

Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Exatas e da Natureza
Coordenação dos Cursos de Química
Licenciatura em Química

Samuel da Silva Lima

**Balanceando a aprendizagem e a diversão: uma forma instigante de estudar
estequiometria**

João Pessoa

2024

Samuel da Silva Lima

Balanceado a aprendizagem e a diversão: uma forma instigante de estudar estequiometria

Trabalho de conclusão de curso, apresentado ao Curso de Licenciatura em Química do Centro de Ciências Exatas e da Natureza, da Universidade Federal da Paraíba, como requisito para obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientadora: Dra. Claudia de Figueiredo Braga

João Pessoa

2024

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

L732b Lima, Samuel da Silva.

Balanceando a aprendizagem e a diversão : uma forma instigante de estudar estequiometria / Samuel da Silva Lima. - João Pessoa, 2024.

45 p. : il.

Orientação: Claudia de Figueiredo Braga.

TCC (Curso de Licenciatura em Química) - UFPB/CCEN.

1. Estequiometria. 2. Sequência didática. 3. Ensino experimental. 4. Balanceamento de reações. I. Braga, Claudia de Figueiredo. II. Título.

UFPB/CCEN

CDU 54(043.2)

FOLHA DE APROVAÇÃO

Samuel da Silva Lima

Balanceado a aprendizagem e a diversão: uma forma instigante de estudar estequiometria

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Química, do Departamento de Química, do Centro de Ciências Exatas e da Natureza, da Universidade Federal da Paraíba, como requisito para obtenção do título de Licenciado em Química.

Aprovado em: 23 / 10 / 2024 .

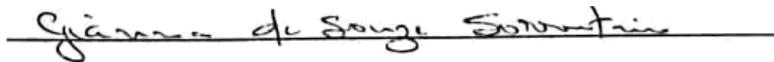
Banca Examinadora



Prof. Doutora Claudia de Figueiredo Braga

Orientador

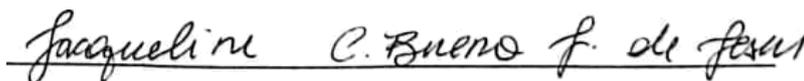
(UFPB/CCEN/Química)



Prof. Mestra Gianna de Souza Sorrentino

Membro interno

(UFFB/CCEN/Química)



Prof. Dotiioin J«cqueline Cristina Btieno Janice de Jesus

htembrn Externo

(FACEPE/UFPE)

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente aos meus pais por todo apoio que me deram desde muito novo para sempre seguir estudando. Em especial a minha mãe Eliane Silva Duarte, que terminou o ensino médio e se formou em pedagogia ainda comigo e meu irmão muito novinhos, porém ela sempre pregou que a educação era o passo mais importante e crucial para o nosso desenvolvimento como cidadão e ser humano, que sem a educação não iremos a lugar algum e se hoje estou podendo está apresentando essa tese de conclusão de curso é gigantescamente por motivo é mérito dela e de tudo que ela abdicou para que eu tivesse a melhor educação e formação possível.

Aos meus professores de estágio, que conduziram brilhantemente as disciplinas e conseguiram enriquecer de forma sublime a minha percepção referente as aulas de química e como ministrá-las para compartilhar o conhecimento adquirido ao longo do curso da melhor forma possível, são eles a Profa. Dra. Karen Cacilda Weber, a Profa. Dra. Maria Gardennia da Fonseca, a Profa. Dra. Claudia de Figueiredo Braga e o Prof. Dr. Franklin Kaic Dutra-Pereira. Em especial a professora Claudia de Figueiredo Braga, que além de professora do estágio, aceitou me orientar nesse TCC. Agradeço a ela por todo o suporte e apoio nesse projeto, por toda orientação e paciência comigo.

As minhas professoras supervisoras dos estágios, a Profa. Jéssica Brena Soares Rodrigues, a Profa. Dra. Denise Sandra Oliveira de Pontes, que além de supervisora do estágio foi minha professora no ensino médio e foi uma das principais influenciadoras para que eu entrasse na carreira acadêmica em licenciatura em química. A Profa. Dra. Saloana Santana Gomes Santos, que foi minha supervisora em dois estágios, agradeço também por ceder o espaço na escola e algumas de suas aulas para que eu pudesse realizar os estágios da melhor forma possível e me dar todo o suporte possível.

Agradeço de uma forma mais que especial a Profa. Dra. Ieda Maria Garcia dos Santos, minha primeira professora do curso de química da UFPB, onde ministrou a disciplina de química básica estrutura e me fez se apaixonar ainda mais pela química. Agradeço também, por períodos depois ter me aceito como seu aluno de iniciação científica no NPE-LACOM, que foi algo que me agregou muito conhecimento e aprendizado, além de muito mais entusiasmo para seguir na área da química. Me fez conhecer novas possibilidades e áreas que me fizeram ter certeza que queria e precisava

estar vivendo a química, então sou muito grato por toda oportunidade me dada por ela e por toda confiança em mim.

Aos meus colegas de curso e de disciplina que agregam positivamente em diversos pontos ao decorrer da minha formação acadêmica em nossas discussões e debates na sala de aula, passando diferentes visões sobre assuntos pertinentes e importantes da vivência em sala de aula. Aos meus amigos e colegas de laboratório, que sempre me apoiaram e acreditaram no meu potencial. A todos os funcionários, professores, alunos de doutorado, mestrado e iniciação científica do NPE-LACOM por todo o apoio e compartilhamento de experiências.

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso apresenta uma proposta de sequência didática para o ensino de estequiometria contendo diferentes estratégias de ensino integradas. Esta sequência didática foi aplicada em duas turmas do segundo ano do ensino médio de uma escola cidadã integral e técnica, da cidade de João Pessoa, contando com a participação de 44 estudantes. Nesta proposta, as atividades foram desenvolvidas em três encontros de aulas geminadas. O primeiro encontro incluiu apresentação do conteúdo de estequiometria de maneira tradicional e em seguida a aplicação de um jogo que utilizou a competição entre equipes para resolução de problemas. No segundo encontro, ocorreu uma aula experimental investigativa, de forma que alunos pudessem correlacionar reações estudadas previamente e a observação dos fenômenos macroscópicos apresentados quando realizados os experimentos. Por fim, no terceiro encontro, realizou-se tratamento dos dados experimentais, conectando as informações das aulas anteriores. A partir de um questionário de opinião, observamos que os alunos gostaram das estratégias didáticas utilizadas, visto que solicitaram mais aulas deste “tipo”. Em relação à aprendizagem, houve uma evolução bastante significativa, haja vista que a nota média da turma que era 7,0 aumentou para 8,7, nas avaliações referentes ao conteúdo de estequiometria. Aprender estequiometria nos anos iniciais do ensino médio é muito importante para compreensão dos fenômenos químicos e para desmistificar a famosa frase “eu detesto química”, que na verdade expressa um sentimento de frustração por não entender/aprender os conceitos químicos. A diversificação das estratégias didáticas e a conexão com temas do cotidiano motivaram os alunos a perceberem a importância da química e como esta ciência está presente em suas vidas.

Palavras-chave: Estequiometria; Sequência didática; Ensino Experimental; Balanceamento de reações.

ABSTRACT

This course completion work presents a proposal for a didactic sequence for teaching stoichiometry containing different integrated teaching strategies. This didactic sequence was applied in two second-year high school classes at a comprehensive and technical citizen school in the city of João Pessoa, with the participation of 44 students. In this proposal, the activities were developed in three twin class meetings. The first meeting included the presentation of stoichiometry content in a traditional way and then the application of a game that used competition between teams to solve problems. In the second meeting, an experimental investigative class took place, so that students could correlate previously studied reactions and the observation of macroscopic phenomena presented when the experiments were carried out. Finally, in the third meeting, the experimental data was processed, connecting information from previous classes. From an opinion questionnaire, we observed that students liked the teaching strategies used, as they requested more classes of this “type”. In relation to learning, there was a very significant evolution, it can be seen that the average grade of the class, which was 7.0, increased to 8.7, in the assessments referring to stoichiometry content. Learning stoichiometry in the early years of high school is very important for understanding specific chemicals and for demystifying the famous phrase “I hate chemistry”, which actually expresses a feeling of frustration for not understanding/learning chemical concepts. The diversification of teaching strategies and the connection with everyday topics motivated students to realize the importance of chemistry and how this science is present in their lives.

Keywords: Stoichiometry; Didactic sequence; Experimental teaching; Balancing reactions

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Reação ácido-base com liberação de gás	29
Figura 2	Mudança de coloração em meio ácido e em meio básico	29
Figura 3	Reação de redução do permanganato de potássio	29
Figura 4	Avaliação dos alunos sobre as aulas	32
Figura 5	Comparação entre as médias dos alunos ativos e a média geral	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Atividades propostas	25
Tabela 2	Adaptação do jogo passa-repassa	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
ECIT	Escola Cidadã Integral e Técnica
QNEsc	Química Nova na Escola
SBQ	Sociedade Brasileira de Química
EPI	Equipamentos de proteção individual

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVOS GERAIS.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1 ENSINO DA ESTEQUIOMETRIA.....	15
3.1.1 Origem da estequiometria	16
3.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	17
3.3 JOGOS DIDÁTICOS NA QUÍMICA	18
3.4 ENSINO POR EXPERIMENTAÇÃO.....	19
3.4.1 A realidade das aulas experimentais no Brasil	20
3.5 ENSINO INVESTIGATIVO	23
4 METODOLOGIA.....	24
4.1 AVALIAÇÃO.....	26
5 RESULTADOS	26
5.1 APRENDER JOGANDO PASSA-REPASSA DE REAÇÕES QUÍMICAS.....	27
5.2 INVESTIGANDO E BALANCEANDO AS REAÇÕES.....	28
5.3 QUÍMICOS EM AÇÃO.....	31
5.4 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DE OPNIÃO	31
5.5 PERCEPÇÕES DA DOCENTE	33
5.6 COMPARAÇÃO ENTRE AS TURMAS (2022/2023)	35
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
REFERÊNCIAS	37
APÊNDICES	40

1 INTRODUÇÃO

O ensino convencional do conteúdo de estequiometria é um desafio para os professores do ensino médio, pois os alunos costumam apresentar dificuldades para a compreensão dos seus conceitos. Inquietado com esse cenário, apresenta-se uma proposta de sequência didática para o ensino de estequiometria, contendo diferentes estratégias que se complementam, como forma de contribuir para melhoria da aprendizagem deste conceito.

A estequiometria é o estudo da área da química, que busca analisar a relação entre os reagentes e produtos existentes em uma reação química, utilizando-se de cálculos estequiométricos para isso e levando em consideração leis importantes da química, tendo como principal a lei da conservação de massas do químico francês Antoine Lavoisier, que afirma que em uma reação química não ocorre perda de massa, ou seja, todos os átomos dos reagentes estão presentes nos produtos, porém apresentando um rearranjo entre os átomos (Pauletti *et al.*, 2012).

Este trabalho de conclusão de curso foi aplicado durante o estágio supervisionado, no período de agosto a outubro de 2023 em uma Escola Cidadã Integral e Técnica da cidade de João Pessoa, cujos cursos técnicos são gastronomia, hospedagem e informática. Esta ECIT foi fundada no ano de 1973 e é uma escola de grande referência em seu bairro, possuindo laboratórios de informática, biologia e química. No período do estágio, a escola contava com 183 alunos matriculados e este estágio foi desenvolvido em duas turmas do 2º ano do curso de informática, tendo 27 alunos matriculados na turma A e 35 alunos matriculados na turma B, porém apenas cerca de 20 alunos de cada turma participaram das aulas.

A utilização de novas abordagens metodológicas e didáticas no ensino vem crescendo grandemente e tem trazido ótimos resultados, tais como salas de aulas invertidas, jogos e brincadeiras em sala de aula, aulas experimentais, entre outras estratégias didáticas (Mendonça *et al.*, 2019). Essa diversidade de metodologias de ensino engrandece bastante as aulas, ajudando no desenvolvimento e nos mecanismos de ensino-aprendizagem dos alunos, afirma Pauletti (2012). Especialmente no ensino de química, pois muitas vezes é visto como uma disciplina sempre muito difícil e teórica.

A abordagem da química utilizando o ensino tradicional, assim como toda e qualquer disciplina é possível. Muitos professores possuem ótimos resultados utilizando o meio tradicional, porém cada ser humano é único, com limitações e qualidades diferentes, então a utilização de formas diferentes de repassar um mesmo conteúdo é muito importante, para que o conteúdo chegue da melhor forma para, se não para todos, a maioria dos alunos que estão assistindo a aula (Wartha *et al.* 2013).

Aprender estequiometria nos anos iniciais do ensino médio é muito importante para compreensão dos fenômenos químicos e desmistificar o medo de muitos jovens com a disciplina de química, que na verdade expressa um sentimento frustração por não entender/aprender os conceitos químicos. Ressignificando estratégias didáticas, pretende-se motivar os alunos a perceberem a importância da química como ciência central e presente em suas vidas (Fabri *et al.*, 2018).

Levar a educação de formas diferentes é muito importante para tornar as aulas mais dinâmicas e atrativas para os alunos, além de que podemos dessa forma salvar vidas, fazendo muitos alunos preferirem estar na escola do que em lugares que poderão ser perigosos para eles. Como diz o cantor de rapper Djonga “se cada um é um universo, quem salva uma vida salva um mundo inteiro” e não há nada mais salvador de vidas do que a educação.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Propor, aplicar e avaliar uma sequência didática para o ensino de balanceamento de reações químicas, utilizando jogos e experimentos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Utilizar jogos para o aprendizado do balanceamento de reações químicas.
- Implementar atividades experimentais semi-investigativas para o balanceamento de reações químicas.
- Promover maior interação entre alunos através das atividades em grupos.
- Estimular os alunos para a curiosidade e aprendizagem de química.
- Avaliar a aceitação dos alunos quanto à metodologia empregada.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 ENSINO DA ESTEQUIOMETRIA

O ensino de estequiometria é um dos principais conteúdos estudados na química, ele é abordado em diversos momentos durante o estudo da química e também está diretamente interligada a outras áreas, como no meio farmacêutico e alimentício, o que faz com que esse conteúdo tenha uma grande importância para diversas áreas. Tendo interdisciplinaridades com áreas de conhecimento da Física e da Biologia.

Segundo a BNCC (2024), a estequiometria é utilizada para promover a compreensão dos fenômenos naturais e a formação de cidadãos críticos e autônomos. Para o ensino de química e estequiometria, as competências exigidas são a compreensão dos conceitos químicos, como o desenvolvimento da habilidade, compreensão e aplicações de conceitos fundamentais, como estudo da estrutura atômica, ligações químicas e transformações químicas.

Para o ensino da estequiometria deve se incluir a compreensão de relações quantitativas em reações químicas, como a utilização de cálculos estequiométricos e o conteúdo deve ser interligado e contextualizado, ligando o estudo da química e da importância da estequiometria a problemas do cotidiano dos alunos. Tendo como foco principal o desenvolvimento de habilidades como análises críticas, como a investigação científica, resolução de problemas, raciocínio lógico e argumentação.

Compreendendo como habilidades relacionadas ao ensino de estequiometria, segundo a BNCC tem-se: EF09CI08 - compreender e aplicar a lei da conservação da massa em reações químicas e realizar cálculos estequiométricos; EF09CI09 - interpretar e equilibrar equações químicas, relacionando as quantidades de reagentes e produtos; EF09CI10 - utilizar conceitos de estequiometria para resolver problemas práticos, como a análise de processos industriais e laboratoriais e EF09CI11 - relacionar os conceitos de estequiometria com aplicações no cotidiano, como a dosagem de medicamentos e reações em bioprocessos.

3.1.1 Origem da estequiometria

O grande químico Antoine Laurent Lavoisier, em seu livro *Tratado Elementar de Química*, no ano de 1789, já começa os primeiros e principais estudos da química, e também da estequiometria, da sua época. Lavoisier possui uma das leis mais famosas e relevantes da química, além de possuir uma das mais conhecidas frases da química e que está diretamente ligada a estequiometria. Segundo Lavoisier (1789) “na natureza, nada se cria, nada se perde, tudo se transforma.”.

A partir dessa afirmação sobre a propriedade da matéria e de seus estudos dos gases, ele chega a sua lei da conservação de massas ou lei de conservação da matéria, que assim como na natureza não ocorre perda e sim uma transformação da matéria, que em uma reação química, segundo Lavoisier (1789) “A soma das massas das substâncias que estão nos reagentes, é igual a soma das massas das substâncias que estão nos produtos”. Portanto, em uma reação química não ocorre a perda de matéria, mas sim uma transformação de compostos em outros.

A estequiometria é a área da química que estuda a relação da quantidade da matéria entre os reagentes e os produtos em uma reação química, vindas das afirmações de Lavoisier. A partir dos estudos de Lavoisier muito da química se desenvolveu, em especial o estudo das reações químicas, no entanto, para muitos ainda é difícil entender completamente como as reações funcionam e para os alunos de ensino médio não é diferente.

O conteúdo de estequiometria nas escolas brasileiras é e sempre foi um desafio, pois é apontada por muitos alunos e pesquisadores como sendo um dos conteúdos mais difíceis da química (Santos et al, 2019), por outro lado, apesar de ser difícil, ele é um dos, se não o conteúdo de maior importância na química, pois é uma das bases para o desenvolvimento do conhecimento químico.

Apesar da sua ideia simples de que em uma reação química a massa dos produtos que estarão nos reagentes será igual a massa dos produtos e que ocorre na verdade uma transformação de espécies químicas em outra(s), para alguns alunos a real concepção do conteúdo e do porquê estão realizando esse trabalho ainda é desconhecida ou simplesmente ignorada.

Alguns autores ainda afirmam que a aprendizagem significativa dos cálculos estequiométricos e de tudo que está interligado a eles, ainda é defasada por boa parte dos alunos do ensino médio, afirma Santos (2019). Essa defasagem pode ocorrer devido à dificuldade natural do conteúdo, porém a forma como as aulas são ministradas também pode ser um ponto de influência.

Além dos pontos anteriormente citados, estudos mais atuais demonstram que os alunos se sentem pouco motivados e entusiasmados com as aulas de química, afirma Mendonça (2019). E por isso, os professores precisam buscar novas formas de ensino, como tentar associar e adaptar aulas experimentais, jogos e aulas que sejam mais dinâmicas para atrair mais a atenção e o interesse dos alunos e sair um pouco dos métodos tradicionais de ensino ou associar ao ensino tradicional, metodologias mais dinâmicas.

3.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO DE QUÍMICA

A sequência didática é um conjunto de atividades elaboradas de forma conjunta, para que leve o aluno a atingir um objetivo didático pré-determinado. No ensino de química a sequência didática pode ser aplicada em todas as áreas, desde a química básica, com o estudo da história da ciência, como é abordado por Andrade et al (2017), a conteúdos mais específicos como o estudo da formação do universo ou o conceito de energia, como é abordado por Silva et al (2022).

A aplicação de sequências didáticas para o ensino de química vem crescendo amplamente e dentre diversos conteúdos, o de estequiometria costuma ser sempre um dos assuntos mais complicados para os alunos, por envolver aritmética e diversos conceitos químicos, portanto, a utilização de uma sequência didática, que promova diferentes estímulos nos alunos pode ser um caminho interessante para estimulá-los a estudar o conteúdo.

Um exemplo, da utilização da sequência didática para o ensino de estequiometria é o trabalho de Jadis Silva *et al.* (2022), onde tem-se uma sequência didática para o estudo investigativo sobre o conceito de mol. O autor apresenta uma abordagem simplificada dos conceitos de mol, explicando as diferenças entre mols em substâncias com massas iguais, volumes iguais e explicando que existe uma diferença entre a massa e a quantidade de matéria que cada substância possui. O que, segundo o autor, levou a um estímulo maior

dos alunos sobre o conteúdo, por ser abordado de uma forma dinâmica, apresentando aos alunos a forma como o professor resolveria a questão, porém dando possibilidade dos alunos apresentarem suas próprias formas de pensar e de resolução, abrindo a possibilidades de respostas utilizando desenhos para explicação das atividades e do relação entre mol e massa.

Nas sequências didáticas pode-se prever diversas estratégias para se alcançar os objetivos, tais como: jogos, atividades em grupo, atividades teóricas e atividades experimentais.

3.3 JOGOS DIDÁTICOS NA QUÍMICA

Os jogos estão presentes no cotidiano no ser humano a diversos séculos e cada vez mais eles estão presentes no dia a dia das pessoas, seja nos celulares, computadores, tablets e em videogames. A sala de aula é vista muitas vezes como um local muito rígido, pelos alunos, mas pode ser um local divertido também e quando estamos em um ambiente em que nos divertimos a tendência é que consigamos entreter-se mais. Por isso, estudos mais recentes apontam que o uso de jogos em sala de aula é muito importante e agrega de forma bastante positiva no ensino de química (Pereira et al, 2023).

Os jogos tendem a motivar e engajar as pessoas e isso ocorre também na sala de aula com os alunos. No entanto, é necessário que os jogos, utilizados como ferramenta educacional, sejam associadas às ideias, problematizações e que façam os alunos buscarem soluções eficientes direcionadas e relacionadas a essas problematizações. Segundo Tolomei (2017), na química essas ideias são ainda mais importantes, em especial quando tratamos de estequiometria, pois é muito importante a associação dos jogos com um conteúdo que é bastante importante e visto em várias áreas da química. Isso demonstra a necessidade de os professores buscarem novas formas de aprendizagem e terem uma continuação e capacitação continuada, como é afirmado por Santos (2019). Sobretudo, em conteúdos que são abordados de forma majoritariamente teórica.

Araújo (2021) afirma que nos últimos anos tivemos um aumento da utilização dos jogos em sala de aula, sobretudo após a pandemia, pois muitos professores buscaram novas alternativas para enfrentar as aulas no formato EAD, utilizando programas e jogos *online* para tornar a aula mais atrativa para os alunos.

O jogo tecnológico mais utilizado nos últimos anos dentro das salas de aulas, são os jogos virtuais, principalmente jogos como o *Kahoot* que é um site de quiz e que pode ser realizado de forma online por vários alunos. Todavia, é possível a implementação e criação de outros tipos de jogos e atividades, como jogos tabuleiro ou cartas, pensado pelo docente, mas desenvolvidos pelos próprios alunos. O mundo dos jogos é amplo, pode e deve ser explorado de diversas formas, desde utilizando-os como uma competição entre os alunos, para resolver uma questão, até elaborar uma nova forma de ensino.

3.4 ENSINO POR EXPERIMENTAÇÃO

As ciências exatas e da natureza possuem grande interligação com a experimentação, é comum dentre a sociedade associar a imagem de cientista a uma pessoa que vive dentro de um laboratório realizando experimentos e pesquisas a partir desses experimentos, no entanto o uso da experimentação para o ensino ainda é muito limitada no Brasil. Muitas escolas não possuem laboratórios de Biologia, Física e Química, por outro lado, os professores não conseguem promover a experimentação em sala de aula, pois demanda recurso próprio, adequação de espaço escolar e principalmente tempo para organização e realização de experimentos. Montar experimentos de forma alternativa em sala de aula, para que em apenas uma aula, geralmente 45 minutos e que possibilite a participação dos alunos, não é uma tarefa fácil e por isso, poucos professores conseguem fazê-lo de forma sistemática.

Segundo a teoria da aprendizagem significativa, proposta por David Ausubel em 1968, a aprendizagem significativa ocorre quando surge uma nova ideia ou perspectiva se interligando ou se relacionando com conhecimentos prévios do aluno sobre o tema. Esse conhecimento prévio pode ser fruto da experiência do aluno ao longo de sua vida e da sociedade que está inserido ou imposto pelo professor. Para Ausubel (1978) para uma aprendizagem significativa o aluno precisa estar disposto mentalmente a querer aprender e não apenas decorar o que está sendo transmitido pelo professor, pois assim a aprendizagem se torna mecânica, portanto, o uso da aprendizagem pela experiência experimentativa é um dos pontos importantes para o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos. Colocar o aluno em situações em que ele precise pensar, raciocinar, investigar e solucionar os problemas por conta própria, a partir dos seus conhecimentos é um caminho possível a seguir e desenvolver novos conhecimentos a partir do erro/acertos.

Outro ponto importante para o desenvolvimento da aprendizagem é o quanto o conteúdo/tema tem significado para o aluno, ou seja, que agrega no dia a dia desse aluno.

No estudo da química o uso das aulas experimentais é usado para comprovar ou reforçar uma teoria. Geralmente é proposto para um roteiro específico, com passo a passo previamente definido e os alunos apenas seguem esta receita, sem refletir sobre e o porquê dos fenômenos observados e não conseguem ver significado para seu cotidiano. Numa aula em laboratório deve-se ensinar os conceitos básicos e de segurança, mas os alunos precisam ter liberdade para aprender pela observação, errando e repetindo ao realizar os experimentos e assim desenvolver a aprendizagem mais significativa e de forma a compreender a teoria envolvida e suas aplicações. Souza *et al.* (2013) afirmam:

A experimentação nas aulas de Química tem função pedagógica, ou seja, ela presta-se a aprendizagem da Química de maneira ampla, envolvendo a formação de conceitos, a aquisição de habilidades de pensamento, a compreensão do trabalho científico, aplicação dos saberes práticos e teóricos na compreensão, controle e previsão dos fenômenos físicos e o desenvolvimento da capacidade de argumentação científica.

A química é uma ciência de caráter experimental e os alunos precisam estar imersos nesse ambiente que se observa, experimenta e produz conhecimento. Além de que muitos alunos não conseguem gostar de química ou possuem dificuldade na disciplina por dificuldade ou desinteresse. É preciso promover aulas em laboratório ou adaptar experimentação em outros espaços para que os alunos vivenciam essa ciência experimental e percebam o quanto a química é bonita e interessante.

3.4.1 A realidade das aulas experimentais no Brasil

A revista de ensino Química Nova na Escola (QNEsc) teve sua fundação em 1994 após o VII Encontro Nacional de Química, promovido pela Sociedade Brasileira de Química (SBQ), desde então no período de maio de 1995 a 2015, apenas 97 artigos sobre experimentos foram publicados na revista, destacando-se o ano de 2008 com 10 artigos publicados. Posteriormente, observou-se uma queda neste tipo de publicação, visto que entre 2009 e 2015 menos de 3 artigos foram publicados por ano nessa área. Isso indica

uma diminuição na produção de artigos de ensino por meio de experimentos ou das dificuldades dos professores para buscarem novas práticas ou meios de ensino a partir de experimentos, como é apontado por Lisboa (2015).

Apesar das limitações encontradas em sala de aula pelos professores é preciso buscar meios de interligar o conteúdo teórico e prático para gerar um ensino mais dinâmico, interessante e significativo para o aluno. Uma alternativa para a falta de recurso ou infraestrutura no ambiente escolar é tentar levar para as aulas, experimentos mais simples e rápidos, para que os alunos consigam visualizar na prática o que a teoria diz, ou o inverso, a partir de um experimento simples fomentar a discussão sobre um tema e despertar o interesse da turma para o fenômeno químico e a partir desta motivação introduzir os conceitos relacionados.

A elaboração de experimentos mais dinâmicos é importante para o desenvolvimento do aluno, como por exemplo propor atividades em que o professor apenas diz o que ele quer obter como resultado e dar liberdade para os alunos usarem sua experiência, intuição, sensorialidade e os seus conhecimentos prévios sobre o tema para buscar a solução do problema da sua maneira, podendo ser de forma individual ou coletiva. Além da possibilidade de aulas experimentais em ambiente virtual, que ajuda a sanar possíveis limitações de espaço e/ou equipamentos e reagentes.

Relembrando o início da pandemia em decorrência do vírus SARS-CoV-2, responsável pela doença covid-19, o ensino de forma remota ou híbrida teve grande foco devido a necessidade de não parar totalmente as atividades acadêmicas, a partir daí o uso de aplicativos e programas de experimentação remota ou virtual tomou uma grande crescente, como laboratórios virtuais, simuladores e jogos.

O ensino utilizando essas ferramentas digitais foi de grande importância para a continuidade da aprendizagem durante o período de pandemia, mesmo com as limitações impostas é preciso reconhecer a importância desses programas, softwares e aplicativos e tentar adaptá-los ou inseri-los no contexto de sala de aula, mesmo após o término da pandemia

Apesar de muitas dificuldades e limitações é possível e é preciso a implementação de atividades experimentais para os alunos de ensino médio, seja em sala de aula, em um ambiente virtual ou dentro de um laboratório. O professor deve sempre buscar um ensino teórico-experimental, pois ele gera uma percepção de formas diferentes pelos alunos

gerando uma aprendizagem mais efetiva e menos mecânica se realizada de forma que estimule a criatividade dos alunos e que façam ele compreender realmente o assunto de formas diferentes e, a partir disso, ter um senso crítico e científico sobre o assunto e não só uma aprendizagem mecânica. A implementação da atividade experimental em conjunto com o passado na teoria em um ensino teórico-experimental tende a levar um maior interesse e aprendizagem dos alunos.

A adaptação ou a modificação de alguns experimentos utilizando materiais do dia a dia dos alunos, torna os experimentos mais atrativos e, se feitos corretamente, alguns podem ter pouco ou nenhum risco a integridade física dos alunos, sem a necessidade de muitos aparatos de proteção, pois algumas escolas não disponibilizam jaleco ou equipamentos de proteção individual (EPI), como luvas e óculos de proteção, para os alunos.

A utilização de jaleco é necessária, mas em virtude da necessidade educacional de muitas escolas de ensino médio e da rede pública do país, experimentos que possam ser feito em casa ou na própria sala de aula, sem a necessidade de um laboratório externo, sob uma orientação prévia do professor para devidos cuidados, como utilização de calça e calçado fechado, mas sem riscos ou com riscos mínimos para os alunos, seria o ideal, para experimentação em grande escala no território brasileiro, englobando assim diversas escolas, condições e infraestruturas.

O uso de garrafas pet, latas, tampinhas de garrafa, papel de balas, tanto os papeis de plástico e os de alumínio, entre outros diversos materiais que seriam descartados, podem ser reutilizados e utilizados nos experimentos para gerar ensino, como por exemplo, em um experimento muito comum que é a reação de alumínio com hidróxido de sódio, por que não utilizar alumínio de latas de refrigerante ou de papeis de bala na reação? Por que não utilizar garrafas pet para demonstrar de forma experimental e visual, os conceitos de gases? São questões simples que os professores devem se questionar e, cada vez mais, essas questões são importantes, tanto para novas formas de ensino, como para utilização ou reutilização de materiais na sala de aula, que seriam descartados e geram poluição.

A utilização de alimentos em pequena escala, para evitar desperdício, também pode ser um caminho para o desenvolvimento de experimentos, como por exemplo, utilizando gelatina para explicar o conceito de aminoácidos. Pode ser utilizada também

cascas ou sumo de frutas, que normalmente são descartados e viram resíduos, ambos podem ser utilizados como reagentes em diversas aplicações, como, por exemplo, em conjunto com a gelatina, explicar o conceito de enzimas e os efeitos delas nas reações. O sumo do abacaxi é rico na enzima bromelina, que é uma enzima proteolítica que tem como funcionalidade ajudar na quebra das ligações das proteínas, tendo grande função digestiva.

Já o uso de cascas de frutas, pode ser usado para explicar os efeitos da oxidação dos alimentos e em conjunto com a professora ou professor responsável pela disciplina de biologia da escola, levar os alunos para uma aula de campo e dar uma aula sobre que adubos naturais, os efeitos e a importância dele na química dos solos e das plantas. Entre outras diversas possibilidades de aulas experimentais que podem ser feitas utilizando resíduos ou material reciclável e sem riscos à saúde dos alunos.

3.5 ENSINO INVESTIGATIVO

A investigação é a alma da ciência. Todo e qualquer cientista sempre busca investigar e descobrir coisas novas em suas áreas e na química não é diferente. A química tem diversas vertentes de pesquisa, síntese de fármacos, descoberta de novos materiais e combustíveis mais sustentáveis, predição de propriedades moleculares por meio da química quântica, além da pesquisa em ensino, cujo laboratório é a sala de aula e busca desenvolver melhores estratégias e metodologias de ensino da química.

O ensino investigativo possui uma vertente principal que é a problematização. Assim como todas as descobertas feitas na história do planeta, o ser humano sempre se questiona e problematiza o motivo dos fenômenos naturais, como a cor do céu, a gravidade, as cores, entre outras coisas. No ensino investigativo, o professor apresenta um problema para o aluno tentar resolver, de forma a abordar os conteúdos previstos de uma instigante e com protagonismo do estudante (Batista, 2018). Pode-se abordar também o ensino semi-investigativo, onde o professor apesar de problematizar uma situação para o aluno, ele já começa a dar uma rota, dar algumas dicas e mostrar uma direção para os alunos conseguirem resolver esses problemas. Em ambos os casos é uma forma bem eficaz de gerar aprendizagem e desenvolver o ensino.

Podemos encontrar muitas vezes o ensino investigativo ou semi-investigativo, associado ou interligado a aulas experimentais e isso faz total sentido, pois dessa forma os alunos conseguem vivenciar ainda mais a fundo a experimentação, a sensação de buscar respostas a partir de uma visão prática, como a explicação por trás de um fenômeno em uma reação química.

O principal pilar para uma aula investigativa eficiente é o problema. Esse problema pode ter diferentes níveis de dificuldade, e pode ser necessário adaptações, se o nível for muito acima do que ele é capaz de resolver, porém se for um nível muito abaixo, os alunos poderão não se interessar pelo tema (Lima, 2012).

O segundo pilar, é o professor fazer com que os alunos consigam criar hipóteses para a resolução da problematização. A partir dessas hipóteses, os alunos conseguem gerar diferentes resoluções para os problemas e compartilhar essas ideias distintas de resoluções entre todos os alunos e por fim analisar de forma crítica todos os resultados analisados e verificar o melhor caminho para a resolução da problematização inicial. Segundo Carvalho (2018), essa troca de informação entre os alunos é importante, para gerar mais interação entre os alunos e estimular o trabalho em equipe e o engajamento dos alunos com o conteúdo.

4 METODOLOGIA

Esta pesquisa tem uma abordagem mista, pois envolveu análise de dados que foram coletados através de questionários (formulários *online*), análise da avaliação formal. Utilizando a metodologia de estudo de caso foi realizada a observação do estagiário/pesquisador a partir de suas vivências em seu estágio curricular, numa escola cidadã integral e técnica, com duas turmas do 2º ano do ensino médio técnico.

Para o ensino da estequiometria, com ênfase no balanceamento de reações químicas, foi proposto uma sequência didática com diferentes estratégias de ensino, associando-as a três momentos pedagógicos (2 aulas geminadas), conforme apresentado na tabela 1.

Tabela 1 - Momento pedagógico e atividades propostas para o ensino de balanceamento de reações químicas.

Momento Pedagógico	Atividades
Problematização inicial e organização do conhecimento	<p>Aula 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apresentação do conteúdo, de forma teórica e sondagem dos conhecimentos prévios. - Jogo didático para o estudo do balanceamento de reações químicas, a partir de uma adaptação autoral, do jogo passa-repassa.
Aplicação do conhecimento em um âmbito experimental.	<p>Aula 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aula experimental semi-investigativa, em 3 estações de experimentos. - Representação fenomenológica dos experimentos. Balanceamento das reações.
Análise dos resultados da aula experimental.	<p>Aula 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apresentação pelos alunos de suas observações experimentais e escrita das reações. - Discussão sobre representação química, estado de agregação e conservação de massa. - Discussão sobre a importância do balanceamento das equações químicas.

Fonte: autor, 2024.

Os principais recursos utilizados nas aulas foram TV, slides, notebook e lousa. Na aula com caráter experimental necessitou-se de algumas vidrarias de laboratório como béqueres, provetas e vidro de relógio, além de balança, espátula e os reagentes previstos nos experimentos, conforme descritos nos roteiros e planos de aulas apresentados nos apêndices 1 e 2.

Na primeira aula utilizamos um método de aprendizagem tradicional, com a apresentação do conteúdo de estequiometria, com ênfase em balanceamento de reações químicas e interligada ao cotidiano do aluno. Na segunda parte da aula foi proposto uma atividade com jogos, adaptação de um jogo popular passa-repassa, adaptado para balanceamento de reações químicas (apêndice 2).

Os alunos organizados em grupos, tinham que balancear algumas reações químicas e posteriormente desafiar os demais grupos a resolverem estas equações, promovendo uma aprendizagem cooperativa e desafiadora.

Na segunda aula, realizou-se aula experimental semi-investigativa, no laboratório da escola e a turma foi dividida novamente em grupo, mantendo a mesma formação da primeira aula. Os experimentos foram distribuídos em 3 estações, para que cada grupo pudesse realizar, investigar e discutir os fenômenos químicos. Os grupos que não estavam fazendo os experimentos buscavam fazer o balanceamento das reações e relacionar com o observado nos experimentos. No final, cada grupo deveria analisar suas anotações e buscar representar os fenômenos através das equações químicas para a partir dos erros/acertos observados nos experimentos, realizar o balanceamento das reações e a escrita correta das equações químicas.

Na terceira aula, os alunos apresentaram suas observações acerca dos experimentos. O estagiário fomentou a discussão explicando as diferenças entre o que é observável do ponto de vista macroscópico e apresentou o estado de agregação das substâncias, o que ocorreu de fato em cada reação. Ao final da discussão, apresentou as reações químicas e junto com os alunos, realizaram o balanceamento das reações.

4.1 AVALIAÇÃO

A avaliação dos alunos foi realizada de forma qualitativa pelo estagiário e o professor da turma. Cada aluno foi avaliado a partir de sua participação, interação, demonstração de interesse e de comprometimento com as atividades, além da participação no grupo. Foi avaliado se o aluno estava comprometido com os colegas, se fazia as atividades em conjunto, se havia compartilhamento de informações e o quanto cada aluno se dedicou para realizar os experimentos. A partir de um questionário online, os alunos e professor puderam avaliar as estratégias empregadas na sequência didática proposta. E foi realizada uma comparação entre turmas (2022/2023), a partir das médias das turmas sobre o conteúdo em tela.

5 RESULTADOS

Apesar de uma recusa inicial, por acreditarem ser um conteúdo um pouco mais difícil, ao longo das aulas a interação e assimilação do conteúdo gerou mais dinâmica nas atividades. Os alunos demonstraram bastante entusiasmo ao realizar as atividades e compreensão do conteúdo que estava sendo discutido e apresentado nas aulas. As aulas tiveram como conteúdo principal o estudo da estequiometria, especialmente do balanceamento de reações químicas.

5.1 APRENDER JOGANDO PASSA-REPASSA DE REAÇÕES QUÍMICAS

No momento inicial da aula foi apresentado exclusivamente explicações teóricas, definições e exemplificações de como realizar balanceamentos químicos, apresentados exemplos de como descobrir o balanceamento correto das reações químicas, utilizando o método por tentativa e erro. Os alunos conseguiram observar quais as etapas e possibilidades para um balanceamento correto das equações.

No segundo momento da aula, realizou-se uma pequena competição entre equipes, para os alunos praticarem e tentar balancear algumas equações químicas. Esse jogo foi chamado de passa-repassa de reações químicas e dividido em duas etapas, uma etapa inicial, feita internamente entre cada equipe, e uma segunda etapa onde uma equipe desafiaria as outras equipes.

Na etapa inicial, os alunos foram divididos em 4 equipes de cinco a seis alunos e foram passadas quatro equações similares, porém com reagentes e produtos diferentes, para cada equipe balancear. Uma equação de combustão, uma de formação de ácidos, uma com a presença de um óxido ou um hidróxido metálico e uma reação abordando metais de transição, para ter uma leve diferenciação entre as equipes.

A partir dessas reações apresentadas, os alunos de cada grupo deveriam se reunir entre eles e tentar realizar o balanceamento das reações corretamente, com a supervisão do professor da disciplina. A cada reação correta a equipe ganha um ponto. Após todas as equipes realizarem a primeira etapa, iniciou-se a segunda etapa do jogo.

A segunda etapa funcionou de fato como um passa-repassa, as equipes precisam escolher uma das reações do seu grupo e desafiar outra equipe, se a equipe desafiada conseguisse realizar corretamente o balanceamento da reação, ganharia um ponto, se não o ponto iria para equipe desafiante. Os desafios foram feitos entre todas as equipes. Cada

equipe deveria escolher uma reação química diferente, para a equipe a ser desafiada, conforme apresentado na tabela 2.

Como pontuação extra e para estimular ainda mais a prática, foram apresentadas mais quatro equações de balanceamento da água, porém com produtos diferentes. Uma reação formando como produto 1 mol de água, uma reação formando 2 mols, outra reação formando 3 mols e uma última formando 4 mols de água. A equipe que conseguir balancear corretamente todas as quatro equações ganhou um ponto extra na competição.

Tabela 2. Etapas do jogo passa-repassa de reações químicas

Passa-repassa de reações químicas	
Etapa 1	Separação das equipes, apresentação das reações que cada equipe balanceará e o balanceamento das reações feito de forma conjunta pela equipe.
Etapa 2	Cada equipe deverá escolher uma reação, das que foram propostas para ela, e desafiar as outras equipes. Utilizar uma reação diferente para cada equipe desafiada.

Fonte: autor, 2024.

No final das duas etapas do passa-repassa, a equipe ou as equipes que tiverem mais pontos ganham uma premiação. Na aplicação desse jogo com as turmas do 2º ano da escola, utilizamos chocolates como premiação da equipe vencedora, porém, nas duas turmas tivemos os quatro grupos se saindo muito bem e tivemos um empate entre eles, fazendo com que todos fossem premiados.

5.2 INVESTIGANDO E BALANCEANDO AS REAÇÕES

No cotidiano, os químicos utilizam conceitos estequiométricos diariamente, dentro do laboratório. No entanto, o ensino da estequiometria para os alunos do ensino médio costuma ser majoritariamente teórico, com muitas reações para fazerem em sala, porém com pouca conexão e aplicação prática. Por isso, é importante fazer essa associação e apresentar como podemos utilizar esses conceitos na vivência do laboratório.

Desta forma, realizamos uma aula experimental tendo como base principal levar as associações de que as estequiometrias propostas teoricamente, das reações químicas, são importantes e precisam estar diretamente ligadas ao que irá acontecer no experimento,

porém existem casos em que a estequiometria proposta não ocorre corretamente e, nesse caso, é necessário identificar as diferenças entre o previsto teoricamente e o visto experimentalmente.

A aula experimental foi organizada em grupos, mantendo os mesmos grupos que realizaram a aula 1. Os experimentos foram divididos em estações e os grupos passaram por cada estação para realizar o experimento, observar e fazer anotações. Foi estimulado que anotassem suas observações, tais como: se houve mudança de fase, mudança de cor, se gerou precipitado, etc.

Foram utilizadas três estações experimentais, divididas em quatro experimentos, onde foram passadas às reações químicas para os alunos, no entanto, as reações apresentadas estavam incompletas, não balanceadas corretamente ou com produtos diferentes ao apresentado no experimento, para que os alunos realizassem uma investigação e tentassem assimilar a parte teórica com a experimental. As figuras 1, 2 e 3, apresentam como foram organizadas cada estação.

Figura 1: Reação ácido-base com liberação de gás.



Figura 2: Mudança de coloração em meio ácido e em meio básico do dicromato de potássio.

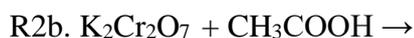
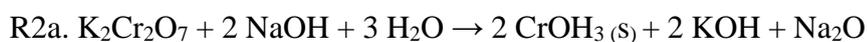


Figura 3: Reação de redução do permanganato de potássio.



Fonte: autor, 2024.

A representação das reações químicas, em cada estação, foi apresentada aos alunos de forma incompleta, para ser relacionada com os experimentos vistos nas aulas:





Nas reações R1 e R2b os alunos precisariam escrever corretamente os produtos e balancear a reação, para a segunda reação R2a devem verificar se os produtos da reação estão corretos, caso não esteja, os alunos devem explicar o motivo e propor os produtos mais prováveis e balanceá-los corretamente e por fim, na R3 verificar o balanceamento da reação.

Na primeira estação realiza a reação de bicarbonato de sódio (NaHCO_3) com ácido acético (CH_3COOH), foi realizada sobre uma balança, para que os alunos pudessem verificar que ocorre uma “perda de massa” e tentar associar à formação do gás dióxido de carbono (CO_2), que escapa do béquer para o ambiente, portanto o peso que diminui na balança é justamente pela formação do gás.

Na segunda estação, o segundo experimento (R2a e R2b) foram colocados em uma única estação, pois apresentam o mesmo reagente, o dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), tendo como diferença, entre os experimentos, apenas o meio em que o dicromato iria ser colocado, uma solução em meio ácido e uma solução em meio básico. Os alunos deveriam analisar a diferença de coloração do reagente em solução básica e ácida e trazer os produtos e características diferentes para cada solução, sendo possível verificar principalmente a mudança coloração em meio ácido, com uma coloração alaranjada, e em meio básico, com uma coloração amarelada. Diferente do apresentado nos produtos propostos da terceira reação, não ocorre precipitação, os alunos precisam observar isso e a partir disso entender que os produtos da reação são diferentes dos apresentados inicialmente.

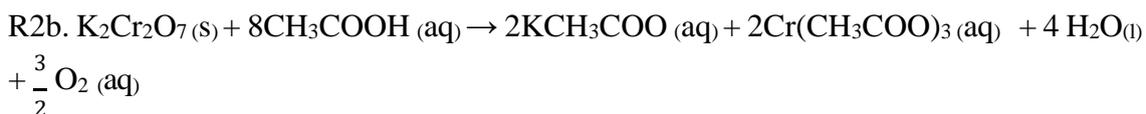
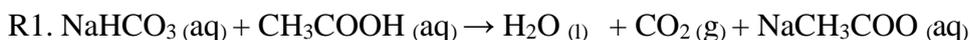
Na terceira estação tem-se reação do permanganato de potássio (KMnO_4) com peróxido de hidrogênio (H_2O_2), ocorre uma mudança na coloração da solução do magenta para marrom. O grupo deveria explicar o motivo da mudança de coloração e associar a diminuição do estado de oxidação do manganês.

Como foram separados quatro grupos e três estações, o grupo que não estivesse fazendo os experimentos deveria resolver o balanceamento das reações em sala, no intuito de fazer com que os alunos conseguissem assimilar rapidamente as diferenças das reações, inicialmente propostas e do que observavam quando realizavam os experimentos.

Os alunos coletaram os dados experimentais, para em grupo compararem os resultados obtidos, de acordo com os fundamentos teóricos e dados experimentais, para apresentarem suas considerações e indicar corretamente os produtos das reações, na aula subsequente.

5.3 QUÍMICOS EM AÇÃO

Na terceira aula, os alunos trouxeram os resultados da comparação entre as reações teóricas e experimentais, vistos em sala, além das explicações de cada fenômeno resultado das reações. Dessa forma, os grupos apresentaram os resultados obtidos e cada grupo foi ao quadro, ou tentaram replicar o experimento, para explicarem para todos o porquê de cada resultado obtido. As explicações dos experimentos e os resultados obtidos na investigação foram feitos com a supervisão do professor responsável e foram interessantes, os alunos conseguiram entender e explicar o porquê de cada reação e fenômeno visto nos experimentos, especialmente, conseguindo assimilar a parte teórica da estequiometria com os resultados experimentais. Posteriormente a apresentação das equações balanceadas, em comparação com os resultados obtidos pelos alunos, o professor responsável complementou as informações obtidas e encerrou o conteúdo com todas as atividades previstas apresentadas.



5.4 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO

Após as aulas, foi contabilizado e associado às notas de cada aluno e realizado um formulário com os alunos das duas turmas sobre a experiência deles nas aulas (apêndice 3). Foi questionado se conseguiram entender o conteúdo apresentado, se a metodologia das aulas agradou os alunos e como isso agregou para o desenvolvimento da aprendizagem deles. Entre as duas turmas, 44 alunos responderem, ao formulário. 38 alunos fizeram uma avaliação positiva sobre o aprendizado e a compreensão do conteúdo.

43 alunos afirmaram que a metodologia empregada ajudou positivamente no aprendizado, além de ter uma compreensão mais fácil e/ou rápida do conteúdo (Figura 4).

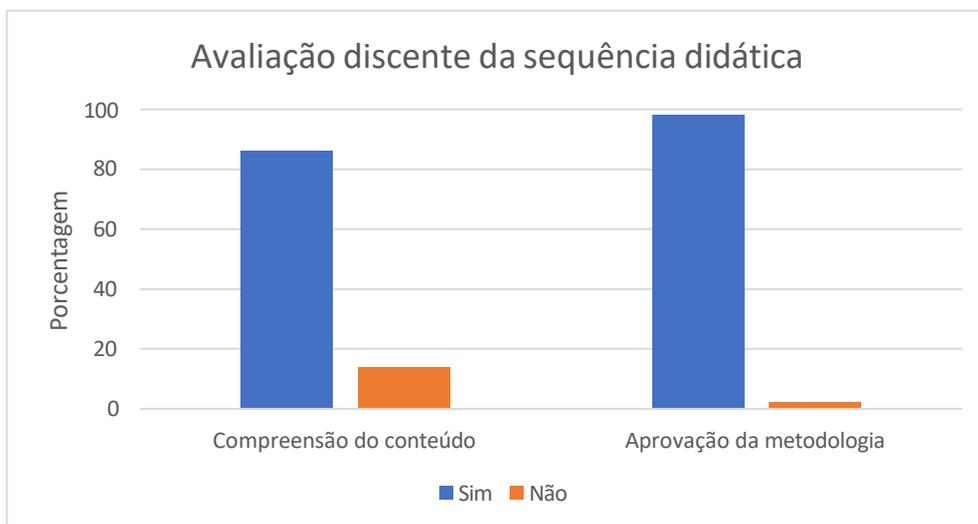


Figura 4: Avaliação dos alunos sobre às aulas

Fonte: autor, 2024.

Como a apresentado no gráfico, podemos observar que os alunos acreditaram interessante a forma como as aulas foram ministradas e gostariam de ter mais aulas neste formato. Perguntamos também se os alunos conseguem aprender melhor quando utilizamos estas estratégias de ensino, associando o ensino teórico ao experimental, utilizando o aprendizado nas aulas teóricas, como o apresentado na primeira aula e com a utilização do jogo adaptado, relacionando esse conhecimento às aulas experimentais.

A maioria dos alunos afirmaram que a forma de ensino ajuda na compreensão, aqui temos alguns relatos deles: *“Consigo aprender melhor, pois se torna algo mais envolvente e encorajador de aprender”*; *“Claro! A aula experimental traz uma compreensão muito importante, principalmente estando interligada com a teórica que ajuda na melhor compreensão.”*. Em contraponto, também se foi perguntado as maiores dificuldades encontradas pelos alunos e a grande maioria apontou os cálculos estequiométricos, como maior dificultador do conteúdo.

Os experimentos vivenciados foram alinhados com o conteúdo transmitido em sala de aula, em suma. O foco em desenvolver uma atividade com aplicação investigativa e que interliga as aulas experimentais, a um conteúdo majoritariamente teórico, foi um

ponto importante a se considerar e foi um dos fatores primordiais para a metodologia ter sido tão interessante para os alunos, conseqüentemente facilitar a assimilação do conteúdo.

5.5 PERCEPÇÃO DA DOCENTE

Após a aplicação da sequência didática, foi realizada uma entrevista com a professora responsável pela turma, para verificar a percepção da docente, a respeito das estratégias didáticas empregadas.

Na entrevista, a professora responsável pela turma afirmou já conhecer as metodologias empregadas, porém afirmou não utilizar elas no conteúdo de estequiometria e achar isso uma novidade muito positiva na aprendizagem dos alunos. Pois os alunos conseguiram compreender o conteúdo sem a utilização de uma abordagem completamente teórica, como geralmente é utilizada no ensino do conteúdo. Na entrevista a docente afirma:

“Não utilizava nenhum dos métodos empregados para o referido tema, contudo já conhecia todos que foram empregados e aplicava em outros conteúdos, mas nunca havia empregado esses conjuntos de metodologias para o tema de Estequiometria. As metodologias de ensino empregadas obtiveram resultado positivo, visto que os alunos compreenderam com mais facilidade a importância do balanceamento das reações químicas e tiveram oportunidade de compreender esse aspecto também experimentalmente.”

Foi abordado o quanto essas metodologias poderiam ser empregadas nas salas de aulas de todo o território nacional e como essa união de metodologias, mais dinâmicas, agregaria benefícios para o conteúdo de estequiometria, que costuma ser ensinado de forma tradicional. A professora discorreu, inicialmente sobre a aplicação das estratégias na sala de aula e posteriormente sobre se o quanto a integração dessas estratégias foram positivas para o ensino.

“Sim. São necessários alguns ajustes para diminuir a quantidade de aulas necessárias para a aplicação da abordagem, visto que no novo ensino médio tivemos uma redução de carga horária.”

“A forma como o estagiário associou as diferentes abordagens de ensino para facilitar a compreensão do conteúdo de Estequiometria, trouxe aspectos inovadores visto que, essa abordagem ainda não é empregada dessa forma, a realidade é que esses conteúdos são abordados de maneira meramente teórica.”

Ao longo da entrevista da professora que vivenciou, durante o estágio toda a aplicação da sequência didática, apontou pontos bastantes positivos sobre o formato das estratégias. Também foi perguntado sobre possíveis problemas observados no transcurso das aulas e quais sugestões para tornar as aulas ainda mais dinâmicas. A docente afirma:

“Poderia vislumbrar a abordagem na aplicação das duas primeiras etapas e a terceira etapa ser empregada junto com a segunda, para diminuir a quantidade de aulas necessárias para a aplicação da abordagem, visto que no novo ensino médio tivemos uma redução de carga horária.”

Em suma, a professora enfatizou que a utilização dessas abordagens para o ensino de estequiometria química é bastante interessante e positiva, pois agrega vários pontos benéficos para um ensino mais dinâmico, no entanto a sequência didática com 3 encontros poderia ser reduzida, tendo em vista a redução de carga horária de química no novo ensino médio.

5.6 COMPARAÇÃO ENTRE AS TURMAS (2022/2023)

Em 2022, as turmas do segundo ano da ECIT apresentaram no terceiro bimestre, cujo conteúdo programático de química é estequiometria e balanceamento de reações,

média geral 7,0, sendo a média das notas das duas turmas de 2º ano. Em 2023, com a aplicação da sequência didática empregada no mesmo bimestre e do mesmo conteúdo abordado, as turmas apresentaram a mesma média geral 7,0, apesar da utilização de metodologias diferentes de ensino e avaliação. Porém, muitos alunos não participaram de todas as aulas previstas na sequência didática.

Por utilizarmos estratégias didáticas e forma de avaliações diferenciadas, utilizando avaliação por participação nas aulas, os alunos que faltavam às aulas não computavam pontos, o que fez com que a média geral ficasse abaixo do que realmente poderia ter sido alcançado. Portanto, se considerarmos apenas as notas dos alunos que participaram de pelo menos duas das três aulas, da sequência didática, a média dos alunos, no ano de 2023, sobe para 8,7, como apresentado na figura 5.

Figura 5: Comparação entre as médias dos alunos ativos nas aulas e a média geral.



Fonte: autor, 2024.

Desta forma, se compararmos a média da turma com a média dos 3º bimestres dos últimos dois anos, teremos médias próximas de 7,0, porém pudemos verificar que as notas médias dos alunos que tiveram maior participação das aulas propostas, foi bem acima de 7,0, chegando próxima a 9,0. Sendo um indicador de que essas integrações de estratégias didáticas podem enriquecer o aprendizado dos alunos, no conteúdo de estequiometria. No entanto, pode haver variações de acordo com as turmas e as escolas em que essas

estratégias forem empregadas e a forma como a aplicação do conteúdo e avaliação são utilizados, influenciam diretamente nesses valores.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sequência didática desenvolvida e aplicada na ECIT buscou levar novas estratégias para o ensino da estequiometria. A forma como as aulas foram desenvolvidas possibilitou que os alunos tivessem mais liberdade de vislumbrar o conteúdo por vertentes diferentes em alguns momentos, como nas aulas experimentais, puderam vivenciar a química na sua essência, investigando e fazendo associações, como os químicos vivenciam diariamente dentro dos laboratórios.

Foi visível como os alunos estavam empolgados com as aulas, apesar de ser um conteúdo muitas vezes tido como difícil, eles demonstravam ter interesse, principalmente em como às aulas estavam sendo ministradas. Diferentemente do que ocorreu nos momentos em que foram necessárias as explicações em lousa, onde era notório uma maior desatenção e dispersão do foco dos alunos.

A interação entre os alunos foi incentivada, para promover a troca de informações e saberes e de forma cooperativa melhorar a compreensão do conteúdo. Se compararmos essas informações com a nota média dos alunos, que participaram da maioria das aulas ministradas, podemos verificar que o ganho de conhecimento vindo das atividades foi bastante relevante.

Esta sequência didática tem potencial de ser replicada, desde que seja adaptada para a realidade das escolas que possuem baixa carga horária de química. Apesar das dificuldades inerentes à realidade do ensino de química, é importante debater e propor novas estratégias didáticas que promovam o maior engajamento e interesse dos estudantes.

Referências

- ANDRADE, M, F. D; SILVA, F. C. **Destilação: uma sequência didática baseada na história da ciência.** Química nova na escola, São Paulo – SP. Maio de 2018, n. 2, volume 40, p. 97-105.
- ARAÚJO, E. R. **Gamificação no ensino de química: uma proposta para o ensino de estequiometria.** Dissertação, UFAC, Rio Branco, 2021.
- AUSUBEL, D.P. **EdlICGtiollal psychology: a cogllitive view.** (lil ed) Nova York, Holt, Rinehart and Winston, 1968. 685 p.
- AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D. and HANESIAN, H. **Educatiollal psychology: a cognitive view.** (2' ed) Nova York, Holt, Rinehart and Winston, 1978. 733 p.
- AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D. e HANESIAN, H. **Psicologia educacional.** (trad. de Eva Nick et al.) Rio, interamericana, 1980. 625 p.
- BATISTA, R. F. M; SILVA, C. C. **A abordagem histórico-investigativa no ensino de ciências.** Estudos avançados, 32 (94), 2018.
- BORGES, R; COLOMBO, K. **Abordagem teórico-experimental entre química e matemática utilizando práticas laboratoriais.** Química Nova na Escola, São Paulo – SP, v. 42, n. 2, p. 112-120. 2020.
- C, P. F. **Manifesto para uma nova química: O Discurso Preliminar do Traité Élémentaire de Chimie de Antoine Laurent Lavoisier.** Editora Palavrão, Associação cultural, Lisboa, 2011.
- CABRAL, N, F. **Sequências didáticas: estrutura e elaboração.** SBEM, Belém – PA, 2017.
- CARVALHO, A. M. P. **Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação.** Revista brasileira de pesquisa em educação em ciências. 18 (3), 765-794. Dezembro, 2018.
- CORRÊA, G. C.; PREVE, A. M. H. **A educação e a maquinaria escolar: produção de subjetividades, biopolítica e fugas.** REU, Sorocaba, SP, v. 37, n. 2, p. 181-202, dez. 2011
- FABRI, P. H; GIACOMINI, R. A. **Estudo da motivação do aluno no processo de ensino e aprendizagem promovida pelo uso de modelos moleculares, validado por meio de áudio e vídeo.** Química nova na escola, São Paulo - SP. Agosto de 2018, N° 3, Vol. 40, p. 196-208.
- GALIAZZI, M. C. RAMOS, M. G. **Aprendentes do aprender: um exercício de análise textual discursiva.** Tecnologia da Informação em Educação. Vol. 5(2). Outubro de 2013.
- GALLO, S. **O aprender em múltiplas dimensões.** Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS). Vol. 10, n. 22, Sessão temática, 2017.
- GIORDAN, M. **O papel da experimentação no ensino de ciências.** Química Nova na Escola, 1999.

GONÇALVES, F. P. **O Texto de Experimentação na Educação em Química: Discursos Pedagógicos e Epistemológicos**. Dissertação de Mestrado, UFSC, Florianópolis, 2005.

JUNIOR, W. E. F. FRANCISCO, W. **Proteínas: Hidrólise, precipitação e um tema para o ensino de química**. Química Nova na Escola. Nº 24, novembro de 2006.

LAVOISIER, A. L. **Traité Élémentaire de Chimie, tomes 1 e 2**. Editora Madras. Paris, 1789.

LEITE, B. S. **Tecnologias no Ensino de Química: Teoria e Prática na Formação Docente**. Editora Anncris, Curitiba – PR. 2015, 365 p.

LIMA, D. B. **O ensino investigativo e suas contribuições para a aprendizagem de genética no ensino médio**. Trabalho de Conclusão de Curso, UFRGS, Porto Alegre, 2012.

LISBOA, J. C. F. **QNEsc e a seção experimentação no ensino de química**. Química Nova na Escola, São Paulo – SP, v. 37, n. 2, p-198-202, 2015.

MENDONÇA, S. C. Silva, T. P. S. **Dificuldades de aprendizagem no ensino de estequiometria: algumas reflexões**. UNIVASP, Congresso Nacional de Pesquisa em Ensino em Ciências, Campina Grande, 2019.

PAULETTI, F. **Entraves do ensino de química: apontando meios para potencializar este ensino**. Revista Amazônica de Ensino de Ciências, Manaus, v. 5, n. 8, p-98-107, 2012.

PEREIRA, J. A. LEITE, B. S. **Gamificação no ensino de química: uma revisão sistemática da literatura**. Revista Eletr. Cient. Tecnol. Medianeira, v. 14, n. 13. 1-19, 2023.

SANTOS, A. F. **Ensino de Estequiometria: uma proposta de formação continuada**. Dissertação, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, 2019.

SANTOS, L. C. **Dificuldades de aprendizagem em estequiometria: uma proposta de ensino apoiada na modelagem**. Dissertação, UFRN, Natal, 2013.

SILVA, J. B; SALES, G. L. CASTRO, J. B. **Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 41, n. 4, 2019.

SILVA, L, A; NETO, J. E. S. **Uma sequência didática sobre o conceito de energia utilizando questões sociocientífica a partir da teoria dos perfis conceituais**. Química nova na escola, São Paulo – SP. Novembro de 2022, n. 4, volume 44, p. 392-400.

SILVIA, J. H. P; LOCATELLI, S. W; MARCONDES, M, E, R. **Sequência de ensino investigativo para o ensino do conceito de quantidade de substância (mol)**. Química nova na escola, São Paulo – SP. Agosto de 2022, n. 3, volume 43, p. 367-373.

SKLIAR, C. **A educação e a pergunta pelos Outros: diferenças, alteridade, diversidade e os outros “outros”**. Ponto de vista, Florianópolis, n. 05, p. 37-49, 2023.

SOUZA, F. L.; AKAHOSHI, L. H.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. **Atividades experimentais investigativas no ensino de química**. São Paulo – SP, Centro Paula Souza. 2013

TOLOMEI, B. V. **A gamificação como estratégia de engajamento e motivação na educação e motivação na educação**. EaD em foco, 7 (2), 145-156. UFF, 2017.

VEIGA-NETO, A. **A didática e as experiências de sala de aula: uma visão pós-estruturalista**. Educação e Realidade. Jul./Dez.1996, n. 21, volume 2, p. 161-175.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. R. **Cotidiano e contextualização no ensino de química**. Química nova na escola, São Paulo - SP. Maio de 2013, N° 2, Vol. 35, p. 84-91.

APÊNDICES

Apêndice 1 – Roteiro das aulas

Aula 1: Estequiometria – Aprendendo a balancear reações químicas através de brincadeiras (passa-repassa químico)

A atividade vai ser utilizada como uma brincadeira competitiva entre os alunos e será dividida em duas etapas. Na primeira etapa, a turma será dividida em quatro (4) grupos de forma igualitária e será apresentado por meio de slides equações químicas para os grupos balancearem. Serão apresentadas equações específicas para cada grupo. O grupo 1 terá equações apenas para eles balanceadas, o grupo 2 da mesma forma e igualmente para os grupos 3 e 4. Cada grupo precisará balancear corretamente as equações propostas para eles e receberá uma pontuação por cada acerto.

Na segunda etapa da atividade, começará a brincadeira de fato. Cada grupo terá que separar uma das reações para cada um dos outros grupos balanceados. Exemplo, o grupo 1 irá pegar a equação 1a e propor para o grupo 2 balancear corretamente em conjunto e na frente da turma, a questão 1b para o grupo 3 e a questão 1c para o grupo 4. O grupo 2 terá que fazer o mesmo, propondo equações para os grupos 1, 3 e 4 e assim consequentemente em todos os grupos.

A pontuação será dada da seguinte forma, cada equipe que acertar a equação que o outro grupo propôs, receberá um ponto, caso erre, o grupo que propôs receberá a pontuação. Por exemplo, o grupo 1 pediu para que o grupo 2 balanceie a equação 1b, caso o grupo 2 acerte, ele ganhará um ponto, caso erre, o ponto vai para o grupo 1. No final de todas as reações o grupo que tiver mais pontos ganhará chocolates como prêmio. Em caso de empate, o chocolate será distribuído pelas equipes que tiveram maiores pontuações.

Aula 2: Utilizando a estequiometria em uma aula experimental semi-investigativa.

Os alunos foram divididos em 4 grupos e realizaram 3 reações químicas e 1 lista de reações, uma por vez, de forma investigativa. O intuito da prática é estudar as propriedades da matéria das reações, além do cálculo das massas, prevendo os resultados que devem ser obtidos (resultado teórico) e comparando com o resultado real (resultado obtido na prática).

Temos que fazer os seguintes questionamentos:

A reação vai gerar realmente o que esperamos como produto?

Como podemos calcular a porcentagem da diferença do produto previsto e obtido?

Ocorre “perda de massa”? Se ocorrer, é realmente uma perda de massa? Como isso ocorre?

Como a diferença na quantidade de reagente pode influenciar no resultado da reação? Por que acontece isso?

As reações utilizadas são as seguintes:

- 1- $\text{NaHCO}_3 + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow$
- 2- $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{KOH} + \text{MnO}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 3- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2 \text{NaOH} + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Cr}(\text{OH})_3 (\text{s}) + 2 \text{KOH} + \text{Na}_2\text{O}$
- 4- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow$

Os alunos deveriam completar as reações químicas e, nas que já estão balanceadas, verificar se o balanceamento foi realizado corretamente. Fazer os cálculos estequiométricos de cada reação e, a partir delas, dizer qual é o produto final esperado. Após a realização do experimento, o aluno terá que verificar se o resultado que ele previu se comprovou no experimento, caso não tenha se comprovado, porque isso ocorreu? Qual o rendimento da reação? A reação libera gás? Quais os outros aspectos que você observou nos experimentos?

Hoje, alunos, vocês são agentes do CSI João Goulart!!!! vamos investigar como essas reações ocorrem???

Aula 3: Reações químicas: como a estequiometria pode explicar fenômenos que ocorrem na experimentalmente?

Dando continuidade à aula dois, nessa aula iremos complementar a explicação do conteúdo abordado na aula experimental e como podemos relacionar às equações de balanceamento químico com o que vimos em sala. Abaixo iremos apresentar como deveriam ter sido devidamente balanceada cada reação química proposta na aula experimental.

Podemos verificar que na aula experimental não houve a formação de um sólido na equação três, ou seja, os produtos da equação proposta inicialmente eram diferentes da visualizada na prática experimental. Assim como foi pedido para que os alunos fizessem essa investigação “Após a realização do experimento, o aluno terá que verificar se o resultado que ele previu se comprovou no experimento, caso não tenha se comprovado, porque isso ocorreu? Qual o rendimento da reação? A reação libera gás? Quais os outros aspectos que você observou nos experimentos?”

Apêndice 2 – Planos de aulas

Aula 1 – Introdução ao balanceamento de reações químicas.

Tempo da aula	Assunto da aula	Estequiometria
0-5 minutos	Você sabe balancear uma equação química?	Apresentar o conceito da aula por meio de slides animados sobre o assunto.
5-30 minutos	Como balancear uma reação química.	Apresentar o conceito da aula por meio de slides animados sobre o assunto e demonstrar, também, utilizando a lousa.
30-35 minutos	Apresentar as reações para cada grupo, para eles iniciarem o balanceamento.	Apresentar nos slides às reações para cada grupo balancear
35-75 minutos	Resolução das reações iniciais de cada grupo.	Auxiliar, ajudar e verificar se as equipes estão realizando o balanceamento das reações e de forma correta.
75-90 minutos	Resolução das reações indicadas pelos grupos adversários.	Auxiliar, ajudar e verificar se as equipes estão realizando o balanceamento das reações e de forma correta.
90-100 minutos	Finalização da aula, verificação dos balanceamentos dos grupos e feedback dos alunos.	Confirmar se cada grupo realizou o balanceamento de forma correta e se todos, ou a grande maioria do grupo, participou e aprendeu a balancear as reações.

Aula 2 – Reações químicas: aprendendo propriedades estequiométricas utilizando experimentos químicos.

Tempo da aula	Assunto da aula	Estequiometria
0-5 minutos	Revisão da aula 1	Apresentação do tema da aula experimental através de slides.
5-20 minutos	Separação dos grupos para atividade experimental e explicação das práticas	Apresentar o conceito da aula por meio de slides animados sobre o assunto e demonstrar, também, utilizando a lousa.

20-90 minutos	Realização dos experimentos apresentados e separados para aula.	Apresentar nos slides às reações para cada grupo balancear
90-100 minutos	Finalização da aula, revisão do conteúdo e informar o que vai ser medido e cobrado na aula 3.	Confirmar se cada grupo realizou o balanceamento de forma correta e se todos, ou a grande maioria do grupo, participou e aprendeu a balancear as reações.

Aula 3 – Reações químicas: como a estequiometria pode explicar fenômenos que ocorrem na experimentalmente?

Tempo da aula	Assunto da aula	Estequiometria
0-5 minutos	Revisão e perguntas sobre o que foi apresentado de estequiometria na aula 2.	Apresentação do tema da aula através de slides.
5-50 minutos	Debate com os alunos sobre os conceitos estequiométricos que ocorreram na aula experimental e a explicação deles sobre como ocorrem alguns fenômenos vistos na aula 2.	Momento de sala de aula invertida, onde os alunos vão explicar teoricamente os fenômenos vistos na aula experimental.
50-90 minutos	Explicação teórica dada pelo ministrante da aula pelos fenômenos vistos na aula experimental e associar com o que foi dito pelos alunos.	Apresentação dos conceitos teóricos do experimento através de slides e vídeos.
90-100 minutos	Finalização da aula e revisão do conteúdo.	Encerramento do assunto e verificar se ficou alguma brecha sobre o conteúdo.

Apêndice 3 – Formulário aplicado aos alunos

Formulário online

1 - Você acredita que conseguiu aprender a balancear equações químicas com essas aulas?

2 - A forma como as aulas foram realizadas, tornou a aprendizagem mais significativa, ou seja, ficou mais fácil a compreensão?

3- Você gostaria de ter mais aulas com essa metodologia?

4- A abordagem utilizada pelo estagiário Samuel Lima tornou o conteúdo mais fácil de compreender?

5- Você consegue aprender melhor o conteúdo quando a aula teórica está interligada a aula experimental?

6- Qual sua maior dificuldade para aprender o conteúdo de estequiometria?

Apêndice 4 – Formulário aplicado à docente

1- Durante suas aulas você já utilizou algum dos métodos empregados pelo estagiário para abordar o conteúdo de estequiometria? Se sim, quais? E de que forma?

R: Não utilizava nenhum dos métodos empregados para o referido tema, contudo já conhecia todos que foram empregados e aplicava em outros conteúdos, mas nunca havia empregado esses conjuntos de metodologias para o tema de Estequiometria.

2- Na sua opinião, o quão importante ou benéfico para os alunos foi, essa abordagem de ensino para o conteúdo de estequiometria?

R: As metodologias de ensino empregadas pelo estagiário obtiveram resultado positivo, visto que os alunos compreenderam com mais facilidade a importância do balanceamento das reações químicas e tiveram oportunidade de compreender esse aspecto também experimentalmente.

3- Como o conjunto de metodologias empregadas pelo estagiário trouxe aspectos inovadores para as suas aulas de estequiometria?

R: A forma como o estagiário associou as diferentes abordagens de ensino para facilitar a compreensão do conteúdo de Estequiometria, trouxe aspectos inovadores visto que, essa abordagem ainda não é empregada dessa forma, a realidade é que esses conteúdos são abordados de maneira meramente teórica.

4- O método de ensino empregado pelo estagiário é passível de reprodução nas suas aulas?

R: Sim. Só são necessários alguns ajustes para diminuir a quantidade de aulas necessárias para a aplicação da abordagem, visto que no novo ensino médio tivemos uma redução de carga horária.

5- Foi verificado algum problema ou mudança na metodologia que pudesse tornar o método de ensino empregado ainda mais eficiente?

R: Poderia vislumbrar a abordagem na aplicação das duas primeiras etapas e a terceira etapa ser empregada junto com a segunda, para diminuir a quantidade de aulas necessárias para a aplicação da abordagem, visto que no novo ensino médio tivemos uma redução de carga horária.