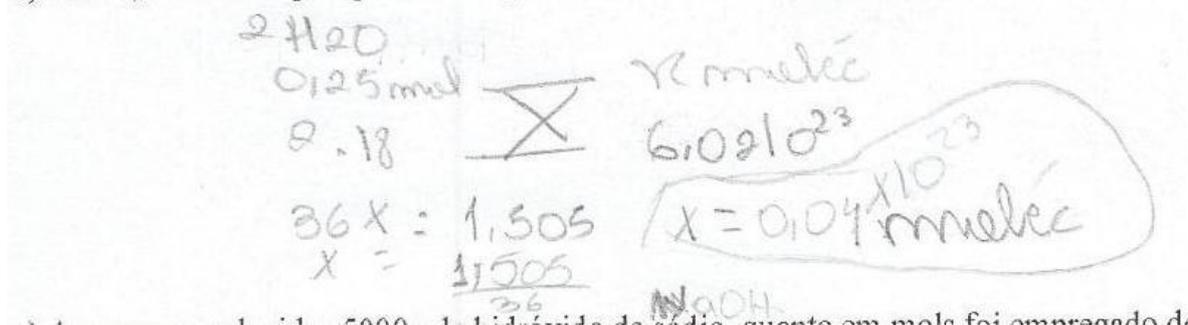
**A sigla Ok significa que o aluno acertou a questão.

Como podemos observar a relação entre grammas de um componente da reação química relacionando-se com a mesma unidade em outro componente não parece ser motivo de dúvida para os estudantes. Já quando se relaciona mol e moléculas, observa-se nas respostas dos

alunos, erros como utilizar a Massa Molar de uma substância, conforme exemplificamos, com a resolução de A.1, na Figura 36.

Figura 36 – Recorte da Resolução de A.1 – Encontro VI.

b) Para 0,25 mol de água quanto será produzido em moléculas de gás hidrogênio?

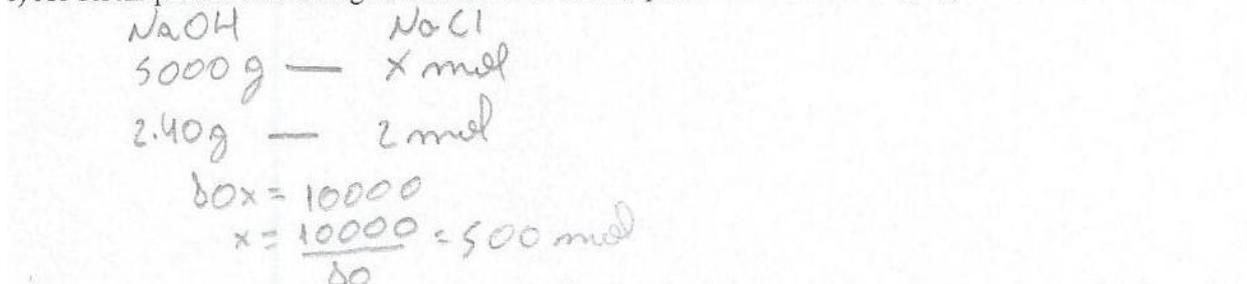


Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Este erro é quanto à interpretação do exercício e, portanto, o estudante ainda necessita trabalhar melhor sua apropriação do conhecimento químico. Em contrapartida, parece que 7 dos 11 estudantes já estão dominando esta relação estequiométrica neste exercício. Erros semelhantes foram observados quanto a alternativa c no exercício, e A.10 confundiu-se ao realizar a divisão, conforme a Figura 37.

Figura 37 – Recorte da Resolução de A.10 – Encontro VI.

c) Ao serem produzidos 5000g de hidróxido de sódio, quanto em mols foi empregado de cloreto de Sódio?



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Erros matemáticos têm sido comumente observados durante a aplicação desta sequência de ensino. Na questão “d” o principal erro cometido foi quanto à divisão de expoentes, o que novamente remonta a erros de origem matemática, porém A.26 que acertou as demais alternativas, mas teve dificuldade de interpretação nesta questão e A.1, A.12, A.13 e A.16 tiveram erro quanto ao expoente.

De acordo com as observações do Encontro VI percebem-se que as rubricas permitiram observar uma melhoria da aprendizagem dos alunos em relação ao encontro anterior. Porém, ainda há muitos erros, principalmente de Matemática, observados nas respostas dos alunos.

O **Encontro VII** foi dedicado à realização de avaliação individual, visando reconhecer e avaliar o andamento dos cálculos estequiométricos abrangidos no decorrer dos encontros realizados. Neste encontro estiveram 23 alunos participantes da presente análise O enunciado da avaliação era comum a todas seis questões. Na Figura 38 apresentamos o enunciado da avaliação:

Figura 38 – Enunciado da avaliação final – Encontro VII.

Para as questões de 1 a 6, utilize o seguinte enunciado abaixo:

(Unicamp-SP) A obtenção de etanol (C_2H_5OH) o qual em sua forma pura (álcool anidro) é muito utilizado na indústria, sendo matéria prima de tintas, solventes, aerossóis, etc, pode ser realizada a partir de sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$, açúcar) por fermentação, pode ser representada pela seguinte equação:

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 4 C_2H_5OH + 4 CO_2$$

Dados as Massas Molares, M, para: $C_{12}H_{22}O_{11}=342g/mol$; $H_2O=18g/mol$; $C_2H_5OH=46g/mol$; $CO_2=44g/mol$.

A primeira questão visava observar se os alunos entendem a proporção de uma reação química, conforme a Figura 39.

Figura 39 – Questão 1 da avaliação final – Encontro VII.

1) Complete a tabela abaixo:

PROPORÇÃO EM:	$C_{12}H_{22}O_{11}$	+	H_2O	\rightarrow	$4 C_2H_5OH$	+	$4 CO_2$
Mol							
massa (em gramas)							
Moléculas							

Os resultados obtidos nas respostas dos estudantes demonstraram que não há dificuldade em identificar a proporção em mol de uma reação química, com exceção de A.13

que identificou erroneamente a proporção de 2mol para a sacarose. Quanto à proporção em massa, oito alunos apresentaram algum erro, observou-se que alguns alunos, são eles: A.1, A.2 (que utilizou a unidade g/mL).

A.11, A.12, A.20 e A.22 realizaram a proporção em mol corretamente, mas erraram quanto a proporção em massa, não multiplicando por quatro os valores das massas, quando solicitadas as proporções em massa para o álcool e o dióxido de carbono. Já A.13 e A.24 apresentaram outros erros quanto à massa dessas mesmas substâncias. A.13 utilizou novamente a proporção 2 para a sacarose, apresentando a proporção em massa para esta substância como 684g.

No que diz respeito à proporção em moléculas apresenta-se, na Figura 40 as respostas dos estudantes:

Figura 40 – Análise da questão 1 de alguns alunos do Encontro VII –

Aluno	Proporção em moléculas da(o):			
	Sacarose	Água	Álcool	Gás carbônico
A.11	Ok	Ok	Ok	$6,02 \times 10^{23}$
A.12	Ok	Ok	$24,02 \times 10^{23}$	$24,02 \times 10^{23}$
A.13	$12,04 \times 10^{23}$	$6,02 \times 10^{23}$	$6,02 \times 10^{23}$	$6,02 \times 10^{23}$
A.18	Ok	Ok	$6,02 \times 10^{23}$	$6,02 \times 10^{23}$
A.21	$342 \times 6,02 \times 10^{23} =$ $2058,84 \times 10^{23}$	$18 \times 6,02 \times 10^{23} =$ $108,39 \times 10^{23}$	$46 \times 24,08 \times 10^{23} =$ $1107,68 \times 10^{23}$	$44 \times 24,08 \times 10^{23}$ $= 1059,52 \times 10^{23}$
A.24	Ok	Ok	$2 \times 26,08 \times 10^{23}$	26,08g

**A sigla Ok significa que o aluno acertou a questão.

Observamos em A.11, A.13, A.18 que o erro foi quanto à proporção, já A.21 multiplicou as Massas Molares pelo valor da Constante de Avogadro e A. 24 errou na proporção e na resposta do gás carbônico. Em A.12 o erro é apenas na multiplicação, pois a resposta certa seria $24,08 \times 10^{23}$.

No que diz respeito às questões envolvendo o cálculo estequiométrico, apresentamos a Figura 41.

Figura 41 – Enunciado das questões 2, 3, 4 e 5 – Encontro VII.

- 2) Admitindo-se que tenham sido utilizadas 10000gramas de sacarose, $C_{12}H_{22}O_{11}$, quantos mols de etanol, C_2H_5OH , foram produzidos?
- 3) Utilizando 5mol de sacarose, $C_{12}H_{22}O_{11}$, quantos mol de etanol, C_2H_5OH , foram produzidos?
- 4) Para 50g de sacarose, $C_{12}H_{22}O_{11}$, quantos gramas são necessários de água para que a reação química ocorra?
- 5) Para 25mol de etanol produzidos, são liberadas quantas moléculas de gás carbônico, CO_2 , serão liberadas?

Dentre os resultados obtidos nestas questões um total de cinco alunos (A.6; A.8; A.11, A.19 e A.23) gabaritaram as mesmas. A.4 realizou todos os procedimentos de maneira correta, porém copiou o valor 900, como 9000 e por isso teve erro na resposta final, como pode ser observado na Figura 42 a seguir. Assim sendo, considera-se como seis alunos que apresentaram desempenho máximo na avaliação realizada, ao invés de cinco. A. 18 deixou as questões em branco e A. 13 montou todas as regras de três erradas e não realizou nenhum cálculo.

Figura 42 - Resolução de A.4.

4) Para 50g de sacarose, $C_{12}H_{22}O_{11}$, quantos gramas são necessários de água para que a reação química ocorra?

500g	—	x g	342x = 500.18
342g	—	18g	342x = 9000
			x = 9000 / 342 = 26,3

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Realizando a análise de uma a uma das resoluções dos estudantes foi possível observar e classificar os erros dos alunos, conforme apresentamos a seguir, na Figura 43.

Figura 43 – Análise das resoluções dos alunos no Encontro VII quanto ao tipo de erro.

Categorização do tipo de erro	Respostas dos alunos
Erros matemáticos	Acertou regra de três, mas erraram o cálculo na questão 5. (A.1; A.10 e A.22)
	Esqueceu-se da notação científica 10^{23} na resposta final da questão 5. (A.17)
	Na questão 3 realizou a montagem correta da regra de três, mas apresentou uma resposta final errada de 22,5g sendo a resposta correta o valor de 2,63g. (A.21)
Erros envolvendo proporção	Na questão 1 errou a proporção do álcool, utilizando 1mol e não o correto que seriam 4mol. (A.22)
	Na Questão 5 a proporção do álcool e do dióxido de carbono foi utilizada como 1:1. Neste caso, é importante ressaltar que o aluno também apresentou erro nas proporções apresentadas na questão 1, quanto a massa. (A.12)
	Questão 5 a proporção é errônea quanto às moléculas do dióxido de carbono. (A.16)
	A aluna acertou as proporções na questão 1, mas em seus cálculos nas questões 2, 3 e 5 utiliza a proporção de 1 para o álcool. (A.26)
Erros quanto ao conteúdo da Química	Na questão 4 utilizou a Proporção em massa do álcool, igual a 184g ao invés da proporção em massa da sacarose, igual a 342g. (A.10)
	Relacionou gramas com a Constante de Avogadro - Usou o $6,02 \times 10^{23}$, na questão 4 que relaciona gramas com gramas. (A.9)
	Houve erro na regra de três, o aluno utilizou a Massa Molar vezes o número de mol nas questões 2 e 5. E na questão 4 o aluno montou a regra de três com valores errados. (A.2)
Erros quanto ao conteúdo da Química	Na questão 2 houve erro na montagem da regra de três, havendo uso de valores errados, o mesmo ocorreu na questão 4. Já na questão 5, o aluno utilizou a Massa Molar vezes o número de mol. (A.7)
	Utilizou o valor da proporção em massa do álcool ao invés da proporção em massa da sacarose – questão 3. (A.5)
	Na questão 2 houve erro na montagem da regra de três, havendo uso de valores errados. (A.20)

Figura 43 – Análise das resoluções dos alunos no Encontro VII quanto ao tipo de erro (continuação).

Erros quanto ao conteúdo da química (continuação)	Nas questões 2 e 4 o aluno utilizou a Massa Molar vezes o número de mol. E na questão 5 o aluno utilizou a Massa Molar ao invés da Constante de Avogadro para o cálculo das moléculas. (A.21)
	Nas questões 2 e 3 o aluno utilizou a Massa Molar vezes o número de mol. Já na questão 5 o aluno utilizou a Massa Molar ao invés da Constante de Avogadro para o cálculo das moléculas. (A.24)

De acordo com a análise das respostas dos estudantes, demonstradas na Figura 43, foi possível observar que os mesmos apresentam dificuldade nos cálculos, quando há presença de notação científica, pois os erros foram apresentados na questão 5 a única com o envolvimento de expoente nos cálculos. Quanto à proporção observa-se que os estudantes erram quando a proporção não é de 1:1, o que podemos atribuir como falta de apropriação dos cálculos químicos, uma dificuldade de transpor a proporção para a regra de três, já que foram muitos os acertos quanto a proporção na questão 1.

No que diz respeito às dificuldades químicas observamos erros principalmente no emprego da proporção em mol nos cálculos, pois os estudantes A.2, A.7, A.21 e A.24, realizaram uma multiplicação da Massa Molar das substâncias envolvidas com o número de mol. Os alunos A.9, A.21 e A.24 empregaram de maneira incorreta o valor da Constante de Avogadro em seus cálculos. Os alunos A.5, A.10 e A.20 fizeram uso de valores errôneos em seus cálculos, por exemplo, A.5 utilizou o valor da proporção em massa do álcool ao invés da proporção em massa da sacarose na questão 3.

Em síntese os erros foram categorizados de três formas: erros matemáticos; erros envolvendo proporção e erros quanto ao conteúdo de Química. Quanto aos acertos dos exercícios destaca-se que estes alunos demonstram uma apropriação dos conceitos e cálculos abordados. A avaliação realizada demonstrou que os estudantes ainda apresentam muitos erros. Apesar dessa constatação, considera-se que o “primeiro passo” foi dado em relação à abordagem diferenciada nas aulas e, que ocorreu uma melhoria e evolução da aprendizagem dos estudantes.

O **Encontro VIII** contou com um jogo de tabuleiro como forma de revisão dos conteúdos abordados, já que se trata do encontro de encerramento. Para análise deste encontro conta-se com as anotações do mesmo realizadas no Diário de Bordo. A partir dessas, percebe-se que houve a empolgação da turma diante da atividade diferenciada e uma pré-disposição

dos alunos para a mesma, conforme podemos ver no registro: “[...] os alunos estavam eufóricos, queriam entender o que era o jogo, se dispuseram a ajudar a montar e organizar a sala. A empolgação também esteve presente durante o jogo em que os grupos buscavam a vitória” (Diário de Bordo da pesquisadora). A competitividade entre os diferentes grupos parece ter envolvido os estudantes a resolverem e acertarem as questões do jogo, conforme podemos observar no seguinte registro:

A atividade lúdica empolgou a turma, os grupos queriam vencer e com os valores altos para o caso do acerto das questões classificadas como “Indústria”, as quais abrangiam os cálculos envolvendo a estequiometria ou aspectos quantitativos da Química, por isso queriam a possibilidade de cair na “casa do tabuleiro” para ser possível responder à questão. (Diário de Bordo da pesquisadora)

De acordo com o extrato acima se observa que por meio do jogo foi possível obter uma turma empolgada e disponível a resolver as questões propostas. Ao destacar a empolgação da turma é importante registrar que principalmente antes do início da realização das atividades envolvidas nos oito encontros analisados, apenas alguns alunos eram participativos, outros apáticos, não demonstravam interesse ou envolvimento na aula. Nesta atividade diferente das anteriores, todos os presentes demonstraram alegria em realizá-la, uma característica tão marcante neste oitavo encontro que tornou a empolgação seu destaque. Acrescentando-se a estas observações cabe ressaltar que pela análise das imagens registradas durante a atividade é possível observar a alegrias dos estudantes e os grupos trabalhando em conjunto ao resolver os exercícios durante o jogo, conforme podemos ver nas Figuras 44 e 45.

Figura 44 – Imagens dos estudantes durante a realização do jogo em sala de aula.



Fonte: Registro fotográfico da autora.

Figura 45 – Imagem da realização do jogo em sala de aula.



Fonte: Registro fotográfico da autora.

A seguir destacam-se o registro feito no Diário de Bordo da pesquisadora de algumas falas dos estudantes:

A professora não facilitou nos exercícios do jogo, mesmo assim estamos acertando e ganhando dinheiro. (Fala de A.1 e A.21)

As questões estão bem complicadas, a sorte é que nós sabíamos fazer. (Fala de A.4)

A.1 comentou que está aprendendo com as colegas XX (não participante da pesquisa) e A.21 e que o trabalho em grupo divertido está sendo bem importante, pois está aprendendo. (Fala de A.1 e A.21)
(Diário de Bordo da pesquisadora)

Assim observa-se que os estudantes reconhecem que as questões envolvidas na atividade não foram facilitadas mantendo o nível de exigência realizado nas aulas, bem como se pode dizer que o trabalho coletivo foi valorizado parecendo ter ocorrido ajuda entre os integrantes do grupo.

É importante salientar que a melhoria da aprendizagem quanto ao emprego desta atividade lúdica não foi verificada e de tal modo não foi analisada, uma vez que se tratava de uma atividade de encerramento. Em contrapartida a aplicação do jogo, proporcionou um ambiente de integração, alegria e de pré-disposição para o conteúdo, pois demonstrou ser uma ferramenta que proporciona o engajamento dos estudantes.

Em síntese as verificações realizadas nesta categoria, consideramos que muitos dos estudantes apresentaram uma evolução na sua aprendizagem, porém foi constatado que ainda

há vários alunos apresentando erros, mesmo ao final da aplicação da sequência de ensino. Além disso, consideramos que algumas atividades merecem destaque, como o uso de modelos macroscópicos, as atividades experimentais e o jogo realizado no encontro de encerramento.

O uso de modelos macroscópicos (Encontro III) parece ter permitido que os alunos visualizassem conceitos abstratos de um modo mais concreto, possibilitando que estes percebessem principalmente a relação entre o mol e o grama.

As atividades experimentais envolvidas nos Encontros II e V que propiciaram demonstrar os conteúdos teóricos na prática. Nesse sentido, salientamos que o experimento do Encontro II consentiu a comprovação de que os conceitos científicos surgem muitas vezes através de práticas experimentais, além de evidenciar o significado de uma constante, neste caso a Constante de Avogadro. Já no que diz respeito ao experimento envolvido no Encontro V, considera-se que este atingiu o seu objetivo de demonstrar o conteúdo das proporções envolvidas em uma reação química, por meio da Lei da Conservação das Massas, contribuindo assim para abordar a estequiometria de forma prática e não apenas teórica, bem como aceitamos que esta prática agiu como um facilitador da aprendizagem do conteúdo.

Ainda quanto às atividades práticas a realização do preparo do pudim (Encontro IV) para apresentar a ideia de proporção, bem como de uma Química relacionada à vida, parece ter sido uma ótima alternativa para o engajamento dos alunos e o desafio dos mesmos em sala de aula. Além disso, a partir de uma aula dinâmica e interativa, pela análise das atividades individuais dos estudantes, pode-se considerar que os mesmos se apropriaram dos conhecimentos desta aula.

Quanto ao jogo realizado na última aula, este demonstrou ser uma excelente ferramenta de revisão dos conteúdos, pois os alunos participaram, interagiram, estavam alegres, motivados, discutiam e refletiam acerca do conteúdo, pois buscavam o acerto das questões ao almejarem a vitória na atividade.

De acordo com essas constatações, consideramos que as atividades proporcionaram aulas diferenciadas, nas quais a interação encontrou espaço e houve atuação na ZDP dos estudantes, o que proporciona a observação da desenvoltura do aluno quanto ao seu aprendizado. Diante do que discutimos neste item argumenta-se que as atividades desenvolvidas dialoguem com princípios tais como interação (entre colegas e com o professor), instrumentos de mediação, ZDP, apropriação de conceitos. E assim, proporcionem a integração dos estudantes e até mesmo o engajamento destes em aprender.

5.2 Apropriação dos cálculos químicos

Nesta categoria apresenta-se a discussão e reflexão acerca dos resultados obtidos através da aplicação da sequência de ensino quanto à resolução dos cálculos envolvidos na aprendizagem da Estequiometria, visto que são intrínsecos ao estudo deste conteúdo. Nesse sentido, alguns alunos foram elencados visando demonstrar diferentes perspectivas quanto à apropriação dos cálculos químicos resultante desta produção educacional realizada.

Apresentamos primeiramente A.1, esforçada, esteve presente em todas as atividades desenvolvidas na sequência de ensino. A.1 sempre necessitou de muito acompanhamento, pois sempre solicitava auxílio e questionava quando tinha dúvidas.

Em sua primeira resolução de cálculos envolvendo quantidades químicas (Figura 46), observa-se que A.1 em um primeiro momento não interpreta corretamente o exercício. Já no exercício seguinte (Figura 47) observa-se que a aluna já corrige o erro.

Figura 46 – Recorte do desafio prévio de A.1 – Encontro III.

1. Ajude os filhos da Dona Maria e converta os valores para a massa em gramas, pois só então eles poderão pesar os ingredientes. Apresente seus cálculos identificando-os.

Handwritten work for Figure 46:

Left side: $0,33 \text{ mol} \rightarrow x \text{ moléculas}$
 $\Delta \text{ mol} \times 6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas}$
 $x = 0,33 \cdot 6,02 \times 10^{23}$
 $x = 1,9866 \times 10^{23} \text{ moléculas}$

Right side: $x \text{ mol} \rightarrow 5,77 \times 10^{23} \text{ moléculas}$
 $1 \text{ mol} \rightarrow 6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas}$
 $6,02 \times 10^{23} x = 5,77 \times 10^{23}$
 $x = \frac{6,02 \times 10^{23}}{5,77 \times 10^{23}} = 1,04 \text{ mol}$

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Figura 47 – Recorte do segundo desafio de A.1 – Encontro III.

1. Converta os valores para a massa em gramas, pois só então os ingredientes podem ser pesados.

Apresente seus cálculos identificando-os.

Handwritten work for Figure 47:

Left side: $3,01 \times 10^{23} \text{ moléculas} \rightarrow x \text{ g}$
 $6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas} \rightarrow 18 \text{ g}$
 $6,02 \times 10^{23} x = 54,18 \times 10^{23}$
 $x = \frac{54,18 \times 10^{23}}{6,02 \times 10^{23}} = 9 \text{ g}$

Right side: $1,49 \text{ mol} \rightarrow x \text{ g}$
 $1 \text{ mol} \rightarrow 342 \text{ g}$
 $x = 509,58 \text{ g}$

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

De acordo com as resoluções de A.1 neste primeiro desafio proposto, percebe-se que ela apresenta uma melhoria na interpretação dos seus cálculos, aperfeiçoando sua compreensão das relações químicas. Nos encontros III, IV e V observou-se que A.1 não

apresenta erros no decorrer das atividades individuais. Mas, salienta-se que na avaliação utilizando a metodologia das rubricas à mesma é avaliada como B (Bom), o que atenta que a estudante sempre resolve esse tipo de atividade mediante a ajuda do outro, desse modo, destaca-se que o auxílio do colega ou da professora vem colaborando com a apropriação dos conhecimentos da aluna.

No encontro VI em relação ao exercício final A.1 apresentou alguns erros nos cálculos estequiométricos, conforme podemos observar na Figura 48.

Figura 48 – Recorte da atividade resolvida por A.1 – Encontro VI.

$2 \text{NaCl}_{(s)} + 2 \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow 2 \text{NaOH}_{(aq)} + \text{Cl}_{2(g)} + \text{H}_{2(g)}$

Observando a reação acima, responda: (Dados as Massas Molares (M) para: $\text{NaCl} = 58,5 \text{g/mol}$; $\text{H}_2\text{O} = 18 \text{g/mol}$; $\text{NaOH} = 40 \text{g/mol}$; $\text{Cl}_2 = 71 \text{g/mol}$ e $\text{H}_2 = 2 \text{g/mol}$)

a) Utilizando 150g de NaCl quantos gramas são necessários de água?

Handwritten solution for a):

$2 \text{NaCl} \quad \quad \quad 2 \text{H}_2\text{O}$
 $150 \text{g} \quad \quad \quad x \text{g}$
 $2 \cdot 58,5 \quad \quad \quad 2 \cdot 18$
 $117x = 36 \cdot 150$
 $x = \frac{36 \cdot 150}{117} = 46,15 \text{g}$

b) Para 0,25mol de água quanto será produzido em moléculas de gás hidrogênio?

Handwritten solution for b):

$2 \text{H}_2\text{O} \quad \quad \quad 1 \text{H}_2$
 $0,25 \text{mol} \quad \quad \quad x \text{mol}$
 $2 \cdot 18 \quad \quad \quad 2 \cdot 1$
 $36x = 1,505$
 $x = \frac{1,505}{36} = 0,0418 \text{mol}$
 $0,0418 \text{mol} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 2,52 \cdot 10^{22} \text{moléculas}$

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Assim podemos considerar que A.1 ainda está em apropriação dos cálculos químicos, evoluindo a cada encontro, contando com a colaboração do outro (colega e/ou professora) em sua ZDP. No Encontro VII em sua avaliação individual final, A.1 gabaritou a interpretação e as correlações necessárias a montagem dos cálculos químicos, demonstrando conhecimento do conteúdo e uma boa compreensão dos conteúdos, houve apenas um erro de multiplicação na questão 5 durante a resolução matemática envolvida na regra de três. Enfim, considera-se que a aluna A.1 parece ter se apropriado dos conhecimentos desenvolvidos durante o estudo da Estequiometria, uma vez que demonstrou uma evolução durante o processo.

A. 12 participou de todos os encontros desenvolvidos, é disperso, inquieto e não é participativo nas aulas. Em sua resolução inicial observa-se que o mesmo não realiza todos os cálculos acertando apenas questão 1 e deixando em branco as questões 2 e 3. Já no desafio seguinte observa-se erro de resolução matemática da regra de três, uma vez que monta as

relações corretamente, mas realiza a multiplicação dos valores dos elementos da mesma coluna da regra de três, mostrando desconhecimento desse procedimento matemático em um dos seus cálculos na questão 1. O segundo cálculo possui a montagem correta da regra de três, mas também apresenta a resolução do cálculo errônea, sem ser possível determinar se a mesma ficou inacabada ou qual foi o cálculo realizado por A.12. Em contrapartida a questão 3 dele é desenvolvida de maneira correta. Apresentamos o Desafio posterior de A.12 na Figura 49.

Figura 49 – Recorte do segundo desafio de A.12 – Encontro III.

1. Converta os valores para a massa em gramas, pois só então os ingredientes podem ser pesados. Apresente seus cálculos identificando-os.

$3,01 \times 10^{23} \text{ moléculas} \times \frac{x \text{ g}}{18 \text{ g}}$
 $6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas} \times \frac{x \text{ g}}{18 \text{ g}}$
 $x = 3,01 \cdot 18 \text{ g}$
 $x = 54,18 \text{ g}$

$1,4 \text{ g mol} \times \frac{x \text{ g}}{342 \text{ g}}$
 $1 \text{ mol} \times \frac{x \text{ g}}{342 \text{ g}}$
 $x = 342 \cdot 1,4 \text{ g}$
 $x = 509,68 \text{ g}$

2. Converta o número de moléculas da água para a quantia equivalente em mol.

$3,01 \times 10^{23} \text{ moléculas} \times \frac{x \text{ mol}}{6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas}}$
 $6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas} \times \frac{x \text{ mol}}{6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas}}$
 $x = 3,01 \text{ mol}$

3. Converta a quantidade de mols de açúcar para número de moléculas.

$1,4 \text{ g mol} \rightarrow x \text{ moléculas}$
 $1 \text{ mol} \times \frac{6,02 \times 10^{23}}{1 \text{ mol}}$
 $x = 8,96 \times 10^{23} \text{ moléculas}$

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Comparando os desafios entregues por A.12, podemos considerar uma evolução em ambas as resoluções, pois uma vez que ainda exista erro no segundo desafio, A.12 resolveu todas as questões propostas diferente da primeira atividade, o que sinaliza o começo de uma compreensão acerca do conteúdo e de um comprometimento com sua aprendizagem. Em continuidade a sequência de ensino, observa-se que na atividade relacionada à produção de pudim em grupo de alunos, A.12 se interessa em compreender como se realiza o cálculo, questionando os colegas do seu grupo, sobre como proceder nos cálculos, conforme registro realizado na filmagem da aula, já em seu desafio individual de adaptação de uma receita, o estudante realiza as correlações dos ingredientes de maneira correta, porém desempenha duas

das três divisões de forma incorreta, isolando erroneamente a incógnita “x”, conforme se observa na Figura 50.

Figura 50 – Recorte da atividade de A.12 – Encontro IV.

Nome: [REDACTED]

6 ovos $\frac{1.800 \text{ ml}}{x}$ $\frac{300 \text{ ml}}$ } 24c. farinha $\frac{1.800 \text{ ml}}{x}$ $\frac{300 \text{ ml}}$ ^{oçúcar}

$1800x = 6 \times 300$ } $1800x = 24 \times 300$

$1800x = 1.800$ } $1800x = 7200$

$x = \frac{1800}{1800} = 1$ } $x = \frac{1800}{7200} = 0,25$ ←

$x = 1$ } $x = 0,25$

1c. chocolate $\frac{1.800 \text{ ml}}{x}$ $\frac{300 \text{ ml}}$ ^{leite}

$1800x = 18 \times 300$

$1800x = 5.400$

$x = \frac{1800}{5.400} = 0,33$ ←

$x = 0,33$

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Frente às diferentes dificuldades relacionadas à Matemática apresentadas pelo estudante, como podemos observar nas Figuras 49 e 50, que o mesmo não domina o cálculo envolvido em uma regra de três, o que se compreende como um conteúdo que não faz parte dos conhecimentos internalizados pelo estudante, mesmo tal fazendo parte do Ensino Fundamental, etapa já vivenciada pelo aluno. Nesse sentido, considera-se que o aluno está em ZDP, não apenas no que se refere à apropriação dos cálculos químicos, mas também da Matemática envolvida por estes conteúdos, ou seja, os mesmos estão em desenvolvimento, possuem potencial para serem aprendidos e o aluno é desafiado a resolver as questões

propostas. De acordo com Vygotsky (2007) o ensino deve ser orientado não para o conhecimento já adquirido pelo aluno, mas sim para aquilo que ele não sabe, sob a orientação de um sujeito que detém tal conhecimento.

A.12 nas atividades desenvolvidas no Encontro V referente aos cálculos estequiométricos, já apresenta uma melhoria da Matemática, não repete seus erros iniciais apresentando como único erro em suas resoluções a falta da notação científica em suas respostas das questões 2 (letra d) e 3, uma vez que o cálculo a ser realizado, utilizava a multiplicação: 0,33 por $6,02 \times 10^{23}$, obtendo-se $1,9866 \times 10^{23}$, o estudante apresentou como respostas apenas 1,9866. Desse modo, podemos considerar evoluções na aprendizagem deste estudante, uma vez que nas atividades iniciais, o mesmo não conseguia resolver um cálculo envolvido em uma regra de três. É importante destacar que A.12 também não mencionou as unidades nas questões 2 e 3.

O exercício final, desenvolvido por A.12 no Encontro VI, apresenta a questão “a” correta, porém incompleta, pois não apresenta unidade. Na questão “b” A.12 já corrige a multiplicação quando há notação científica, mas também não apresenta unidade, na questão “c” apresenta tudo corretamente, mas em sua resposta final apresenta o valor 155mol, enquanto deveria ser 125mol, o que pode ocasionar uma falta de atenção no momento da escrita dessa resposta, originando o erro. Por fim, na questão “d” o aluno realiza a divisão da notação científica 10^{24} por 10^{23} e, apresenta como resposta 10^{23} , o que não consideramos como um erro grave, perante a toda evolução demonstrada pelo aluno, quanto a diversos conhecimentos.

Quanto à avaliação utilizando as rubricas, é importante mencionar que o estudante foi avaliado nos encontros V e VI como insuficiente, além de no registro constar a observação de que o aluno diversas vezes copiou questões de colegas. É interessante observar que ainda se esteja apresentando uma avaliação de desempenho durante as atividades de aula indesejada, o estudante obteve evoluções na compreensão do conhecimento seja da Química ou da Matemática, o que demonstra que de alguma maneira o contato com colegas bem como o acompanhamento docente das suas atividades tem beneficiado A.12, mesmo que não demonstre interesse efetivo. Cabe acrescentar também que Vygotsky atenta que:

[...] uma pessoa só consegue imitar o que está no seu nível de desenvolvimento. Por exemplo, se uma criança tem dificuldade com um problema de aritmética e o professor resolve no quadro-negro, a criança pode captar a solução num instante. Se, no entanto, o professor solucionasse o problema usando matemática superior, a criança seria incapaz de compreender a solução, não importando quantas vezes a copiasse. (VYGOTSKY, 2007, p.100).

Nesse contexto, podemos considerar que o aluno ao copiar a resposta de um colega ou observar como o mesmo resolve o exercício, está em tentativa de resolver seu cálculo e assim pode aprender. Uma vez que todas as atividades realizadas contaram com acompanhamento da professora, foi permitido o ambiente interativo em sala de aula, onde colegas auxiliaram uns aos outros, mas muitas vezes a orientação do professor se fez presente. No caso, de A.12, muitas vezes o mesmo foi auxiliado, recebendo orientação para a execução das suas atividades e desta maneira, a aprendizagem foi favorecida, visto o desempenho do estudante em suas atividades individuais e a evolução de alguns procedimentos matemáticos.

Na última avaliação de A.12, quanto à aprendizagem realizada na prova individual, apresenta um bom resultado, uma vez que ele acerta as questões 2, 3 e 4, apresentando erro de proporção em massa na questão 1, quando os componentes da reação química não apresentam proporção 1:1 e na questão 5 quando também apresenta o erro de proporção e de multiplicação de notação científica.

Em geral analisando A.12, podemos perceber uma evolução no desenvolvimento dos conhecimentos ao longo dos oito encontros, evidenciando certa apropriação dos conhecimentos tanto da Química como da Matemática. No caso particular de A.12, observa-se que mesmo um aluno aparentemente não engajado no processo de ensino-aprendizagem parece ter obtido um benefício do trabalho interativo no contexto da sala de aula de Química.

A.19, é esforçada e foi bastante participativa durante a sequência de ensino, esteve presente em sete dos oito encontros realizados. Em sua primeira resolução individual, dos cálculos químicos, A.19 apresenta erro na questão 1, ao tentar isolar a incógnita “x”, mas as relações químicas quantitativas estão corretas bem como as questões 2 e 3 (as quais apresentam inclusive as unidades). No segundo desafio encontramos erro apenas na questão 1. Em continuidade, observa-se uma boa resolução dos cálculos, em sua avaliação por meio das rubricas, no Encontro V, A.19 foi avaliado como MB (Muito Bom) em todos os critérios, com exceção da observação das proporções na reação química, na qual teve como avaliação B (Bom). Nesse sentido, considera que A.19 vem obtendo um bom desempenho durante as aulas. Nos exercícios referentes ao Encontro V, as resoluções de A.19 não apresentam unidades, e há erro nas questões 2 (letra b) e 3, quanto à multiplicação de números envolvendo a notação científica, conforme Figura 51.

Figura 51 – Exercícios de A.19 – Encontro V.

AULA 5 – EXERCÍCIOS

Nome: [REDACTED] Nº: [REDACTED] Turma: [REDACTED]

1. Utilizando a reação química observada no experimento e durante esta aula:
 $\text{vinagre} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 Calcule o número de mol de vinagre que foi utilizado no experimento, lembrado que utilizamos 20g de CH_3COOH .

$$\frac{20\text{g}}{60\text{g}} \times x \text{ mol} = \frac{20\text{g}}{60\text{g}} \times x \text{ mol}$$

$$x = \frac{20}{60} = 0,33$$

2. A partir dos dados obtidos no exercício anterior, calcule:

a) Quanto em mol foi produzido de gás carbônico (CO_2) nesta reação química?

$$\frac{0,33 \text{ mol} \times x \text{ mol}}{1 \text{ mol} \times 1 \text{ mol}} = 0,33 \text{ mol}$$

$$x = 0,33$$

b) Quantas moléculas foram produzidas de gás carbônico nesta reação química? Este número é muito grande?

$$\frac{0,33 \text{ mol} \times x \text{ mol}}{1 \text{ mol} \times 6,02 \times 10^{23}} = 0,33 \times 6,02 \times 10^{23}$$

$$x = 1,98$$

3. Calcule quantas moléculas de bicarbonato de sódio foram envolvidas nesta reação química?

$$\frac{0,33 \text{ mol} \times x \text{ mol}}{1 \text{ mol} \times 6,02 \times 10^{23}} = 0,33 \times 6,02 \times 10^{23}$$

$$x = 1,98$$

4. Utilizando 2mol de vinagre quantos mols de bicarbonato de sódio você terá que utilizar para que esta reação química ocorra?

$$\frac{2 \text{ mol} \times x \text{ mol}}{1 \text{ mol} \times 1 \text{ mol}} = 2 \text{ mol}$$

$$x \text{ mol} = 2 \text{ mol}$$

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Cabe destacar que A.19 não esteve presente no Encontro VI. Porém em sua atividade avaliativa final, no Encontro VII, gabaritou a avaliação. Desse modo, diante do desempenho da estudante, é possível considerar que apesar dos erros identificados em algumas de suas resoluções, a mesma parece ter se apropriado do conhecimento desenvolvido durante os encontros, uma vez que teve um desempenho positivo constante durante as atividades e, o erro configura-se como parte do processo de aprendizagem.

A.7 e A.8 são estudantes muito amigas e estudiosas foram participantes assíduas da proposta. A estudante A.8 demonstra maior facilidade em termos de aprendizagem do que A.7, mas foram parceiras e trabalharam juntas durante os encontros. Primeiramente vamos relatar as observações acerca de A.8, a qual em sua primeira resolução e questão 1 apresentou o que podemos nomear de “uma confusa” interpretação dos dados, realizando uma mistura dos dados acerca da água e do açúcar, que deveriam ser transformados para grama separadamente. A resolução desta questão pela aluna é apresentada na Figura 52.

Figura 52 – Recorte do Desafio prévio de A.8 referente a questão 1 – Encontro III.

1. Ajude os filhos da Dona Maria e converta os valores para a massa em gramas, pois só então eles poderão pesar os ingredientes. Apresente seus cálculos identificando-os.

$18\text{ g} \rightarrow x$
 $342\text{ g} \times 6,02 \times 10^{23}$
 $342x = 108,36$
 $x = \frac{108,36}{342}$
 $x = 0,31$

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Já no exercício 3 A.8 apresenta erro no isolamento da incógnita “x”, mas as relações químicas são apresentadas corretamente. Neste primeiro desafio A.8 não apresenta unidades em suas respostas. Na sequência, o segundo desafio realizado por esta estudante, observa-se evolução, pois A.8 isolou corretamente a incógnita e a questão 1 já apresenta as respostas devidamente separadas e corretas, abordando inclusive unidades. A exceção nesse segundo desafio é a questão 2, na qual A.8 realiza a divisão das notações 10^{23} por 10^{23} e coloca em sua resposta novamente o “ 10^{23} ”, nesse exercício não apresenta unidade. Em continuidade as resoluções de A.8 observam-se em sua adaptação de receita individual que a aluna realiza corretamente as adaptações citando inclusive as unidades e identificando cada componente da receita, apenas não realiza a adaptação do tempo, conforme Figura 53.

Figura 53 – Resolução do Desafio do Encontro IV por A.8.

$6\text{ ovos} \rightarrow 1800\text{ ml}$
 $x \times 300\text{ ml}$
 $1800x = 1800$
 $x = \frac{1800}{1800}$
 $x = 1\text{ ovo}$

$24\text{ colheres farinha} \rightarrow 1800\text{ ml}$
 $x \times 300\text{ ml}$
 $1800x = 7200$
 $x = \frac{7200}{1800}$
 $x = 4\text{ colheres de farinha e de açúcar}$

$18,5\text{ colh. chocolate} \rightarrow 1800\text{ ml}$
 $x \times 300\text{ ml}$
 $1800x = 18,5 \cdot 300$
 $1800x = 5550$
 $x = \frac{5550}{1800}$
 $x = 3,08\text{ colheres de chocolate}$

$18\text{ colh. leite} \rightarrow 1800\text{ ml}$
 $x \times 300\text{ ml}$
 $1800x = 5400$
 $x = \frac{5400}{1800}$
 $x = 3\text{ colheres de leite e de óleo}$

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

No Encontro V já referente aos cálculos estequiométricos, observa-se que A.8 realiza com êxito todas as questões, inclusive apresentando as unidades. Na sua avaliação utilizando as rubricas A.8 recebeu como avaliação o critério Muito Bom o que identifica que já possui uma boa compreensão do conteúdo, consegue auxiliar o outro e não solicita tanto o auxílio do professor ou de outro colega. Em continuidade durante o Encontro VI, observa-se que já recebe como avaliação nas rubricas o critério Excelente significando que obteve êxito e desempenhou de forma autônoma a resolução dos exercícios e de modo correto durante a aula. A atividade avaliativa deste sexto encontro foi resolvida corretamente, deixando a desejar somente na questão 6 que apensar de ter respondido adequadamente o exercício, não apresentou unidade. Já com relação a sua avaliação final, observa-se que realizou a atividade com êxito, deixando sem unidade apenas a resposta da questão 5.

Por fim, de acordo com as discussões apresentada anteriormente, pode-se considerar que A.8 se apropriou do conteúdo desenvolvido durante as aulas, precisando melhorar quanto ao emprego das unidades, mas cabe ressaltar que o processo de desenvolvimento é contínuo e o uso de unidades corretamente poderá ser desenvolvido ao longo do ano letivo, no decorrer do ensino-aprendizagem dos demais conteúdos. É importante destacar, como já mencionado anteriormente que A.8 é muito companheira de A.7, desse modo, analisamos agora A.7.

A.7 no primeiro desafio da proposta apresentou os mesmos erros que A.8, o que demonstra a influência da convivência das pessoas, pois podemos considerar que ao exercitarem em conjunto as questões químicas, assim como ocorrem influências benéficas em que aquele colega que sabe mais colabora com o que sabe menos, podem também ocorrer influências negativas em que o erro de um influencia o outro. No desafio seguinte observa-se que A.7 realiza com sucesso todas as questões, porém não apresenta unidades, somente na questão 3. No decorrer das atividades dos Encontros IV, V e VI realiza as atividades corretamente, mas raramente apresenta unidades químicas, diferente de A.8 que na maioria das vezes citava unidades. Quanto à avaliação por meio das rubricas de A.7, foi avaliada da mesma maneira que A.8, sendo Muito Bom para o Encontro V e Excelente para o encontro VI, o que demonstra uma evolução positiva da aluna durante o andamento das aulas, bem como da “partilha” de conhecimento realizado entre A.7 e A.8. Em contrapartida, diferente do ótimo resultado de A.8 na avaliação final, constata-se que A.7 teve erros quanto ao emprego e interpretação dos exercícios, o que demonstra que ainda necessita de um acompanhamento para que mantenha o bom desempenho que vinha sendo demonstrado. Dessa forma, observando os erros de A.7, percebe-se que a mesma se confundiu ao interpretar o exercício 1, invertendo os dados da sacarose e do etanol, na questão 4 inverteu novamente os dados,

sendo agora a inversão entre os dados da sacarose e da água e, na questão 5 a aluna ao utilizar a relação mol e moléculas, no valor do mol acaba realizando a multiplicação pela Massa Molar da substância envolvida, convertendo novamente os dados. Os erros nas questões 2, 4 e 5 podem ser observados na Figura 54.

Figura 54 – Avaliação Final de A.7 – Encontro VII.

QUESTÕES

Para as questões de 1 a 6, utilize o seguinte enunciado abaixo:

(Unicamp-SP) A obtenção de etanol (C_2H_5OH) o qual em sua forma pura (álcool anidro) é muito utilizado na indústria, sendo matéria prima de tintas, solventes, aerossóis, etc, pode ser realizada a partir de sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$, açúcar) por fermentação, pode ser representada pela seguinte equação:

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 4 C_2H_5OH + 4 CO_2$$

Dados as Massas Molares, M, para: $C_{12}H_{22}O_{11}=342g/mol$; $H_2O=18g/mol$; $C_2H_5OH=46g/mol$; $CO_2=44g/mol$.

1) Complete a tabela abaixo:

PROPORÇÃO EM:	$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 4 C_2H_5OH + 4 CO_2$			
mol	1 mol	1 mol	4 mol	4 mol
massa (em gramas)	342 g	18 g	184 g	176 g
Moléculas	$6,02 \times 10^{23}$	$6,02 \times 10^{23}$	$24,08 \times 10^{23}$	$24,08 \times 10^{23}$

2) Admitindo-se que tenham sido utilizadas 10000gramas de sacarose, $C_{12}H_{22}O_{11}$, quantos mols de etanol, C_2H_5OH , foram produzidos?

*10000 g — x mol
184 g — 1 mol
184x = 10000 · 1
x = 10000 / 184 = 54,34*

3) Utilizando 5mol de sacarose, $C_{12}H_{22}O_{11}$, quantos mol de etanol, C_2H_5OH , foram produzidos?

*5 mol — x mol
1 mol — 4 mol
1x = 5 · 4
x = 20*

4) Para 50g de sacarose, $C_{12}H_{22}O_{11}$, quantos gramas são necessários de água para que a reação química ocorra?

*50 g — x mol
184 g — 1 mol
184x = 50 · 1
x = 50 / 184 = 2,77*

5) Para 25mol de etanol produzidos, são liberadas quantas moléculas de gás carbônico, CO_2 , serão liberadas?

*25 mol — x moléculas
1 mol — 4 moléculas
1x = 25 · 4
x = 100 moléculas
1 molécula — $6,02 \times 10^{23}$
100 — 602×10^{23}*

6) A respeito da reação química mencionada acima, explique como você compreende, interpreta a produção do etanol, de fórmula C_2H_5OH , ou seja, mencione como você entende que o etanol é produzido por meio da reação apresentada e reagentes envolvidos (sacarose e água).

*$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 4C_2H_5OH + 4CO_2$
Para produzir o etanol foi necessário os proporcões exatos de sacarose e água*

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Nesse sentido, observa-se que mesmo A.7 tendo demonstrado um bom domínio do conteúdo e um bom desempenho durante a proposta, pode-se dizer que não é possível admitirmos que esta estudante teve total apropriação dos conhecimentos envolvidos na proposta. Assim, pode-se pensar que A.7 não possui a aprendizagem dos cálculos químicos já

concretizados, mas em fase de aprendizagem, a denominada ZDP, o que Vygotsky (1991) sinaliza como uma maneira de identificar os conhecimentos que estão em apropriação por parte do indivíduo e observar àqueles que o estudante já internalizou, ou seja, já domina e consegue fazer uso de forma voluntária.

De acordo com as observações realizadas quanto à resolução dos cálculos químicos e assim sua apropriação dos conhecimentos desenvolvidos nas aulas, possibilitou perceber que um aluno que muitas vezes aparenta desinteresse em sala de aula, pode se beneficiar das atividades interativas e compreender o conteúdo, alunos interessados e dedicados, mesmo apresentando um bom comportamento em aula, às vezes podem não ter efetivado completamente a compreensão do conteúdo. Assim salienta-se que é importante o olhar do professor sobre cada um dos estudantes durante o desenvolvimento do ensino-aprendizagem.

Sinaliza-se também a importância da interação entre os estudantes, visto que ao compartilharem momentos de aprendizagem em sala de aula, estão potencializando o desenvolvimento de seus conceitos/saberes, se considerarmos que cada sujeito possui sua própria Zona de Desenvolvimento Proximal. E ainda, no que diz respeito a ZDP, cabe destacar que ao desenvolver sua aprendizagem o aluno também está aprimorando as suas FPS (discutidas anteriormente no item 2.1), por exemplo, interpretação, lógica, memória.

Diante do que foi apresentado e discutido anteriormente compreendemos que as atividades desenvolvidas permitiram o trabalho em conjunto com colega e/ou professora durante as aulas e assim, contribuiu para a melhoria quanto à apropriação da Química e até mesmo da Matemática, pois os resultados não são esperados imediatamente, mas ao longo do processo de ensino-aprendizagem. Assim defende-se que o professor esteja atento as dúvidas e manifestações dos seus alunos para assim atuar na ZDP ou busque proporcionar momentos de interação em sala de aula.

5.3 A interação nas aulas de Química e o olhar dos estudantes a respeito das aulas.

Nesta categoria buscou-se analisar a interação presente em sala de aula proporcionada pelas atividades que compuseram as aulas. A interação é um dos pressupostos de Vygotsky no que se refere ao ensino-aprendizagem este pressuposto foi também foco do planejamento e desenvolvimento da sequência de ensino (apresentada no item 5.4 desta dissertação e cuja produção educacional completa encontra-se no Apêndice B). Apresentamos a seguir fragmentos extraídos de uma escrita realizada, de maneira livre, pelos estudantes ao final da realização dos oito encontros:

Acho muito bom [...] pois tem coisas que eles não entendem que eu explico à eles e tem coisas que eles me explicam as quais não entendi muito bem também. (A.4)

Muitas vezes já tive dúvidas e colegas me explicaram, mas também já tirei dúvidas de alguns, é bem mais fácil aprender com um colega porque temos dúvidas parecidas isso nos ajuda a nos entendermos melhor. (A.9)

Estudar com os colegas ajuda mais, porque se encaixa as duas opiniões. (A.17)
(Diário de Bordo da pesquisadora).

Dessa forma, podemos perceber que a aula, segundo o olhar dos estudantes, proporcionou a interação, os quais elencaram o contato “com o outro” como bom para seu entendimento dos conteúdos e importante para esclarecer suas dúvidas. Nesse sentido, cabe ressaltar que Vygotsky (2004; 2007) caracteriza a influência do outro como de suma importância, conforme Oliveira (1991, p.59) “Essa possibilidade de alteração no desempenho de uma pessoa por outra é fundamental na teoria de Vygotsky.” Acrescentando, é possível perceber nas discussões apresentadas acima e nos itens 6.1; 6.2, bem como de acordo com o referencial encontrado em Vygotsky (abordado no item 2) que essa interação na sala de aula promoveu aprendizagens químicas.

A comunicação entre alunos também parece auxiliar na compreensão dos conteúdos, pois os estudantes mencionam as dúvidas semelhantes e as opiniões parecidas como facilitadores do processo de entendimento dos conhecimentos da Química. Nesse contexto, podemos atribuir que a linguagem talvez “mais informal” estabelecida entre eles, bem como a afinidade, criem um ambiente mais propício a aprendizagem. Para Cunha e Giordan:

As formas como os jovens conduzem seu pensamento e estabelecem relações entre as percepções presentes no meio sociocultural e as significações e internalizações realizadas até a formação dos conceitos são de grande relevância para que se compreenda como se dá o processo de significação das mensagens recebidas por nós dentro e fora de uma sala de aula. Deste modo, o caminho percorrido da percepção de imagens, fatos ou acontecimentos diários até a formação de conceitos é de fundamental importância para o entendimento das percepções de Ciência e Tecnologia no contexto escolar. (CUNHA; GIORDAN, 2012, p. 117):

Ainda de acordo com os autores para Vygostky os sentimentos estão presentes em todo tipo de processo, o que influencia nas percepções, apropriações dos conhecimentos aprendidos no ambiente educacional. Assim, podemos considerar que a existência de um sentimento de parceria e assistência interpessoal contribui para a apropriação dos conteúdos em sala de aula.

Corroborando com as ideias anteriores é importante destacar que aspectos como ajuda

ao próximo e identificação com o colega também parecem ter sido sinalizados e trabalhados em aula por meio das atividades em grupo, conforme A.8:

Sempre que precisarem da minha ajuda, se eu souber eu ajudo como já aconteceu. Todo mundo pode ter dificuldade em aprender e não custa nada ajudar. (A.8)
(Diário de Bordo da pesquisadora).

De acordo com o fragmento observa-se que a interação promovida em sala de aula parece ter propiciado um ambiente de aproximação entre os estudantes, em que as dificuldades se encontram partilhadas, onde há uma ajuda mútua. Para Schroeder; Ferrari e Maestrelli (2009, p.8): “Vygotsky defende a ideia de que a aprendizagem de uma área do conhecimento específica tem influência sobre o desenvolvimento intelectual para além dos limites de cada área. ” Isto posto, a permissão de atividades em grupo, na sala de aula, objetivando aprender os conteúdos propostos pode propiciar o conhecimento acerca de outros conceitos, dos quais no que tange este trabalho, é possível mencionarmos a aprendizagem acerca de convivência, partilha, respeito, diversidade entre indivíduos.

Ainda no que tange a interação em sala de aula, a relação entre professora e alunos também foi mencionada, conforme podemos ver nos seguintes extratos:

Com a ajuda dos colegas aprendemos muito também um ajuda o outro tirando as duvidas de cada um, juntamente com a prof. (A.1)

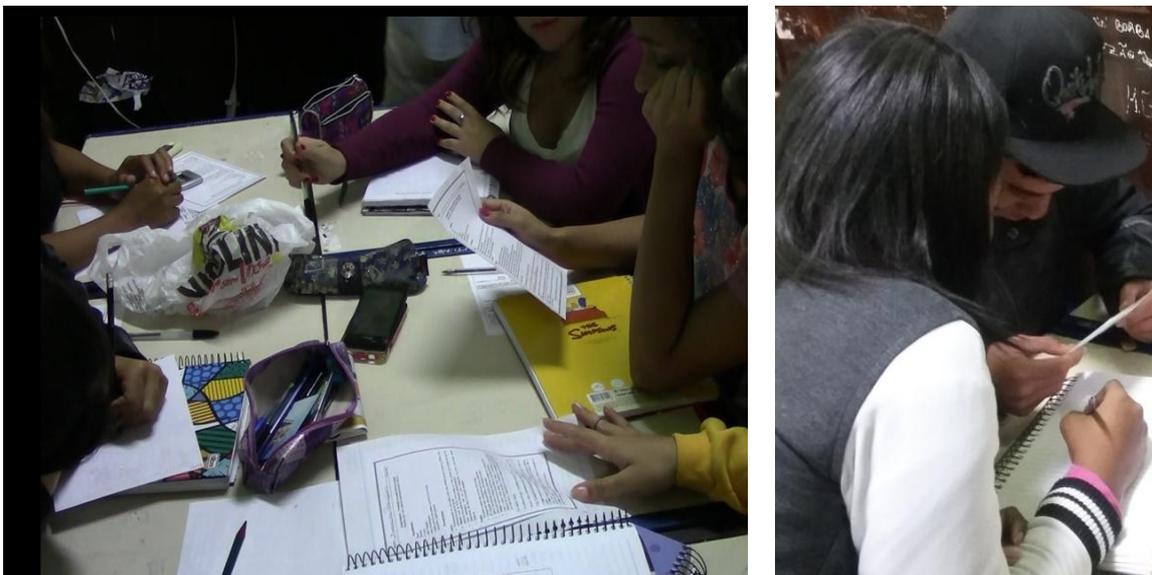
[...] porque a professora soube ter paciência para me explicar, e com o incentivo das gurias, foi o que eu aprendi mais, [...] (A.21)
(Diário de Bordo da pesquisadora)

Nesses fragmentos podemos observar que a professora é mencionada como auxiliar ao processo de ensino-aprendizagem, na qual sua atuação parece auxiliar na compreensão dos conteúdos. Porém, é interessante observarmos que o estabelecimento do auxílio mútuo entre alunos, parece ter sido motivo de maior destaque pelos discentes. Vygotsky (2004) salienta a importância do aluno e do professor ativo no processo educacional. No caso do professor Vygotsky salienta que é importante que este organize os meios para que a tarefa à qual ele visa concretizar seja efetuada e de modo que o meio também seja ativo, ou seja, faça parte do processo. Nesse sentido, podemos considerar que as atividades organizadas nas aulas parecem ter contribuído para um ambiente de atuação ativa tanto por parte do aluno como pela professora e pelas atividades propostas.

Além dos fragmentos escritos pelos alunos já mencionados, é interessante aludirmos

também que várias das atividades registradas em imagens, que possibilitam visualizarmos que os estudantes se encontravam engajados no processo e, muitas vezes conversando acerca do exercício, como podemos ver nas imagens apresentadas na Figura 55.

Figura 55 – Imagens demonstrando alunos realizando atividade em grupo.



Fonte: Registros fotográficos da autora.

Assim, contemplamos que as atividades proporcionaram um ambiente em que o coletivo foi favorecido, os alunos tornaram-se ativos, envolvidos no processo de aprender, e as ferramentas, ou seja, as atividades utilizadas parecem ter contribuído para a existência dessa sala de aula interativa e comprometida com a resolução das atividades. Cabe acrescentar que as atividades interativas também parecem ter proporcionado a ocorrência da atuação tanto da professora, bem como a de um colega “que sabe mais” quando ocorrida a relação entre alunos, na ZDP (mencionada anteriormente nessa dissertação no Item 2.2) possibilitando assim desenvolver capacidades que ainda se encontram em construção e que ainda não são passíveis de serem executadas individualmente pelo sujeito. Nesse sentido, é possível perceber que os estudantes consideraram importante o auxílio do colega e da professora devido justamente a essa atuação na ZDP, ou seja, na identificação do que já foi aprendido e o que está em processo, contribuindo assim para o desenvolvimento e o aprendizado do aluno.

Em síntese, a interação proporcionada pelas atividades, seja aluno-aluno ou aluno-professor, parece ter possibilitado uma pré-disposição dos alunos a aprender, pois se demonstraram ativos e engajados, bem como mencionaram que consideram positivo receber auxílio e auxiliar quando necessário. Se por um lado discutimos a qualidade e a importância

da interação na sala de aula, por outro se faz necessário um olhar sobre o que os estudantes envolvidos perceberam da aplicação desta sequência de ensino.

A partir da escrita final dos alunos, apresentamos alguns fragmentos:

Repeti de ano e confesso que odiava química porque não entendia nada, mas esse ano to amando porque as aulas são muito explicativas e consigo entender a matéria claramente. (A.4)

As aulas de química tem sido bastante claras, consigo aprender o conteúdo com muita facilidade e sendo repetente vejo que esse ano a explicação é bem específica e tem bem mais exercícios pra ajudar no aprendizado. (A.8)

Com tantas explicações e aulas diferentes hoje eu poço falar que aprendi a matéria. Está muito mais fácil ler o exercício etc. (A.9)
(Diário de Bordo da pesquisadora. Grifo meu)

De acordo com as palavras de A.4, A.8 e A.9 podemos perceber o quão a explicação é valorizada bem como se percebe que as aulas são consideradas diferenciadas. Além disso, observam-se também que os estudantes consideram boas e explicativas as aulas de Química, pois reconhecem que estão aprendendo e passam a considerar os conteúdos de Química mais fáceis. Nesse contexto, podemos reconhecer que a proposta foi efetiva, pois evidencia uma boa relação entre os alunos com a professora, bem como com o conteúdo proposto e com as aprendizagens tão esperadas pela pesquisadora e por professores de química de um modo geral que percebem a dificuldade de apropriação destes conceitos.

A seguir apresentamos outros extratos no que se referem às aulas realizadas em geral:

[...] as aulas da professora Ellen são as melhores, ela faz com que as aulas se tornem interessantes e quase a maioria de toda a turma participem, isso faz com que as aulas de química não pareçam ser tão “chatas” como a maioria dos alunos acham ser, pois ela faz com que todos se ajudem, inclusive até “joguinho” que estimulam o aprendizado e o interesse de todos em sala de aula, assim, todos se ajudam, tendo melhor desempenho na matéria e um bom rendimento escolar. OBS.: Continue assim! (risos) kkk É muito bom aprender contigo. (A.3)

Para o desenvolvimento da matéria, o jogo ajudou bastante. A A.8 explicou enquanto estávamos fazendo as atividades, o que claramente vai facilitar muito na hora de atividades individuais. Professora, a Sr.^a explica muito bem também, sem aquilo de “puxar o saco”, mas aprendi em um trimestre com a sra tudo o que eu não aprendi durante todo o ano letivo. Claramente vou lembrar disso na faculdade. OBRIGADA. (A.7)

O projeto feito nas aulas de química, para mim particularmente foi bom, pois pude aprender bastante a matéria e também ajudar alguns colegas que tem dificuldade. Hoje posso dizer que não tenho nenhuma dificuldade nas aulas de química. (A.10)
(Diário de Bordo da pesquisadora)

Observa-se que os estudantes sinalizam que o interesse foi promovido, a ajuda entre as

peças proporcionou vencer as dificuldades de aprendizagem, que as aulas foram boas, não foram chatas e ainda propiciaram o estímulo e a melhoria do desempenho e da aprendizagem. Nesse sentido, podemos considerar que o olhar acerca das aulas pelos alunos foi positivo e atingiu os resultados desejados pela pesquisa.

Enquanto professora, posso admitir que as aulas se configuraram em um ambiente participativo, sendo as dificuldades vencidas em conjunto, com os colegas que se destacavam, ajudando os que tinham dificuldades. Considero que ocorreu a participação, o engajamento e a adesão nas atividades diferenciadas. As aulas de Química tornaram-se dinâmicas e estimulantes, possuindo um caráter de ambiente alegre, motivador, sem perder o verdadeiro foco da aprendizagem de Química. A aplicação dessas atividades proporcionou mudar a rotina da sala de aula, a produção de materiais didáticos que serão utilizados em aulas futuras, além de incentivar a constante busca por materiais e pela realização de aulas diferenciadas. Isso permite defender que é preciso pensar recursos pedagógicos que contribuam para a construção de espaço de debate, partilha e acima de tudo de aprendizagem. Somado a isso é também importante destacar que mesmo que os recursos produzidos como exercícios e até mesmo o jogo de tabuleiro não possam estar na sala de aula de Química, não se abre mão do uso de estratégias de ensino que viabilizem essa interação de qualidade entre os alunos e destes com os professores, pois é na qualidade dessa interação que reside a possibilidade de aprendizagem.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da aplicação da sequência de ensino permite perceber que o ensino se tornou mais dinâmico, as aulas possuíram um aspecto alegre, os alunos demonstraram engajamento e participação nas atividades, mesmo apresentando por diversas vezes dificuldades. A coletividade e a cooperação foram valorizadas durante cada aula realizada, e este é um resultado que merece ser destacado, pois a interatividade apreciada parece ter proporcionado encorajamento dos alunos, a buscarem vencer suas dificuldades e aprender os conhecimentos apresentados.

Consideramos que os estudantes demonstraram evolução durante o ensino-aprendizagem, ainda que alguns tenham apresentado dificuldades ao final da proposta. Além disso, de acordo com colocações feitas pelos próprios discentes, a sequência de ensino parece ter facilitado a compreensão dos conteúdos e auxiliado na melhoria do processo de aprender. As diversas atividades didáticas como experimentos, o uso de modelos macroscópicos e o emprego do jogo de tabuleiro, demonstraram-se elementos fundamentais quando o objetivo é tornar o conteúdo mais atrativo e promover a integração dos estudantes entre si e entre eles e o docente.

A contextualização presente na abordagem do ensino de estequiometria não foi explicitada e reconhecida pelos estudantes, porém na análise das atividades percebemos que esta contribuiu para o engajamento dos alunos frente aos conceitos químicos trabalhados, pois realiza uma aproximação com a vida destes. Como exemplo, cabe destacar que houve debates em aula, que relacionaram este conteúdo a atividade industrial e, o Encontro IV, no qual fez-se uso da experimentação cotidiana, através da produção de um pudim de caneca, para realizar os cálculos químicos. Mas os registros realizados e os instrumentos de pesquisa criados para esta investigação não propiciaram uma boa coleta de informações acerca da contextualização.

A abordagem em sala de aula, levando em conta as ideias vygotskyanas demonstrou que a busca pela mediação, por meio do emprego de diversos recursos didáticos, da linguagem utilizada e, também em atuar na ZDP de cada estudante, permitiu auxiliar melhor os alunos nas suas dúvidas, contribuindo para ampliar seus conhecimentos, não só da Química, mas, incluindo aspectos de domínio matemático. Nesse contexto, cabe destacar que a interferência na ZDP possibilita desenvolver os conhecimentos que estão em fase de apropriação, tornando-os adiante, parte das aquisições do aluno. E é importante destacar, que mesmo havendo uma atuação na ZDP não há uma garantia de aprendizado total por parte de

um indivíduo, entretanto parece contribuir para que as dúvidas dos estudantes sejam esclarecidas, de modo a facilitar o processo de aprendizado que é individual e que ocorre “no tempo” de cada um.

Ainda quanto à aprendizagem realizada na ZDP, balizando-se nas ideias vygotskianas, considera-se que a apropriação dos conhecimentos de um sujeito é parte de um processo contínuo que envolve todo o ambiente e os indivíduos ao seu redor. No qual alguns conhecimentos vão sendo internalizados pelo aluno, ou seja, o mesmo vai se apropriando destes, e outros se encontram em fase de aprendizado, se tornando depois, também parte do processo de seu conhecimento. Nesse sentido, consideramos que as atividades realizadas permitiram a cada aula, facilitar o ensino-aprendizagem.

Em síntese consideramos que cada Encontro cumpriu seu papel no que tange a busca pela melhoria do aprendizado, seja no âmbito do conteúdo, seja no aprender acerca do respeito e da partilha de conhecimentos entre pessoas. Acredita-se que as relações estequiométricas foram satisfatoriamente contempladas nas aulas, uma vez que teve uma boa participação e até motivação dos estudantes.

Sinaliza-se o quão fundamental pode se perceber a questão da mediação em sala de aula, pelo emprego de materiais alternativos durante o ensino-aprendizagem e, perante a mediação pelo viés do significado, da linguagem, que conforme os discentes mencionaram, as aulas com “muitas explicações” facilitaram o processo de aprender.

De suma importância também, destaca-se mais uma vez, a interatividade presente durante toda sequência de ensino. A interação docente-aluno favoreceu uma relação de confiança dos estudantes, que ao longo do processo tornaram-se cada vez mais receptivos ao auxílio em suas dúvidas. Nesse sentido, cabe lembrar que a atuação na ZDP do aluno, visa proporcionar a este “uma caminhada” em direção aos novos conhecimentos. A interação entre os alunos, em nenhum momento foi sinônimo “de bagunça”, mas foi tratada com seriedade pela turma, demonstrando que um colega pode sim ajudar o outro, contribuindo com o aprendizado do mesmo, e de modo a facilitar o acesso do conhecimento, visto que muitas turmas são numerosas e temos apenas um professor para o atendimento de todos.

No que tange os instrumentos para coleta de informações, cabe destacar a filmagem como uma boa ferramenta; capaz de facilitar o olhar acerca do encontro investigado, por permitir voltar a este diversas vezes. Nesse sentido, argumenta-se a importância de ferramentas de vídeo para se ter um registro minucioso das interações, o qual pode-se recapitulá-lo para análise conforme desejado. Porém, mesmo nesta pesquisa, nem sempre foi possível utilizar-se destas ferramentas por inúmeros fatores, como uma pessoa disponível

apenas para a filmagem ou disponibilidade do próprio equipamento necessário. E enfatiza-se que não há como o próprio docente filmar uma aula, uma vez que precisa atuar no ensino-aprendizagem de sua turma. Em contrapartida, cabe destacar que a coleta de informações acerca da sequência de ensino e as próprias ferramentas utilizadas (com exceção do Encontro IV, em que realizamos filmagem), contaram apenas com os recursos normalmente disponíveis para um professor em sua rotina diária e, nesse sentido, defende-se que é possível realizar uma ampla pesquisa sem muitos recursos diferenciados.

As Rubricas utilizadas como ferramenta avaliativa também merecem ser destacadas, pois permitiram inovar no método de percepção, análise, da aprendizagem dos alunos, bem como atribuir a esta um olhar qualitativo. Assim, salienta-se que é interessante e produtivo o professor fazer uso de Rubricas na disciplina de Química ou qualquer outra componente curricular. Nesse sentido, destacamos que esta dissertação apresenta uma das formas de utilização das Rubricas, mas cabe ao professor-pesquisador adequá-la de acordo com seus objetivos.

Registro que a realização deste trabalho, por meio da sequência de ensino, proporcionou um agradável processo de ensino-aprendizagem e, trouxe à tona a alegria de ser professora, visto que na realidade atual, essa profissão perpassa por muitos desafios dos mais variados. Ter o reconhecimento do aluno perante a explicação e o andamento das aulas foi de uma dimensão positiva incalculável, além da possibilidade de perceber a evolução de cada estudante, tendo o acompanhamento de cada um, através da observação não só quantitativa, por meio de provas, mas pelo olhar qualitativo ao longo do processo. Nesse sentido, espera-se inspirar a outros professores que buscam ter em sua vivência docente, novas abordagens que propiciem ter o orgulho de ensinar e, ver que seus alunos estão aprendendo com vontade e engajamento. Destaca-se que é possível sim, tornar a sala de aula um espaço dinâmico voltado à apreciação do conteúdo e não somente do contato com o colega. E, ressalta-se que não considero que a partir deste trabalho, todos os estudantes, tenham se apropriado em totalidade dos conhecimentos que foram a eles apresentados (visto que cada um possui seu “próprio momento”), mas se considera que eles tiveram sim, uma evolução de conhecimento químico durante o processo.

Mediante ao exposto é possível defender a favor do ensino balizado na teoria histórico-cultural, no qual há uma valorização do diálogo, ou seja, da linguagem, em sala de aula, uma vez que o professor se aproxima do seu aluno em vista interferir na sua ZDP. Enfim, adicionando aos argumentos anteriores defende-se que um trabalho coletivo se bem mediado pelos instrumentos e signos pode contribuir para aprendizagens. Acredita-se que é

imprescindível o olhar do professor para cada aluno, visando compreender sua evolução de modo a auxiliá-lo no processo de aprender, atuando em sua ZDP. Acrescenta-se ainda que é importante que o conteúdo da estequiometria e conceitos como mol e Constante de Avogadro, sejam desmistificados e melhor trabalhados no Ensino Médio, propiciando aulas de Química mais agradáveis e não um “terror” para os estudantes. Nesse contexto, enfatiza-se a importância do planejamento de ensino e da busca acerca de atividades contextualizadas que possam melhorar a percepção dos conhecimentos. Assim, finalizo este trabalho, destacando, que enquanto professora esta dissertação proporcionou aprendizagens de que é possível buscar estratégias que permitam um ambiente colaborativo entre professor e alunos, de modo a contribuir para o ensino e para a aprendizagem, bem como, de o quanto é importante valorizar o diálogo e a linguagem utilizada em sala de aula. Cabe acrescentar que atualmente os pressupostos de Vygotsky estão em meu exercício diário das funções como professora de Química. Nesse contexto, concludo, acrescentando como perspectivas futuras a pretensão de continuar a realizar pesquisas e estudos, visando aprimorar conhecimentos acerca da área de ensino de Química e, também, dar continuidade ao uso, pesquisa e elaboração de materiais didáticos.

7 REFERÊNCIAS

ABIO, G. Reflexões sobre Avaliação Formativa em um Curso da Universidade Aberta do Brasil. **Texto Livre: Linguagem e Tecnologia**, v. 6, n. 1, p. 76-91, 2013.

ANTUNES-SOUZA, T.; SCHNETZLER, R. P. Modos de mediação na prática docente em Química: Análise de um processo de ensino sobre transformações químicas na educação básica. In: **Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (X ENPEC)**, 2015. Disponível em: <<http://www.xenpec.com.br/anais2015/resumos/R0250-1.PDF>> Acesso em: 23 dez. 2016.

BATISTA, A. P. de L.; CARVALHO, H. W. P. de; RIBEIRO, C. M. Análise da construção do conhecimento na perspectiva de Vygotsky. **Revista do Centro de Educação UFSM**. v. 32, n.2, p.411-424. Santa Maria, 2007.

BIAGIOTTI, L. C. B. Conhecendo e aplicando rubricas em avaliações. In: **Congresso Brasileiro de Educação a Distância**. 2005. p. 01-09. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2005/por/pdf/007tcf5.pdf>> Acesso em: 12 mar. 2015.

BRASIL. **Orientações curriculares para o Ensino Médio – OCNEM**. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Conhecimentos de química. v. 2. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. p. 102-137.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PCNEM**. Conhecimentos de Química. p. 30-39. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 1999.

CASTRO, R. F.; ALVES, C. V. P. **Consciência em Vygotsky**: aproximações teóricas. In: IX ANPED SUL Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul, 2012, Caxias do Sul. Disponível em: <http://www.portalanpedsul.com.br/admin/uploads/2012/Psicologia_da_Educacao/Trabalho/06_10_19_744-6840-1-PB.pdf> Acesso em: 26 jun. 2015.

COELHO, L.; PISONI, S. Vygotsky: sua teoria e a influência na educação. **Revista Modelos – FACOS/CNEC**, Osório. Ano 2, v. 2, n. 2, ago., 2012.

CORRÊA, E. R. **O lúdico e os jogos no ensino de química**: Um estudo sistemático em eventos na área. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, Bagé, 2013.

COSTA, A. A. F. da; SOUZA, J. R. da T. Obstáculos no processo de ensino e de aprendizagem de cálculo estequiométrico. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 10, n. 19, 2013.

CRUZ, N. K. S.; NUNES, L. C. Delineando rubricas para uma avaliação mediadora da aprendizagem em educação online. In: **Congresso Internacional de Educação a Distância**. 2009. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2009/cd/trabalhos/1452009214144.pdf>> Acesso em: 12 mar. 2015.

CUNHA, M. B. da; GIORDAN, M. **As percepções na Teoria Sociocultural de Vygotsky: uma análise na escola.** ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciências e Tecnologia. v. 5, n. 1, p.113-125, maio, 2012.

DAMIANI, M. F.; ROCHEFORT, R. S.; CASTRO, R. F. de; DARIZ, M. R.; PINHEIRO, S. S. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação.** n. 45. Pelotas: Faculdade de Educação UFPel, 2010. p.57-67.

DILLI, L. M. As implicações das Teorias de Vygotsky para uma aprendizagem significativa. **Revista Didática Sistemática – FURG.** v. 8, 2008. Disponível em: <<http://www.seer.furg.br/redsis/article/view/1227>> Acesso em: 08 abr. 2013.

DRESSLER, A. C.; ROBAINA, J. V. L. Ensino de estequiometria através de práticas pedagógicas. In: **Anais do III SINECT – III Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia.** Ponta Grossa, 2012. Disponível em: <[file:///C:/Users/ELLEN/Downloads/01341182781%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/ELLEN/Downloads/01341182781%20(2).pdf)> Acesso em: 26 jun. 2015.

FANTINI, L. Mol de cada coisa. **Ponto Ciência.** 2009. Disponível em: <<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/mol-de-cada-coisa/208>> Acesso em: 09 jul. 2015.

FERRY, A. da S. O papel mediador de analogias sobre a zona de desenvolvimento proximal no ensino de estequiometria química. In: **Anais do IX Seminário Nacional de Educação Profissional e Tecnológica – IX SENEPT,** 2014. Disponível em: <http://www.senept.cefetmg.br/galerias/Anais_2014/GT10/GT_10_x1x.PDF> Acesso em: 10 jun. 2015.

FINO, C. N. Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): três implicações pedagógicas. **Revista Portuguesa de educação.** v. 14. n. 2. p. 273-291, 2001.

FITTIPALDI, C. B. Conceitos centrais de Vygotsky: Implicações pedagógicas. **Revista Educação – UnG.** v.1, n.2, 2006.

FONSECA-JANES, Cristiane Xavier; LIMA, Elieuzza Aparecida. O processo de formação de conceitos na perspectiva vigotskiana. **Revista da FAEEBA-Educação e Contemporaneidade,** v. 22, n. 39, 2013.

FRANCO, D. **Química: processos naturais e tecnológicos.** Ensino Médio - Volume Único. 1 ed. São Paulo: FTD, 2010.

GANDIN, R. V. A Construção dos Significados na Teoria de Vygotsky: Possibilidades Cognitivas para a Realização da Leitura. **Criar Educação,** v. 2, n. 1, 2013.

GATICA-LARA, F.; URIBARREN-BERRUETA, T. del N. J. ¿, Cómo elaborar una rúbrica?. **Investigación en educación médica,** v. 2, n. 5, p. 61-65, 2013.

GEHLEN, Simoni T.; DELIZOICOV, Demétrio. A dimensão epistemológica da noção de problema na obra de Vygotsky: Implicações no ensino de ciências. **Investigações no Ensino de Ciências.** v. 17, p. 59-79. 2012.

GEHLEN, Simoni T.; HALMENSCHLAGER, Raquel K.; MACHADO, Aniara R.; AUTH, Milton A. **O pensamento de Freie e Vygotsky no Ensino de Física. Experiências em Ensino de Ciências.** v.7, n.2, 2012. Disponível em: <http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID184/v7_n2_a2012.pdf> Acesso em: 07 de abr. de 2013.

GÓES, M. C. R.; CRUZ, M. N. Sentido, significado e conceito: notas sobre as contribuições de Lev Vigotski. **Pro-posições**, v. 17, n. 2, p. 31-45, 2016.

GOMES, R. S.; MACEDO, S. da H. Cálculo estequiométrico: o terror nas aulas de Química. **Vértices**, v. 9, n. 1/3, p. 149-160, 2007.

HALMENSCHLAGER, K. R.; SOUZA, C. A. Abordagem Temática: Uma análise dos aspectos que orientam a escolha de temas na situação de estudo. **Investigações em Ensino de Ciências.** v.17. p. 367-384, 2012.

INEP. **Exame Nacional do Ensino Médio, 2013.** Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira. Brasília: INEP, Ministério da Educação, 2013. Disponível em: http://portal.inep.gov.br/visualizar/-/asset_publisher/6AhJ/content/enem-por-escola-ja-esta-disponivel-para-consulta Acesso em: 09 dez. 2015.

INEP. **Exame Nacional do Ensino Médio, 2014.** Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira. Brasília: INEP, Ministério da Educação, 2014. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/enem/enem-por-escola>> Acesso em: 09 dez. 2014.

INEP. **Exame Nacional do Ensino Médio, 2015.** Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira. Brasília: INEP, Ministério da Educação, 2015. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/enem/enem-por-escola>> Acesso em: 10 nov. 2016.

LINDEMANN, R. H.; MUENCHEN, C.; GONÇALVES, F. P.; GEHLEN, S. T. Biocombustíveis e o ensino de Ciências: compreensões de professores que fazem pesquisa na escola. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.** v.8, n. 1, 2009. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART18_Vol8_N1.pdf> Acesso em: 07 abr.2013.

LOBATO, A. S.; BRITO, S. R. de; SOUZA, D. de N. N.; FAVERO, E. L. Um sistema gerenciador de rubricas para apoiar a avaliação em ambientes de aprendizagem. In: **Anais do XX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, Florianópolis, 2009. Disponível em: <http://www.proativa.virtual.ufc.br/sbie2009/conteudo/artigos/completos/62042_1.pdf> Acesso em: 24 dez. 2016.

MACHADO, S.; GLUGOSKI, L. P.; PAIVA, C. de; GALVÃO, D. S.; RAMOS, E. da S. Ensino de Cálculo Estequiométrico a partir de uma perspectiva contextualizada. In: **Anais do VII EPPEQ – Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química.** Universidade Federal do ABC. p. 1-4, 2013. Disponível em: <<http://eventos.ufabc.edu.br/eppeq2013/anais/resumos/88a.pdf>> Acesso em: 26 jun. 2015.

MIGLIATO FILHO, J. R. **Utilização de Modelos Moleculares no ensino de estequiometria para alunos do Ensino Médio.** Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de São Carlos. 120 p. São Carlos: UFSCar, 2005.

- MIRANDA, M. I. Conceitos centrais da Teoria de Vygotsky e a prática pedagógica. **Ensino em Revista**. v. 13, p. 7-28, 2005.
- MORAES, R. Uma Tempestade de Luz: A Compreensão Possibilitada pela Análise Textual Discursiva. **Ciência & Educação**, v. 9. n. 2, p. 191-211, 2003.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M.C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**. v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química: Ensino Médio**. 2 ed. São Paulo: Scipione, 2013.
- MOTA, F. A. C.; MESQUITA, D. W. de O.; FARIAS, S. A. de. Uso de materiais alternativos no Ensino de Química: O aluno como sujeito ativo no processo de ensino e aprendizagem. In: **Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (X ENPEC)**, 2015. Disponível em: <<http://www.xenpec.com.br/anais2015/resumos/R2119-1.PDF>> Acesso em: 23 dez. 2016.
- NASCIMENTO, J. M. de; AMARAL, E. M. O Papel das interações sociais e de atividades propostas para o ensinoaprendizagem de conceitos químicos. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 3, p. 575-592, 2012.
- NEGRÓN, A. C. V.; GIL, P. E. G. En busca de alternativas para facilitar la enseñanza aprendizaje de la estequiometría. **En Blanco y Negro: Revista sobre Docência Universitária**. v. 1, n. 1, p. 1-8, 2012.
- NETO, H. da S. M.; MORADILLO, E. F. de. Construindo Asas mais Fortes Para o Voo de Ícaro: Elementos da Psicologia Histórico-Cultural para Pensar a Experimentação no Ensino de Química. In: **Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (X ENPEC)**, 2015. Disponível em: <<http://www.xenpec.com.br/anais2015/resumos/R1469-1.PDF>> Acesso em: 23 dez. 2016.
- NEVES, M. F.; DAMIANI, R. A. Vygotsky e as teorias da aprendizagem. **UNirevista**, São Leopoldo, v. 1, n. 2, p. 1-10, 2006.
- OLIVEIRA, M. K. de. Vygotsky e o Processo de Formação de Conceitos. In: LA TAILLE, Y. de, OLIVEIRA, M. K. de, DANTAS, H. Piaget, Vygotsky, Wallon – **Teorias Psicogenéticas em Discussão**. São Paulo: Summus, 1992.
- OLIVEIRA, M. K. de. **Vygotsky: Aprendizado e desenvolvimento - Um processo sócio-histórico**. Coleção Pensamento e ação na sala de aula. São Paulo: Scipione, 1991.
- PRESTES, Z. R. **Quando não é a mesma coisa: análise de traduções de Lev Semionovitch Vigotski no Brasil**: repercussões no campo educacional. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Brasília - UnB. Brasília: 2010.
- REGO, T. C. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. Rio de Janeiro: Vozes, 1995.
- REIS, M. **Química – Volume 2**. Ensino Médio. São Paulo: Ática, 2013.

RODRIGUES, D. A.; SANTOS, D. A. M.; ANDRADE, G. R. S.; REZENDE, T. dos S.; SANTANA, R. de J. A utilização de jogos didáticos no ensino de Química: o raptó da professora de Química. In: **Anais do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X Eduqui)**, 2012. <<https://portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/>> Acesso em: 23 dez. 2016.

ROQUE, G. O.; ELIA, M.; MOTTA, C. L. R. da. Uma ferramenta para avaliação de competência baseada no desenvolvimento de projeto. In: **Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. p. 100-109, 2004. Disponível em:< <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/311>> Acesso em: 24 dez. 2016.

SANTOS, L. C. dos. **Dificuldades de Aprendizagem em Estequiometria**: Uma Proposta de Ensino Apoiada na Modelagem. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

SANTOS, L. C. dos; SILVA, M. G. L. da. Conhecendo as dificuldades de aprendizagem no ensino superior para o conceito de estequiometria. **Acta Scientiae**, Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v.16, n. 1, p. 133-152, 2014.

SANTOS, L. C.; SILVA, M. G. L. da. O estado da arte sobre estequiometria: dificuldades de aprendizagem e estratégias de ensino. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, In: IX Congreso Internacional Sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. n. Extra, p. 3205-3210, 2013.

SCHROEDER, E. Conceitos espontâneos e conceitos científicos: o processo da construção conceitual em Vygotsky. **Atos de pesquisa em educação** – PPGE /ME FURB. v. 2, n. 2, p. 293-318, 2007.

SCHROEDER, E.; FERRARI, N.; MAESTRELLI, S. R. P. A construção dos conceitos científicos em aulas de ciências: Contribuições da Teoria Histórico-cultural do desenvolvimento. In: **VII Encontro Nacional de Pesquisa em educação em ciências - VII Enpec, 2009. Anais do evento**. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/>> Acesso em: 07 abr. 2013.

SILVA, F. T. Da; AMARAL, E. M. R. do; SILVA, J. R. R. T. da. Na Trilha das Substâncias: Jogo Didático para o ensino de substância química, utilizando zonas do perfil conceitual. In: **Anais do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X Eduqui)**, 2012. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/>> Acesso em: 23 dez. 2016.

SOUZA, F. B. de; MALDANER, O. A. A significação conceitual no início da escolarização das crianças. In: **Anais do IX Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul – IX ANPED SUL**, 2012. Disponível em: <http://www.uces.br/ucs/eventos/anped_sul_2012/apresentacao> Acesso em: 24 set. 2016.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. **Química na abordagem do Cotidiano**. Volume I. 4 ed. São Paulo: Moderna, 2010.

TRISTÃO, J. C.; FREITAS-SILVA, G.; JUSTI, R. S. Estequiometria: Investigações em uma Sala de Aula Prática. In: **Anais do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ)**. 2008. Disponível em: <<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/listaresumos.htm>> Acesso em: 23 jun. 2016.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. **Química 1 – Química Geral**. 12 ed. Saraiva: São Paulo, 2006.

VERGNAUD, G. **Lev Vygotski: Pedagogo e Pensador do Nosso Tempo**. Tradução: Ayalla Kluwe de Aguiar. Porto Alegre: GEEMPA, 2004.

VIGOTSTKY. **A Construção do Pensamento e da Linguagem**. Tradução: Paulo Bezerra. Psicologia e Pedagogia. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VIGOTSKY, L. S. **Psicologia Pedagógica**. Tradução: Paulo Bezerra. Psicologia e Pedagogia. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

VIGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. Tradução: José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. Psicologia e Pedagogia. 7 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VILCHES, A.; PÉREZ, D. G. Algunas consideraciones clave, pero generalmente olvidadas, para lograr la comprensión del concepto de cantidad de sustancia. Educación Química. Didáctica de la Química. **Revista Educación Química em Línea**. Universidad Nacional Autónoma de México, p. 207-211, 2010.

VYGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. 4 ed. Livraria Martins Fontes Editora Ltda: São Paulo, 1991. Disponível em: <<http://www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/vygotsky-a-formac3a7c3a3o-social-da-mente.pdf>> Acesso em: 12 abr. 2015.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. Tradução: José Cipolla Neto. Psicologia e Pedagogia. 4 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

WENZEL, J. S.; MALDANER, O. A. A Prática da Escrita e Reescrita em Aulas de Química como Potencializadora do Aprender Química. **Revista Química Nova na Escola**. Ensino de Química em Foco. v. 36, n.4, 2014.

YAMAGUCHI, E. S.; NETTO, J. F. L.; VERGINASSI, M. A.; GURGEL, M. F. do C. Teoria Vygotskyana Aplicada ao Ensino Médio para Ensinar Química. In: **Anais da 7ª Semana de Licenciatura: Educação Científica e Tecnológica: Formação, Pesquisa e Carreira**. p.95-97, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia. Goiás, 2010. Disponível em: <<http://www.ifgoias.edu.br/jatai/semlic/seer/index.php/anais/article/viewArticle/99>> Acesso em: 23 dez. 2016.

ZUB, L. **O lúdico como motivador da aprendizagem em química para alunos da 1ª série do ensino médio do Colégio Estadual João XXIII em Irati - Paraná**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2012.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Dados de identificação

Título do Projeto: **UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE ESTEQUIOMETRIA VALORIZANDO A MEDIAÇÃO DOCENTE EM SALA DE AULA DE QUÍMICA**

Pesquisador Responsável: **Ellen Rodrigues Corrêa**

Instituição a que pertence o Pesquisador Responsável: **UNIPAMPA**- Universidade Federal do Pampa
- Campus Bagé

Emails para contato: ellen_rc16@hotmail.com ou ellen.rc.quimica@gmail.com

Nome do voluntário: _____

Idade: _____ anos. R.G. _____

A Profa. Ellen Rodrigues Corrêa é aluna regularmente matriculada no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências. Este programa visa à diversificação e qualificação do ensino de ciências na Educação Básica, proporcionando a seus alunos contato com o uso de novas tecnologias e novas práticas pedagógicas. Visando cumprir com os requisitos do programa, a professora necessita aplicar, em sala de aula, uma metodologia inovadora. Estas metodologias não irão, de forma alguma, expor os participantes a situações desconfortáveis ou inseguras, assim como, eventuais filmagens e fotografias serão utilizadas exclusivamente para a análise, por parte do pesquisador, da eficácia de sua proposta didática inovadora.

Em casos de dúvidas, os voluntários poderão enviar mensagem eletrônica para o endereço (ellen_rc16@hotmail.com ou ellen.rc.quimica@gmail.com) ou solicitar na escola a possibilidade de deixar mensagem por escrito no escaninho nº53 pertencente à professora. A participação dos alunos é voluntária e este consentimento poderá ser retirado a qualquer tempo, sem prejuízos a continuidade da pesquisa. As informações prestadas serão de caráter confidencial e a sua privacidade será garantida.

Eu, _____, RG nº _____ declaro ter sido informado e concordo em participar, como voluntário, do projeto de pesquisa acima descrito.

(Local) _____, _____ de _____ de _____

Nome do aluno

Nome e assinatura do responsável

APÊNDICE B – PRODUÇÃO EDUCACIONAL



**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

ELLEN RODRIGUES CORRÊA

ESTEQUIOMETRIA NA SALA DE AULA DE QUÍMICA

**Bagé
2017**

ELLEN RODRIGUES CORRÊA

ESTEQUIOMETRIA NA SALA DE AULA DE QUÍMICA

Produção educacional associada à Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Renata Hernandez Lindemann

**Bagé
2017**

AGRADECIMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio do Programa Observatório da Educação, da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior CAPES/Brasil, por meio da concessão de bolsa para professor da Educação Básica. Este apoio foi fundamental para a realização desta produção voltada ao ensino de química.

PREFÁCIO

A presente produção educacional é originária do trabalho do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa, da Professora Ellen Rodrigues Corrêa, orientada pela Professora Doutora Renata Hernandez Lindemann.

A autora é formada em Licenciatura em Química, desde o ano de 2013, é especialista em Metodologia de Ensino de Biologia e Química pelo Centro Universitário Internacional UNINTER, na modalidade de Ensino à Distância, concluída em 2014, a qual permitiu pesquisar e realizar leituras acerca de instrumentos didáticos na área das Ciências da Natureza. É professora efetiva do Estado do Rio Grande do Sul, na Escola de Ensino Médio Dr. Carlos Kluwe, bem como regente no Colégio Auxiliadora, pertencente à Rede Salesiana de Ensino. Lecionando a disciplina de Química, nas três séries do Ensino Médio desde 2014, em ambas as escolas. O ingresso no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências ocorreu no 1º semestre do ano de 2015, buscando a oportunidade de continuar a formação acadêmica, novos conhecimentos e aprimoramento de metodologias de ensino, bem como contribuir para a melhoria da Educação Básica.

A presente produção educacional aborda a química relacionada ao estudo de estequiometria e surgiu a partir da constante busca pela melhoria do ensino para melhor aprendizagem da Química no ambiente escolar da Educação Básica. Neste pouco tempo de experiência docente e convivência com outros professores (também da disciplina de química) possibilitaram ter a percepção dos conteúdos envolvidos no estudo da Estequiometria como dentre os mais difíceis de serem compreendidos pelo aluno e de serem abordados de maneira dinâmica pelo professor. Nesse sentido, busca-se com as atividades que serão apresentadas a seguir, contribuir para um ensino de Química, que seja mais dinâmico, interativo, participativo, bem como para a inserção de atividades diferenciadas que possam auxiliar no tanto no ensino quanto na aprendizagem de conceitos e de relações envolvidas no estudo que contempla a Estequiometria.

Esta proposição conta com uma sequência de ensino, dividida em oito encontros, que pretende sinalizar a outros docentes uma nova possibilidade de ensino, de elaboração de alguns recursos. Busca demonstrar ao professor que é possível tornar as aulas de Química, em particular referentes à estequiometria, mais dinâmicas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Questões referentes ao Encontro I.....	18
Figura 2 – Imagem do experimento para determinação da Constante de Avogadro.....	20
Figura 3 – Procedimento referente ao experimento de determinação da Constante de Avogadro.....	22
Figura 4 – Questões referentes ao Encontro II.....	24
Figura 5 – Imagem dos modelos macroscópicos elaborados pela autora.....	27
Figura 6 – Lista de exercícios I referente ao Encontro III.....	28
Figura 7 – Primeiro Desafio referente ao Encontro III.....	30
Figura 8 – Lista de exercícios II referente ao Encontro III.....	32
Figura 9 – Segundo Desafio referente ao Encontro III.....	34
Figura 10 – Receita de Brigadeiro para adaptação.....	37
Figura 11 – Receita do pudim de micro-ondas para adaptação em grupo.....	38
Figura 12 – Receita desafio: Torta salgada – Modelo I.....	40
Figura 13 – Receita desafio: Torta salgada – Modelo II.....	40
Figura 14 – Receita desafio: Torta salgada – Modelo III.....	41
Figura 15 – Receita desafio: Torta salgada – Modelo IV.....	42
Figura 16 – Receita desafio: Bolo de chocolate – Modelo I.....	42
Figura 17 – Receita desafio: Bolo de chocolate – Modelo II.....	43
Figura 18 – Receita desafio: Bolo de chocolate – Modelo III.....	44
Figura 19 – Receita desafio: Bolo de chocolate – Modelo IV.....	44
Figura 20 – Procedimento do Experimento relacionado à Lei da Conservação das Massas.....	47
Figura 21 – Exercícios – Encontro V.....	51
Figura 22 – Rubrica a ser preenchida como ferramenta de avaliação.....	52
Figura 23 – Questões contextualizadas referentes ao Encontro VI.....	54
Figura 24 – Imagem do Jogo de Tabuleiro elaborado pela autora.....	58
Figura 25 – Regras do Jogo Mercado Estequiométrico.....	59
Figura 26 – Imagem das Estequiotecas.....	60
Figura 27 – Atividade Avaliativa.....	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Relação dos objetivos de ensino e recursos por cada encontro.	15
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 A ESTEQUIOMETRIA E O ENSINO DE QUÍMICA.....	10
3 UM OLHAR ACERCA DOS PRESSUPOSTOS DE VYGOTSKY QUANTO AO ENSINO-APRENDIZAGEM	12
4 A PROPOSTA: UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO PARA O ESTUDO ENVOLVIDO NAS RELAÇÕES ESTEQUIOMÉTRICAS.....	15
4.1 Encontro I.....	16
4.2 Encontro II.....	19
4.3 Encontro III	25
4.4 Encontro IV.....	35
4.5 Encontro V	45
4.6 Encontro VI.....	53
4.7 Encontro VII	56
4.8 Encontro VIII.....	61
5 REFERÊNCIAS	64

1 INTRODUÇÃO

Prezado professor, este material foi produzido com o objetivo de apresentar uma sequência de ensino que foi aplicada e vivenciada durante o Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, componente fundamental da dissertação intitulada: O ENSINO DE ESTEQUIOMETRIA A PARTIR DOS PRESSUPOSTOS DA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL. A presente sequência de ensino é proveniente de uma experiência de ensino realizada na sala de aula de química e contou com oito encontros realizados no 2º ano do Ensino Médio do turno da noite da Escola Estadual de Ensino Médio Dr. Carlos Antônio Kluwe, localizada no município de Bagé do Estado do Rio Grande do Sul, localizado na região da Campanha, também região Sul do Brasil.

O município de Bagé pode ser considerado um polo universitário, uma vez que conta com a presença de diferentes instituições de Ensino Superior público e privado, dentre elas: a Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), a Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), a Universidade da Região da Campanha (URCAMP) e a Faculdade IDEAU.

A Escola em que a proposta foi concretizada possui mais de 60 anos de ensino, sendo fundada no ano de 1954 e pode-se dizer que a mesma é conhecida como uma instituição tradicionalmente de bom ensino. E de acordo com um levantamento realizado no site do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP, a escola tem sido a primeira colocada no Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM, pelo menos nos últimos três anos: 2016, 2015 e 2014 (período em que pesquisamos a posição da Escola referente ao ENEM no município).

Esta proposta de ensino apresenta diferentes atividades que foram elaboradas com o intuito de melhorar o ensino e a aprendizagem de conteúdos relacionados à estequiometria, bem como, proporcionar aos estudantes recursos que tornassem as aulas mais dinâmicas, atrativas, visando um maior engajamento e uma participação dos alunos. No intuito de promover a formação de um estudante ativo nos processos de ensino e de aprendizagem e de aulas mais interativas, a presente proposição foi baseada nos pressupostos de Vygotsky tais como: interação, mediação, Zona de Desenvolvimento Proximal, instrumentos, signos, linguagem, conceitos espontâneos e formação de conceitos científicos.

É importante mencionar que os oito encontros contemplados nesta sequência de ensino, encontram-se tal qual foram implementados em sala de aula, durante o desenvolvimento da pesquisa vinculada a dissertação do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, pois entendemos que está configura-se uma forma de dinamizar o ambiente da sala

de aula, proporcionar maior participação dos estudantes, bem como contribuir para a melhoria do ensino e também da aprendizagem da Química. A sequência pode contribuir para facilitar o ensino para o professor, bem como tornar o ambiente da sala de aula mais dinâmico, favorecer o envolvimento e a participação dos alunos e assim, contribuir para a aprendizagem dos alunos. Cabe destacar que os instrumentos apresentados como: vídeo, experimento, modelos e um jogo de tabuleiro, são de fácil execução e baixo custo, proporcionando diversificar o acervo pessoal do docente, em termos de recursos a serem reutilizados em sala de aula, além de propiciar em anos posteriores novamente o uso de atividades diferentes aos estudantes.

A proposta que segue conta com “caixas” denominadas: Integrando aula e teoria histórico-cultural. Estas apresentam orientações aos professores, ou futuros professores, de Química, com o pretexto de explicitar elementos da teoria histórico-cultural de Vygotsky contemplados no planejamento das atividades, a seguir, que foram investigados na dissertação indicada anteriormente. O aprofundamento teórico a respeito de Vygotsky e o ensino se encontra no item 3 desta produção educacional e nas seções 2 e 3 da dissertação de mestrado, disponível no site <<http://cursos.unipampa.edu.br/cursos/mpec/>>.

Por fim, este material apresentado, viabiliza o uso parcial, total e a adaptação das atividades aqui descritas por docentes da disciplina de Química e, estagiários de Cursos de Licenciatura em Química. E ainda, visa incentivar outros professores a contemplarem atividades diferenciadas em sala de aula e também se aventurarem a compor suas aulas e investigar seu potencial de aprendizagem.

2 A ESTEQUIOMETRIA E O ENSINO DE QUÍMICA

O estudo da Química no Ensino Médio possibilita o conhecimento e a compreensão acerca de substâncias e transformações ao nosso redor de origem natural e artificial. Dentre os diferentes componentes que estruturam o conhecimento químico, podemos citar a Estequiometria como uma parte da química imprescindível para o ramo da indústria química, uma vez que seus cálculos são fundamentais para a produção dos mais diversos produtos, como os medicamentos, produtos de limpeza, cosméticos, etc. Para Lira e Recena (2010) as discussões dos conhecimentos sobre estequiometria são de suma importância para que ocorra o entendimento da química, tanto no que diz respeito à questão do profissional da área, como a situações cotidianas.

A estequiometria é contemplada como a parte da Química que estuda os aspectos quantitativos envolvidos nas reações químicas por vários autores (USBERCO; SALVADOR, 2006; FRANCO, 2010; MORTIMER; MACHADO, 2013; REIS, 2013) de diferentes livros didáticos voltados ao Ensino Médio. Assim sendo, a resolução de cálculos estequiométricos envolve interpretação e emprego da Matemática, sendo por estes fatores, considerada como de difícil compreensão pelos estudantes, como podemos observar nas pesquisas de Gomes e Macedo (2007); Negrón e Gil (2010); Costa e Souza (2013) e Santos (2013).

Tristão; Freitas-Silva e Justi. (2008) mencionam que existem várias razões que visam justificar as dificuldades relacionadas a este conteúdo. Nesse sentido, é possível considerar que é necessária a atenção dos alunos durante os processos de ensino e de aprendizagem destes conteúdos e cabe ao docente ser o incentivador desse processo. Segundo Dressler e Robaina:

A educação requer ação e como resultado dessa ação, há o aprendizado. Mas para que se realize a ação e esta resulte no aprendizado é necessário, inicialmente, que se desperte a vontade, nesse caso, a vontade de aprender. O professor deve descobrir estratégias, recursos para fazer com que o aluno queira aprender, em outras palavras, deve fornecer estímulos para que o aluno se sinta motivado a aprender e interagir com a aula. (DRESSLER; ROBAINA, 2012, p.2):

Isto posto observa-se a importância da vontade, da motivação do aluno como impulsionadores do seu próprio processo de aprendizado e a tarefa de proporcionar aulas que sejam interessantes a esses discentes cabe aos professores. Nesse sentido, há diversos recursos e atividades que podem vir a ser utilizadas pelo professor, como por exemplo, vídeo, atividades lúdicas e experimentos.

As Orientações Curriculares Nacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, PCN+ (BRASIL, 2002) destacam como necessária a diversificação dos recursos e materiais utilizados no ensino, pois dessa forma possibilitam a maior abrangência do conhecimento e até mesmo a motivação e o favorecimento do debate. Dessa maneira, ressalta-se que o professor sempre que possível busque ao longo do ano letivo realizar alguma atividade diferenciada, modificando a rotina das aulas.

Enfim, com o intuito de modificar a prática em sala de aula referente à estequiometria, foi organizada e desenvolvida a presente sequência de ensino de estequiometria, visando contemplar alguns dos conhecimentos envolvidos neste estudo da química, são eles:

- Os conceitos de Massa Atômica, Número de mol, Constante de Avogadro, Massa Molar e massa em gramas, contemplando as relações existentes entre esses aspectos utilizados em medidas químicas;
- Relações de proporção envolvidas em uma reação química;
- Lei da Conservação das Massas e Lei das Proporções Definidas.

Cabe destacar que alguns destes conceitos não são mencionados nos livros e artigos como aspectos estudados pela estequiometria, mas podem ser mencionados como de fundamentais para sua compreensão, motivo pelo qual foram abarcados nessa sequência de ensino. Mas a escolha por essa forma de abordagem do conteúdo justificou-se precisamente no desafio de uma busca constante como professora pela melhoria do ensino e da aprendizagem dos alunos e da motivação destes em aprender.

3 UM OLHAR ACERCA DOS PRESSUPOSTOS DE VYGOTSKY QUANTO AO ENSINO E A APRENDIZAGEM

A abordagem de Vygotsky, conhecida como teoria histórico-cultural, entre outras denominações, baseia-se na relação do indivíduo com o ambiente social e cultural ao seu redor, tendo em vista as relações estabelecidas entre os indivíduos ao longo de sua história. Conforme, podemos evidenciar nas palavras de Vygotsky (2007), que é a partir do início da vida de uma criança que ela começa a conhecer o significado de suas atividades, por meio da convivência em um meio social, pois suas primeiras atividades necessitam do intermédio de outra pessoa.

Desse modo, podemos dizer que é por meio da relação com o outro que se constitui o princípio da aquisição do significado, ou seja, do conhecimento, por parte da criança. E é nesse contexto de relações interpessoais que encontramos as suas contribuições relacionadas ao âmbito educacional. No que diz respeito, a relação entre desenvolvimento, ensino e aprendizagem, encontramos o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que de acordo com Oliveira (1991) é essencial para a compreensão acerca do desenvolvimento e do aprendizado. Segundo Fittipaldi a ZDP para Vygotsky, considera:

[...] em cada indivíduo, a presença de um nível de desenvolvimento real, caracterizado por aquilo que o sujeito já consegue realizar sozinho, sem o auxílio de alguém; um nível de desenvolvimento próximo, caracterizado por aquilo que o sujeito ainda não consegue fazer sozinho, mas é capaz de realizar com a ajuda de alguém mais experiente. Entre esses dois níveis, situa-se a zona do desenvolvimento próximo, ou seja, distância, metafórica, entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento próximo, ou melhor dizendo, o percurso a ser feito entre o que o indivíduo já domina e o que está em processo de consolidação. Dentro desse contexto, o professor precisa estar atento aos níveis de desenvolvimento dos seus alunos, [...]. (FITTIPALDI, 2006, p.51)

Assim, o ensino em sala de aula quando balizado nesses pressupostos, deve levar em consideração a existência e a atuação na ZDP do aluno, sendo importante que o docente preste atenção aos conhecimentos que já foram apropriados pelo estudante e, àqueles que ainda estão em processo de compreensão. Ao mencionar o auxílio de uma pessoa mais experiente para a promoção do desenvolvimento do indivíduo salienta-se, como já mencionado, que as relações sociais são fundamentais. No ambiente escolar, podemos citar que uma das funções do professor é a de auxiliar o estudante naquilo que ele ainda não sabe, mas esta assistência na ZDP pode também, ser realizada por um colega, que já detenha o conhecimento que o outro ainda não domina.

Para Mota; Mesquita e Farias:

Na perspectiva da teoria sociocultural vygotskyana, o processo de ensino e aprendizagem é um trabalho global, não isolado, em que relações pautadas em colaborações ocorrem, não só entre professor/alunos, como também alunos/alunos. Nesse sentido, os materiais didáticos são ferramentas culturais utilizadas na mediação da aprendizagem por professores e alunos. (MOTA; MESQUITA; FARIAS, 2015, p. 3).

Desse modo, observa-se que os autores também reconhecem a possibilidade de uma relação entre os próprios alunos, de modo cooperativo e, destacam ainda a existência de ferramentas que são mediadoras, ou seja, são utilizadas para auxiliar no processo educacional. A mediação é também um conceito central na teoria vygotskyana e, pode ser realizada por instrumentos ou o que são denominados como signos.

Os instrumentos são ferramentas “externas” a pessoa, por exemplo, os recursos didáticos que utilizamos em sala de aula, como um experimento, um vídeo e, até mesmo o quadro branco ou negro, junto ao uso das canetas ou do giz. E o outro elemento mediador, os signos, corresponde a ferramentas de “acesso psicológico”, como à palavra, um símbolo, um conceito, a expressão de objetos, conforme menciona Oliveira (1991).

A linguagem, meio de comunicação entre os seres humanos, também é considerada um viés mediador, pois se concretiza como um sistema simbólico, oriundo de uma atividade complexa, que é insuficiente sem o emprego do signo (BATISTA; CARVALHO; RIBEIRO, 2007). Para Coelho e Pisoni (2012, p.145) “a linguagem é um signo mediador por excelência por isso Vygotsky a confere um papel de destaque no processo de pensamento. Sendo esta uma capacidade exclusiva da humanidade.”

Assim, observa-se que na sala de aula, muitos são os elementos mediadores disponíveis a serem empregados, porém a linguagem é uma poderosa ferramenta na inter-relação entre as pessoas, que é essencial, para que ocorra o aprendizado e o desenvolvimento. Antunes-Souza e Schnetzler baseados nas premissas vygotskyanas caracterizam que:

[...] o processo de ensino-aprendizagem é sustentado na interação ativa dos sujeitos presentes na sala de aula e caracterizado pela dinâmica entre pensamento e linguagem, em que a relação de um aluno com o conceito é sempre mediada por outro conceito, cabendo ao professor incidir deliberadamente nesta relação (aluno-objeto de conhecimento). (ANTUNES-SOUZA; SCHNETZLER, 2015, p.3).

Assim, observa-se que a inserção de um novo conceito, é pautada em outro pré-existente, para que possa ocorrer o entendimento e a compreensão. Dessa forma, cada novo

conteúdo aprendido pelo aluno, relacionar-se-á com os conhecimentos pré-existentes do mesmo, ampliando-os ao longo dos processos de ensino e de aprendizagem. Cabe destacar ainda, que Vygotsky (2007) considera que aprendizado e desenvolvimento não ocorrem simultaneamente, mas sinaliza que o aprendizado antecipa o desenvolvimento. Neste contexto, considera-se que o sujeito ao aprender, se desenvolve, mas para isso é interessante que o ensino esteja sempre ampliando e abrangendo novos conhecimentos, de modo a expandir aqueles conhecimentos que o aluno já domina e os que se encontram em fase de apropriação. A importância da atuação do professor em sala de aula, quanto à aprendizagem e ao desenvolvimento, é mencionada por Schroeder:

[...] as intervenções deliberadas do professor são muito importantes no desencadeamento de processos que poderão determinar o desenvolvimento intelectual dos seus estudantes, a partir da aprendizagem dos conteúdos escolares, ou, mais especificamente, dos conceitos científicos. (SCHROEDER, 2007, p.296).

Enfim, além da função conferida à intervenção do professor em sala de aula, como fundamental, as premissas da teoria de Vygotsky atribuem às relações presentes em sala de aula, papel de destaque, principalmente no que diz respeito à Zona de Desenvolvimento Proximal. Outro conceito destacado é o da mediação, que compreende a maneira como são realizadas as relações humanas, possibilitados pelo emprego de instrumentos e, por meio dos signos e da linguagem, ambos os quais, possibilitam facilitar a comunicação e a compreensão.

4 A PROPOSTA: SEQUÊNCIA DE ENSINO PARA O ESTUDO ENVOLVIDO NAS RELAÇÕES ESTEQUIOMÉTRICAS

A seguir apresenta-se a sequência de ensino, organizada em oito encontros, de acordo com as atividades desenvolvidas no 2º ano do ensino médio, do turno da noite de uma escola pública estadual, na disciplina de Química. Durante a descrição das atividades, sugerem-se algumas adaptações visando proporcionar a melhoria do uso deste material. No Quadro 1, apresenta-se um resumo do objetivo de ensino e dos recursos utilizados em cada um dos encontros.

Quadro 3 – Relação dos objetivos de ensino e recursos por cada encontro.

Encontro*	Objetivos de Ensino	Recursos
I	Introduzir as unidades de medida relacionadas à estequiometria.	Vídeo
II	Discutir os conceitos de Constante de Avogadro e de mol.	Experimento
III	Relacionar mol e massa molar.	Modelos macroscópicos/ Questões Contextualizadas
IV	Discutir relação entre as quantidades de substâncias.	Produção do pudim/ Resolução de desafios.
V	Relacionar aspectos quantitativos das reações químicas em cálculos estequiométricos.	Experimento.
VI	Compreender como as proporções químicas estão envolvidas no cotidiano.	Questões contextualizadas
VII	Relacionar e discutir as quantidades de substâncias. Relacionar aspectos quantitativos das reações químicas em cálculos estequiométricos.	Atividade lúdica.
VIII	Verificar o conhecimento dos estudantes.	Atividade avaliativa.

* Cada encontro apresenta duração específica.

Em continuidade, apresentam-se os oito encontros. Cada encontro será primeiramente apresentado e em seguida encontrar-se-á seu respectivo Plano de Aula, o qual descreve as atividades realizadas, o objetivo da aula, informa uma previsão de tempo em horas-aula para sua execução e, ainda conta com orientações ao professor acerca de quais pressupostos da teoria histórico-cultural foram considerados importantes na aula em questão.

4.1 ENCONTRO I

Este encontro inicia a sequência de ensino e é o primeiro contato dos estudantes com os conteúdos envolvidos nas relações estequiométricas, ou seja, dos aspectos quantitativos da matéria, os quais englobam conceitos novos que não são do cotidiano do aluno, como Massa Atômica, Constante de Avogadro e Mol. Nesse sentido a abordagem busca realizar uma associação desses conceitos químicos ao cotidiano. A seguir apresenta-se o Plano de Aula referente a este primeiro encontro.

4.1.1 PLANO DE AULA I

Duração prevista: 2h/a (aulas de 45 minutos cada)

Conteúdo: Massa Atômica, Constante de Avogadro e Mol.

Objetivos:

- Apresentar proposta de trabalho;
- Conhecer os padrões de medida da Química: Massa Atômica, Constante de Avogadro e Mol;
- Aclarar para a importância das unidades de medida, relacionadas principalmente a massa;
- Esclarecer a importância das quantificações, em especial da Química.

Recursos e métodos:

- Vídeo.
- Aula expositiva e dialogada com apresentação de vídeo e discussão coletiva.
- Material impresso com conceitos apresentados no vídeo.

INTEGRANDO AULA E TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL

Nesta aula orienta-se ao professor a dar ênfase a mediação pela linguagem empregada em sala de aula, tendo em vista a formação dos conceitos científicos, que de acordo com Vygotsky (2008) se constroem com base nos conceitos espontâneos ou cotidianos do indivíduo. Estes conceitos espontâneos ou cotidianos referem-se aos conhecimentos que o aluno já possui.

Desenvolvimento da aula:

- **Introdução:**

Neste momento o professor esclarece aos alunos os conteúdos que serão abordados, a importância da participação dos mesmos nas atividades e da frequência nas aulas. Em continuidade sugere-se a projeção do vídeo - “Unidades de medida e Química! ”. Este foi produzido para atender os objetivos destacados anteriormente. O contexto do vídeo é acerca da importância das medidas para a nossa vida, faz referência a unidades de medida como metro e quilo; discute sobre o uso da palavra dúzia, cento e, menciona a elaboração e importância de unidades de medida para a Química. O conteúdo do vídeo encontra-se por escrito no Apêndice C e de forma digital no Apêndice G.

- **Desenvolvimento:**

O assunto do vídeo deve ser amplamente discutido com a turma e então é importante elencar e respectivamente, escrever no quadro branco, as palavras chaves que marcaram os alunos quanto aos conceitos apresentados, valorizando por meio da linguagem a discussão de conceitos e a interação alunos-professor. Em seguida, orienta-se que os alunos responderão algumas questões a serem entregues (encontram-se na Figura 1), as quais também serão contempladas como parte da avaliação da aula.

Figura 56 – Questões referentes ao Encontro I.

QUESTÕES:	
Nome: _____	Nº: _____ Turma: _____
<p>1) Após o vídeo e as discussões realizadas em sala de aula quais as unidades de medida você identificou:</p> <p style="margin-left: 20px;">a) Do cotidiano? _____</p> <p style="margin-left: 20px;">b) Da Química? _____</p>	
<p>2) A massa de um átomo (Massa Atômica) pode ser relacionada com a grama? Explique.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	
<p>3) Explique o que você entendeu quanto a Constante de Avogadro e o Mol.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	
<p>4) A Constante de Avogadro e o Mol possuem relação com a Massa Atômica?</p> <p style="text-align: center;">() Sim () Não () Não sei</p> <p>Explique o que você entendeu.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	
<p>5) Este espaço é livre para escrever algo a mais que lhe chamou a atenção quanto ao conteúdo apresentado pelo vídeo ou deixar alguma sugestão.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	

• **Fechamento:**

Ao final da aula será entregue aos alunos, um material impresso (encontra-se no Apêndice D), contemplando os conceitos trabalhados em aula, a fim de que os estudantes possuam um registro dos conteúdos apresentados no vídeo. E acrescentando o conceito de massa molecular e alguns exemplos de cálculos utilizando o número de Avogadro e o Mol que serão resolvidos com os alunos. Além disso, o material será comentado e se possível discutido em aula, mas caso por término do período de aula, o mesmo será retomado em uma aula seguinte.

Sugere-se para o fechamento desta aula que o professor faça uso do Livro didático de Química disponível na sua escola, pois o material disponibilizado no Apêndice D foi

produzido pela consulta a materiais didáticos e traz conteúdos presentes nos livros didáticos de Química indicados pelo PNLD.

Avaliação:

Orientam-se os professores que busquem evidências de aprendizagens dos estudantes pelas respostas aos questionamentos levantados pelo docente durante a aula, explanação e discussão de ideias em relação ao vídeo e diálogo em sala de aula e pelas questões que estes devem ter entregado.

Referências:

ANDRADE, M. **Conceitos introdutórios**. Web Site do Professor Mateus Andrade. PUCRS, 2003. Disponível em: < <http://www.pucrs.br/quimica/mateus/fqd.htm>> Acesso em: 14 set. 2015.

IAMARINO, Á. A revolução das medidas. Nerdologia 55. Disponível em: < https://www.youtube.com/watch?v=MeEGw_O7c8E> Acesso em: 14 set. 2015.

Medida de uma grandeza. Disponível em: <<https://cursinhopopulartriu.files.wordpress.com/2013/08/aula-17-6ago.pdf>> Acesso em: 14 set. 2015.

Metric Conversions. **Quilograma**. Disponível em: <<http://www.metric-conversions.org/pt-br/peso/conversao-de-quilogramas.htm>> Acesso em: 14 set. 2015.

SANTO, C. R. do E. S. (Coord.), PEREIRA, I. de O.; ARAUJO, R. A. R.; BORSANELLI, V. C. **Ser Protagonista Química: Revisão**. 1 ed. São Paulo: Edições SM, 2014.

SANTOS, W.; MÓL, G. **Química cidadã: materiais, substâncias, constituintes, química ambiental e suas implicações sociais**. v. 1. 1 ed. São Paulo: Nova Geração, 2010.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. **Química 1 – Química Geral**. 12 ed. Saraiva: São Paulo, 2006.

4.2 ENCONTRO II

Este encontro abrange a determinação da Constante de Avogadro em um experimento (Figura 2) visando dessa maneira que os alunos observem que os conceitos científicos são construídos ao longo de uma série de investigações que podem incluir a realização de atividades experimentais. Ao final do experimento, a atividade possibilita o debate de ideias e

a realização do cálculo da Constante de Avogadro.

Figura 57 – Imagem do experimento para determinação da Constante de Avogadro.



Fonte: Registro fotográfico da autora.

4.2.2 PLANO DE AULA II

Duração prevista: 2h/a (aulas de 45 minutos cada)

Conteúdo: Constante de Avogadro

Objetivo: Realizar uma atividade prática de determinação da Constante de Avogadro.

Recursos e métodos:

Aula experimental. Os materiais necessários para o experimento são:

- Dois eletrodos de fio de cobre de 2,5mm de diâmetro descascados nas extremidades;
- Duas seringas de injeção, de 5 mL;
- Um pedaço de isopor para servir de suporte para as seringas;
- Solução de soda cáustica 10g/L;
- Suporte para quatro pilhas;
- Quatro pilhas novas, cada uma de 1,5V;
- Um recipiente plástico (sugestão: pote transparente para guardar mantimentos de 1Litro);
- Um cronômetro ou relógio que marque segundos;
- Um multímetro (amperímetro com escala de 0 a 250 mA);

- Fios para as ligações;
- Massa de modelar de duas cores diferentes;
- Temperatura ambiente e pressão atmosférica – Sugestão: Utilizar um celular com conexão a internet que tenha acesso ao serviço de meteorologia *ou a sites relacionados.*

INTEGRANDO AULA E TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL

Orienta-se o professor a dar ênfase ao experimento, como instrumento mediador do conhecimento. Sugere-se que o docente valorize a atividade, voltando à atenção dos alunos para a importância de observá-la, de coletar informações oriundas da mesma, de refletir acerca dos instrumentos utilizados e do ambiente envolvido.

De acordo com os princípios vygotskyanos salienta-se nesta aula que o foco precisa ser o instrumento mediador, para a partir dele promover a interação, via comunicação e debate entre os indivíduos, em vista de discutir os conceitos científicos. É interessante que o docente promova discussões no que se refere a importância da construção do conhecimento científico ao longo da história.

Nesta aula é importante a interação entre professor e alunos, valorizando os questionamentos dos estudantes.

Desenvolvimento da aula:

- **Introdução:**

Retomada de tópicos contemplados na aula anterior: Massa Atômica, Mol e Constante de Avogadro.

- **Desenvolvimento:**

Realização do experimento para a determinação da Constante de Avogadro. O procedimento experimental e o procedimento para calcular o valor da Constante de Avogadro encontram-se apresentados a seguir, na Figura 3.

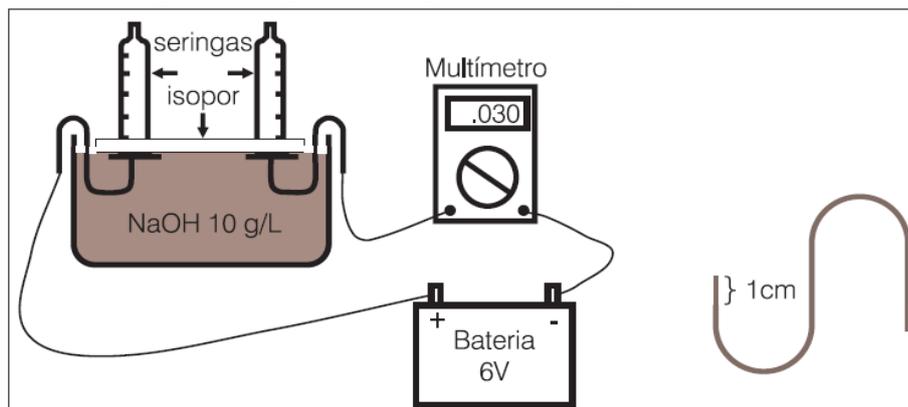
Figura 58 – Procedimento referente ao experimento de determinação da Constante de Avogadro.

Experimento: Determinando a Constante de Avogadro.

O procedimento 1 a seguir é de acordo com Santos e colaboradores (2010, v.1, p.349-350):

1. Tapar as pontas das seringas com silicone ou parafina.
2. Fixar as seringas no suporte feito com um pedaço de isopor.
3. Colocar a solução de hidróxido de sódio 10g/L no recipiente até $\frac{3}{4}$ do seu volume.
4. Encher as seringas com solução e colocá-las no recipiente plástico cuidadosamente, segurando-as pelo fundo, de modo que não se formem bolhas de ar.
5. Colocar os eletrodos de forma que as pontas fiquem sob a parte inferior da seringa
6. Montar o circuito como mostrada na Ilustração a seguir.

Esquema de montagem de experimento para determinação da Constante de Avogadro.



Fonte: Mol e colaboradores. Química Nova na Escola. N. 3, 1996. p.32.

7. O valor da corrente (que deve ser constante durante todo o procedimento) deve ficar entre 100 e 30mA. Para ajustá-lo, caso necessário, várias modificações podem ser feitas na montagem, por exemplo, a concentração da solução, o tamanho da parte exposta dos eletrodos, a distância entre eles etc.
8. Ligar o circuito e disparar o cronômetro no mesmo instante.
9. Quando o volume de hidrogênio completar 5mL, interromper o cronômetro e desligar o circuito.

Figura 3 – Procedimento referente ao experimento de determinação da Constante de Avogadro (continuação).

10. Anotar os seguintes dados: temperatura ambiente (T), pressão atmosférica (P), que pode ser obtida pelo serviço de meteorologia, o volume de hidrogênio produzido (V) e o tempo de eletrólise (t), completando a tabela abaixo.

Observação: A ponta do eletrodo que fica no interior da seringa deve ficar totalmente submersa ao término da experiência.

11. Realizar o cálculo da Constante de Avogadro conforme descreve-se no Procedimento 2.

12. É interessante realizar o experimento em triplicata, para que possa ser encontrado o valor da Constante de Avogadro com maior precisão.

Tabela para anotação dos dados encontrados durante o experimento.

Experimento	Volume de Hidrogênio	Corrente elétrica (i)	Tempo em segundos (t)	Constante de Avogadro (N_A)
I				
II				
III				

Procedimento 2 – Calculando a Constante de Avogadro:

Conhecendo o volume de hidrogênio produzido (V), pode-se, a partir da equação geral dos gases, determinar a quantidade de matéria correspondente. A seguir, é apresentada a equação simplificada que fornecerá o valor da Constante de Avogadro, utilizando os dados obtidos nesse experimento:

$$N_A = \frac{R \cdot T \cdot i \cdot t}{2 \cdot P \cdot e \cdot V} \text{ mol}^{-1}$$

Em que:

– N_A é a Constante de Avogadro;	– t é o tempo em segundos;
– R é a constante dos gases (8,3145J/K.mol);	– P é a pressão atmosférica em Pa;
– T é a temperatura em Kelvins;	– V é o volume em m^3 ;
– i é a corrente em ampères;	– e é a carga do elétron ($1,6 \times 10^{-19}\text{C}$).

Utilizar as seguintes informações para as transformações de unidades:

– de Volume: $1\text{m}^3 = 1000\text{L}$ $1\text{L} = 1000\text{mL}$	– de Pressão: $1 \text{ atm} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$
---	---

- **Fechamento:**

Realização dos cálculos da Constante de Avogadro em grupo, a ser entregue ao professor e discussão da atividade experimental com os alunos. A resolução do questionário é individual e deverá ser entregue ao professor.

Figura 59 – Questões referentes ao Encontro II.

QUESTÕES:	
Nome: _____	Nº: ____ Turma: _____
1) Você obteve o valor esperado para a Constante de Avogadro? Caso tenha encontrado o valor aproximado, quais fatores podem ter influenciado para que isso acontecesse?	

2) O que você pode observar no experimento?	

3) O que chamou sua atenção no experimento?	

3) Explique o que você entendeu quanto a Constante de Avogadro e o Mol.	

4) Utilizando os dados obtidos e a equação: $N_A = \frac{R \cdot T \cdot i \cdot t}{2 \cdot p \cdot e \cdot V} \text{ mol}^{-1}$	
Calcule o valor da Constante de Avogadro. Caso não tenha sido possível realizar o experimento, utilize os seguintes dados obtidos em laboratório: T=27K, P=88393 Pa, t=510s, V=5x10 ⁻⁶ m ³ (V=5mL)	

Avaliação:

A avaliação das aprendizagens dos estudantes será percebida durante a aula, por meio das discussões realizadas, da resolução dos cálculos, bem como através da análise das questões entregues ao professor.

Referências:

GOUVEA, C.V.; KUVABARA, F.F.; GONÇALVES, G.G.S.; DAMASCENO, J.C.; SANTOS, M.S.; COSTA, M.F.; SILVA, N.A.; SATO, R.F.; TAMASHIRO, V.T.; MELO, W.S.; BARRETO, W.; GIACOMELLI, F. C. **Determinação da Constante de Avogadro. IX** Simpósio de Base Experimental das Ciências Naturais da Universidade Federal do ABC, 2011.

SANTOS, M.S.; MÓL, G. de S.; FERREIRA, G. A. L.; SILVA, R. R. da; LARANJA, H. F. Constante de Avogadro. É simples determiná-la em sala de aula. **Revista Química Nova na Escola**. Experimentação no Ensino de Química. n.3, 1996.

SANTOS, W.; MÓL, G. **Química cidadã**: materiais, substâncias, constituintes, química ambiental e suas implicações sociais. v. 1. 1 ed. São Paulo: Nova Geração, 2010.

4.3 ENCONTRO III

Este encontro é contemplado em dois momentos (Parte 1 e Parte 2) e utiliza aulas expositivo-dialogadas com resolução de exercícios, em dupla e também contando com modelos macroscópicos relacionados ao mol e a massa molar. Nestas aulas é importante o professor observar, interagir e questionar os estudantes, buscando perceber como está sendo a apropriação dos conteúdos pelos alunos e dessa forma averiguar as dúvidas e potencializar a aprendizagem de cada estudante. A seguir apresentam-se os Planos de Aulas do terceiro encontro: Parte I e Parte II.

4.3.3 PLANO DE AULA III – Parte I

Duração prevista: 2h/a (aulas de 45 minutos cada).

Conteúdo:

- Relação numérica entre a massa em gramas e as massas atômica e molecular.
- Cálculos químicos de grandezas e quantidades na Química: Número de átomos, moléculas, mol, massa.

Objetivos:

- Observar a relação e conversão entre a unidade de massa atômica e o grama.
- Aprender a calcular e relacionar as grandezas e quantidades.

- Perceber a existência de relações entre diferentes parâmetros de grandezas e quantidades como mol e massa, por exemplo.
- Realizar cálculos.

Recursos e métodos:

- Aula expositivo-dialogada
- Quadro branco e canetas
- Slides elaborados em Microsoft Power Point
- Data-show para projeção dos slides
- Lista de exercícios
- Modelos macroscópicos para mol, massa e Constante de Avogadro. Os materiais para a elaboração dos modelos são:
 - Potes idênticos de plástico com tampa;
 - Balança de cozinha;
 - Diferentes substâncias como: água, sal, açúcar (sacarose), bicarbonato de sódio.

INTEGRANDO AULA E TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL

Nesta aula destaca-se como importante a mediação pela linguagem do professor com os alunos, visando interferir na ZDP dos estudantes em uma tentativa de potencializar seus conhecimentos e de incentivá-los a resolver as questões propostas. Neste sentido, é interessante que o professor se encontre em “constante movimento” durante a aula, observando a atividade que está sendo executada pelos estudantes e auxiliando-os. Também se orienta ao professor que nesta aula valorize a interação entre os próprios alunos, permitindo que os mesmos resolvam as questões em duplas, para que eles se auxiliem, compartilhando saberes e discutindo entre si cada questão.

Ressalta-se que o instrumento mediador deve ser de fácil acesso aos alunos, para que estes o manipulem conforme desejarem.

Desenvolvimento da aula:

- **Introdução:**

Iniciar a aula lembrando que em aulas anteriores conhecemos os conceitos teóricos das

unidades quantitativas da Química, bem como observamos a verificação da Constante de Avogadro na prática, contemplando que este “valor constante” não foi simplesmente inventado. Em seguida, é interessante retomar o valor de 1 mol e lembrar que o mesmo está relacionado tanto a espécies químicas (como moléculas, átomos) quanto a massas (massa atômica (MA) e massa molecular (MM), e então questionar os estudantes: “*Sendo 1 mol o mesmo valor para $6,02 \times 10^{23}$ moléculas de água e $6,02 \times 10^{23}$ moléculas de gás carbônico (CO_2) que é produzido na nossa respiração, a massa molecular dessas substâncias é diferente, mas a quantidade de matéria, o mol, é a mesma?*”.

Ao perceber as respostas dos alunos que participarem, é importante a realização do debate em sala de aula, visando aprimorar a aprendizagem de todos os estudantes, pois estaremos desenvolvendo a melhoria dos conceitos daqueles indivíduos que não haviam entendido o conteúdo ou estavam na iminência da sua compreensão. Em seguida, utilizar-se-á a apresentação dos slides elaborados em Microsoft Power Point, os quais explanam a relação entre a massa molecular e a massa em gramas, o mol e a massa molar (Apêndice E). Ao final da exposição dos slides apresentam-se os modelos macroscópicos baseados em Fantini (2009). Foram confeccionados quatro modelos diferentes, conforme a Figura 5.

Figura 60 – Imagem dos modelos macroscópicos elaborados pela autora.



Fonte: Registro fotográfico da autora.

Observações: Espera-se que os alunos observem que a unidade utilizada para a massa molecular é a unidade de massa atômica (u) e não o grama, pois em aula anterior foi mencionado e escrito que a unidade de massa atômica não é igual ao grama. Nesse sentido, será conversado, por meio do debate e apresentação de slides, que sempre quando utilizada

uma massa em gramas com valor idêntico ao da massa molecular ou atômica, o número de moléculas ou átomos resultantes será sempre o mesmo: $6,02 \times 10^{23}$ consolidando que equivale a 1 mol, conforme os exemplos apresentados aos alunos.

- **Desenvolvimento:**

Resolução da lista de exercícios por dupla de alunos interagindo entre si e com os modelos macroscópicos disponíveis (FANTINI, 2009). O professor atuará auxiliando os estudantes sempre que necessário, observando suas dúvidas e buscando aprimorar seus conhecimentos. A lista de exercícios encontra-se a seguir, na Figura 6.

Figura 61 – Lista de exercícios I referente ao Encontro III.

LISTA DE EXERCÍCIOS I	
<p>Nome: _____ Nº: ____ Turma: _____</p>	
<p>1) Após a visualização e manuseio dos modelos macroscópicos contendo 1mol de diferentes substâncias, o que você entendeu do conteúdo? Explique.</p> <hr/> <hr/>	
<p>2) Para comprar um remédio na farmácia de manipulação, é preciso ter uma receita médica que indique o princípio ativo necessário e a dose recomendada, assim o farmacêutico irá preparar o fármaco com a concentração exata e no tempo certo do tratamento, evitando a automedicação.</p> <p style="text-align: right;">Referência: <i>Jornal Zero Hora</i>. Saiba quais são as vantagens de manipular medicamentos. Reportagem de 02 Maio de 2014. Disponível em: <http://zh.clicrbs.com.br/rs/vida-e-estilo/vida/bem-estar/noticia/2014/05/saiba-quais-sao-as-vantagens-de-manipular-medicamentos-4489299.html> Acesso em: 06 Mar. 2016.</p> <p>Um farmacêutico para manipular um remédio utilizou-se de 5mols de água. Quantas moléculas de água foram utilizadas? (Dado a Massa Molecular da água igual a 18u)</p>	
<p>3) Bicarbonato de Sódio: É usado como fermento químico, no feitiço de quitandas como bolo, roscas e pães, o crescimento da massa deve-se à liberação de CO₂ gasoso. Outras utilizações desse composto: reagente de laboratório, na eletrodeposição de ouro e platina; em curtumes; no tratamento de lã e da seda; na nutrição de animais; na cerâmica; para preservação da manteiga e de madeiras; é um dos componentes dos talcos desodorantes.</p> <p style="text-align: right;">Referência: SOUZA, L. A. De. Bicarbonato de Sódio. <i>Brasil Escola</i>. Disponível em <http://brasilecola.uol.com.br/quimica/bicarbonato-de-sodio.htm>. Acesso em 06 Mar. 2016.</p> <p>A fórmula molecular do Bicarbonato de Sódio é NaHCO₃, a partir dessa informação, calcule:</p>	
<p>a) A Massa Molecular do Bicarbonato de sódio. (Dados MA(s) para: Na=23u; H=1u; C=12u; O=16u)</p>	<p>b) O número de moléculas encontradas em 5,3mols de Bicarbonato de Sódio.</p>

Figura 6 – Lista de exercícios I referente ao Encontro III (continuação).

- 4)** (Cesgranrio-RJ) O inseticida Parathion tem a seguinte fórmula molecular $C_{10}H_{14}O_5NSP$. Assinale a alternativa que indica a massa de 1mol desse inseticida: ((Dados MA(s) para: H=1u; C=12u; O=16u; N=14u; S=32u e P=31u)
- a) 53g b) 106g c) 152g d) 260g e) 291g
- 5)** (UFG-GO) O corpo humano necessita diariamente de 12 mg (12×10^{-3} g) de ferro. Uma colher de feijão contém cerca de $4,28 \times 10^{-5}$ mol de ferro. Quantas colheres de feijão, no mínimo, serão necessárias para que se atinja a dose diária de ferro no organismo? (Dado: MA do Fe = 55,85u)
- 6)** (Unicamp-SP) Um medicamento contém 90mg (90×10^{-3} g) de ácido acetilsalicílico ($C_9H_8O_4$) por comprimido. Quantas moléculas dessa substância há em cada comprimido?
- 7)** (UNIRIO-RJ) Em 100g de leite em pó infantil, existem 500mg (500×10^{-3} g) de cálcio, Ca. Assinale a opção que indica quantos mols de átomos de cálcio existem numa lata de 400g de leite em Pó. Apresente o cálculo para assinalar uma alternativa. (Dado: Massa Atômica do Ca = 40,08u).
- a) 0,0125mol b) 0,05mol c) 0,1mol d) 1mol e) 2mol
- 8)** O acetileno, C_2H_2 , é um gás usado como combustível em maçaricos para soldar metal. Um serralheiro comprou um bujão de acetileno, no qual há 13kg dessa substância.
- | | |
|--|--|
| a) Qual a massa molar (em g/mol) do acetileno? | b) Quantas moléculas do gás o serralheiro comprou? (Lembre que 1kg é igual a 1000g). |
|--|--|
- 9)** (UNIRIO-RJ) "A NASA tem um ambicioso plano de mandar uma missão tripulada a Marte. (...). Porém, a medicina ainda não tem respostas para contornar as dificuldades impostas ao organismo pelas condições climáticas e atmosféricas de Marte. (...). Cogita-se que os equipamentos usados em Marte devem ser testados antes numa base a ser construída na Lua. (...). Importando-se UM QUILO DE HIDROGÊNIO terrestre e usando-se OITO QUILOS DE OXIGÊNIO extraído de rochas lunares, os astronautas teriam combustível suficiente para alimentar os motores que estão sendo desenvolvidos pela NASA." ("O Globo", 04/07/98). O número de moléculas-grama de hidrogênio e de oxigênio indicados são, respectivamente, de: (Dadas as Massas Atômicas para: H=1u; O=16u). Apresente o cálculo para assinalar uma alternativa.
- a) 3×10^{26} e $1,5 \times 10^{26}$
b) 6×10^{26} e 3×10^{26}
c) 500 e 6×10^{26}
d) 500 e 250
e) 1000 e 500

Fechamento:

- Correção da lista de exercícios.
- Nesse momento é interessante que os alunos comentem o que compreenderam acerca da visualização de 1 mol de diferentes substâncias através dos modelos macroscópicos. Dessa maneira, o professor pode intervir caso necessário.
- Realização de um desafio individual por cada um dos alunos que deverá ser entregue ao professor. O desafio encontra-se apresentado na Figura 7.

Figura 62 – Primeiro Desafio referente ao Encontro III.

DESAFIO	
Nome: _____	Nº: _____
Turma: _____	
<p>Ajudando seus filhos a estudar para a aula de Química, a Dona Maria modificou a receita de alguns ingredientes de um bolo para uma “linguagem científica” no mencionar as quantidades. Caso seus filhos consigam converter os valores modificados a Dona Maria fará o bolo. A receita diz:</p>	
<p>Receita da massa do “Bolo Molar”:</p>	
<p>Você vai precisar de:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 4 ovos (separar clara e gema); – adicionar 0,33 mol de água, H₂O (MM=18u); – 2 xícaras de chá de Farinha de trigo peneirada; – 5,77x10²³ moléculas de açúcar, C₁₂H₂₂O₁₁ (MM=342u); – E no final adicionar uma colher de sopa de fermento em pó (ele deve estar peneirado). 	
<p>Receita adaptada de: Portal da Mulher. <i>Receita de Bolo D'água</i>. Disponível em: <http://www.portalparamulher.com/receita-de-bolo-dagua/> Acesso em: 06 Mar. 2016.</p>	
<p>1) Ajude os filhos da Dona Maria e converta os valores para a massa em gramas, pois só então eles poderão pesar os ingredientes. Apresente seus cálculos identificando-os.</p>	
<p>2) Converta o número de mol de água para moléculas.</p>	
<p>3) Converta o número de moléculas do açúcar para número de mol.</p>	

Avaliação:

- Interação dos estudantes entre si e com o material de ensino.
- Participação, motivação e interesse dos estudantes a partir da observação e anotações do docente.

- Resolução dos exercícios.
- Resolução do desafio individual.

Referências:

FANTINI, L. Mol de cada coisa. **Ponto Ciência**. 2009. Disponível em: <<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/mol-de-cada-coisa/208>> Acesso em: 09 jul. 2015.

SANTOS, W.; MÓL, G. **Química cidadã**: materiais, substâncias, constituintes, química ambiental e suas implicações sociais. v. 1. 1 ed. São Paulo: Nova Geração, 2010.

TITO, M. P.; CANTO, E. L. **Química na abordagem do Cotidiano**. Volume I. 4 ed. São Paulo: Moderna, 2010.

4.3.3 PLANO DE AULA III – Parte II

Duração prevista: 1h/a (aula de 45 minutos).

Conteúdo:

- Relação numérica entre a massa em gramas, a massas atômica e a massa molecular.
- Cálculos químicos de grandezas e quantidades na Química: Número de átomos, moléculas, mol, massa.

Objetivos: Reforçar a apropriação dos cálculos relacionados a grandezas e quantidades químicas.

Recursos e métodos:

- Aula expositivo-dialogada
- Quadro branco e canetas
- Lista de Exercícios
- Modelos macroscópicos para mol, massa e Constante de Avogadro.

INTEGRANDO AULA E TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL

Nesta aula destaca-se como interessante que o professor dê continuidade ao modo de atuação da aula anterior. Enfatizando novamente: a mediação pela sua comunicação (linguagem) com os alunos, sua atuação constante durante a aula, organização dos estudantes em duplas e disponibilização do instrumento mediador para acesso dos estudantes.

Para esta aula, orienta-se que a principal atenção do professor deve estar voltada a busca em atuar na ZDP dos seus alunos, uma vez que eles estarão em fase de aprimorando de conhecimentos estudados em aulas anteriores.

Desenvolvimento da aula:

Entregar a lista de exercícios aos alunos (conforme apresentada a seguir), organizados em duplas. O professor deverá proceder como na aula anterior, orientando e auxiliando os estudantes.

Figura 63 – Lista de exercícios II referente ao Encontro III.

LISTA DE EXERCÍCIOS II

Nome: _____ Nº: ____ Turma: _____

- 1) (PUC-PR) Em 100g de alumínio, Al, quantos átomos deste elemento estão presentes? (Dado MA do Al = 27u).

- 2) (PUC-MG) Um comprimido antiácido contém 210×10^{-3} mg de bicarbonato de sódio (NaHCO_3). O número de mols dessa substância existente no comprimido é? (Dadas Massas Atômicas (MA) para: Na=23u, H=1u, O=16u).

- 3) (PUC-MG) Um ourives gastou 9,85g de ouro (Au) na fabricação de um par de alianças. O número de átomos de ouro, contidos nesse par de alianças, é? (Dados: MA do Au = 197u).

- 4) (Mackenzie) Em 600g de H_2O , existem: (Dadas a Massa Molecular (MM) para: H_2O = 18u).
 - a) $2,0 \times 10^{25}$ moléculas b) 18 moléculas c) $5,0 \times 10^{23}$ moléculas
 - d) 16 moléculas e) 3 moléculas

Figura 8 – Lista de exercícios II referente ao Encontro III (continuação).

5) Calcule o n° de mol contido em 90g de gás carbônico. (Dada a Massa Molecular (MM) do gás carbônico igual a 44u).

6) (PUC-adaptado) Determine o número de átomos do gás amoníaco em 0,25mol desse gás (NH₃).

- a) $1,8 \times 10^{23}$ átomos b) $2,5 \times 10^{23}$ átomos c) $7,5 \times 10^{23}$ átomos
d) $9,0 \times 10^{22}$ átomos e) $1,5 \times 10^{23}$ átomos

7) (FGV-SP) Para atrair machos para acasalamento, muitas espécies fêmeas de insetos secretam compostos químicos chamados feromônios. Aproximadamente 10-12g de tal composto de fórmula C₁₉H₃₈O deve estar presente para que seja eficaz. Quantas moléculas isso representa? (Dado a Massa Molar (M) do C₁₉H₃₈O = 282g/mol).

8) (FGV-SP) Em um recipiente contendo 200 g de água (H₂O) foram dissolvidos 15 g de sacarose (C₁₂H₂₂O₁₁). Os números de mol de água e de sacarose nesta solução são, respectivamente: (Dado as massas molares, M, de C=12 g/mol, H=1 g/mol e O=16g/mol)

- a) 10,2778 mols e 0,0408 mol b) 11,1111 mols e 0,0439 mol
c) 10,2778 mols e 0,0439 mol d) 11,9444 mols e 0,0439 mol
e) 11,1111 mols e 0,4390 mol

9) (ENEM) O brasileiro consome em média 500 miligramas de cálcio por dia, quando a quantidade recomendada é o dobro. Uma alimentação balanceada é a melhor decisão para evitar problemas no futuro, como a osteoporose, uma doença que atinge os ossos. Ela se caracteriza pela diminuição substancial de massa óssea, tornando os ossos frágeis e mais suscetíveis a fraturas. Disponível em: www.anvisa.gov.br. Acesso em 1 ago. 2012. (adaptado.)

Considerando-se o valor de $6 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ para a Constante de Avogadro e a massa molar, M, do cálcio igual a 40 g/mol, qual a quantidade mínima diária de átomos de cálcio a ser ingerida para que uma pessoa supra suas necessidades?

- a) $7,5 \times 10^{21}$ b) $1,5 \times 10^{22}$ c) $7,5 \times 10^{23}$ d) $1,5 \times 10^{25}$ e) $4,8 \times 10^{25}$

- **Fechamento:**

Correção dos exercícios e realização de um desafio individual por cada um dos alunos que deverá ser entregue ao professor. O desafio encontra-se apresentado na Figura 9.

Figura 64 – Segundo Desafio referente ao Encontro III.

2º DESAFIO	
Nome: _____ Nº: ____ Turma: _____	
A professora sabendo da ideia de Dona Maria em modificar os ingredientes do bolo decidiu fazer uma modificação na sua receita e reaplicar o exercício. A nova receita diz:	
Receita da massa do “Bolo Molar”:	
<p>Você vai precisar de:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 6 ovos (separar clara e gema); – adicionar $3,01 \times 10^{23}$ moléculas de água, H_2O (MM=18u); – 2 xícaras de chá de Farinha de trigo peneirada; – 1,49 mols de açúcar, $C_{12}H_{22}O_{11}$ (MM=342u); – E no final adicionar uma colher de sopa de fermento em pó (ele deve estar peneirado). 	
Receita adaptada de: Portal da Mulher. Receita de Bolo D’água. Disponível em: http://www.portalparamulher.com/receita-de-bolo-dagua/ Acesso em: 06 Mar. 2016.	
<ol style="list-style-type: none"> 1) Converta os valores para a massa em gramas, pois só então os ingredientes podem ser pesados. Apresente seus cálculos identificando-os. 2) Converta o número de moléculas da água para a quantia equivalente em mol. 3) Converta a quantidade de mols de açúcar para número de moléculas. 	

Avaliação:

- Observar os estudantes durante a aula, bem como a resolução do desafio individual de cada estudante. Dessa forma, busca-se identificar se houve evolução da aprendizagem, quais erros são recorrentes ou surgiram e, até mesmo, quais erros são comuns entre os estudantes.
- Comparar a resolução do desafio realizado no plano de aula anterior com este último desafio, visando observar como está ocorrendo a apropriação da Química pelos alunos.

Referências:

FANTINI, Leandro. Mol de cada coisa. **Ponto Ciência**. 2009. Disponível em:
 <<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/mol-de-cada-coisa/208>> Acesso em: 09 jul. 2015.

SANTOS, W.; MÓL, G. **Química cidadã**: materiais, substâncias, constituintes, química ambiental e suas implicações sociais. v. 1. 1 ed. São Paulo: Nova Geração, 2010.

TITO, M. P.; CANTO, E. L. **Química na abordagem do Cotidiano**. Volume I. 4 ed. São

Paulo: Moderna, 2010.

4.4 ENCONTRO IV

Caracteriza-se por uma aula expositivo-dialogada contando com um experimento. Nesta aula os estudantes terão de realizar cálculos de proporções estequiométricas a fim de produzirem um pudim de caneca a partir de uma adaptação de uma receita. Neste encontro, será exaltada a importância das proporções corretas entre ingredientes para atividades culinárias, bem como para outras atividades importantes para a nossa sociedade, por exemplo, a produção de medicamentos. Ao final da aula os alunos resolverão desafios individuais com um total de oito modelos diferentes, em que solicitam a adaptação de receitas de um bolo ou de uma torta salgada para o preparo em forno micro-ondas. É importante destacar que esta atividade visa problematizar o que de fato é estequiometria e mostrar as possíveis relações do experimento proposto com o conteúdo.

4.4.1 PLANO DE AULA IV

Duração prevista: 3h/a (aulas de 45 minutos cada)

Conteúdo: Proporção na reação química: Introdução a estequiometria.

Objetivos:

- Aprender que as reações químicas necessitam de uma proporção correta entre reagentes para que possa ocorrer.
- Verificar que utilizamos proporções no nosso dia a dia através do preparo de alimentos.
- Observar relações de proporção na prática.
- Realizar cálculos iniciais de proporção.

Recursos e métodos:

- Aula experimental e expositivo-dialogada.
- Quadro branco e canetas.
- Forno micro-ondas

- Preparo do pudim de caneca – Ingredientes:
 - Água;
 - Açúcar;
 - 5 ovos;
 - Leite integral;
 - Leite condensado;
 - 1 tigela grande que possa ir ao forno micro-ondas.
 - 1 recipiente (tigela) grande.

INTEGRANDO AULA E TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL

Para esta aula é importante que os conceitos cotidianos dos estudantes sejam “trazidos” e valorizados durante as discussões em sala de aula. A partir da discussão destes conhecimentos cotidianos, por intermédio da interação e comunicação, é importante que o professor introduza aos poucos os conceitos científicos, químicos e matemáticos, que permeiam e justificam o uso desta atividade no ambiente escolar.

Balizando-se em pressupostos vygotskyanos a atividade inicia-se em grande grupo, professor-alunos/ alunos-alunos e valoriza a interação. A atividade finaliza com o aluno realizando desafios individuais tendo em vista a ideia de Vygotsky (2007) de que o aprendizado antecede o desenvolvimento. Assim, busca-se desafiar o aluno a colocar em prática o que recebeu como instrução durante o ensino, demonstrando para o professor quais conhecimentos parecem ter sido desenvolvidos e quais ainda necessitam de auxílio para serem aprendidos, considerando neste estudante a existência de uma ZDP. Pautando-se na ideia vygotskyana, cabe ressaltar de que primeiro o sujeito passa por um processo de instrução e somente então, interiorizará aquelas informações que já possuem Funções Psicológicas Superiores maduras o suficiente para constituir aprendizado e, as demais informações serão aprendidas no “tempo de cada aluno” encontrando-se na sua ZDP.

Desenvolvimento da aula:

- **Introdução:**

Conversar a respeito da importância das proporções que existem ao nosso redor. Questionar a respeito de “Quais exemplos utilizam proporções na nossa vida diária?”. Debater os exemplos citados pelos alunos e caso necessário mencionar o preparo de receitas

culinárias, produção de medicamentos, de combustíveis, entre outros. Em seguida, discutir o exemplo, da Figura 10, de como realizar o ajuste de uma receita:

Figura 65 – Receita de Brigadeiro para adaptação.

Receita de Brigadeiro								
<p>Ingredientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 latas de leite condensado • 4 colheres de sopa de chocolate meio amargo em pó • 1 colher de sopa de manteiga • Chocolate granulado 	<p>Procedimento:</p> <p>Coloque os ingredientes em uma panela e aqueça-os em fogo brando; mexa-os constantemente até a massa se desprender do fundo. Quando isso acontecer, transfira a massa para um prato fundo untado com manteiga, no qual deve ficar até esfriar. Em seguida, faça pequenas bolinhas com pedaços da massa resfriada. A proporção sugerida rende 50 brigadeiros, que devem ser passados em chocolate granulado.</p>							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">2 latas de leite condensado</td> <td style="padding: 5px;">+</td> <td style="padding: 5px;">4 colheres de sopa de chocolate em pó</td> <td style="padding: 5px;">+</td> <td style="padding: 5px;">1 colher de sopa de manteiga</td> <td style="padding: 5px;">→</td> <td style="padding: 5px;">50 brigadeiros</td> </tr> </table>		2 latas de leite condensado	+	4 colheres de sopa de chocolate em pó	+	1 colher de sopa de manteiga	→	50 brigadeiros
2 latas de leite condensado	+	4 colheres de sopa de chocolate em pó	+	1 colher de sopa de manteiga	→	50 brigadeiros		
<p>Se a proporção não for essa, o resultado será bem diferente do esperado. Vamos agora relacionar quantidades.</p>								
<p>Questão 1) Quanto de cada ingrediente necessitaremos para preparar 500 brigadeiros?</p> <p style="text-align: center;"> ___ latas de leite condensado + ___ colheres de sopa de chocolate em pó + ___ colher(es) de sopa de manteiga → 500 brigadeiros </p>								
<p>Questão 2) Se decidirmos fazer uma quantidade maior de brigadeiros e, para tanto, utilizarmos 10 latas de leite condensado em vez de 2, precisaremos também acertar as quantidades dos outros ingredientes. Para 10 latas de leite condensado, quanto será necessário em colheres de sopa de chocolate meio amargo em pó e de manteiga?</p> <p style="text-align: center;"> 10 latas de leite condensado + ___ colheres de sopa de chocolate em pó + ___ colher(es) de sopa de manteiga → ___ brigadeiros </p>								

- **Desenvolvimento:**

- **Etapa I:** Primeiramente entregar a receita (encontra-se adiante) para cada grupo de alunos. Em seguida realizar a leitura da receita com os estudantes.
- **Etapa II** – Os alunos devem observar a proporção dos ingredientes na receita.
- **Etapa II** – Os estudantes devem realizar os cálculos necessários para que a receita seja realizada em apenas uma caneca de aproximadamente 300mL.
- **Etapa III** – Após a efetuação dos cálculos, testá-los na prática e observar a produção do pudim de caneca.

Figura 66 – Receita do pudim de micro-ondas para adaptação em grupo.

<p>NOME DOS ALUNOS DO GRUPO: _____</p> <p style="text-align: right;">Turma: _____</p> <p style="text-align: center;">Experimento – Produção do pudim de micro-ondas <i>Receita para cinco pessoas (aproximadamente 1500mL).</i></p> <p>Ingredientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Água; – Açúcar; – 5 ovos; – Leite integral; – Leite condensado; – 1 tigela grande que possa ir ao forno micro-ondas. – 1 recipiente (tigela) grande. <p>Procedimento:</p> <p>Calda:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Primeiramente em uma tigela colocar dez colheres de sopa de água (ou 150mL) e dez colheres de sopa de açúcar. ➤ Tempo: Levar ao forno micro-ondas por “<i>cinco tempos</i>” de 2 minutos até que você observe uma calda de coloração caramelo/marrom. • Caso necessário, leve por mais 30 segundos ao forno micro-ondas, sempre observando, até obter a coloração desejada. • Reserve. <p>Pudim:</p> <p>Enquanto a calda está no forno micro-ondas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coloque em outro recipiente cinco ovos e bata bem. • Em seguida, adicione 600mL (40 colheres) de leite e • 600mL (40 colheres) de leite condensado. • Mexa bem toda a mistura e adicione-a na tigela com a calda reservada. • Tempo: Leve ao forno micro-ondas <i>por cerca de 10 minutos</i>. • Caso o pudim ainda esteja “mole” repita o procedimento <i>por mais 5 minutos</i>, até observar a textura de pudim. E ainda se for necessário, leve ao forno micro-ondas por mais tempo, observando de 15 em 15 segundos, até perceber a textura de pudim. <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>Em resumo, temos:</p> <p>10 colheres de água + 10 colheres de açúcar → Calda</p> <p>5 ovos + 600mL (40 colheres de leite) + 600mL (40 colheres) de leite condensado → Pudim</p> </div> <p>**Obs.: Considerando que cada colher contém aproximadamente 15mL.</p>

Figura 11 – Receita do pudim de micro-ondas para adaptação em grupo (continuação).

1ª Etapa: Observem a proporção de cada um dos ingredientes na receita. E o tempo de preparo.

2ª Etapa: Realize os cálculos necessários para que a receita seja realizada em apenas uma **caneca de aproximadamente 300mL. E adapte o tempo de preparo para o pudim na caneca.**

3ª Etapa: Já realizou seus cálculos, vamos testá-lo na prática e observar a produção do pudim de caneca.

(Entregue este material com seus cálculos em anexo)

- **Fechamento:**

Debater o experimento realizado com a turma, compreender o que os alunos observaram. Explicar acerca da importância correta entre os ingredientes para a produção do pudim. Ampliar o assunto lembrando que outras diversas práticas da nossa vida diária dependeram do uso de proporções químicas para sua elaboração como o caso dos medicamentos, produção de combustíveis e de outros produtos em geral.

Ao final para fechar a atividade, o professor solicitará que cada aluno preencha as “receitas desafio” (encontradas neste Plano de Aula ao final) com o objetivo de avaliar a atividade e perceber se os estudantes conseguem entender as proporções realizando cálculos.

Avaliação:

Participação, motivação e interesse dos estudantes durante a aula e execução das atividades. Realização dos cálculos de proporção. Observação dos estudantes a respeito dos resultados da prática e escrita, observação dos registros em grupo e individual das conclusões acerca do experimento realizado. Além disso, como principal ferramenta avaliativa desta atividade utilizar-se-á as “receitas desafio” entregues pelos estudantes.

Receitas-desafio:

A seguir apresentam-se os oito modelos diferentes de receitas, sendo: quatro de torta salgada para micro-ondas (Figuras 12, 13, 14 e 15) e quatro para bolo de chocolate para micro-ondas (Figuras 16, 17, 18 e 19).

Figura 67 – Receita desafio: Torta salgada – Modelo I.

Receita desafio – TORTA SALGADA PARA MICRO-ONDAS	
<i>Ingredientes:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> – 6 ovos. – 24 colheres de leite. – 18 colheres de óleo. – 24 colheres de farinha de trigo. – 6 colheres de chá de fermento. – Sal a gosto – Escolher o recheio da sua preferência (exemplos: presunto, queijo, milho, azeitona) 	
<i>Rende 1,8L.</i>	
<i>Modo de preparo:</i>	
<p>Acrescentar os ingredientes em uma tigela e mexer bem até obter uma massa homogênea. Acrescentar o recheio e misturar novamente. Levar ao forno micro-ondas por aproximadamente 18 minutos. Observar se a torta está pronta, caso contrário, levar ao forno novamente, de um em um minuto observando o preparo da torta.</p>	
<p>Obs.: Você pode transformar os ingredientes para grama, considerando 1 colher de sopa aproximadamente 13g.</p>	
<p>DESAFIO: Modifique a receita acima para realizá-la em apenas uma caneca de 300mL. Sabendo que a receita acima utiliza uma tigela de aproximadamente 1,8L. Explícite abaixo quais as quantidades dos ingredientes que serão necessárias.</p>	

Figura 68 – Receita desafio: Torta salgada – Modelo II.

Receita desafio – TORTA SALGADA PARA MICRO-ONDAS	
<i>Ingredientes:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> – 4 ovos. – 16 colheres de leite. – 12 colheres de óleo. – 16 colheres de farinha de trigo. – 4 colheres de chá de fermento. – Sal a gosto – Escolher o recheio da sua preferência (exemplos: presunto, queijo, milho, azeitona) 	
<i>Rende 1,4L.</i>	
<i>Modo de preparo:</i>	
<p>Acrescentar os ingredientes em uma tigela e mexer bem até obter uma massa homogênea. Acrescentar o recheio e misturar novamente. Levar ao forno micro-ondas por aproximadamente 12 minutos. Observar se a torta está pronta, caso contrário, levar ao forno novamente, de um em um minuto observando o preparo da torta.</p>	

Figura 13 – Receita desafio: Torta salgada – Modelo II (continuação).

Obs.: Você pode transformar os ingredientes para grama, considerando 1colher de sopa aproximadamente 13g.

DESAFIO: Modifique a receita acima para realizá-la em apenas uma caneca de 300mL. Sabendo que a receita acima utiliza uma tigela de aproximadamente 900mL. Explícite abaixo quais as quantidades dos ingredientes que serão necessárias.

Figura 69 – Receita desafio: Torta salgada – Modelo III.

Receita desafio – TORTA SALGADA PARA MICRO-ONDAS

Ingredientes:

- 3 ovos.
- 12 colheres de leite.
- 9 colheres de óleo.
- 12 colheres de farinha de trigo.
- 3 colheres de chá de fermento.
- Sal a gosto
- Escolher o recheio da sua preferência (exemplos: presunto, queijo, milho, azeitona)

Rende 900mL.

Modo de preparo:

Acrescentar os ingredientes em uma tigela e mexer bem até obter uma massa homogênea. Acrescentar o recheio e misturar novamente. Levar ao forno micro-ondas por aproximadamente 9minutos. Observar se a torta está pronta, caso contrário, levar ao forno novamente, de um em um minuto observando o preparo da torta.

Obs.: Você pode transformar os ingredientes para grama, considerando 1colher de sopa comporta aproximadamente 13g.

DESAFIO: Modifique a receita acima para realizá-la em apenas uma caneca de 300mL. Sabendo que a receita acima utiliza uma tigela de aproximadamente 900mL. Explícite abaixo quais as quantidades dos ingredientes que serão necessárias.

Figura 70 – Receita desafio: Torta salgada – Modelo IV.

Receita desafio – TORTA SALGADA PARA MICRO-ONDAS	
<i>Ingredientes:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> – 5 ovos. – 20 colheres de leite. – 15 colheres de óleo. – 20 colheres de farinha de trigo. – 5 colheres de chá de fermento. – Sal a gosto – Escolher o recheio da sua preferência (exemplos: presunto, queijo, milho, azeitona) 	
<i>Rende 1,5L.</i>	
<i>Modo de preparo:</i>	
<p>Acrescentar os ingredientes em uma tigela e mexer bem até obter uma massa homogênea. Acrescentar o recheio e misturar novamente. Levar ao forno micro-ondas por aproximadamente 15 minutos. Observar se a torta está pronta, caso contrário, levar ao forno novamente, de um em um minuto observando o preparo da torta.</p>	
<p>Obs.: Você pode transformar os ingredientes para grama, considerando 1 colher de sopa comporta aproximadamente 13g.</p>	
<p>DESAFIO: Modifique a receita acima para realizá-la em apenas uma caneca de 300mL. Sabendo que a receita utiliza uma tigela de aproximadamente 1,5L. Explícite abaixo quais as quantidades dos ingredientes que serão necessárias.</p>	

Figura 71 – Receita desafio: Bolo de chocolate – Modelo I.

Receita desafio – BOLO DE CHOCOLATE PARA MICRO-ONDAS	
<i>Ingredientes:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> – 5 ovos – 20 colheres de sopa (quantia “média”) de farinha – 20 colheres de sopa “rasas” de açúcar – 15 colheres e meia de chocolate – 15 colheres de leite – 15 colheres de óleo 	
<i>Rende 1,5L.</i>	
<i>Modo de preparo:</i>	
<p>Acrescentar os ingredientes em uma tigela e mexer bem até obter uma massa homogênea. Levar ao forno micro-ondas por aproximadamente 15 minutos. Observar se o bolo está pronto, caso contrário, levar ao forno novamente, de um em um minuto, sempre</p>	

Figura 16 – Receita desafio: Bolo de chocolate – Modelo I (continuação).

observando o preparo.

Obs.: Você pode transformar os ingredientes para grama, considerando 1 colher de sopa aproximadamente 13g.

DESAFIO: Modifique a receita acima para realizá-la em apenas uma caneca de 300mL. Sabendo que a receita utiliza uma tigela de aproximadamente 1,5L. Explícite abaixo quais as quantidades dos ingredientes que serão necessárias.

Figura 72 – Receita desafio: Bolo de chocolate – Modelo II.

Receita desafio – BOLO DE CHOCOLATE PARA MICRO-ONDAS

Ingredientes:

- 3 ovos
- 12 colheres de sopa (quantia “média”) de farinha
- 12 colheres de sopa “rasas” de açúcar
- 9 colheres e meia de chocolate
- 9 colheres de leite
- 9 colheres de óleo

Rende 900mL.

Modo de preparo:

Acrescentar os ingredientes em uma tigela e mexer bem até obter uma massa homogênea. Levar ao forno micro-ondas por aproximadamente 9 minutos. Observar se o bolo está pronto, caso contrário, levar ao forno novamente, de um em um minuto observando o preparo.

Obs.: Você pode transformar os ingredientes para grama, considerando 1 colher de sopa aproximadamente 13g.

DESAFIO: Modifique a receita acima para realizá-la em apenas uma caneca de 300mL. Sabendo que a receita acima utiliza uma tigela de aproximadamente 900mL. Explícite abaixo quais as quantidades dos ingredientes que serão necessárias.

Figura 73 – Receita desafio: Bolo de chocolate – Modelo III.

Receita desafio – BOLO DE CHOCOLATE PARA MICRO-ONDAS
<p><i>Ingredientes:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – 6 ovos – 24 colheres de sopa (quantia “média”) de farinha – 24 colheres de sopa “rasas” de açúcar – 18 colheres e meia de chocolate – 18 colheres de leite – 18 colheres de óleo <p><i>Rende 1,8L.</i></p> <p><i>Modo de preparo:</i></p> <p>Acrescentar os ingredientes em uma tigela e mexer bem até obter uma massa homogênea. Levar ao forno micro-ondas por aproximadamente 12 minutos. Observar se o bolo está pronto, caso contrário, levar ao forno novamente, de um em um minuto observando o preparo.</p> <p>Obs.: Você pode transformar os ingredientes para grama, considerando 1 colher de sopa aproximadamente 13g.</p> <p>DESAFIO: Modifique a receita acima para realizá-la em apenas uma caneca de 300mL. Sabendo que a receita utiliza uma tigela de aproximadamente 1,8L. Explícite abaixo quais as quantidades dos ingredientes que serão necessárias.</p>

Figura 74 – Receita desafio: Bolo de chocolate – Modelo IV.

Receita desafio – BOLO DE CHOCOLATE PARA MICRO-ONDAS
<p><i>Ingredientes:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – 4 ovos – 16 colheres de sopa (quantia “média”) de farinha – 16 colheres de sopa “rasas” de açúcar – 12 colheres e meia de chocolate – 12 colheres de leite – 12 colheres de óleo <p><i>Rende 1,2L.</i></p> <p><i>Modo de preparo:</i></p> <p>Acrescentar os ingredientes em uma tigela e mexer bem até obter uma massa homogênea. Levar ao forno micro-ondas por aproximadamente 12 minutos. Observar se o bolo está pronto, caso contrário, levar ao forno novamente, de um em um minuto observando o preparo.</p>

Figura 19 – Receita desafio: Bolo de chocolate – Modelo IV (continuação).

Obs.: Você pode transformar os ingredientes para grama, considerando 1 colher de sopa aproximadamente 13g.

DESAFIO: Modifique a receita acima para realizá-la em apenas uma caneca de 300mL. Sabendo que a receita utiliza uma tigela de aproximadamente 1,2L. Explícite abaixo quais as quantidades dos ingredientes que serão necessárias.

Referências:

USBERCO, J.; SALVADOR, E. **Química 1 – Química Geral**. 12 ed. Saraiva: São Paulo, 2006.

LEMOS, M.M.; SANTANA, E. M. de; PASSOS, C. R. S. **Cozinha estequiométrica: Uma forma prazerosa de “degustar” os cálculos estequiométricos**. XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ). Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.s bq.org.br/eneq/xv/resumos/R0770-2.pdf>> Acesso em: 08 mar. 2016.

4.5 ENCONTRO V

Neste encontro primeiramente será contemplado um experimento visando demonstrar e relembrar: Balanceamento de Equações Químicas, Lei da Conservação das Massas e Lei das Proporções Definidas de Proust. A partir da reação química contemplada no experimento as relações estequiométricas serão contempladas e explicadas aos estudantes. Ao final da aula os estudantes realizarão cálculos estequiométricos.

4.5.1 PLANO DE AULA V

Duração prevista: 4h/a (aulas de 45 minutos cada)

Conteúdo:

- Estequiometria: Proporção em mol, em massa, em volume, número de átomos, número de moléculas, numa reação.
- Lei da Conservação das Massas e Lei das Proporções Definidas.

Objetivos:

- Lembrar reação química, balanceamento de reação.
- Lembrar a Lei da Conservação das Massas e Lei das Proporções Definidas de Proust.
- Aprender a relação entre balanceamento de reação química e massa, volume, número de moléculas.
- Aprender a relacionar em uma reação química os diferentes participantes da mesma, utilizando as mesmas ou diferentes grandezas.
- Realizar cálculos estequiométricos.

Recursos e métodos:

- Aula experimental expositivo-dialogada.
- Materiais para o experimento:
 - Uma balança;
 - Um pote plástico transparente;
 - Um pequeno copo de plástico descartável;
 - 28g de Bicarbonato de Sódio (NaHCO_3);
 - 20g de Ácido acético (H_3CCOOH); utilizar vinagre.

INTEGRANDO AULA E TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL

Esta aula centra-se em oportunizar a interação dos alunos com o instrumento mediador, neste caso, em particular: um experimento científico. A partir da atividade prática junto as observações da mesma, realizada pelos estudantes, é que se orienta ao professor interagir com os estudantes visando potencializar seus conhecimentos e até mesmo corrigindo-os, se necessário.

Salienta-se a importância da discussão da atividade em grande grupo professor-alunos/ alunos-alunos, bem como, ressalta-se como importante que o professor mantenha sua atenção, dentro de suas possibilidades, quanto a desenvoltura dos alunos no que tange a realização das atividades, visando perceber conhecimentos em nível real e em nível potencial na ZDP do aluno.

Desenvolvimento da aula:

- **Introdução:**

Demonstrar por meio de uma prática experimental a Lei da Conservação das Massas e relembrar o balanceamento de uma reação química a partir da apresentação da reação envolvida no experimento.

Figura 75 – Procedimento do Experimento relacionado à Lei da Conservação das Massas.

Prática experimental: Lei da Conservação das Massas.				
Materiais necessários:				
• Uma balança;	• Um pequeno copo de plástico descartável;			
• Um pote plástico transparente;	• 28g de Bicarbonato de sódio (NaHCO ₃);			
	• 20g Ácido acético (H ₃ CCOOH = vinagre).			
Procedimento:				
O experimento consiste em colocar um reagente no pote plástico transparente e outro reagente no copo plástico, de forma que não ocorra o contato entre os reagentes. Ao fechar o sistema, aferiu-se a massa. Em seguida, foi feito um movimento de forma que o pequeno copo plástico virasse, colocando os dois reagentes em contato. Observou-se a reação química e, em seguida, aferiu-se novamente a massa do sistema. A reação entre ácido acético e bicarbonato de sódio forneceu acetato de sódio em solução, gás carbônico e água, conforme a seguinte reação:				
$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$				
Pretende-se que o aluno observe que não a soma das massas dos reagentes da reação química é a mesma soma encontrada após a reação ter ocorrido. Conforme:				
Cálculo experimental				
$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$				
20g	28g	?	?	?
48g		48g		

- **Desenvolvimento:**

A partir do experimento realizado na introdução desta aula e da conservação de massa que se pretende que o aluno compreenda, no desenvolvimento dessa aula serão realizados, junto com os alunos, os cálculos estequiométricos (principalmente relações de massa) que estão envolvidos e podem ser observados na reação química acima, bem como a questão das proporções em uma reação química, que obedecem a Lei das Proporções Definidas de Proust e são fundamentais para a compreensão de como ocorrem às reações químicas, as produções industriais que estão direta ou indiretamente ligadas a nossa vida. Conforme:

Cálculos envolvidos:

A partir da reação química envolvida no experimento, os alunos puderam observar a seguinte reação:



Será solicitado então que os estudantes pesquisem a Massa Atômica em uma Tabela Periódica e realizem os cálculos de Massa Molecular dos reagentes e produtos envolvidos nessa reação química. Conforme:

Massas Moleculares:

- $\text{CH}_3\text{COOH} = 12 + (3 \times 1) + 12 + 16 + 16 + 1 = 60\text{u}$
- $\text{NaHCO}_3 = 23 + 1 + 12 + (3 \times 16) = 84\text{u}$
- $\text{CH}_3\text{COONa} = 12 + (3 \times 1) + 12 + 16 + 16 + 23 = 82\text{u}$
- $\text{CO}_2 = 12 + (2 \times 16) = 44\text{u}$
- $\text{H}_2\text{O} = (2 \times 1) + 16 = 18\text{u}$

Cálculos Teóricos				
$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$				
60u	84u	82u	44u	18u
Soma total dos reagentes: 144u		Soma total dos produtos: 144u		

A partir dos resultados observados no experimento, teremos a tabela abaixo:

Cálculo experimental				
$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$				
20g	28g	?	?	?
48g		48g		

Lembrando que os alunos já terão estudado a relação numérica entre a massa molecular e a massa em grama, por meio da reação química envolvida no experimento, será ensinado o primeiro cálculo estequiométrico aos estudantes, o qual envolverá relações de massa, pois conforme observado, os alunos não terão os valores em massa para o acetato de sódio (CH_3COONa), gás carbônico e água, produzidos pela reação, mas aprenderão como calculá-los.

Cálculo estequiométrico envolvendo relações de massa:					
CH₃COOH + NaHCO₃ → CH₃COONa + CO₂ + H₂O					
Massas em gramas numericamente igual às massas moleculares:	60g	84g	82g	44g	18g
Massas utilizadas no experimento:	20g	28g	?	?	?
	Total de 48g		Total de 48g		

Sendo assim será apresentado que por meio do uso dos dados de um dos reagentes é possível calcular os dados de um dos produtos formados, conforme os cálculos apresentados abaixo:

→ Cálculo estequiométrico para verificar quanto foi produzido de acetato de sódio, utilizando os dados do reagente ácido acético (Vinagre):

CH₃COOH + NaHCO₃ → CH₃COONa + CO₂ + H₂O				
60g		82g		
20g		?		
$60 \cdot ? = 20 \cdot 82$ $? = 1640 / 60$ $? = 27,33g$				

→ Cálculo estequiométrico para verificar quanto foi produzido de acetato de sódio, utilizando os dados do reagente Bicarbonato de sódio.

CH₃COOH + NaHCO₃ → CH₃COONa + CO₂ + H₂O				
	84g	82g		
	28g	?		
$84 \cdot ? = 28 \cdot 82$ $? = 2296 / 84$ $? = 27,33g$				

Neste momento deve ser recomendado que o aluno observe que ambos os reagentes fornecerão a mesma quantidade de acetato de sódio produzido.

→ Em seguida, deve-se então realizar os mesmos cálculos para o gás carbônico e a água, verificando quanto destes produtos foram produzidos.

Espera-se obter como resultados:

Para o gás carbônico: 14,66g

Para a água: 6g

Somando-se 27,33+14,66+6 = 47,99 aproximadamente 48g encontradas.

A partir dos cálculos realizados, então será problematizado: **Porque no experimento utilizamos 20g de vinagre e 28g de bicarbonato de sódio?**

Neste momento então será explanada a questão da Lei das Proporções Definidas de Proust, da seguinte forma:

Observando-se que são necessários 1 mol de CH_3COOH (vinagre) para 1 mol de NaHCO_3 (bicarbonato de sódio) para que a reação ocorra. E transformando-se o mol para a unidade macroscópica grama teremos: 60g de CH_3COOH para 84g de NaHCO_3 (Lembrando que os alunos já terão estudado em aulas anteriores a relação numérica entre o mol, a massa molecular e o grama). Explicar-se-á para os alunos que para essa reação química houve a conversão para uma pequena quantidade, em que dividimos as massas dos reagentes contidas em 1mol por três e obtemos então os valores utilizados: 20g e 28g respectivamente. Nesse sentido, observa-se a proporção constante de uma reação química:

Proporção constante de uma reação química:					
$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$					
Massas em gramas numericamente igual às massas moleculares.	60g	84g	82g	44g	18g
Proporção realizada ($\div 3$)	60/3 = 20g	84/3=28g	82/3=27,33g	44/3=14,66g	6g
Massas observadas ou calculadas.	20g	28g	27,33g	14,66g	6g
	Total de 48g		Total de 48g		

Espera-se a partir do experimento e cálculos realizados, observar os coeficientes estequiométricos da reação e as proporções necessárias entre os reagentes para que a reação química ocorra. *Neste momento os alunos também serão lembrados do que observaram na prática da Determinação da Constante de Avogadro (2º Encontro) na qual os mesmos puderam observar que na eletrólise da água há uma maior produção de gás hidrogênio do que do gás oxigênio devido a proporção dos mesmos na reação química (produção de 1mol de O_2 e 2mols de H_2).*

Entende-se que a partir da reação química envolvida no experimento, os alunos iniciarão sua aprendizagem sobre cálculos estequiométricos e permitindo que possam então realizar cálculos diferentes sobre a proporção de mols, moléculas e massas envolvidas nessa reação química.

- **Fechamento:**

Os alunos serão convidados então a resolver (descritos na Figura 21) envolvendo a reação química do experimento relacionando outras unidades.

Figura 76 – Exercícios – Encontro V.

EXERCÍCIOS	
Nome: _____	Nº: _____ Turma: _____
1) Utilizando a reação química observada no experimento e durante esta aula: $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ Calcule o número de mol de vinagre que foi utilizado no experimento, lembrado que utilizamos 20g de CH ₃ COOH.	
2) A partir dos dados obtidos no exercício anterior, calcule:	
a) Quanto em mol foi produzido de gás carbônico (CO₂) nesta reação química?	
b) Quantas moléculas foram produzidas de gás carbônico nessa reação química? Este número é muito grande?	
3) Calcule quantas moléculas de bicarbonato de sódio foram envolvidas nesta reação química?	
4) Utilizando 2mol de vinagre quantos mols de bicarbonato de sódio você terá que utilizar para que esta reação química ocorra?	

Avaliação:

Observação das respostas e cálculos dos estudantes nas questões contextualizadas e comentários dos estudantes, bem como as manifestações orais e observadas quanto às dificuldades na resolução. Para avaliar a aprendizagem dos alunos nesta aula aconselha-se utilizar a metodologia de Rubricas (BIAGIOTTI, 2005; CRUZ, NUNES, 2009). Uma sugestão de Rubrica a ser utilizada nesta aula encontra-se a seguir.

Figura 77 – Rubrica a ser preenchida como ferramenta de avaliação.

Categoria Critério	Excelente (E)	Muito bom (MB)	Bom (B)	Insatisfatório (I)
Foco na tarefa e participação na aula.	Permanece com foco na tarefa a ser realizada. Pode inclusive auxiliar seus colegas.	Possui certa concentração na tarefa a ser realizada na maior parte do tempo. Pode auxiliar colegas.	Possui certa concentração na tarefa a ser realizada, mas apresentando dificuldades. Não consegue auxiliar os colegas.	Não se concentra na tarefa a ser realizada.
Observação das proporções envolvidas na reação química.	Verificou sozinho as proporções envolvidas na reação.	Necessitou de auxílio uma ou duas vezes para observar a proporção na reação.	Solicitou auxílio para observar as proporções envolvidas na reação	Não conseguiu observar as proporções envolvidas na reação.
Interpretação do exercício.	Desempenhou a interpretação do enunciado do exercício.	Necessitou de apoio para interpretar o enunciado de parte dos exercícios.	Solicitou auxílio para interpretar o exercício.	Não conseguiu interpretar o enunciado do exercício.
Realização dos cálculos.	Realizou a montagem dos cálculos químicos sozinho e com êxito.	Necessitou de auxílio para montar um ou dois cálculos nas atividades.	Solicitou auxílio para montagem dos cálculos químicos sozinho e com êxito.	Não conseguiu realizar cálculos químicos sozinho e com êxito.

Referências:

BIAGIOTTI, L. C. B. Conhecendo e aplicando rubricas em avaliações. In: **Congresso Brasileiro de Educação a Distância**. 2005. p. 01-09. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2005/por/pdf/007tcf5.pdf>> Acesso em: 12 mar. 2015.

COSTA, E.T. H. **Uma proposta diferenciada de ensino para o estudo da estequiometria**. Produção didático-pedagógica – Unidade Didática. Universidade Estadual de Maringá: Maringá, 2008. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2281-6.pdf>> Acesso em: 27 jun. 2015.

CRUZ, N. K. S.; NUNES, L. C. Delineando rubricas para uma avaliação mediadora da aprendizagem em educação online. In: **Congresso Internacional de Educação a Distância**. 2009. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2009/cd/trabalhos/1452009214144.pdf>> Acesso em: 12 mar. 2015.

FERREIRA, M. L.; SILVA, E. K. S. da; FIGUEIREDO, L. V. de; SALES, L. L. de M. **Lei da Conservação das Massas: Experimentação e Contextualização**. 5º Encontro Regional de

Química & 4º Encontro Nacional de Química. Blucher Chemistry Proceedings. v. 3, n.1, 2015. Disponível em: <<http://pdf.blucher.com.br/chemistryproceedings/5erq4enq/eq26.pdf>> Acesso em: 12 mar. 2016.

4.6 ENCONTRO VI

Este encontro abrange essencialmente uma aula expositivo-dialogada a fim de aprimorar a compreensão e a resolução de cálculos envolvidos na Estequiometria, por meio de questões contextualizadas.

4.6.1 PLANO DE AULA VI

Duração prevista: 3h/a (aulas de 45 minutos cada)

Conteúdo: Estequiometria: Proporção em mol, em massa, número de átomos, número de moléculas, numa reação.

Objetivo: Realizar cálculos estequiométricos.

Recursos e métodos:

- Aula expositivo-dialogada.
- Quadro branco e canetas.
- Lista de exercícios contendo questões contextualizadas.

INTEGRANDO AULA E TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL

Recomenda-se que nesta aula os estudantes trabalhem em grupos para a resolução das questões contextualizadas visando a interação entre os sujeitos e a influência que pode ser exercida pelo outro na aprendizagem.

Ao professor cabe a função de mediar, por meio da linguagem, auxiliando os estudantes na resolução das questões que encontrar-se-ão em andamento, buscando intervir na ZDP de cada aluno, mesmo estes encontrando-se organizados em grupos.

A atuação do professor na ZDP do aluno, nesta aula faz-se importante, pois permite ao docente, perceber quais conhecimentos este estudante já sabe e quais conhecimentos ainda não foram internalizados pelo aluno e, que precisam então do seu auxílio para serem desenvolvidos.

Desenvolvimento da aula:

- **Introdução:**

Orientam-se os professores que utilizem o início da aula para relembrar os cálculos realizados na aula anterior, conversar com os estudantes no que se referem as suas dúvidas e procurar explicar as dificuldades elencadas pelos alunos e aquelas observadas na aula anterior pelo professor.

- **Desenvolvimento:** Realizar a resolução das seguintes questões contextualizadas.

Figura 78 – Questões contextualizadas referentes ao Encontro VI.

QUESTÕES CONTEXTUALIZADAS

Nome: _____ Nº: _____ Turma: _____

A ferrugem é resultado de um fenômeno conhecido como oxidação do ferro. Esse fenômeno se deve ao contato do ferro com o oxigênio presente na água e no ar. O oxigênio penetra no ferro e inicia a oxidação danificando e alterando a resistência do metal. Como o oxigênio também está presente na água ocorre à aceleração do fenômeno da oxidação. A ferrugem vai consumindo a estrutura do ferro a partir da borda até o centro do metal, senão for contida pode levar a deterioração total do material de ferro. O Hidróxido de Ferro II, $\text{Fe}(\text{OH})_2$, produzido na reação geral abaixo, é o responsável pela deterioração do ferro pouco a pouco.

$$2 \text{Fe} + \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{OH})_2$$

O Hidróxido de Ferro II, $\text{Fe}(\text{OH})_2$, ainda sofrerá reações químicas até a formação do óxido de ferro (III) mono-hidratado ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), isto é, a ferrugem. Observando a reação acima, responda:

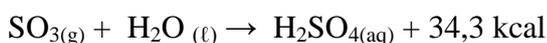
- 1) Quantas moléculas de gás oxigênio (O_2) são necessárias para que a reação química ocorra?
- 2) Quantas moléculas de água (H_2O) são necessárias para que a reação química ocorra?

Figura 23 – Questões contextualizadas referentes ao Encontro VI (continuação).

3) Sabendo-se que foram utilizados 3mol de Ferro, quanto em massa de Fe(OH)_2 foi produzido?

4) A partir de 1kg de Ferro, de acordo com a reação acima, quanto será produzido de Hidróxido de Ferro II em gramas? (Dada a Massa Molecular para o Fe = 55,85u e para o $\text{Fe(OH)}_2 = 89,85\text{u}$)

Entre as aplicações do ácido sulfúrico temos a produção de papel, corantes, medicamentos, tintas, inseticidas, explosivos, produção de outros ácidos, baterias de automóveis (acumuladores de chumbo) e também é utilizado no refino de petróleo. É a substância química mais produzida nos Estados Unidos, possuindo uma demanda acima de 40000 toneladas ao ano. A produção industrial de ácido sulfúrico acontece em três etapas, sendo a última:



Dessa forma, responda:

5) Para 150mol de Trióxido de Enxofre, SO_3 , quanto em gramas será produzido de ácido sulfúrico, H_2SO_4 . (Dados as Massas Molares para: $\text{SO}_3 = 80\text{g/mol}$; $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98\text{g/mol}$).

6) Quantas toneladas de Trióxido de Enxofre, SO_3 , são necessárias para produzir 40000 toneladas de ácido sulfúrico, H_2SO_4 . (Dado: 1 tonelada = 10^6g)

7) O valor 34,3Kcal por 1mol de $\text{SO}_{3(\text{g})}$ significa a quantidade de energia liberada na reação química de 1mol (SO_3) em forma de calor. Para uma reação química que compreenda a produção de 2mol de ácido sulfúrico, quanto haverá de energia liberada em Kcal?

Referências:

ALVES, L. Formação da Ferrugem. **Brasil Escola** – Canal do Educador. Disponível em: <<http://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/formacao-ferrugem.htm>> Acesso em: 12 Mar. 2016.

FOGAÇA, J. Ácido Sulfúrico. **Alunos Online**. Disponível em: <<http://alunosonline.uol.com.br/quimica/acido-sulfurico.html>> Acesso em: 14 Mar. 2016.

FOGAÇA, J. Corrosão do Ferro. **Brasil Escola** – Canal do Educador. Disponível em: <<http://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/corrosao-ferro.htm>> Acesso em: 12 Mar. 2016.

- **Fechamento:**

Correção das questões contextualizadas frente à turma com a participação dos alunos e discussão de cada uma das questões.

- **Avaliação:**

Observação das respostas e cálculos dos estudantes nas questões contextualizadas e comentários dos estudantes, bem como as manifestações dos alunos quanto as suas dúvidas e dificuldades de resolução das questões químicas. Como ferramenta de avaliação sugere-se a metodologia das Rubricas (BIAGIOTTI, 2005; CRUZ, NUNES, 2009), conforme já apresentada no encontro anterior (Encontro V) será utilizada a mesma conforme a apresentada anteriormente (página 37).

Referências:

COSTA, E. T. H. **Uma proposta diferenciada de ensino para o estudo da estequiometria.** Produção didático-pedagógica – Unidade Didática. Universidade Estadual de Maringá: Maringá, 2008. Disponível em:

<<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2281-6.pdf>> Acesso em: 27 jun. 2015.

BIAGIOTTI, L. C. B. Conhecendo e aplicando rubricas em avaliações. In: **Congresso Brasileiro de Educação a Distância.** 2005. p. 01-09. Disponível em:

<<http://www.abed.org.br/congresso2005/por/pdf/007tcf5.pdf>> Acesso em: 12 mar. 2015.

CRUZ, N. K. S.; NUNES, L. C. Delineando rubricas para uma avaliação mediadora da aprendizagem em educação online. In: **CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA.** 2009. Disponível em:

<<http://www.abed.org.br/congresso2009/cd/trabalhos/1452009214144.pdf>> Acesso em: 12 mar. 2015.

4.7 ENCONTRO VII

Este encontro contempla uma revisão dos conteúdos da presente sequência de ensino, por meio da utilização de um Jogo de Tabuleiro em sala de aula, que busca contemplar de maneira divertida todos os conteúdos estudados e visa proporcionar ao professor a observação do desempenho dos seus alunos quanto a aprendizagem.

4.7.1 PLANO DE AULA VII

Duração prevista: 2h/a (aulas de 45 minutos cada).

Conteúdo: Relações estequiométricas na Química.

Objetivos:

- Relacionar quantidades químicas;
- Verificar a proporção em uma equação química,
- Interpretar os dados envolvidos nos cálculos químicos e solucioná-los.
- Realizar revisão por meio de atividade lúdica.

Recursos e métodos:

- Aula envolvendo um Jogo de Tabuleiro, intitulado: “Mercado Estequiométrico”, saiba como confeccionar esse jogo no Apêndice F, por meio de um relato.
- Materiais utilizados na elaboração do Jogo de Tabuleiro:
 - Dois dados de pelúcia (facilmente encontrados no comércio);
 - Caixa de papelão grande (no jogo desenvolvido para esta proposta, utilizou-se a caixa de papelão de um fogão). Mas cabe salientar que a caixa de papelão pode ser de diversos tamanhos, bem como adaptada para outros materiais, por exemplo: papel pardo;
 - Papel contact transparente (para plastificar as “casas do tabuleiro” e as cartas utilizadas no jogo para serem respondidas pelos alunos);
 - Papel contact nas cores preta e amarela (utilizados para forrar a caixa de papelão e escrever o nome do jogo no tabuleiro);
 - Pistola de cola quente;
 - Tesoura;
 - Folhas de ofício nas cores branco e amarelo para elaborar as diferentes questões utilizadas no jogo;
 - Folhas de ofício nas cores branco, rosa, azul e verde para elaborar as “Estequiotecas”, correspondente ao dinheiro de autoria própria elaborado para este Jogo de Tabuleiro.
 - Impressora;
 - Consulta a Livros de Química e a internet para elaboração de cada uma das questões a serem resolvidas no jogo.

- Banner contendo as regras do jogo.
- Seis Pinos de cores diferentes (aproveitamos os modelos macroscópicos utilizados no terceiro encontro já disponíveis e elaboramos outros dois modelos – um contendo vinagre e o outro contendo álcool. Cada modelo teve em sua tampa a colagem de um papel colorido com uma cor única, visando facilitar a identificação do pino).

INTEGRANDO AULA E TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL

Nesta aula é importante que ocorra a interação entre os alunos e com o instrumento mediador, neste caso, um jogo de tabuleiro. Orienta-se que atuação do professor deve estar voltada a perceber possíveis dúvidas, ainda existentes, quanto ao conteúdo foco da atividade lúdica. Por tratar-se de uma aula de revisão é interessante que ao final da atividade os erros dos estudantes, percebidos pelo professor durante a realização do jogo sejam discutidos esclarecidos.

Desenvolvimento da aula:

Realização do Jogo de Tabuleiro: “Mercado Estequiométrico”. Na Figura 24, é apresentada a imagem do Tabuleiro do Jogo, durante sua utilização. As Regras do Jogo encontram-se, na Figura 25, conforme foram impressas em um Banner e expostas aos estudantes.

Figura 79 – Imagem do Jogo de Tabuleiro elaborado pela autora.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Figura 80 – Regras do Jogo Mercado Estequiométrico.

MERCADO ESTEQUIOMÉTRICO "Pense, calcule e interprete a química!"	
REGRAS DO JOGO:	
OBJETIVO: Tornar-se o mais rico jogador (ou grupo de jogadores) através do recebimento ou pagamento de "Estequiotecas", em um jogo que envolve principalmente o acerto ou erro de questões contextualizadas, que envolvem o "mundo da química", como cálculos estequiométricos ou apenas envolvendo quantidades de substâncias.	
JOGADORES: – Podem jogar de 2 a 6 pessoas ou de 2 a 6 grupos, as quais escolhem a cor de seus piões, colocando-os no ponto de partida. – Em seguida embaralham-se os cartões contendo as questões contextualizadas (a serem calculadas), as cartas "m" e, os cartões de Sorte e Revés, que são colocadas de cabeça para baixo no local indicado, no centro do tabuleiro.	ESTEQUIOTECAS ("dinheiro" do jogo): – Cada jogador deve receber DEZ Estequiotecas, de cada um dos seguintes valores: 10, 20, 50 e 100. – Todas as Estequiotecas restantes devem voltar ao banco. – O professor deve ser o banqueiro e administrar o jogo, os erros e respostas das questões que envolvem o direta ou indiretamente o conteúdo de estequiometria.
COMEÇO DO JOGO:	
O primeiro jogador lança os dados e, conforme o número de pontos que tirar, avança o seu pião pela esquerda para o espaço atingido. Num só espaço podem parar vários piões ao mesmo tempo.	
MOVIMENTANDO SEU PEÃO:	
O tabuleiro é dividido nas seguintes categorias: Indústrias, Empresas, um espaço somente com a letra minúscula "m", Prisão, Feriado e o espaço Sorte ou revés.	
INDÚSTRIAS: Se cair numa indústria, deverá responder a questão envolvendo cálculos de aspectos quantitativos da matéria ou estequiometria: ➢ CASO ACERTAR: Ganha 200 estequiotecas ➢ CASO ERRAR: Paga 200 estequiotecas.	FERIADO: Caso pare neste campo, não faça nada, você(s) ganhou(aram) um merecido descanso.
EMPRESAS: <i>Dona Juju, Lojas "Tudo é de plástico", Eletrodo – Empresa de Metais, Tudo mais Farmácias.</i> Obedeça à ordem contida na casa do tabuleiro que contém uma das Empresas citadas. Essa ordem pode ser de recebimento ou pagamento de Estequiotecas. Por exemplo: Doceria "Dona Juju". Comprou doces! Pague 80.	PRISÃO: Se o jogador cair no campo "PRISÃO" o jogador poderá responder uma pergunta envolvendo cálculos, caso acertar "está solto", caso errar fica uma jogada sem jogar, e ganha o direito de responder outra pergunta, caso acertar "está solto", caso errar pagará a fiança de 100 estequiotecas, mas poderá continuar o jogo, caso não tenha dinheiro pode pegar um empréstimo.
m: Calcule massas para auxiliar sua produção nas empresas depois. Neste espaço você poderá calcular as diferentes massas moleculares (MM), em unidade de massa atômica, ou a massa molar (M) em g/mol. Poderá também apenas procurar a massa atômica (MA), em unidade de massa atômica, em uma Tabela Periódica. ➢ CASO ACERTAR: Recebe 20 estequiotecas. ➢ CASO ERRAR: Perde 20 estequiotecas.	PAGAMENTOS: Os pagamentos devem ser efetuados sempre em estequiotecas. Se o jogador não tiver estequiotecas para pagar ao Banco ou a um jogador, assume uma dívida, que deverá ser anotada no banco.
SORTE OU REVÉS: Tira-se um cartão de SORTE ou REVÉS e executa-se a ordem respectiva, devolvendo o cartão, colocando-o por baixo do baralho do qual foi tirado.	FALÊNCIA: Se mesmo o jogador não conseguir pagar suas dívidas ele irá à falência, e se retirará do jogo. O jogador "falido" deverá entregar todo o seu dinheiro restante a quem estiver devendo. Caso falte dinheiro, o credor fica no prejuízo. No jogo do Mercado Estequiométrico são proibidos os empréstimos.
INÍCIO: Cada vez que o jogador parar no INÍCIO, ou seja, o ponto de partida, receberá do banqueiro 20 estequiotecas.	TÉRMINO DO JOGO: Duas maneiras: • O jogo termina quando ficar somente um jogador (os outros foram à falência). Determinando um tempo de jogo. Ao final do tempo, o jogo termina, e somam-se os valores possuídos por cada jogador. O jogador "mais rico" ganhará a partida.

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Na Figura 26 apresentamos as Estequiotecas, elaboradas para realizarem no jogo a função de “dinheiro”, sendo utilizadas para o pagamento ou recebimento das solicitações realizadas durante o andamento da atividade lúdica. É importante ressaltar que todas são iguais, modificando apenas a cor e o valor. E também, que a imagem de Amedeo Avogadro possui direitos autorais livres, sendo permitida sua utilização

Figura 81 – Imagem das Estequiotecas.



Fonte: Registro fotográfico da autora.

Avaliação:

- Participação, motivação e engajamento dos estudantes durante a resolução das questões propostas no Jogo de Tabuleiro.
- Postura, companheirismo e respeito ao colega e, as regras que compõem a atividade, também estarão sendo avaliadas.
- A avaliação baseia-se na observação do docente e suas anotações.

Referências:

OLIVEIRA, J. S.; SOARES, M. H. F. B.; VAZ, W. F. Banco Químico: um Jogo de Tabuleiro, Cartas, Dados, Compras e Vendas para o Ensino do Conceito de Soluções. **Revista Química Nova na Escola**. Relatos de Sala de Aula. v. 37, n. 4, 2015, p. 285-293.

Imagens e vídeos gratuitos que você pode usar em qualquer lugar. Disponível em: <<https://pixabay.com/>> Acesso entre os dias 15 a 24 fev. 2016.

Imagem de Amedeo Avogadro. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Amadeo_Avogadro.png> Acesso em 24 fev. 2016.

Referências utilizadas para elaboração das questões que compõem o Jogo Mercado Estequiométrico:

SANTOS, W.; MÓL, G. **Química cidadã**: materiais, substâncias, constituintes, química ambiental e suas implicações sociais. v. 1. 1 ed. São Paulo: Nova Geração, 2010.

TITO, M. P.; CANTO, E. L. **Química na abordagem do Cotidiano**. Volume I. 4 ed. São Paulo: Moderna, 2010.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. **Química 1 – Química Geral**. 12 ed. Saraiva: São Paulo, 2006.

4.7 ENCONTRO VIII

O oitavo encontro foi utilizado para a realização de uma atividade avaliativa individual, visando contribuir para identificar a apropriação dos conteúdos desenvolvidos.

4.7.1 PLANO DE AULA VIII

Duração prevista: 2h/a (aulas de 45 minutos cada).

Conteúdo: Estequiometria.

Objetivo: Verificar o conhecimento dos estudantes.

Recursos e métodos: Atividade avaliativa individual.

INTEGRANDO AULA E TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL

Por tratar-se de uma atividade avaliativa individual nesta aula não há uma orientação para o professor quanto ao seu método de atuação e organização da turma. Mas, apenas destaca-se que ao realizar a correção das avaliações dos estudantes, o professor esteja atento as dúvidas recorrentes apresentadas pelos alunos, para assim, trabalhar estes tópicos que ainda não foram internalizados pelo aluno, ao longo do decorrer das suas aulas de Química.

Desenvolvimento da aula: Realização de uma atividade avaliativa individual sem consulta, a

qual se encontra apresentada a seguir.

Figura 82 – Atividade Avaliativa.

ATIVIDADE AVALIATIVA				
Nome: _____ Nº: _____ Turma: _____				
Para as questões de 1 a 6, utilize o seguinte enunciado abaixo:				
<p>(Unicamp-SP/adaptado) A obtenção de etanol (C₂H₅OH) o qual em sua forma pura (álcool anidro) é muito utilizado na indústria, sendo matéria prima de tintas, solventes, aerossóis, etc., pode ser realizada a partir de sacarose (C₁₂H₂₂O₁₁, açúcar) por fermentação, pode ser representada pela seguinte equação:</p> $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 4 \text{CO}_2$ <p>Dados as Massas Molares, M, para: C₁₂H₂₂O₁₁=342g/mol; H₂O=18g/mol; C₂H₅OH=46g/mol; CO₂=44g/mol.</p>				
1) Complete a tabela abaixo:				
PROPORÇÃO EM:	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ + H ₂ O → 4 C ₂ H ₅ OH + 4 CO ₂			
Mol				
Massa (em gramas)				
Moléculas				
2) Admitindo-se que tenham sido utilizadas 10000gramas de sacarose, C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ , quantos mols de etanol, C ₂ H ₅ OH, foram produzidos?		3) Utilizando 5mol de sacarose, C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ , quantos mol de etanol, C ₂ H ₅ OH, foram produzidos?		
4) Para 50g de sacarose, C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ , quantos gramas são necessários de água para que a reação química ocorra?		5) Para 25mol de etanol produzidos, são liberadas quantas moléculas de gás carbônico, CO ₂ , serão liberadas?		
6) A respeito da reação química mencionada acima, explique como você compreende, interpreta a produção do etanol, de fórmula C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ , ou seja, mencione como você entende que o etanol é produzido por meio da reação apresentada e reagentes envolvidos (sacarose e água).				

Avaliação: Este plano de aula já abrange uma atividade avaliativa.

Referências:

SANTOS, W.; MÓL, G. **Química cidadã:** materiais, substâncias, constituintes, química ambiental e suas implicações sociais. v. 1. 1 ed. São Paulo: Nova Geração, 2010.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. **Química 1 – Química Geral**. 12 ed. Saraiva: São Paulo, 2006.

5 Referências:

- ANDRADE, M. **Conceitos introdutórios**. Web Site do Professor Mateus Andrade. PUCRS, 2003. Disponível em: < <http://www.pucrs.br/quimica/mateus/fqd.htm>> Acesso em: 14 set. 2015.
- ANTUNES-SOUZA, T.; SCHNETZLER, R. P. **Modos de mediação na prática docente em Química**: análise de um processo de ensino sobre transformações químicas na educação básica. Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC Águas de Lindóia, São Paulo, p.1-8, nov. 2015. Disponível em: < <http://www.xenpec.com.br/anais2015/resumos/R2119-1.PDF>> Acesso em: 23 dez. 2016.
- BATISTA, A. P. de L.; CARVALHO, H. W. P. de; RIBEIRO, C. M. Análise da construção do conhecimento na perspectiva de Vygotsky. **Revista do Centro de Educação UFSM**. v. 32, n.2, p.411-424. Santa Maria, 2007.
- BIAGIOTTI, L. C. B. Conhecendo e aplicando rubricas em avaliações. In: **Congresso Brasileiro de Educação a Distância**. 2005. p. 01-09. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2005/por/pdf/007tcf5.pdf>> Acesso em: 12 mar. 2015.
- BRASIL. – **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+**. Ensino médio. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Conhecimentos de química. Brasília: Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec), 2002.
- COELHO, L.; PISONI, S. Vygotsky: sua teoria e a influência na educação. **Revista Modelos – FACOS/CNEC**. Osório. Ano 2, v. 2, n. 2, ago., 2012.
- COSTA, A. A. F. da; SOUZA, J. R. da T. Obstáculos no processo de ensino e de aprendizagem de cálculo estequiométrico. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 10, n. 19, 2013.
- COSTA, E. T. H. **Uma proposta diferenciada de ensino para o estudo da estequiometria**. Produção didático-pedagógica – Unidade Didática. Universidade Estadual de Maringá: Maringá, 2008. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2281-6.pdf>> Acesso em: 27 jun. 2015.
- CRUZ, N. K. S.; NUNES, L. C. Delineando rubricas para uma avaliação mediadora da aprendizagem em educação online. In: **CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA**. 2009. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2009/cd/trabalhos/1452009214144.pdf>> Acesso em: 12 mar. 2015.
- DRESSLER, A. C.; ROBAINA, J. V. L. **Ensino de estequiometria através de práticas pedagógicas**. III SINECT – III Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia. Ponta Grossa, 2012. Disponível em: <[file:///C:/Users/ELLEN/Downloads/01341182781%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/ELLEN/Downloads/01341182781%20(2).pdf)> Acesso em: 26 jun. 2015.
- FANTINI, L. Mol de cada coisa. **Ponto Ciência**. 2009. Disponível em:

<<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/mol-de-cada-coisa/208>> Acesso em: 09 jul. 2015.

FERREIRA, M. L.; SILVA, E. K. S. da; FIGUEIREDO, L. V. de; SALES, L. L. de M. **Lei da Conservação das Massas: Experimentação e Contextualização**. 5º Encontro Regional de Química & 4º Encontro Nacional de Química. Blucher Chemistry Proceedings. v. 3, n.1, 2015. Disponível em: <<http://pdf.blucher.com.br/chemistryproceedings/5erq4enq/eq26.pdf>> Acesso em: 12 mar. 2016.

FITTIPALDI, C. B. Conceitos centrais de Vygotsky: Implicações pedagógicas. **Revista Educação** – UnG. v.1, n.2, 2006. Disponível em: <<http://revistas.ung.br/index.php/educacao/article/view/33>> Acesso em: 08 de abr. de 2013.

FRANCO, D. **Química: processos naturais e tecnológicos**. Ensino Médio - Volume Único. 1 ed. São Paulo: FTD, 2010.

GOMES, R. S.; MACEDO, S. da H. Cálculo estequiométrico: o terror nas aulas de Química. **Vértices**, v. 9, n. 1/3, p. 149-160, 2007.

GOUVEA, C.V.; KUVABARA, F.F.; GONÇALVES, G.G.S.; DAMASCENO, J.C.; SANTOS, M.S.; COSTA, M.F.; SILVA, N.A.; SATO, R.F.; TAMASHIRO, V.T.; MELO, W.S.; BARRETO, W.; GIACOMELLI, F. C. **Determinação da Constante de Avogadro**. IX Simpósio de Base Experimental das Ciências Naturais da Universidade Federal do ABC, 2011.

IAMARINO, Á. A revolução das medidas. Nerdologia 55. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=MeEGw_O7c8E> Acesso em: 14 set. 2015.

Imagem de Amedeo Avogadro. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Amadeo_Avogadro.png> Acesso em 24 fev. 2016.

Imagens e vídeos gratuitos que você pode usar em qualquer lugar. Disponível em: <<https://pixabay.com/>> Acesso entre os dias 15 a 24 fev. 2016.

INEP. **Exame Nacional do Ensino Médio, 2013**. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira. Brasília: INEP, Ministério da Educação, 2013. Disponível em: http://portal.inep.gov.br/visualizar/-/asset_publisher/6AhJ/content/enem-por-escola-ja-esta-disponivel-para-consulta Acesso em: 09 dez. 2015.

INEP. **Exame Nacional do Ensino Médio, 2014**. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira. Brasília: INEP, Ministério da Educação, 2014. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/enem/enem-por-escola>> Acesso em: 09 dez. 2014.

INEP. **Exame Nacional do Ensino Médio, 2015**. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira. Brasília: INEP, Ministério da Educação, 2015. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/enem/enem-por-escola>> Acesso em: 10 nov. 2016.

LEMOS, M.M.; SANTANA, E. M. de; PASSOS, C. R. S. **Cozinha estequiométrica: Uma forma prazerosa de “degustar” os cálculos estequiométricos**. XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ). Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.sbgq.org.br/eneq/xv/resumos/R0770-2.pdf>> Acesso em: 08 mar. 2016.

Medida de uma grandeza. Disponível em:

<<https://cursinhopopulartriu.files.wordpress.com/2013/08/aula-17-6ago.pdf>> Acesso em: 14 set. 2015.

Metric Conversions. **Quilograma.** Disponível em: <<http://www.metric-conversions.org/pt-br/peso/conversao-de-quilogramas.htm>> Acesso em: 14 set. 2015.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química: Ensino Médio.** 2 ed. São Paulo: Scipione, 2013.

MOTA, F. A. C.; MESQUITA, D. W. de O.; FARIAS, S. A. de. **Uso de materiais alternativos no Ensino de Química:** o aluno como sujeito ativo no processo de ensino e aprendizagem. Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC Águas de Lindóia, São Paulo, p.1-8, nov. 2015. Disponível em: <<http://www.xenpec.com.br/anais2015/resumos/R2119-1.PDF>> Acesso em: 23 dez. 2016.

NEGRÓN, A. C. V.; GIL, P. E. G. En busca de alternativas para facilitar la enseñanza aprendizaje de la estequiometría. **En Blanco y Negro:**Revista sobre Docência Universitária. v. 1, n. 1, p. 1-8, 2012.

OLIVEIRA, J. S.; SOARES, M. H. F. B.; VAZ, W. F. Banco Químico: um Jogo de Tabuleiro, Cartas, Dados, Compras e Vendas para o Ensino do Conceito de Soluções. **Revista Química Nova na Escola.** Relatos de Sala de Aula. v. 37, n. 4, 2015, p. 285-293.

OLIVEIRA, M. K. de. **Vygotsky:** Aprendizado e desenvolvimento - Um processo sócio-histórico. Coleção Pensamento e ação na sala de aula. 5 ed. São Paulo: Scipione, 1991.

REIS, M. **Química – Volume 2.** Ensino Médio. São Paulo: Ática, 2013.

SANTO, C. R. do E. S. (Coord.), PEREIRA, I. de O.; ARAUJO, R. A. R.; BORSANELLI, V. C. **Ser Protagonista Química: Revisão.** 1 ed. São Paulo: Edições SM, 2014.

SANTOS, L. C. dos. **Dificuldades de Aprendizagem em Estequiometria:** Uma Proposta de Ensino Apoiada na Modelagem. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

SANTOS, W.; MÓL, G. **Química cidadã:** materiais, substâncias, constituintes, química ambiental e suas implicações sociais. v. 1. 1 ed. São Paulo: Nova Geração, 2010.

SANTOS, M.S.; MÓL, G. de S.; FERREIRA, G. A. L.; SILVA, R. R. da; LARANJA, H. F. Constante de Avogadro. É simples determiná-la em sala de aula. **Revista Química Nova na Escola.** Experimentação no Ensino de Química. n.3, 1996.

SCHROEDER, E. Conceitos espontâneos e conceitos científicos: o processo da construção conceitual em Vygotsky. **Atos de pesquisa em educação** – PPGE /ME FURB. v. 2, n. 2, p. 293-318, 2007.

TITO, M. P.; CANTO, E. L. **Química na abordagem do Cotidiano.** Volume I. 4 ed. São Paulo: Moderna, 2010.

TRISTÃO, J. C.; FREITAS-SILVA, G.; JUSTI, R. S. **Estequiometria: Investigações em uma Sala de Aula Prática**. Anais do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ). 2008. Disponível em:
<<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/listaresumos.htm>> Acesso em: 23 jun. 2016.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. **Química 1 – Química Geral**. 12 ed. Saraiva: São Paulo, 2006.

VIGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. Psicologia e Pedagogia. Tradução: José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. 7 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

APÊNDICE C – Conteúdo do vídeo utilizado no Encontro I da produção educacional.

Unidades de medida utilizadas pela Química

Você já parou para pensar como seria a sua vida sem as unidades de medida?

Não!

Pense naquela vontade indesejável de comer um doce!

Humm....

Quem sabe então um belo bolo de chocolate, morango, ou qualquer outra coisa....

Pense, como você ou mesmo outra pessoa poderia preparar esse bolo!

O ideal para o preparo de um bolo é ter certeza das medidas e proporções corretas entre os ingredientes. A falta ou o excesso de qualquer um dos ingredientes poderia fazer o bolo se desmoronar e aí adeus ao tão esperado doce.

Mas esperem! As medidas são necessárias somente para o preparo de um bolo? Por exemplo:

Como saber se você perdeu aqueles quilinhos extras!

E mudando um pouco de assunto... Pare para pensar um pouquinho...

Você tomaria água de qualquer lugar sem ter certeza se ela está contaminada? Ou você prefere a água mineral?

Já pensou em comprar um perfume, não estou falando daquele importado, mas sim, de um simples vendedor que passe na sua casa com um belo vidro de perfume e tenta vendê-lo.

E quanto a medicamentos? Se você estivesse com “aquela gripe” (febre, dor no corpo, dor de cabeça, espirro, etc.) você compraria o remédio se soubesse que aquele medicamento para foi feito de qualquer jeito, sem passar pelos processos de vigilância e segurança a saúde ou ainda pior possuindo certeza de que o remédio está adulterado?

Bom... O que isso tem a ver com as medidas?

Tanto a água que tomamos e que chega a nossa casa pela torneira, quanto o perfume, bem como os medicamentos, todos passam por algum processo envolvendo unidades de medida e é claro por Órgãos de controle como, por exemplo, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa).

As quantidades corretas utilizadas no processo de tratamento de água, na fabricação de perfumes e medicamentos necessitam de cálculos precisos sobre a quantidade correta a ser utilizada de cada matéria-prima. Tais cálculos também podem ser feitos no dia-dia, mas nesse caso não teremos a mesma precisão.

Os químicos necessitam realizar cálculos com muita precisão para obter a composição ideal dos produtos e muitas vezes para chegar a essa composição levaram-se anos de estudo. E muitas das atividades industriais utilizam-se desses cálculos o que justifica o porquê de serem tão importantes. Mas ainda temos, antes disso, algo que podemos considerar como “mais fundamental”: a invenção das medidas.

As medidas estão presentes na sociedade desde as civilizações mais pré-históricas, são muito necessárias ao comércio e utilizamo-las das mais variadas formas em metros, centímetros, litros, segundos, gramas, entre outras. E é claro para as mais variadas finalidades como roupas, sapatos, preparo de alimentos, medir um campo de futebol, contar os segundos e as horas, etc. Nomeamos de grandeza tudo aquilo que é passível de ser medido. As grandezas geralmente são um número acompanhado de uma unidade de medida, por exemplo, 500mL de água, sabemos que temos a metade de 1Litro de água. Dessa forma, estamos utilizando a numerosidade. Mas afinal, o que é isso?

Muitas vezes vamos ao mercado e compramos uma dúzia de ovos, um quilo de batatas, 100 gramas de queijo, dez laranjas. Mas já pensaste em contar um cento de feijões? Um a um para ser possível comprá-los? No caso dos feijões seria bem mais difícil, não acha? No caso dos feijões é mais fácil comprá-los medindo massa (1kg de feijões).

Mas como sabemos que o quilograma que utilizamos é igual em qualquer lugar que fomos... simples! O quilograma após ser inventado, calculado e definido foi estabelecido e se tornou um padrão de medida. Todos os quilogramas existentes no mundo foram baseados em um único Protótipo Internacional do Quilograma (IPK), um bloco de liga metálica de platina-irídio fabricada em 1889 e guardada no Bureau Internacional de Pesos e Medidas em Sèvres, na França. Suas cópias estão espalhadas e são utilizadas por vários países do mundo.

Mas agora que tanto assunto! O que isso tudo tem haver com a Química?

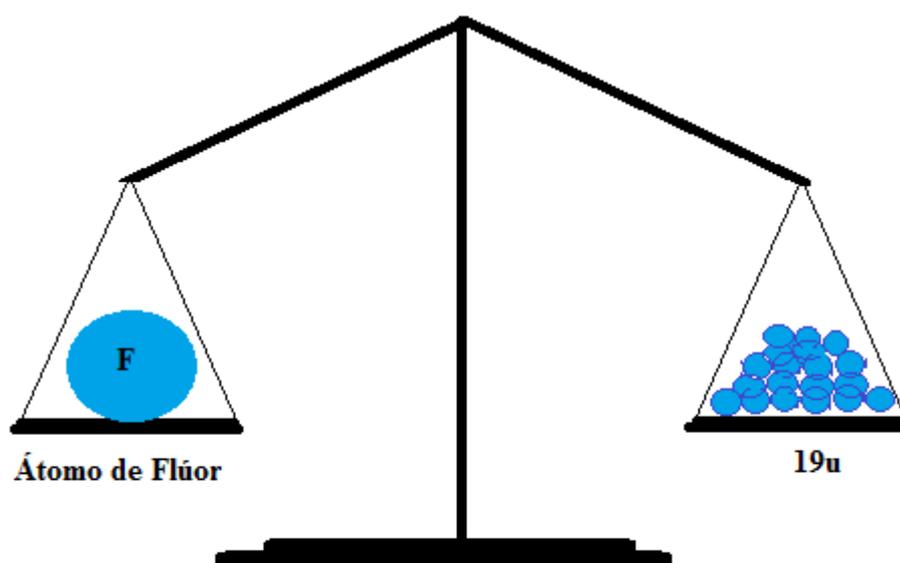
Os químicos necessitam estudar átomos e moléculas e seria inviável contá-los um a um, e então eles trabalham com massas.

Como medir a massa de um átomo se nós nem o enxergamos?

Nesse caso, foi necessário estabelecer um padrão de medida que pudesse medir a massa de átomos e moléculas. Foram utilizadas diversas substâncias ao longo da história, dentre elas o hidrogênio e a partir de 1957 a IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) adotou como padrão de medida de massa o carbono (mais precisamente átomos de carbono-12) unificando valores, conceitos e definindo a massa de um átomo: a Massa Atômica.

Dividindo o carbono em 12 partes iguais, a unidade de massa atômica (u) é definida como 1 parte de 12 da massa de um átomo de carbono-12 (com 6 prótons e 6 nêutrons), sendo 1 u o equivalente a $1,66054 \times 10^{-24}$ g. Através da massa atômica foi possível comparar os átomos.

As massas dos átomos utilizam como padrão de medida a comparação com a unidade de massa atômica (u). Cada átomo será tão pesado quanto o número de vezes que for mais pesado que 1u, sendo o átomo mais leve o hidrogênio (H=1u). O átomo de lítio (Li=7u) é sete vezes mais pesado que o hidrogênio e o átomo de ferro, 56 vezes (Fe=56u) a massa do hidrogênio.



O átomo de Flúor é 19 vezes mais pesado que 1u.

As massas atômicas dos diferentes átomos podem ser determinadas experimentalmente com grande precisão, usando um aparelho denominado espectrômetro de massa.

Mas como contar átomos, moléculas, etc. através da grama?

Inicialmente imagine que é possível (ainda que trabalhoso) contar a quantidade de grãos de feijão existentes num saco de 5 kg? Contamos certa quantidade de grãos e determinamos sua massa. A seguir estabelecemos uma relação entre a massa dessa quantidade fixa e a massa dos feijões contidos no saco.

Vamos supor que 100 grãos de arroz tenham massa de 2g. Usando a relação entre massa e número de grãos, temos:

$$100 \text{ grãos} = 2 \text{ g}$$

$$X = 5\,000 \text{ g}$$

$$X = 250\,000 \text{ grãos}$$

Em um procedimento semelhante foi possível descobrir o número de partículas numa amostra. O cientista Amedeo Avogadro (1776-1856) foi o primeiro cientista a conceber a idéia de que uma amostra de um elemento, com massa em gramas numericamente igual à sua massa atômica (MA), apresenta sempre um valor constante de átomos. Avogadro não conseguiu determinar esse tal valor de átomos. Mas, ao longo do século XX, muitos experimentos — bastante engenhosos — foram feitos para determinar essa tal constante. E finalmente essa foi definida como aproximadamente $6,02 \times 10^{23}$ e denominada de Constante de Avogadro, em homenagem ao cientista.

A Constante de Avogadro é o número de entidades elementares (átomos, moléculas, elétrons, íons, etc.) por unidade de quantidade de matéria: o mol. Em outras palavras $6,02 \times 10^{23}$ entidades elementares é igual a 1 mol.

O mol foi definido em 1971 pela IUPAC na tentativa de simplificar e padronizar o trabalho dos químicos. O mol é uma forma de quantificar a matéria em termos de partículas. Por fim, o mol é uma unidade numérica para a Química.

1 mol de átomos = $6,02 \times 10^{23}$ átomos contidos em 12g de carbono-12.

Assim como:

- 1 dúzia de laranjas = 12 laranjas equivalentes a um certo peso x;
- 1 dúzia de ovos = 12 ovos equivalentes a um certo peso y;
- Mas temos certeza de que o peso da dúzia de ovos será muito menor que o peso da dúzia de laranjas, mas também temos certezas de que a quantidade “dúzia ou 12” é a mesma.

Referências:

SANTOS, W.; MÓL, G. Química cidadã: materiais, substâncias, constituintes, química ambiental e suas implicações sociais. v. 1. 1 ed. São Paulo: Nova Geração, 2010.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. Química 1 – Química Geral. 12 ed. Saraiva: São Paulo, 2006.

Material da internet:

ANDRADE, M. **Conceitos introdutórios**. Web Site do Professor Mateus Andrade. PUCRS, 2003. Disponível em: < <http://www.pucrs.br/quimica/mateus/fqd.htm> > Acesso em: 14 set. 2015.

IAMARINO, Á. **A revolução das medidas.** Nerdologia 55. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=MeEGw_O7c8E> Acesso em: 14 set. 2015.

Medida de uma grandeza. Disponível em: <<https://cursinopopulartriu.files.wordpress.com/2013/08/aula-17-6ago.pdf>> Acesso em: 14 set. 2015.

Metric Conversions. **Quilograma.** Disponível em: <<http://www.metric-conversions.org/pt-br/peso/conversao-de-quilogramas.htm>> Acesso em: 14 set. 2015.

APÊNDICE D – Conteúdo entregue aos alunos no Encontro I.

Aspectos quantitativos da matéria

(Alguns conceitos: Grandeza, Massa Atômica, Massa Molecular, Número de Avogadro, Mol)

Material da Aula – Data: / /

Grandeza: É tudo aquilo que é passível de ser medido. As grandezas geralmente são um número acompanhado de uma unidade de medida, por exemplo: 500mL de água (sabemos que temos a metade de 1Litro de água); 500gramas de queijo; 5mL de xarope.

Massa Atômica (MA)

Como o próprio nome já diz é a medida de massa de um átomo em unidade de massa atômica (u). Essa unidade foi convencionada para uma comparação mais adequada das massas dos átomos de diferentes elementos químicos. A unidade de massa atômica (u) equivale a 1/12 da massa do isótopo do carbono-12 (^{12}C).

Por definição 1u é igual a $1,66 \times 10^{-24}$ g.

Obs.: Não confunda número de massa (A) com o valor da massa atômica (MA), pois o número de massa (A) corresponde à soma dos números de prótons e nêutrons e, portanto, não possui unidade; já a massa atômica é determinada experimentalmente e, por isso, os valores são expressos em unidades.

Massa Molecular (MM)

Corresponde a soma das massas atômicas de todos os átomos que compõem a molécula ou a espécie química. A massa molecular pode ser determinada com base na fórmula das espécies químicas e nas massas atômicas dos átomos. Considere os exemplos abaixo:

	Cálculo da Massa Molecular
Molécula da H_2O (Água) <ul style="list-style-type: none"> ▪ 2 átomos de H (Hidrogênio) (MA=1,008u) ▪ 1 átomo de O (Oxigênio) (MA=15,99u) 	$\text{H}_2\text{O} = 2 \times 1,008\text{u} + 1 \times 15,99\text{u}$ $\text{H}_2\text{O} = 2,016 + 15,99$ $\text{H}_2\text{O} = \mathbf{18,006\text{u}}$
Molécula de O_2 (Gás Oxigênio) <ul style="list-style-type: none"> ▪ 2 átomos de O (MA=15,99u) 	$\text{O}_2 = 2 \times 15,99\text{u} = 31,98\text{u}$
Molécula do H_3PO_4 (Ácido Fosfórico) <ul style="list-style-type: none"> ▪ 3 átomos de H (MA=1,008u) ▪ 1 átomo de P (Fósforo) (MA= 30,97u) ▪ 4 átomos de O (MA=15,99u) 	$\text{H}_3\text{PO}_4 = 3 \times 1,008\text{u} + 1 \times 30,97\text{u} + 4 \times 15,99\text{u}$ $\text{H}_3\text{PO}_4 = 3,024 + 30,97 + 63,96$ $\text{H}_3\text{PO}_4 = \mathbf{97,954\text{u}}$

Mol e a Constante de Avogadro

O mol é uma unidade do SI (Sistema Internacional de Medidas) que mede a quantidade de matéria de um sistema que contém tantas entidades (espécies químicas) quanto átomos presentes em 0,012kg de carbono-12.

A quantidade de matéria presente em um mol é fixa, independente do elemento químico que se esteja analisando, e pode ser determinada pela Constante de Avogadro (N_A). A Constante de Avogadro tem valor determinado experimentalmente e corresponde acerca de $6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

1 mol de átomos = $6,02 \times 10^{23}$ átomos contidos em 12g de carbono-12.

Assim como:

- 1 dúzia de laranjas = 12 laranjas equivalentes a um certo peso x;
- 1 dúzia de ovos = 12 ovos equivalentes a um certo peso y;
- Mas temos certeza de que o peso da dúzia de ovos será muito menor que o peso da dúzia de laranjas, mas também temos certezas de que a quantidade “dúzia ou 12” é a mesma.

Portanto:

1mol	Constante de Avogadro	Massa Atômica (MA)
1 mol de átomos de Carbono	$6,02 \times 10^{23}$ átomos de carbono.	12,0096u
1 mol de átomos de Oxigênio	$6,02 \times 10^{23}$ átomos de oxigênio.	15,9990u
1 mol de átomos de Hidrogênio	$6,02 \times 10^{23}$ átomos de hidrogênio.	1,0078u

- Observe que as massas atômicas não são iguais, mas a quantidade é a mesma: 1mol e $6,02 \times 10^{23}$ átomos.

EXERCÍCIOS

1. A substância peróxido de hidrogênio (H_2O_2), mais conhecida como água oxigenada, é instável e se decompõe formando água e oxigênio. Esse oxigênio liberado reage com a melanina (pigmento que dá cor aos cabelos), quebrando as moléculas e alterando a cor dos fios. Uma pessoa que deseja descolorir os cabelos utilizou $0,588 \times 10^{-1}$ mol de água oxigenada. Determine:
 - a) A massa molecular para o peróxido de hidrogênio.
 - b) O número de moléculas que a pessoa aplicou nos cabelos.
2. O enxofre (S) é um elemento classificado como não metálico. É essencialmente pela presença de seus átomos nos combustíveis que existe o fenômeno das chuvas ácidas. Responda:
 - a) Qual a massa atômica do Enxofre?
 - b) Quantos átomos de enxofre existem em 16mol de enxofre?

Referências:

SANTO, C. R. do E. S. (Coord.), PEREIRA, I. de O.; ARAUJO, R. A. R.; BORSANELLI, V. C. **Ser Protagonista Química: Revisão**. 1 ed. São Paulo: Edições SM, 2014.

SANTOS, W.; MÓL, G. **Química cidadã: materiais, substâncias, constituintes, química ambiental e suas implicações sociais**. v. 1. 1 ed. São Paulo: Nova Geração, 2010.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. **Química 1 – Química Geral**. 12 ed. Saraiva: São Paulo, 2006.

APÊNDICE E – Slides elaborados em Microsoft Power Point - Encontro III.

Modelos macroscópicos contendo 1mol

Substância	Fórmula	Massa Molecular (MM)	Quantidade de matéria
Água	H ₂ O	17,99u aproximadamente 18u	1mol
Sacarose (açúcar comum)	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	341,89u aproximadamente 341,9u	1mol
Cloreto de sódio (sal de cozinha)	NaCl	58,44u	1mol
Bicarbonato de sódio	NaHCO ₃	84u	1mol

Mas a unidade utilizada para
as massas moleculares não é
o grama!
Como foram então
“medidas” em gramas?



A partir da descoberta de que:

$$1u = 1,66 \times 10^{-24}g$$

Relacionaram a Massa Molecular e as quantidades acima.

Observe os exemplos a seguir!

- u = unidade de massa atômica.

Lembrando que $1u = 1,66 \times 10^{-24}g$, considere um copo de água contendo 18g dessa substância. **Qual a massa em u de 18g de água?**

$$\begin{array}{l} 1u \text{ ----- } 1,66 \times 10^{-24}g \\ X \text{ ----- } 18g \\ 1,66 \times 10^{-24} \cdot X = 1 \cdot 18 \\ X = \frac{18}{1,66 \times 10^{-24}} \end{array}$$

$$X = 10,843 \times 10^{24} u$$



E agora?

Sabe-se que a massa molecular (MM) da água é 18u (equivale a uma molécula) então em **$10,843 \times 10^{24}$ u**, **emos quantas moléculas?**

$$\begin{array}{l} 18\text{u} \quad \text{-----} \quad 1 \text{ molécula} \\ 10,843 \times 10^{24}\text{u} \quad \text{-----} \quad X \text{ moléculas} \end{array}$$

$$18 \cdot X = 1 \cdot 10,843 \times 10^{24}$$

$$X = \frac{10,843 \times 10^{24}}{18}$$

A constante
de Avogadro!

$$X = 0,602 \times 10^{24} \text{ moléculas}$$

$$\mathbf{X = 6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas}}$$



Lembrando que $1\text{u} = 1,66 \times 10^{-24}\text{g}$, considere uma xícara de açúcar (sacarose) contendo 342g dessa substância. **Qual a massa em u de 342g de açúcar?**

$$1\text{u} \quad \text{-----} \quad 1,66 \times 10^{-24}\text{g}$$

$$X \quad \text{-----} \quad 342\text{g}$$

$$1,66 \times 10^{-24} \cdot X = 1 \cdot 342$$

$$X = \frac{342}{1,66 \times 10^{-24}}$$

$$\mathbf{X = 206,02 \times 10^{24} \text{ u}}$$



E agora?

Sabe-se que a massa molecular (MM) do açúcar é 342u (equivale a uma molécula) então em **206,02x10²⁴u**, temos quantas moléculas?

$$\begin{array}{l} 342\text{u} \text{ ---- } 1 \text{ molécula} \\ 206,02 \times 10^{24}\text{u} \text{ ---- } X \text{ moléculas} \\ 342 \cdot X = 1 \cdot 206,02 \times 10^{24} \\ X = \frac{206,02 \times 10^{24}}{342} \end{array}$$

A constante de Avogadro!

$$\begin{array}{l} X = 0,602 \times 10^{24} \text{ moléculas} \\ \mathbf{X = 6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas}} \end{array}$$



Lembrando que $1\text{u} = 1,66 \times 10^{-24}\text{g}$, considere uma quantia de sal (NaCl) de 58,44g dessa substância. Qual a massa em u de 58,44g desse sal?

$$\begin{array}{l} 1\text{u} \text{ ---- } 1,66 \times 10^{-24}\text{g} \\ X \text{ ---- } 58,44\text{g} \\ 1,66 \times 10^{-24} \cdot X = 1 \cdot 58,44 \\ X = \frac{58,44}{1,66 \times 10^{-24}} \end{array}$$

$$\mathbf{X = 35,20 \times 10^{24} \text{ u}}$$



E agora?

Sabe-se que a massa molecular (MM) do sal (NaCl) é 58,44u (equivalente a uma molécula) então em **$35,20 \times 10^{24}$ u**, temos quantas moléculas?

$$\begin{array}{l} 58,44\text{u} \text{ ---- } 1 \text{ molécula} \\ 35,20 \times 10^{24}\text{u} \text{ ---- } X \text{ moléculas} \end{array}$$

$$58,44 \cdot X = 1 \cdot 35,20 \times 10^{24}$$

$$X = \frac{35,20 \times 10^{24}}{58,44}$$

A constante de Avogadro!

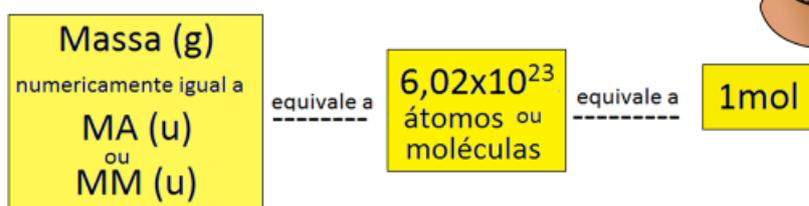
$$X = 0,602 \times 10^{24} \text{ moléculas}$$

$$X = \mathbf{6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas}}$$

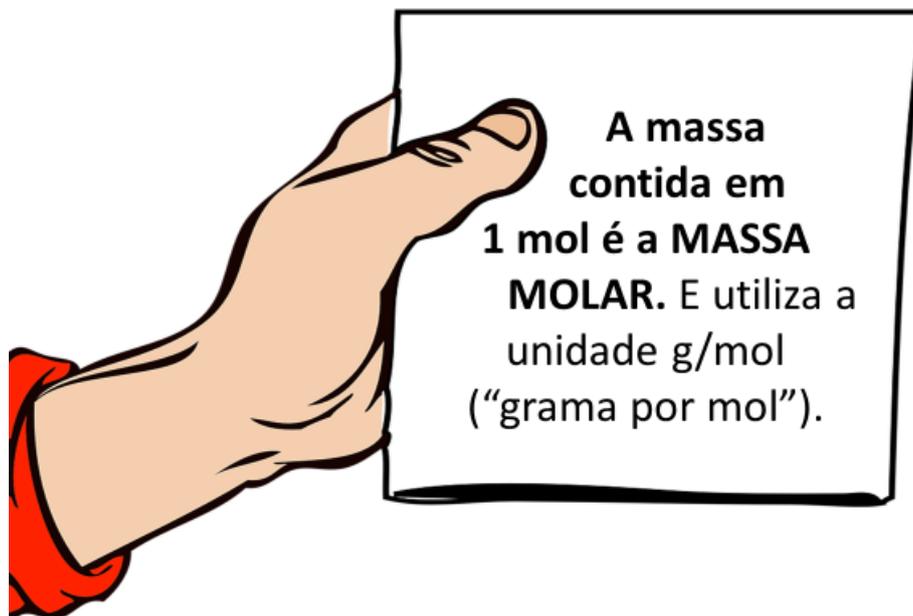


Dessa forma, descobriu-se que...

Uma **massa em gramas** NUMERICAMENTE IGUAL a **massa molecular** ou a **massa atômica** apresenta sempre um valor igual a **$6,02 \times 10^{23}$** (a Constante de Avogadro) ou seja, **1 mol.**



Para finalizar dizemos que...



Referências:

- As imagens utilizadas são livres de direitos autorais.
- **Imagem interrogação. Slide 2.** Disponível em: <<https://pixabay.com/pt/ponto-de-interroga%C3%A7%C3%A3o-pergunta-1019935/>> Acesso em: 06 Mar. 2016.
- **Imagem copo d’água. Slide 4,5.** Disponível em: <<http://publicdomainvectors.org/pt/vetorial-gratis/Copo-de-%C3%A1gua-mineral-ilustra%C3%A7%C3%A3o-em-vetor-de-flauta/9001.html>> Acesso em: 06 Mar. 2016
- **Imagem açúcar. Slide 6,7.** Disponível em: <<https://pixabay.com/pt/a%C3%A7%C3%BAcar-gotejamento-colher-talheres-485055/>> Acesso em: 06 Mar. 2016.
- **Imagem saleiro. Slide 8,9.** Disponível em: <<https://pixabay.com/pt/saleiro-sal-propagador-especiaria-241186/>> Acesso em: 06 Mar. 2016.
- **Imagem mão. Slide 10.** Disponível em: <<https://pixabay.com/pt/lembrete-arco-fita-vermelha-m%C3%A3o-23771/>> Acesso em: 06 Mar. 2016.
- **Imagem mão segurando papel. Slide 11.** Disponível em: <<https://pixabay.com/pt/observa%C3%A7%C3%A3o-m%C3%A3o-explora%C3%A7%C3%A3o-em-branco-31124/>> Acesso em: 06 Mar. 2016.

APÊNDICE F – RELATO DA CONFEÇÃO DE UM JOGO DE TABULEIRO

As pesquisas acerca de jogos no ensino da Química têm sido evidentes ao longo dos anos. Diversos autores reconhecem o avanço na produção e uso de jogos nessa área (OLIVEIRA; SOARES; VAZ, 2015; KILL; CORDEIRO; SILVA, 2014; CORRÊA, 2013, FOTOCETOLA, et al., 2012; CUNHA, 2012). Para Cunha (2012, p.95) “[...] a validade do jogo como instrumento que promova aprendizagem deve considerar que jogos no ensino são atividades controladas pelo professor, tornando-se atividades sérias e comprometidas com a aprendizagem.” Robaina (2008, p.17) menciona que ao confeccionar um jogo são importantes aspectos como criatividade e disposição, mas sugere que se faz necessária a seleção do conteúdo, materiais para sua elaboração, incentivo aos alunos além de um título e regras.

A confecção de um jogo necessita do empenho em pensar e confeccionar a atividade desejada pelo autor. E como este é voltado ao ambiente escolar, precisa inicialmente levar em consideração que está diretamente relacionado ao ensino-aprendizagem precisando, portanto, ter um objetivo definido. Por exemplo, o objetivo do jogo de tabuleiro confeccionado e intitulado: Mercado Estequiométrico foi o de revisar conteúdos já trabalhados em uma aula dinâmica.

Em vista as colocações acima, a seguir destacam-se algumas sugestões de como elaborar um jogo, a partir das experiências da autora com a confecção e uso dessas atividades:

- Refletir acerca da metodologia do conteúdo abordado.
- Pesquisar e realizar leituras sobre o conteúdo em questão.
- Pensar nos tipos de jogos existentes (como cartas, tabuleiro, perguntas e respostas, xadrez, etc.) e ver qual tipo se adapta melhor ao conteúdo que se pretende abordar no jogo.
- A partir da definição do tipo de jogo é importante a criatividade do autor em pensar como realizará/adaptará suas regras, cartas, tabuleiro.
- Separar os materiais necessários para a confecção do jogo. Nesse caso, é sempre interessante pensar em materiais reciclados ou de baixo custo, mas, a durabilidade do material também deve ser levada em conta, caso pretenda realizar tal atividade novamente.
- Por fim, é interessante testar o jogo antes de levá-lo para o ambiente escolar. É importante verificar se o material está adequado, cronometrar o tempo e verificar se alguma alteração é necessária.
- Algumas observações importantes:

- Mesmo após a atividade ser realizada em sala de aula, às vezes necessita-se alguma melhoria no material para uma melhor eficiência da mesma em usos posteriores.
- As imagens utilizadas na elaboração do Jogo de Tabuleiro e nas ilustrações das cartas devem ser livres de direitos autorais ou desenhadas/fotografadas pelo próprio autor do jogo. Por exemplo, no jogo “Mercado Estequiométrico” desenvolvido as imagens utilizadas na elaboração do Jogo de Tabuleiro e nas ilustrações das cartas são livres de direitos autorais e foram encontradas por meio de buscas no site: Imagens e vídeos gratuitos que você pode usar em qualquer lugar. Disponível em: <<https://pixabay.com/>>. Cabe informar que o acesso a este site foi realizado entre os dias 15 a 24 de fevereiro de 2016.

O processo de confecção do jogo “Mercado Estequiométrico”

O ponto de partida para a confecção deste jogo baseou-se na importância dos cálculos estequiométricos para a vida em sociedade. Nesse sentido, a indústria química se faz presente e, a compra e venda de reagentes químicos também. Assim, surgiu a primeira ideia de como seria o jogo para abordar estes conhecimentos, pensou-se em um jogo que envolvesse a compra e venda de substâncias ficticiamente. Assim, ao realizar pesquisas e leituras, encontrei uma pesquisa com ideia semelhante, a saber: Banco Químico: um Jogo de Tabuleiro, Cartas, Dados, Compras e Vendas para o Ensino do Conceito de Soluções (OLIVEIRA; SOARES, 2015), na qual os autores para sua produção basearam-se em um jogo conhecido da indústria de brinquedos da Estrela[®]. Dessa forma, estes jogos serviram de inspiração, mas em nenhum momento sofreram qualquer espécie de plágio, sendo utilizados apenas como base para minha reflexão sobre como criar o jogo “Mercado Estequiométrico”; a partir daí iniciou-se primeiro o processo de criação do tabuleiro.

Para o tabuleiro criou-se a “casa” indústria, na qual o grupo de participantes que nela “parassem” no tabuleiro, teria de responder um cálculo acerca dos conteúdos da estequiometria ou relacionados a ela, como proporções ou aspectos quantitativos da matéria (todos os conteúdos previamente estudados). A carta sorte ou revés encontrado em ambos os jogos pré-existentes, foi mantida, mas adaptada para este jogo, modificando-se o logo e as mensagens. Para este jogo foram elaboradas “casas” no tabuleiro – Eletrodo: Empresa de Metais (Recebeu uma encomenda! Receba 100), Lojas tudo é de plástico (Vendeu um lote de plásticos! Receba 80), Tudo mais farmácias (Comprou medicamentos! Pague 100), Doceria “Dona Juju” (Comprou doces! Pague 80) – voltadas apenas para manter a dinâmica de um jogo, nas quais os autores deveriam receber ou pagar o “dinheiro” confeccionado para a

própria atividade, denominado de Estequioteca (conforme apresentado entre parênteses). Contemplamos a criação de uma “casa” de tabuleiro de “m”, na qual os estudantes calculavam a Massa Molecular, Massa Molar, de uma substância, ou apenas procuravam a Massa Atômica de um determinado elemento em uma Tabela Periódica, que também foi disponibilizada para cada grupo participante do jogo. Também existiram as casas “Feriado” e “Vá para a prisão!” no tabuleiro.

A partir da definição das “casas” do tabuleiro, buscaram-se as imagens livres de direitos autorais para a criação e confecção do tabuleiro. Assim utilizaram-se imagens livres de direitos autorais, encontradas através de buscas no site Pixabay (como já mencionado), e modificadas através do uso de programas como Microsoft Word 2007[®], Paint[®]. As imagens apresentam dimensão em torno de 18,2 cm e 20,7 cm e, foram impressas em papel ofício A4 sendo envoltas com papel contact transparente, a fim de plastificar o tabuleiro, aumentando sua durabilidade. Para compor a base do tabuleiro utilizou-se o papelão da caixa de um fogão, a qual foi totalmente colada com papel contact de cor preta. Nesta “base” colou-se com pistola de cola quente, as casas do tabuleiro e o título do jogo “Mercado Estequiométrico” ao centro. Para a confecção do título do jogo utilizou-se papel contact amarelo.

Por se tratar de um jogo de tabuleiro envolvendo “dinheiro” de brinquedo, optou-se por elaborar uma moeda própria para este jogo, a qual foi denominada de Estequioteca. Para tal desenvolveu-se a arte da nota, que foi impressa em folhas de ofício colorida e posteriormente recortadas, nos valores de 10, 20, 50 e 100 (Figura 1).

Figura 183 – Imagem das Estequiotecas.



Fonte: Registro fotográfico da autora.

Como o jogo abordava conteúdos, ao final da elaboração do tabuleiro, confeccionou-se uma série de perguntas para as cartas “m”, indústria e sorte/revés. Ao final cada carta foi impressa em folha ofício e posteriormente foi envolta em papel contact transparente. A seguir apresentam-se exemplos das cartas desenvolvidas para o jogo, que foram de três tipos, a saber:

- **Carta “indústria”:** Contemplava as questões de cálculo estequiométrico ou que envolviam relações químicas de quantidades (Figura 2). Foram impressas em folha de ofício branca e tamanho retangular, correspondiam a “casa” denominada de indústria no tabuleiro.
- **Carta “m”:** Solicitava o cálculo da Massa Molecular ou da Massa Molar para uma determinada substância ou a pesquisa da Massa Atômica em uma tabela periódica. Estas cartas foram impressas em folha de ofício amarela. E no tabuleiro correspondem também a “casa m”, na cor amarela. Um exemplo da frente e verso da carta “m” pode ser visualizado na Figura 3.
- **Carta sorte ou revés:** Contemplava uma menção de sorte, podendo haver o ganho de Estequioteclas ou revés, podendo solicitar o pagamento de Estequioteclas, por exemplo. As cartas de sorte ou revés foram impressas em folha de ofício branca, com a “ordem” a ser realizada pelos estudantes (jogador), identificada na frente da carta com o símbolo sorte ou revés, conforme podemos observar na Figura 4.

Figura 2 – Imagem de uma carta denominada “indústria”.

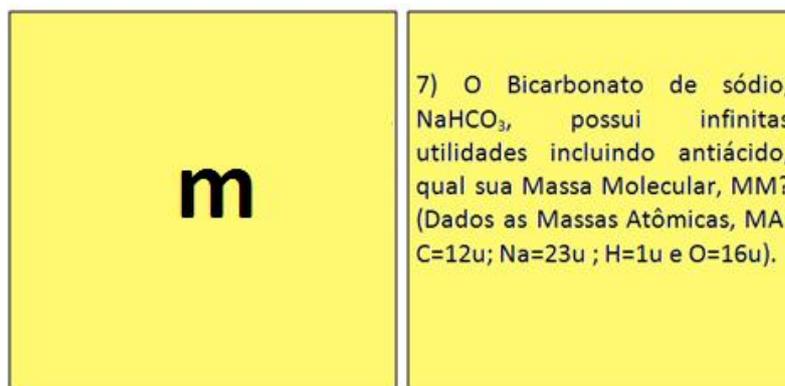
10. O cromo é um metal empregado, entre outras finalidades, na produção do aço inox e no revestimento (cromação) de algumas peças metálicas. Esse metal é produzido por meio de uma reação que pode ser assim equacionada:

$$\text{Cr}_2\text{O}_3 (s) + 2 \text{Al} (s) \rightarrow 2 \text{Cr} (s) + \text{Al}_2\text{O}_3 (s)$$

Na indústria metalúrgica precisa-se produzir 70000g de Cromo, Cr, para tal finalidade quanto terá de ser utilizado de Alumínio, Al, em gramas? (Dado as Massas Atômicas, MA, para o Al = 27u e para o Cr = 52u)

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Figura 3 – Imagem da frente e verso da Carta “m”.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Figura 4 84– Imagem da frente e verso de uma carta de sorte ou revés.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Os pinos do tabuleiro foram confeccionados para uma atividade realizada anteriormente em sala de aula, como modelos macroscópicos para o mol. Para diferenciá-los apenas foram colados papéis de cores diferentes, para melhor identificá-los no ato do jogo.

Por fim, foram comprados dados de pelúcia no comércio e as regras foram impressas em Banner para melhor visualização e leitura das mesmas durante a atividade. Na Figura 5 apresenta-se a imagem do jogo em andamento no ambiente escolar.

Figura 5 – Jogo em andamento durante aula de Química.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Considerações Finais

A idealização e confecção do jogo demandam certo tempo do autor, porém pode ser reutilizada. Os materiais para a elaboração do tabuleiro podem ser mais simples, utilizando-se de cartolina, papel pardo, etc., não necessitando plastificar, por exemplo. As regras e a composição do jogo baseiam-se em atividades que já foram realizadas em sua vida, por jogos convencionais da indústria, além da existência de artigos com jogos didáticos e por isso, basta adaptar e refletir acerca do como você gostaria que fosse a atividade caso a estivesse jogando. Nesse sentido, trabalhar na idealização e na confecção do jogo pode ser uma atividade prazerosa, na qual está envolvida a habilidade motora e criativa do autor, possibilitando a este reviver experiências de sua infância. Em relação ao uso dos jogos em sala de aula, estes permitem além de mudar a rotina escolar, uma ação dinâmica dos estudantes, na qual por meio da descontração do “brincar” o conteúdo está envolvido.

Referências:

CUNHA, M. B. da. Jogos no Ensino de Química: Considerações Teóricas para sua utilização em sala de aula. **Revista Química Nova na Escola**. n. 34, n. 2, 2012.

CORRÊA, E. R. **O lúdico e os jogos no ensino de química**: Um estudo sistemático em

eventos na área. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, Bagé, 2013.

FOCETOLA, P. B. M.; CASTRO, P. J.; SOUZA, A. C. J. de; GRION, L. da S.; PEDRO, N. C. da S.; IACK, R. dos S.; ALMEIDA, R. X. de; OLIVEIRA, A. C. de; BARROS, C. V. T. de; VAITSMAN, E.; BRANDÃO, J. B.; GUERRA, A. C. de O.; SILVA, J. F. M. da. Os Jogos Educacionais de Cartas como Estratégia de Ensino em Química. **Revista Química Nova na Escola**. Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à docência – PIBId. . v.1, p.27-34, 2015.1. 34, Nº 4, p. 248-255, 2012.

OLIVEIRA, J. S.; SOARES, M. H. F. B.; VAZ, W. F. Banco Químico: um Jogo de Tabuleiro, Cartas, Dados, Compras e Vendas para o Ensino do Conceito de Soluções. **Revista Química Nova na Escola**. Relatos de sala de aula. v. 37, n.4, p.285-293, 2015.

ROBAINA, J. V. L. **Química através do lúdico – Brincando e aprendendo**. Canoas: Editora ULBRA, 2008.

SILVA, B. da; CORDEIRO, M. R.; KIILL, K. B. Jogo Didático Investigativo: Uma Ferramenta para o Ensino de Química Inorgânica. **Revista Química Nova na Escola**. Relatos de sala de aula. p.27-34, 2014.

APÊNDICE G – ARQUIVO DIGITAL COM O VÍDEO E SLIDES

Em anexo.