



TRANSDISCIPLINARIDADE EM OPERAÇÕES UNITÁRIAS: UMA ABORDAGEM PARA O ENSINO DE BALANÇO DE MASSA A PARTIR DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2022.4011

Aline Beatriz Pimentel Doelinger Oliveira - alinedoelinger@gmail.com
Instituto Federal do Espírito Santo

ADRIANA ELAINE DA COSTA - AELCOSTA@HOTMAIL.COM
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO IFES

Estela Claudia Ferretti - estelaferretti@yahoo.com.br
Instituto Federal do Espírito Santo

FÁTIMA PERES ZAGO DE OLIVEIRA - fatima.oliveira@ifc.edu.br
Instituto Federal Catarinense

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo discutir uma intervenção pedagógica e suas contribuições para o processo ensino-aprendizagem no conteúdo Balanço de Massa, na disciplina Operações Unitárias, ministrada no último semestre do curso técnico em Química do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes). - Campus Vila Velha. A discussão e interpretação dos dados obtidos pelo instrumento de avaliação utilizado foi realizada por meio da Análise Textual Discursiva e estatística básica. Observaram-se as principais categorias emergentes das falas dos alunos, denominadas evidências de transdisciplinaridade e dificuldades em integrar conceitos. Nessas categorias, discutimos a importância da transdisciplinaridade na apropriação do conhecimento ao longo do curso e as contribuições da experimentação no ensino-aprendizagem de noções de proporções e introdução ao Balanço de Massa. Revelou-se que os alunos ainda apresentam dificuldades com a interpretação e integração dos conceitos, porém, ainda obtiveram resultados significativos na prática proposta. Na análise quantitativa, a maioria dos alunos obteve mais de 60% de acertos no roteiro experimental. A análise dos resultados obtidos pode contribuir para a elaboração e reelaboração de práticas pedagógicas no ensino de Operações Unitárias, contribuindo também para a formação continuada do professor regente.

Palavras-chave: Transdisciplinaridade. Experimentação no ensino de Ciências. Balanço de Massa. Ensino-aprendizagem.



TRANSDISCIPLINARIDADE EM OPERAÇÕES UNITÁRIAS: UMA ABORDAGEM PARA O ENSINO DE BALANÇO DE MASSA A PARTIR DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

1 INTRODUÇÃO

A sociedade está sempre em movimento, trazendo para os diversos setores as novas demandas da contemporaneidade. Também na educação, busca-se a formação de estudantes para além dos conteúdos programáticos, mas também para a tomada consciente de decisões e para o protagonismo dentro e fora das salas de aula, responsabilidade que é compartilhada pelas instituições de ensino em conjunto com a comunidade escolar.

Nas disciplinas e cursos de ciências exatas e da terra, muitas vezes as metodologias tradicionais de ensino se tornam um entrave para uma formação voltada para as demandas sociais, uma vez que são pautadas no reproduzimento de procedimentos e métodos. O conhecimento destes procedimentos e métodos é fundamental para os estudantes, porém quando estes são apenas transmitidos pelo professor, sem problematização, contextualização ou reflexão sobre o próprio conhecimento, a formação perde o seu sentido emancipatório (BAZZO, 1998).

A disciplina de Operações Unitárias é ministrada no quarto e último semestre do curso Técnico em Química, e reúne conhecimentos de ciências como matemática, química e física para incrementar a formação do futuro profissional, proporcionando conexões com os processos e variáveis da indústria. Diferentemente da disciplina de Operações Unitárias que é ministrada nos cursos de ensino superior, a ementa da disciplina para o curso técnico concomitante integra conhecimentos de outras disciplinas desses cursos, como Balanço de Massa e Energia e Mecânica dos Fluidos, adaptando os conteúdos de acordo com as demandas exigidas para a formação do profissional técnico em Química.

A transferência de massa faz parte de diversos processos industriais e é fundamental para a compreensão destes. Os fundamentos, variáveis e cálculos envolvidos perpassam também pelas questões inerentes ao cotidiano de um técnico em Química, como o resultado esperado de um processo, a sua eficiência, além de ser também um importante conteúdo nos processos da engenharia, dentre outras questões. (FOUST *et al.*, 1982). Nessa perspectiva, o presente trabalho visa apresentar os resultados de uma intervenção pedagógica desenvolvida dentro do ensino do conteúdo de Balanço de Massa, em que se realizou uma prática laboratorial com os estudantes da disciplina, simulando uma situação na qual estes já estivessem trabalhando em um laboratório de análises químicas de uma indústria têxtil, cujos efluentes necessitam passar pelo processo de equalização, que é um ajuste das propriedades físico-químicas e da concentração destes.

Realizou-se, também, o levantamento no portal de periódicos da CAPES, e foram encontradas pesquisas sobre processos de balanço de massa nas indústrias, simulações de balanço de massa para o ensino de engenharia, papel da experimentação no ensino de Química. Não foi identificada nenhuma publicação que abordasse o uso de práticas experimentais para o ensino de balanço de massa na disciplina de Operações Unitárias.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente e os desafios do Desenvolvimento Sustentável no ensino

Vivenciou-se, na década de 1960, um grande desenvolvimento científico em diversos setores. Contudo, o modelo de progresso que estava em curso se apresentava sem reflexão sobre os impactos socioambientais imediatos e futuros. Os setores sociais notaram que a ciência exercia soberania inquestionável e ainda se apresentava como neutra, e passaram a refletir sobre essa posição do conhecimento científico na sociedade. Esse movimento de reflexão culminou no surgimento do movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). O modelo linear de desenvolvimento não caminhava com o desenvolvimento humano, uma vez que os prejuízos à natureza e à própria humanidade não eram levados em consideração, gerando impactos a curto e longo prazo. No campo educacional, esses questionamentos foram incorporados aos currículos no ensino de Ciências, tendo diferentes enfoques (AULER, 2002).

Auler (2002) aborda que a produção científica como um todo está diretamente ligada aos objetivos políticos dos grupos hegemônicos em uma sociedade, desconstruindo o ideário de que a ciência é neutra e tem finalidade em si mesma. Assim, a ciência . A partir dessa premissa, no ensino, o conceito de ciência que é ensinado e desenvolvido com os estudantes ao longo da vida acadêmica não deve ser estático, nem deve incorporar os paradigmas tecnocráticos ainda em superação. A produção científica e tecnológica deve ser analisada conforme o contexto econômico, social, histórico e político vivenciado.

O técnico em Química, tanto quanto os demais profissionais, deve ser também capaz de pensar os processos químicos como transformadores da realidade em que ele está inserido, deve formar uma visão global acerca dos impactos das suas ações. E o processo de ensino-aprendizagem no percurso formativo deste profissional deve ser pensado e organizado de tal forma que forneça condições para o desenvolvimento do protagonismo, da autonomia e da criticidade. Isso constitui um dos desafios para uma formação que pense o ensino também problematizando o desenvolvimento sustentável

2.2 A transdisciplinaridade na experimentação no ensino de ciências

Transdisciplinaridade refere-se ao diálogo construído entre conhecimentos diferentes disciplinas ao longo de um percurso formativo. Também aponta-se a transdisciplinaridade como uma atitude que deve ser desenvolvida pelo próprio estudante, a partir da sua capacidade de realizar a integração desses saberes apropriados ao longo do tempo, sendo esta uma atitude científica e potencializadora de processos que promovem uma visão global da realidade em que o indivíduo está inserido, fugindo da segmentação muitas vezes ocasionada pelo trabalho isolado em disciplinas, que acabam tendo um fim em si mesmas, nessa perspectiva (FLORES; FILHO, 2016).

Assim, a presença da transdisciplinaridade e o estímulo ao desenvolvimento desta em práticas pedagógicas não está associada ao acúmulo de conhecimento, mas sim ao processo de ir além, de transitar por ele, estabelecendo relação do pesquisador com os objetos de conhecimento, buscando um movimento dialético entre o conhecimento disciplinar e o transdisciplinar. A atitude transdisciplinar é também problematizadora, questionadora, e convida o sujeito a perceber o conhecimento científico por perspectivas



diversificadas. Essa característica intrínseca da transdisciplinaridade agrega ao campo educacional a possibilidade de formar um sujeito integralmente, pois o seu movimento dialético conduz à superação da segmentação do conhecimento e dos próprios limites do sujeito, expandindo os seus horizontes (FLORES; FILHO, 2016).

A experimentação no ensino de ciências, por sua vez, é motriz de processos que instigam o estudante a utilizar dos sentidos e da reflexão para compreender e problematizar os fenômenos (GIORDAN, 1999). Assim, transdisciplinaridade e experimentação dialogam no que tange ao pensamento e à atitude científica, à autonomia, protagonismo estudantil e caráter investigativo e problematizador. Os fenômenos científicos passam a não ser observados e analisados de maneira isolada em uma simples prática laboratorial, mas sim a serem investigados a partir de uma série de conhecimentos apropriados pelos estudantes em seu percurso formativo e também pelo conhecimento prévio extraclasse. A experimentação exerce papel fundamental no ensino de Ciências.

Devido à carga horária limitada em 60h, a disciplina de Operações Unitárias não dispõe de tempo hábil para realização de atividades experimentais com frequência, contudo, buscou-se proporcionar essa atividade para os estudantes, a fim de diversificar as metodologias de ensino de balanço de massa e, com o auxílio destas, favorecer uma formação profissional mais crítica e contextualizada com as demandas da sociedade contemporânea. Busca-se continuamente a realização de estratégias pedagógicas na disciplina com a mesma premissa.

3 METODOLOGIA

Utilizou-se, neste estudo, metodologia do tipo qualitativa e quantitativa, constituída por um levantamento bibliográfico no portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), acerca das publicações correlatas à temática deste trabalho. Elaborou-se uma aula prática contextualizada e um roteiro experimental com questões direcionadas como instrumento avaliativo. A análise qualitativa dos resultados foi feita por meio da Análise Textual Discursiva - ATD, proposta por Moraes (2016) e a análise quantitativa das respostas foi realizada por ferramentas de estatística básica.

3.1 Elaboração de instrumentos avaliativos e coleta dos dados

Elaborou-se o roteiro experimental abordando a determinação da concentração de corante azul de metileno em solução aquosa, por meio da técnica de Espectroscopia de Absorção Molecular na Região do Ultravioleta e Visível (espectroscopia UV-VIS), utilizando o espectrofotômetro Cary 60 da marca Agilent Technologies®, no comprimento de onda de 665 nm (SANN *et. al*, 2016). A técnica foi selecionada devido à disponibilidade de equipamentos na instituição e também devido à tentativa de proporcionar aos estudantes um maior contato com os equipamentos e análises que fazem parte da rotina de técnicos em Química atuantes no mercado de trabalho.

Anteriormente ao momento da aula, construiu-se duas curvas de calibração, uma para cada faixa de concentrações utilizada, sendo a faixa de 1 a 4 mg/L utilizada para o grupo 1 e de 5 a 20 mg/L utilizada para o grupo 2. As análises foram realizadas em triplicata. Os gráficos das curvas analíticas foram disponibilizados para os estudantes no roteiro experimental.

Em momento prévio à aula experimental e durante a sua realização, realizou-se a contextualização com a problemática da contaminação de efluentes têxteis, abordando os aspectos legislativos e o papel do técnico em Química na análise desse tipo de amostra,





ênfatizando o processo de equalização. Dessa forma, propuseram-se questões sobre a mistura de correntes de efluentes, a partir de diferentes volumes das soluções nas faixas de concentração previamente preparadas. Ao todo, elaborou-se 12 questões. Em 4 enunciados, propôs-se o cálculo da concentração teórica das misturas, em diferentes tanques de equalização, havendo um limite máximo de concentração de azul de metileno que não deveria ser ultrapassado. Outras 4 questões abordavam a justificativa sobre a construção da resposta, sobre quais ações e operações os estudantes utilizaram para chegar ao resultado das questões anteriores. As demais 4 questões solicitaram aos estudantes a análise gráfica e a indicação da absorbância esperada a partir da curva analítica, disponível no roteiro.

Posteriormente à resposta das questões teóricas, os estudantes se organizaram em grupos de 3 a 4 pessoas por bancada, e realizaram os preparos das misturas propostas pelo roteiro, a fim de verificar a concentração real e dialogar sobre os resultados. Dialogou-se sobre a comparação entre esses dados e possíveis condições e erros que poderiam ter interferido no resultado final das análises, bem como esses erros se relacionam com o cotidiano de um técnico em Química e seu impacto em situações reais. Participaram das aulas 24 estudantes, dos quais 13 se encontravam no grupo de laboratório 1 (G1) e os 11 demais no grupo de laboratório 2 (G2). Todos receberam e entregaram seus roteiros experimentais, totalizando 24 participações.

3.2 Análise dos dados

A análise dos dados foi realizada por meio da Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2006; MORAES, 2016). Selecionou-se as questões do instrumento avaliativo roteiro experimental para análise. Os dados contendo as respostas dos estudantes foram agrupados em duas categorias distintas: evidências de transdisciplinaridade e dificuldades em integrar conceitos. A metodologia de análise qualitativa de Moraes e Galiazzi (2006) demanda leitura aprofundada dos dados, interpretação baseada em referenciais sólidos e atenção ao processo de construção e reconstrução de sentidos, para que emergam as categorias de palavras de maior destaque no texto de interesse. Constitui-se uma potente ferramenta para a análise qualitativa pois reúne conhecimentos da análise de conteúdo e da análise de discurso. Também utilizou-se a ferramenta planilha eletrônica para tratar os dados quantitativos, utilizando estatística básica e construção de gráficos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segundo Hassemer e Sens (2002), a indústria têxtil, embora de extrema importância para a economia brasileira, é responsável também pela geração de efluentes com alta carga orgânica, cores acentuadas e de alta toxicidade ao meio ambiente e à saúde humana. O azul de metileno é um dos corantes mais empregados tanto nesse tipo de indústria quanto na indústria alimentícia e farmacêutica, e apresenta fórmula molecular $C_{16}H_{18}ClN_3S$. Devido à sua natureza, corantes como o azul de metileno são altamente detectáveis a olho nu, sendo possível visualizá-los em um corpo hídrico mesmo em concentrações tão baixas quanto 1 mg/L. Uma pequena quantidade lançada em receptáculos aquáticos pode causar uma acentuada mudança de coloração destes, evidenciando uma contaminação e despertando a preocupação da população atingida e autoridades competentes (GUARATINI; ZANONI, 1999).





Pensando nessa problemática, o roteiro experimental foi elaborado para guiar os estudantes a simularem serem analistas de um laboratório em funcionamento em uma indústria têxtil, no qual é necessário adequar a concentração de azul de metileno a um certo limite para que o efluente seja tratado dentro das limitações da rede de tratamento de efluentes, processo tecnicamente denominado como equalização.

As soluções aquosas de azul de metileno apresentam coloração azul celeste, como apresentado na figura 1, cuja intensidade varia de acordo com a concentração da solução. A figura 1 também retrata os estudantes no momento de leitura, interpretação e análise das tarefas propostas.

Figura 1 – Estudantes realizando a prática laboratorial sobre introdução ao balanço de massa.

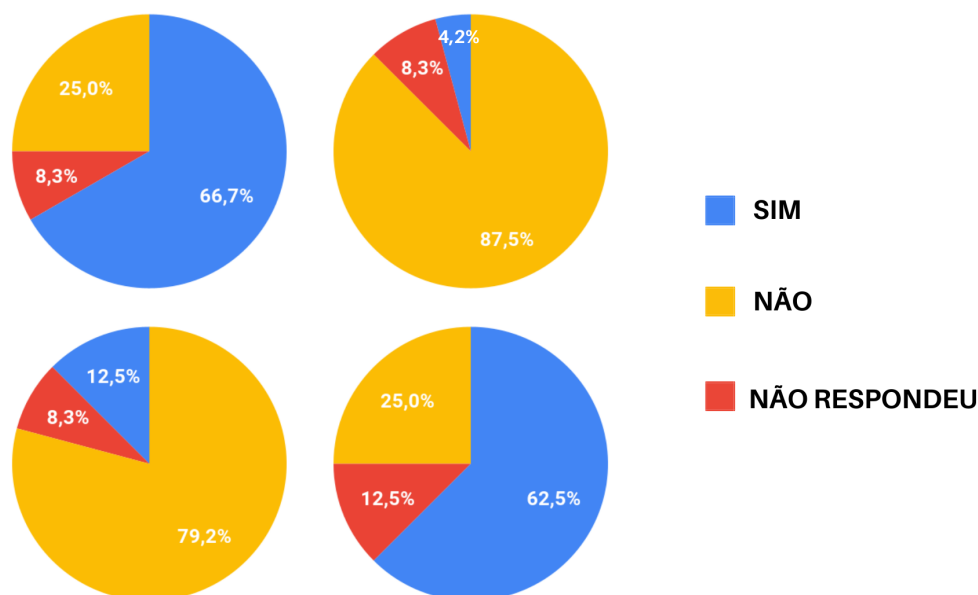


Fonte: acervo pessoal, 2019.

As questões cujas respostas são ilustradas na figura dois são referentes às questões que solicitam aos estudantes o cálculo da concentração teórica após uma determinada mistura de soluções. Indaga-se se a concentração calculada irá ultrapassar a concentração limite estipulada pela empresa para seguir para o tratamento do efluente. Na primeira e última situações, a concentração limite era sim ultrapassada pela mistura preparada, enquanto nas demais, a concentração não era ultrapassada. Os estudantes, como é possível observar, obtiveram bons resultados, sendo que em todas as questões houveram mais de 60% de acertos.



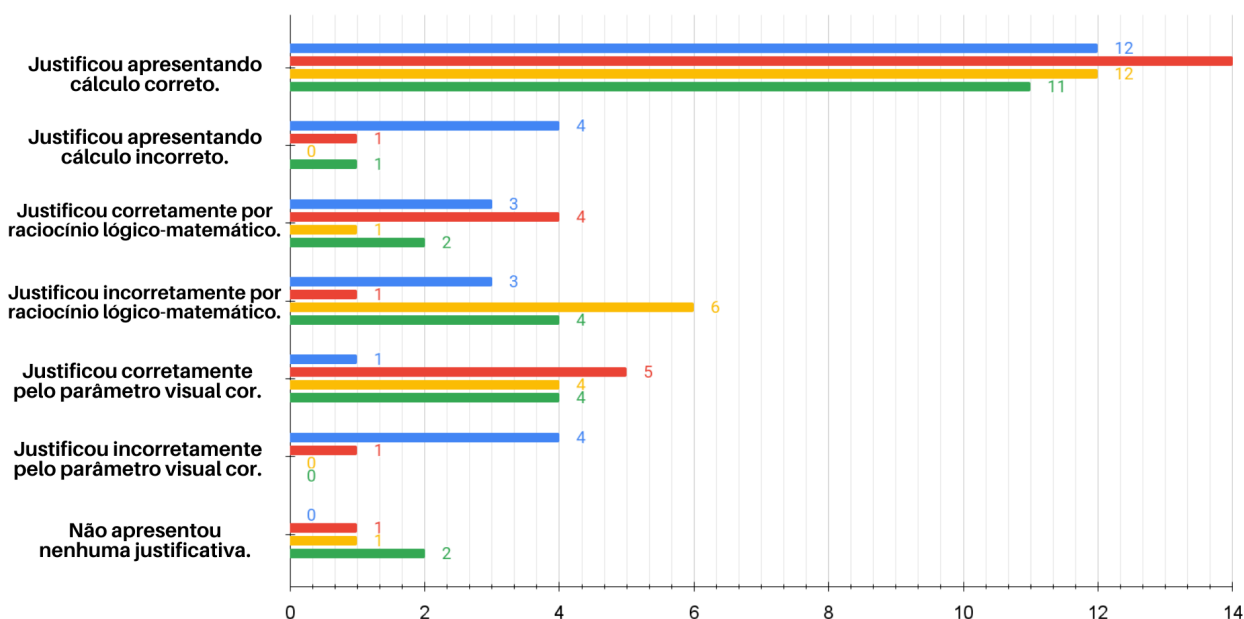
Figura 2 – Respostas dos estudantes às questões
sobre o cálculo de concentração limite da mistura.



Fonte: acervo pessoal, 2019.

Após cada cálculo da concentração teórica, perguntou-se para os estudantes que ações, métodos, procedimentos e operações utilizaram para chegar ao resultado. Identificou-se as justificativas possíveis nas respostas dos estudantes que foram representadas de forma gráfica, ilustradas na figura 3. As cores azul, vermelho, amarelo e verde, respectivamente na ordem em que aparecem no gráfico, representam a ordem em que as questões aparecem no roteiro experimental.

Figura 3 – Justificativas dos estudantes às questões
sobre misturas de cargas e sua concentração final.



Fonte: acervo pessoal, 2019.



Nos grupos de estudantes, o diálogo para formular hipóteses e criar critérios para a análise das questões e das soluções preparadas de acordo com os roteiros também foi fundamental. Observou-se que muitos estudantes conseguiram alcançar o resultado por meio de cálculos corretos, correlacionando fórmulas e noções de proporção bem desenvolvidas. Destaca-se o uso de fórmulas trabalhadas em outras disciplinas ao longo do curso, como a equação 1, que é de uso comum nos cálculos teóricos e procedimentos experimentais nas aulas de disciplinas como Análise Qualitativa e Análise Quantitativa, também ministradas no curso Técnico em Química, no 2º semestre. A equação é utilizada para calcular a concentração final de uma mistura de soluções de um mesmo soluto, tal qual realiza-se de acordo com o roteiro.

$$C_f \times V_f = C_1 \times V_1 + C_2 \times V_2 + \dots C_n \times V_n \quad (1)$$

A figura 4 exemplifica as diversas maneiras utilizadas pelos estudantes para alcançar o resultado esperado, tomando como amostra as respostas de quatro estudantes.

Figura 4 – Diversidade de estratégias desenvolvidas para o cálculo da concentração final das misturas.

b. Como você chegou a esse resultado? $(C_1 \cdot V_1) + (C_2 \cdot V_2) = (C_f \cdot V_f)$

1 $(1.6 \cdot 0,10) + (2.0 \cdot 0,10) + (4.0 \cdot 0,10) = 500 \text{ mL}$
 $= 1.6 \cdot 0,3 = 233 \text{ mg/L}$
 $2 = 100 \text{ mL}$
 $1 = 100 \text{ mL}$

2 b. Como você chegou a esse resultado?
 observando pelo parâmetro da cor, concluiu-se que não havia ultrapassado conforme a cor estando entre as concentrações da curva 1 e 2

3 b. Como você chegou a esse resultado?
 tirei do valor das médias e também, experiência visual e regra de três

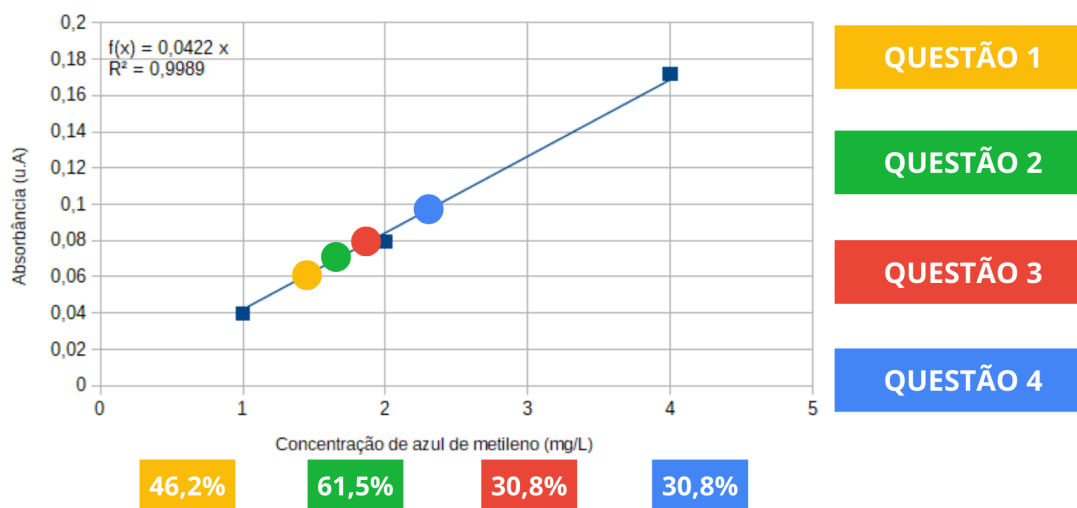
4 b. Como você chegou a esse resultado?
 $C_1V_1 + C_2V_2 + C_3V_3 = C_fV_f \rightarrow (1 \text{ mg} \cdot 0,010 \text{ L}) + (2 \text{ mg} \cdot 0,010 \text{ L}) + (4 \text{ mg} \cdot 0,010 \text{ L}) = C_f \cdot 0,03 \text{ L}$
 $C_f = 2,3 \text{ mg/L}$

Fonte: acervo pessoal, 2019.

Os estudantes também estabeleceram a cor como um parâmetro visual para identificar as soluções, comparando-as com as soluções padrão utilizadas para construção da curva analítica. A partir dessas comparações, desenvolveram hipóteses e estimativas para as concentrações reais, nem sempre agregando essa estratégia à realização dos cálculos teóricos para confirmação. Utilizando de diversas estratégias para prever a concentração teórica das misturas, posteriormente era solicitado que indicassem no gráfico da curva analítica para o método, previamente fornecido, o resultado que encontraram. A figura 5 representa a absorbância teórica esperada em cada questão, bem como o percentual de estudantes que alcançaram a indicação correta para cada questão, atendendo ao proposto pelo enunciado, para o grupo 1.



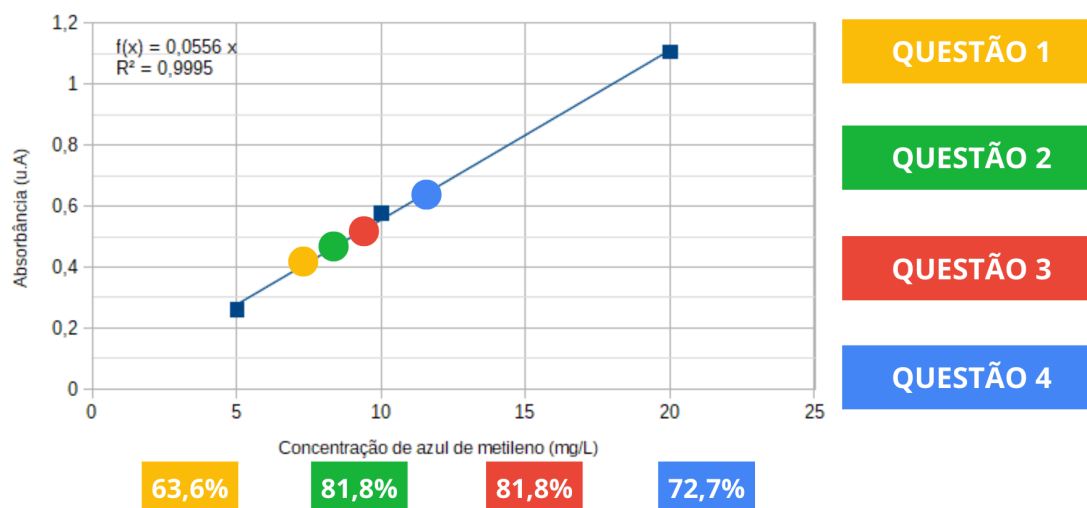
Figura 5 – Percentual de acertos dos estudantes do G1 e G2 sobre a absorbância teórica.



Fonte: acervo pessoal, 2019.

A figura 5 representa a absorbância teórica esperada em cada questão, bem como o percentual de estudantes que alcançaram a indicação correta para cada questão, atendendo ao proposto pelo enunciado, para o grupo 2.

Figura 6 – Percentual de acertos dos estudantes do G2 sobre a absorbância teórica.



Fonte: acervo pessoal, 2019.

Após a leitura das absorbâncias para as misturas preparadas, os estudantes tiveram a oportunidade de calcular as concentrações reais das misturas, utilizando as unidades de medida adequadas. Para isso, utilizaram a Lei de Beer, um conceito estudado sobretudo na disciplina de Análise Instrumental, ministrada também no segundo período, mas que pode ser explorada em diversos outros momentos e disciplinas do curso, promovendo a transdisciplinaridade e o diálogo entre os saberes já construídos



pelos estudantes e os novos aos quais eles ainda estão confrontando no último semestre do curso.

Na análise textual discursiva das respostas, emergiram duas categorias: evidências de transdisciplinaridade e dificuldades em integrar conceitos. Essas categorias se referem às unidades de significado produzidas pelos estudantes e identificadas na análise das respostas às questões sobre quais ações e operações utilizaram para alcançar os resultados. O quadro 1 apresenta as categorias elencadas e as unidades de significado obtidas.

Quadro 1 – Unidades de significados da questão sobre construção da resposta ao cálculo da concentração teórica

Categoria	Unidades de significado
Evidências de transdisciplinaridade	Experiência visual. Regras de três. $C_f \times V_f = C_1 \times V_1 + C_2 \times V_2$. Parâmetro de cor. Comparando as cargas 1 e 2, observa-se que a coloração está entre 1 e 2 mg/L. Cálculo de concentração molar. Proporções matemáticas.
Dificuldades em integrar conceitos	Não sei. Respostas em branco. Dificuldades em realizar operações matemáticas. Dificuldade na interpretação dos enunciados.

Fonte: acervo pessoal, 2019.

Diante das unidades de significado, é possível constatar a relevância de práticas transdisciplinares ao longo do curso, bem como também é possível identificar como a ausência de transdisciplinaridade pode criar obstáculos no processo de ensino-aprendizagem. O uso das equações trabalhadas em disciplinas anteriores, a observação da cor como parâmetro visual e as correlações com os conceitos de número de mol, massa molar, concentração molar e concentração final de misturas revela como o saber não é segmentado, mas sim integrado, interdependente. Para as unidades de significado que revelaram a dificuldade em realizar essa integração do saber, desperta-se a reflexão acerca da necessidade de trabalhar as disciplinas de forma integrada, e essa prática requer planejamento, formação continuada e possibilidade de integração da equipe docente dentro do tempo de planejamento.

A abordagem para o ensino de Balanço de Massa a partir da experimentação no ensino de ciências permite, assim, que o estudante reflita sobre a construção do próprio conhecimento, por meio de atitudes autônomas, investigativas e que resgatem o conhecimento apropriado durante sua jornada acadêmica. Carrega, assim, a premissa da transdisciplinaridade, possibilitando o diálogo com disciplinas do próprio curso Técnico em Química e também cursadas pelos estudantes. A simulação de uma situação problema em um ambiente empresarial, voltado para a realização de análises químicas de efluentes também convida os estudantes a se visualizarem como atuantes no mercado e, sobretudo, como cidadãos capazes de realizar intervenções no meio ambiente por meio das suas ações e decisões.





CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo discutir as contribuições de uma intervenção pedagógica no conteúdo de Balanço de Massa, ministrado na disciplina de Operações Unitárias. A intervenção, que contou com o auxílio da metodologia de Experimentação no Ensino de Ciências e seu caráter transdisciplinar, possibilitou aos estudantes um contato inicial com os processos de transferência de massa, integrando conceitos apropriados ao longo do curso técnico em Química e favorecendo um ambiente de investigação, reflexão, protagonismo para a introdução ao conteúdo, considerando também a atitude científica esperada dos futuros técnicos em Química.

A partir da análise do instrumento utilizado nesse momento do processo avaliativo, o roteiro experimental, observou-se que os estudantes apresentaram importantes correlações e realizaram integração entre os conhecimentos apropriados ao longo do curso técnico em Química, somado ao seu conhecimento prévio. Identificou-se essa integração por meio da leitura e Análise Textual Discursiva das respostas e justificativas apresentadas pelos estudantes, bem como pela estatística básica e interpretação gráfica desses dados. Ademais, a Experimentação no Ensino de Ciências permitiu, por meio da prática laboratorial realizada, a formulação colaborativa de hipóteses por meio da investigação dos procedimentos selecionados e resultados obtidos pelos estudantes ao realizar as misturas para equalização das cargas de efluentes preparadas, e a contextualização com o ambiente de trabalho e a situação problema proposta para os estudantes.

Destaca-se que os estudantes realizaram outras tarefas dentro do processo avaliativo nesse conteúdo, contudo, este trabalho deu enfoque aos resultados observados no desenvolvimento da prática experimental aplicada. Ressalta-se, ainda, que o processo avaliativo e outras estratégias pedagógicas continuam em constante pesquisa e elaboração para implementação na disciplina de Operações Unitárias, objetivando a melhoria na qualidade do ensino, o desenvolvimento integral dos educandos e constante reflexão e reconstrução da prática docente do professor engenheiro. Consequentemente, busca-se também a redução dos índices de reprovação na disciplina e evasão no curso, colaborando para o despertar de vocações para a área da Engenharia.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte financeiro na forma de bolsa de Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS

AULER, Décio. **Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. 2002. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Educação. Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/82610>. Acesso em: 22 mar. 2022.

BAZZO, Walter Antonio *et al.* **Ensino de Engenharia: novos desafios para a formação docente**. 1998. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Educação. Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 1998. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/77680>. Acesso em: 22 mar. 2022.





FLORES, José Francisco; FILHO, João Bernardes da Rocha.

TRANSDISCIPLINARIDADE E EDUCAÇÃO. **RevistAleph**, [s.l.], v. 1, n. 26, 4 ago. 2016.

FOUST, Alan.S., *et al.* **Princípio das Operações Unitárias**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois. 1982.

GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, [s.l.], v. 1, n. 10, nov. 1999.

GUARATINI, Cláudia C; ZANONI, Maria Valnice B. Corantes têxteis. **Química nova**, [s.l.], v. 23, n. 1, p. 71-78, 2000.

HASSEMER, Maria Eliza Nagel; SENS, Maurício Luiz. Tratamento do efluente de uma indústria têxtil. Processo físico-químico com ozônio e coagulação/floculação. **Engenharia sanitária e ambiental**, v. 7, n. 1, p. 30-36, 2002.

MORAES, Roque. **Análise Textual Discursiva**. 2. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2016.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA: PROCESSO RECONSTRUTIVO DE MÚLTIPLAS FACES. **Revista Ciência Educação**, Bauru, v.12, n.1, p. 117-128, 2006.

SANN, S. E. *et al.* Comparative Analysis of Adsorption of Methylene Blue Dye Using Carbon from Palmkernel Shell Activated by Different Activating Agents. In: 3rd International Conference on African Development Issues. **Anais**. Ota. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/43010055.pdf>. Acesso em 22 mar. 2022.

TRANSDISCIPLINARITY IN UNIT OPERATIONS: AN APPROACH TO MASS BALANCE TEACHING BASED ON EXPERIMENTATION IN SCIENCE TEACHING

Abstract: *This article aims to discuss a pedagogical intervention and its contributions to the teaching-learning process in the Mass Balance content, in the Unit Operations subject, taught in the last semester of the technical course in Chemistry at the Federal Institute of Espírito Santo (Ifes) – Vila Velha campus. The discussion and interpretation of the data obtained by the evaluation instrument used was carried out through Discursive Textual Analysis and basic statistics. The main categories emerging from the students' statements were observed, called evidence of transdisciplinary and difficulties in integrating concepts. In these categories, we discussed the importance of transdisciplinarity in the appropriation of knowledge throughout the course and the contributions of experimentation in the teaching-learning of notions of proportions and introduction to the Mass Balance. It was revealed that students still have difficulties with the interpretation and integration of concepts, however, they still obtained significant results in the proposed practice. In the quantitative analysis, most students achieved more than 60% of correct answers in the experimental script. The analysis of the results obtained can contribute to the elaboration and re-elaboration of pedagogical practices in the teaching of Unit Operations, also contributing to the continuing education of the regent teacher.*





Keywords: *Transdisciplinarity. Experimentation in science teaching. Mass balance. Teaching-learning.*

