

ABORDAGEM SOBRE REAÇÕES REDOX EM AULAS PRÁTICAS COM AMOSTRAS DE MEDICAMENTOS

Kaique Rodrigues Batista¹; Matheus Vieira Silva¹; Erika Crispim Resende¹

¹Instituto Federal Goiano- Campus Iporá; kaique.rodrigues@estudante.ifgoiano.edu.br; matheus.vieira@ifgoiano.edu.br; erika.resende@ifgoiano.edu.br

Resumo: As reações de oxirredução (redox) possuem ampla aplicação na análise química de fármacos, especialmente na determinação de compostos com propriedades redutoras e oxidantes, como a vitamina C (ácido ascórbico) e o ferro. Este trabalho apresenta um relato de experiência referente à realização de experimentos de titulação redox para a quantificação desses componentes em formulações farmacêuticas comerciais. A atividade foi desenvolvida em um laboratório de química, com o objetivo de integrar conceitos teóricos de reações redox e análise volumétrica à prática experimental. Na análise da vitamina C, utilizou-se o método de titulação iodimétrica, no qual o ácido ascórbico atua como agente redutor, convertendo o iodo (I_2) a iodeto (I^-). A mudança de coloração do amido, utilizado como indicador, permitiu identificar o ponto final da titulação. Para o ferro, aplicou-se a titulação com dicromato de potássio em meio ácido, na qual o Fe^{2+} é oxidado a Fe^{3+} , sendo o ponto final determinado por indicador de difenilamina. A experiência evidenciou a importância das reações redox na análise de qualidade de fármacos e reforçou o papel da experimentação na consolidação do aprendizado de conceitos químicos fundamentais. O uso de práticas redox aplicadas à determinação de vitamina C e ferro constitui uma ferramenta eficaz para o ensino de Análise Química e para o desenvolvimento de competências experimentais em estudantes do curso técnico em química integrado ao Ensino Médio.

Palavras-chave: Ácido ascórbico; análise volumétrica; Ensino de Química; iodimetria; ferro.

INTRODUÇÃO

A educação em Ciências/Química é prevista como sendo responsável por uma formação que desenvolve o pensamento crítico e torna apto o aluno, como cidadão, participar dos debates que envolvem a ciência e sua implicação dentro da sociedade, políticas públicas e o impacto que a ciência possui na vida cotidiana das pessoas. Porém, devido a forma tradicionalista que o ensino brasileiro atua na maior parte das escolas, ainda é ausente um ensino de Ciências/Química que se preocupa com a formação crítica do aluno, principalmente no que tange a aulas práticas (Bueno *et al.*, 2019). Portanto, é importante que o Ensino de Ciências/Química passe a desenvolver a relação do aluno em formação com o conhecimento científico tão presente e importante na sociedade atual, para que o estudante, como cidadão, possa propriamente exercer tal cidadania (Martins *et al.*, 2015).

Dessa maneira, é preciso necessário que haja no ambiente escolar uma adoção de uma postura transformadora que possibilite que esta formação crítica ocorra. A partir

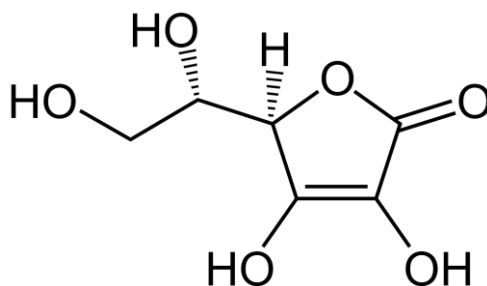
disso, atividades práticas são uma forma de garantir que esse Ensino de Química trabalhe utilizando elementos do cotidiano dos discentes (Morais *et al.*, 2023).

A titulação é um procedimento no qual a quantidade de um analito em uma amostra é determinada pela adição de uma quantidade conhecida de um reagente que reage completamente com o analito de uma forma bem definida. A titulação pode ser classificada de acordo com os tipos de reações químicas envolvidas como: ácido-base, precipitação (que envolve a formação de um sólido insolúvel), complexação (que envolve a formação de um complexo utilizando quelantes e íons metálicos), ou redox (que envolvem reações com transferência de elétrons). Permanganato de potássio, tiosulfato de sódio, iodo e dicromato de potássio são alguns exemplos de titulantes utilizados na volumetria redox (Baccan, 2001; Harris, 2005; Hage, 2012).

A titulação por iodimetria envolve a oxidação ou redução do íon de iodo, que, de acordo com sua posição no processo de oxirredução, irá determinar como ocorrerá a reação na titulação. Substâncias oxidantes fortes oxidam o íon de iodo, definida como iodimetria indireta, onde a quantidade de iodo oxidado é determinada através de redutores como o tiosulfato de sódio, utilizado principalmente na análise de halogênios. Já na iodimetria direta, utiliza-se uma solução padrão de iodo para identificar redutores fortes. O íon de iodo é um redutor fraco que reduz oxidantes fortes, a maior desvantagem dessa técnica é a instabilidade do íon de iodo, que pode ser pela perda dos íons por volatilização e a oxidação do iodo pelo ar (Andrade, 2001).

A partir disso, uma das aplicações da titulação de oxirredução utilizando a iodimetria direta é a determinação do ácido ascórbico, ou vitamina C. A vitamina C é um forte redutor, encontrado em muitos frutos cítricos, possui uma ação antioxidante no corpo humano, prevenindo que o íon de ferro II presente no interior das hemácias sofra oxidação para ferro III, o que tornaria a complexação da hemácia com o oxigênio impossível, abrindo espaço para o desenvolvimento da anemia (Silva, 1995). A determinação da presença de vitamina C a partir do íon de iodo ocorre devido a característica do íon de iodo de reagir facilmente com fortes redutores como a vitamina C, o que torna possível observar o seu ponto de equivalência de maneira clara durante a titulação (Andrade, 2001).

Figura 1 - Ácido ascórbico (Vitamina C)



Fonte: Os autores.

O ferro é um elemento químico amplamente utilizado e de grande importância na vida cotidiana. É um componente central da hemoglobina, uma proteína encontrada nos glóbulos vermelhos do sangue, responsável pelo transporte de oxigênio dos pulmões para os tecidos do corpo. A deficiência de ferro pode levar à anemia, uma condição caracterizada pela diminuição dos níveis de hemoglobina e baixa capacidade de transporte de oxigênio (Mattos *et al.*, 2014). Segundo a OMS, dois bilhões de pessoas (mais de 30% da população mundial) são anêmicas, principalmente devido à deficiência de ferro. Nos países em desenvolvimento, a anemia é agravada pela malária e verminoses, dificultando ainda mais a situação, uma vez que são doenças negligenciadas (Rang *et al.*, 2012; Yano *et al.*, 2016).

O sulfato ferroso é um composto químico que consiste em íons de ferro (Fe^{2+}) ligados a íons de sulfato (SO_4^{2-}). É uma das formas mais comuns de suplemento para tratar a deficiência de ferro e anemia ferropriva. A quantificação de ferro por dicromatometria é amplamente utilizada em análises químicas incluindo a indústria farmacêutica, alimentícia e metalúrgica. A dicromatometria é um método baseado na reação de oxidação do íon ferroso (Fe^{2+}) pelo dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) em meio ácido (Andrade, 2021).

O dicromato de potássio é bastante utilizado em reações redox em meio ácido. As soluções-padrão de dicromato de potássio são bastante estáveis e não necessitam de padronização. As titulações em dicromatometria requerem o uso de indicadores de oxirredução. Dentre os mais usados, pode-se citar a difenilamina em solução de ácido sulfúrico e a difenilamina-sulfonato de sódio em solução aquosa. Essas duas substâncias quando em presença de um oxidante qualquer, inclusive dicromato, transformam-se em um composto de cor violeta (Baccan, 2001; Harris, 2005; Hage, 2012).

O objetivo deste trabalho se define pelo relato de experiência executado em uma

turma de segundo ano de um curso técnico em Química integrado ao Ensino Médio. A experiência abordou titulações redox para análise de vitamina C a partir do método de iodimetria, e da determinação de ferro em amostra de medicamento sulfato ferroso, por meio da dicromatometria. Este trabalho busca relatar maneiras de se realizar um ensino prático formador e contextualizado de química visando trazer conceitos que podem soar distantes da convivência dos alunos para sua realidade.

MATERIAL E MÉTODO

O presente trabalho foi desenvolvido com uma turma do 2º ano do Curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal Goiano - Campus Iporá, composta por 32 estudantes, na disciplina de Análise Química. As atividades foram organizadas em duas etapas complementares, com o propósito de promover uma aprendizagem efetiva e contextualizada acerca do método de iodimetria e de dicromatometria, relacionando os conceitos teóricos com aplicações práticas do cotidiano.

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, de natureza aplicada e com objetivos descritivos, realizada por meio de uma intervenção pedagógica em ambiente escolar. Segundo Silva e colaboradores (2022), a pesquisa qualitativa busca compreender os significados, valores, atitudes e percepções dos sujeitos envolvidos em determinado fenômeno, permitindo uma análise interpretativa da realidade estudada. Assim, mais do que mensurar resultados quantitativos, o presente estudo buscou analisar e descrever o processo de ensino-aprendizagem durante o desenvolvimento das atividades teóricas e experimentais, observando as interações, a participação e a construção do conhecimento dos alunos.

Etapas 1 - Aula teórica sobre o método de iodimetria e dicromatometria

A primeira etapa consistiu em uma aula expositiva dialogada com duração de 110 minutos, ministrada por um estagiário do curso de Licenciatura em Química, sob supervisão da professora regente da disciplina teórica. Durante a aula, foram apresentados e discutidos:

- Os fundamentos teóricos da iodimetria, incluindo os princípios das reações redox envolvidas no método;
- As principais aplicações analíticas do processo em contextos laboratoriais e

industriais;

- A estrutura e funcionalidade do método, destacando sua precisão e importância em análises químicas;
- A resolução de cálculos químicos referentes à determinação de concentração de substâncias via titulação, utilizando exemplos práticos que aproximam o conteúdo da realidade dos alunos.

Essa etapa teve como foco introduzir os conceitos teóricos e preparar os estudantes para a execução segura e consciente da prática laboratorial subsequente, promovendo uma aprendizagem ativa por meio da interação entre teoria e aplicação. Também foram abordadas temáticas relacionadas tais como: anemia; escorbuto; surgimento do medicamento a base de sulfato ferroso e a relação com o personagem Jeca Tatu; vitamina C; agentes oxidantes e redutores, número de oxidação e antioxidantes.

Etapa 2 – Aula prática de determinação de vitamina C por iodimetria

Na segunda etapa, foi desenvolvida a atividade experimental, conduzida pelo professor regente da disciplina prática, também com duração de 110 minutos por subturma. Por motivos de segurança e otimização do espaço físico do laboratório, a turma foi dividida em dois grupos de 16 alunos cada.

A prática consistiu na determinação da concentração de ácido ascórbico (vitamina C) em comprimidos comerciais por meio do método de iodimetria. Inicialmente, os alunos realizaram a padronização da solução de iodo utilizando como padrão primário o tiosulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$). Em seguida, aplicaram a solução padronizada na titulação da amostra de comprimido de vitamina C, calculando a concentração de ácido ascórbico presente.

Etapa 3 - Aula prática de determinação de ferro em medicamento por dicromatometria

A prática consistiu na determinação do teor de ferro em comprimidos do medicamento de sulfato ferroso. A quantificação do ferro foi determinada por titulação com dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) em meio ácido. O Fe^{2+} presente no medicamento foi oxidado a Fe^{3+} , e o ponto final foi identificado pela mudança de cor do indicador difenilamina. Como o dicromato de potássio é um padrão primário, não houve a necessidade de se realizar a padronização. Assim, a partir do volume gasto do titulante,

os alunos determinaram o teor de ferro presente na amostra e compararam com o que estava descrito na embalagem do medicamento.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na realização da aula teórica foi feita inicialmente a apresentação de imagens com medicamentos de sulfato ferroso e vitamina C e posteriormente apresentadas as imagens do personagem Jeca Tatu e do escritor Monteiro Lobato. A intenção era desafiá-los a relacionar tais imagens com conteúdo da disciplina de Análise Química. Os discentes ficaram interessados em tentar adivinhar as temáticas envolvidas. Muitos conseguiram mencionar as doenças devido à falta de ferro e de vitamina C no organismo trazendo até mesmo as experiências de terem tomado tais medicamentos.

Devido ao fato da disciplina ser do Curso Técnico em Química, a realização das aulas práticas é de fundamental importância para o desenvolvimento do conhecimento científico e das habilidades práticas necessárias para a formação técnica. Nas aulas práticas há a intenção de motivar o aluno e provocar o questionamento crítico sobre a importância do controle de qualidade de medicamentos, por exemplo.

Mendes (2018), dentre vários objetivos, menciona que a experimentação deve buscar alcançar no ensino de Química por meio da contribuição com a aprendizagem conceitual, procedimental e atitudinal dos alunos; além de integrar a teoria e prática e problematizar o entendimento sobre a natureza da ciência e do fazer científico.

Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010), nos estudos sobre a abordagem investigativa na experimentação, afirmam que quando a análise realizada não alcança os resultados esperados, o professor deve orientar o aluno a rastrear todas as etapas desenvolvidas, com a finalidade de identificar possíveis erros de execução. Assim como, essa abordagem promove questionamentos que permitem verificar se o resultado encontrado é realmente o verdadeiro, estimulando assim a reflexão e o desenvolvimento do raciocínio científico.

Tal atitude é enfatizada por Bueno e colaboradores (2019) que mencionam que o professor deve adotar uma abordagem de ensino bem fundamentada para que os alunos, ao investigar situações-problema de seu interesse, possam experimentar, relacionar fenômenos macroscópicos e microscópicos e, assim, compreender a linguagem e os conceitos da Química.

De acordo com Alves, Lima e Marcondes (2012), os professores precisam analisar suas concepções e suas ações relacionadas ao ensino experimental para que percebam que

uma atividade prática pode ir além da comprovação, ou seja, não envolver somente aspectos conceituais, mas atitudinais e afetivos.

A experiência permitiu observar visualmente as mudanças de coloração características das reações redox, facilitando a compreensão dos conceitos de agente oxidante e agente redutor. Além do mais, a experimentação abordou preparo de soluções, preparo de amostras, reações químicas do tipo redox, análise volumétrica e interpretação dos resultados. Dentro destas etapas, os alunos tiveram a oportunidade de aprender a usar a balança analítica, a manusear vidrarias volumétricas (pipetas, balões, bureta) e a realizar cálculos tais como a determinação de quantidade de matéria, estequiometria da reação, tratamento dos dados através de cálculo da média e desvio padrão relativo para a interpretação dos resultados além de escrever e balancear reações químicas e cálculos estequiométricos. Tais conhecimentos são exigidos para um profissional técnico em química.

Do ponto de vista didático, a atividade favoreceu a integração entre teoria e prática, mostrando a aplicabilidade dos conceitos de eletroquímica na análise de produtos farmacêuticos e despertando o interesse dos estudantes pela química analítica quantitativa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência laboratorial sobre reações redox envolvendo a determinação de vitamina C e ferro em medicamentos mostrou-se eficaz tanto do ponto de vista analítico quanto pedagógico. Os resultados obtidos confirmaram a confiabilidade dos métodos iodimétrico e dicromatométrico, evidenciando que as titulações redox são técnicas simples, precisas e aplicáveis ao controle de qualidade de fármacos.

Além disso, as atividades contribuíram para o desenvolvimento de competências experimentais e para o fortalecimento do raciocínio químico dos estudantes, aproximando os conhecimentos teóricos da prática profissional na área da Química.

REFERÊNCIAS

ALVES, F. E.; LIMA, V. A.; MARCONDES, M. E. R. **O ensino experimental como ferramenta metodológica em um processo de formação continuada na perspectiva da reflexão orientada.** In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 15, Anais... Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.

ANDRADE, J. C. de. Química Analítica Básica: A Escolha da Titulação Redox. **Rev.**

Chemkeys, Campinas, SP, v. 3, p.e021005, 2021.

BACCAN, N.; ANDRADE, J. C.; GODINHO, O. E. S.; BARONE, J. S.; **Química Analítica Quantitativa Elementar**, 3 ed., São Paulo, Edgard Bluker, 2001.

DE ALMEIDA BUENO, Dircéia Matiele et al. Determinação da vitamina C em suco de laranja: uma proposta experimental investigativa para aplicação no ensino de química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 3, 2019.

DE ANDRADE, João Carlos. **Determinações iodométricas**. Revista Chemkeys, n. 2, p. 1-6, 2001.

DE MORAIS, Danilo Vasconcelos et al. **Sequência didática investigativa: uma atividade experimental sobre vitamina C**. 2023.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; DE OLIVEIRA, R. C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

HAGE, David S.; CARR, James D. **Química Analítica e Análise Quantitativa**. São Paulo, SP: Pearson, 2012. x, 708 p.

HARRIS, C. D. **Análise Química Quantitativa**, LTC Editora, Rio de Janeiro, Tradução: Bonapace, J. A. P. e Barcia, O. E. 2005.

MARTINS, Jéssica Guerreiro et al. **Vitamina C: uma proposta para Abordagem de Funções Orgânicas no ensino médio**. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 8, n. 2, 2015.

MENDES, M. Experimentos de química geral na perspectiva da química verde. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018.

SILVA, Daniele Cariolano da; MARTINS JÚNIOR, Francisco Ranulfo Freitas; SILVA, Tatiana Maria Ribeiro; NUNES, João Batista Carvalho. Características de Pesquisas Qualitativas: estudo em teses de um programa de pós-graduação em educação. **Educação em Revista**, [S.L.], v. 38, p. 1-16, jan. 2022.

SILVA, Sidnei Luis A.; FERREIRA, Geraldo Alberto L.; SILVA, RR da. **À procura da vitamina C**. Química Nova na Escola, v. 2, n. 2, p. 31-32, 1995.

YANO, H. M.; PEDRON, C. N.; MARTINS, V. A. P.; FARIAS, F. F.; TRUJILLO, L. M.; DIAS, N. A. Avaliação da qualidade de formulações farmacêuticas contendo sulfato ferroso, dispensadas na rede pública de saúde. **Infarma** – Ciências Farmacêuticas, v. 28, p. 75-80, 2016.