

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

RUBYA MORGANA DE MIRANDA BERGONSI

**ATIVIDADE EXPERIMENTAL SOBRE A RECRISTALIZAÇÃO DO FÁRMACO
PARACETAMOL COMO RECURSO DIDÁTICO NA ABORDAGEM DOS
CONCEITOS DE PUREZA E RENDIMENTO PARA O ENSINO MÉDIO**

MEDIANEIRA

2023

RUBYA MORGANA DE MIRANDA BERGONSI

**ATIVIDADE EXPERIMENTAL SOBRE A RECRISTALIZAÇÃO DO FÁRMACO
PARACETAMOL COMO RECURSO DIDÁTICO NA ABORDAGEM DOS
CONCEITOS DE PUREZA E RENDIMENTO PARA O ENSINO MÉDIO**

**EXPERIMENTAL ACTIVITY ON THE RECRYSTALLIZATION OF THE DRUG
PARACETAMOL AS A TEACHING RESOURCE IN APPROACHING THE
CONCEPTS OF PURITY AND PERFORMANCE FOR HIGH SCHOOL**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Licenciado em Química da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador(a): Dr. Daniel Walker Tondo.
Coorientador(a): Dr. Henry Charles Albert David Naidoo
Terroso de Mendonça Brandão.

**MEDIANEIRA
2023**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

RUBYA MORGANA DE MIRANDA BERGONSI

**ATIVIDADE EXPERIMENTAL SOBRE A RECRISTALIZAÇÃO DO FÁRMACO
PARACETAMOL COMO RECURSO DIDÁTICO NA ABORDAGEM DOS
CONCEITOS DE PUREZA E RENDIMENTO PARA O ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Licenciado em Química da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 04/dezembro/2023

Daniel Walker Tondo
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Emerson Luis Pires
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Ismael Laurindo Costa Junior
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

MEDIANEIRA

2023

Dedico este trabalho aos meus pais, que me ensinaram a importância de adquirir conhecimento e por todo apoio oferecido durante a minha caminhada como discente.

AGRADECIMENTOS

Não seria possível citar todas as pessoas que se fizeram importantes ao longo desta caminhada. Portanto, deixo aqui registrado algumas das pessoas que foram de grande valia nessa etapa de minha vida, e me desculpo com aqueles que não foram expressos em palavras, mas a quem também tenho enorme gratidão.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Daniel Walker Tondo, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Ao Meu Coorientador Prof Dr. Henry Charles Albert David Naidoo Terroso de Mendonça Brandão, por sua dedicação e tempo disponibilizado.

A coordenação do Curso, pela cooperação.

Ao meu querido esposo por toda paciência e suporte nesta jornada.

A minha amada família, que compreendeu meus momentos de ausência e que foi apoio nos difíceis dessa caminhada.

Gratidão a Deus pela força dada em todo esse período.

Por fim agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para que esse trabalho fosse concluído.

Há várias formas de se conceber o fenômeno educativo. Por sua própria natureza, não é uma realidade acabada que se dá a conhecer de forma única e precisa em seus múltiplos aspectos. É um fenômeno humano, histórico e multidimensional. Nele estão presentes tanto a dimensão humana quanto a técnica, a cognitiva, a emocional, a sociopolítica e cultural. Não se trata de mera justaposição das referidas dimensões, mas, sim, da aceitação de suas múltiplas implicações e relações.
(MIZUKAMI, 1992)

RESUMO

O estudo foi realizado em forma de estudo de caso, ao qual trabalhou-se quanto ao uso da abordagem por experimentação, com a finalidade de ponderar a eficácia de uma aula prática de recristalização do fármaco paracetamol como recurso didático nos conteúdos de rendimento e pureza. Tendo como título atividade experimental sobre a recristalização do fármaco paracetamol como recurso didático na abordagem dos conceitos de pureza e rendimento para o ensino médio, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a experimentação como recurso didático nos assuntos de rendimento e pureza. A metodologia utilizada consistiu na aplicação de 3 aulas, sendo duas teóricas e uma experimental, onde realizou-se a recristalização do fármaco e dados foram gerados através de um questionário contextual e a execução de um relatório sobre a aula prática. De uma maneira geral, pôde-se perceber que a experimentação ajudou os alunos a obterem uma maior compreensão em relação ao conteúdo.

Palavras-chave: pureza; rendimento; recristalização; atividades experimentais.

ABSTRACT

The study was carried out in the form of a case study, which involved the use of an experimental approach, with the purpose of considering the effectiveness of a practical class on recrystallization of the drug paracetamol as a teaching resource in terms of yield and purity. Having as its title experimental activity on the recrystallization of the drug paracetamol as a teaching resource in approaching the concepts of purity and performance for high school. The objective of this research is to evaluate experimentation as a teaching resource in the subjects already mentioned. The methodology used was the application of 3 classes, two theoretical and one experimental where recrystallization was carried out and to obtain the data, a contextual questionnaire and a report on the practical class were applied. In general, it can be seen that experimentation helped students gain a greater understanding of the content.

Keywords: purity; yield; recrystallization; experimental activities.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -Parte da reportagem utilizada.....	24
Figura 2 - Questionário contextual aplicado nas aulas.....	26
Figura 3 - Alunos realizando a pesagem.....	27
Figura 4 - Alunos medindo o solvente.....	27
Figura 5 - Alunos aquecendo a solução.....	28
Figura 6 - Alunos filtrando os cristais.....	29
Figura 7 - Acertos nas questões do Questionário 1 antes e após a atividade experimental.....	31

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Ilustração do quadro estruturado em sala.....	25
Quadro 2 - Resposta dos alunos referente a questão 5 do questionário 1.....	33
Quadro 3 - Respostas dos alunos questão 1 do relatório de atividade experimental.....	35
Quadro 4 - Respostas dos alunos questão 2 do relatório de Atividade experimental.....	36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	OBJETIVOS.....	15
2.1	Objetivo geral.....	15
2.2	Objetivos específicos.....	15
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
3.1	Panorama do Ensino de Química e as abordagens de ensino.....	16
3.2	Abordagem Tradicional.....	16
3.3	A Abordagem construtivista.....	17
3.4	As atividades experimentais no Ensino de Química.....	17
3.5	O tema pureza e rendimento no ensino de química.....	19
4	METODOLOGIA.....	20
4.1	Caracterização da pesquisa.....	20
4.2	Contexto da pesquisa e os participantes.....	20
4.3	Planejamento das aulas teóricas e experimental.....	20
4.4	Produção e analisados dados da pesquisa.....	22
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
5.1	Desenvolvimento das atividades.....	24
5.2	Exploração das concepções dos estudantes antes e após a atividade experimental.....	30
5.3	As concepções dos estudantes no relatório da atividade Experimental.....	34
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
	REFERÊNCIAS.....	39
	ANEXOS.....	42
	ANEXO 1- LAUDO DO PARACETAMOL UTILIZADO NA ATIVIDADE EXPERIMENTAL.....	43
	APÊNDICES.....	44
	APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO 1.....	45
	APÊNDICE B-ROTEIRO DO EXPERIMENTO.....	46
	APÊNDICE C- RELATÓRIO DA PRÁTICA.....	48

1 INTRODUÇÃO

O Ensino de Química, do ponto de vista histórico, traz como base de condução a ideia de que o professor é o principal detentor do conhecimento científico e somente ele ocupava a posição de expressar suas opiniões e saberes. Nessa linha, os conteúdos eram transmitidos aos alunos de forma metódica e repetitiva.

Diante disso, as aulas eram ministradas por meio exposição excessiva e o uso de livros e apostilas, com objetivo de fazer os alunos memorizarem os conteúdos para atingirem notas altas que nada mais eram que estereótipos colocados como método de aprovação. Isso ocorria sem se levar em consideração se o processo de ensino e aprendizagem estava sendo efetivo de fato. No entanto, para Castanho (2000), a educação de todos os níveis precisa de uma nova postura. A metodologia tradicionalista, apesar de persistente, tem perdido lugar, enquanto isso surgem as práticas alternativas que devem levar ao desenvolvimento os educadores.

Atualmente há forte recomendação para o uso das metodologias que fogem ao tradicionalismo exacerbado, afinal o mundo em que vivemos mudou em diversos âmbitos, atualmente tudo se tornou muito tecnológico e é necessário diversificar e equalizar as abordagens, levando em consideração o interesse e a aprendizagem dos estudantes.

Dentre as tendências contemporâneas alinhadas à participação ativa dos alunos são disponíveis, abordagens, metodologias, métodos e muitos recursos didáticos como jogos, sala de aula invertida, vídeos explicativos, atividades em grupo, estudo por estação, experimentação, entre outros. Essas formas de condução do trabalho pedagógico, quando em alinhamento com a mediação adequada de conceitos e conhecimentos científicos e a sua aproximação do cotidiano são capazes de despertar o interesse do discente e propiciar a aprendizagem.

Uma abordagem muito utilizada atualmente no ensino de Ciências, no qual a Química está inserida, é a da contextualização, alinhada a teoria construtivista. A sua exploração toma por base fatos e fenômenos cotidianos dos alunos, bem como seus conhecimentos prévios, que são trazidos para as aulas. Segundo Lemke (1997), ao ensinarmos ciências, ou qualquer outra matéria, não se tem o objetivo de que o aluno repita palavras, mas sim que sejam capazes de construir seus conhecimentos com

significados essenciais, sem fugir das ciências com suas próprias palavras. A intenção é levá-los a compreender o seu cotidiano de forma científica.

Uma das formas de explorar a abordagem da contextualização no Ensino de Química envolve o uso de atividades experimentais como recurso didático. Silva e Zanon (2000), defendem que o uso frequente e adequado das atividades experimentais contribui para melhorar os processos de ensino e aprendizagem.

Diante disso, visando promover um Ensino de Química para além da comum abordagem tradicional e valendo-se da contextualização, neste trabalho, foram explorados os conceitos de pureza e rendimento por meio de uma atividade experimental na qual foi proposta a recristalização do fármaco paracetamol realizada junto a estudantes da 1ª série do Ensino Médio.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Discutir e explorar os conceitos de pureza e rendimento de forma contextualizada na 1ª série do Ensino Médio por meio de uma atividade experimental envolvendo a recristalização do paracetamol.

2.2 Objetivos específicos

- a) Abordar conceitos e conhecimentos sobre rendimento e pureza junto a alunos da 1ª série do Ensino Médio;
- b) Elaborar uma atividade experimental para contextualização do fenômeno de recristalização, usando o fármaco paracetamol;
- c) Explorar as relações matemáticas envolvidas na obtenção da pureza e rendimento a partir da atividade experimental;
- d) Avaliar se a condução da atividade experimental contribuiu para a aprendizagem e contextualização dos conceitos de pureza e rendimento;

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Panorama do Ensino de Química e as abordagens de ensino

De forma geral no ensino da química, nota-se que os alunos, por diversas vezes não atingem a compreensão do conteúdo, e possuem dificuldades em associar o mesmo com seu cotidiano, assim tornam-se desinteressados pela disciplina (NUNES; ADORNI, 2010).

As aulas de química são predominantemente aulas expositivas, em que o aluno não passa de um mero ouvinte, e o professor apenas transmite o conhecimento da ciência (PREDEBON; PINO, 2009).

3.2 Abordagem Tradicional

A Abordagem Tradicional é aquela que se firma pelo tabu entre o professor e o aluno, colocando o professor como um ser inatingível, como se ele nunca pudesse ser questionado sobre seus ensinamentos. Isso também propõe que o aluno seja submisso e sem autonomia em relação à aprendizagem. Para Freire (1983), essa forma de trabalho pedagógico faz com que o aluno enxergue o professor como sendo o único dentro de sala de aula que detém o conhecimento.

O Ensino tradicional durante muito tempo se ateve apenas em passar os conteúdos aos alunos, sem preocupar-se com o real entendimento que este deveria ter. O professor não tinha como objetivo o aprendizado dos estudantes, mas sim, a transmissão do conteúdo proposto dentro do tempo que lhe fora dado segundo um currículo pré-definido. Houve um tempo na didática, em que a importância de ensinar era maior do que a de aprender (PIMENTA, 2005), o que importava era apenas a memorização de conteúdo, a fim de que os alunos alcançassem notas altas, independente se após a realização de avaliações, este conhecimento se apagasse de suas mentes, o que caracteriza a não aprendizagem. Aulas sem dinamismos e que não possuem nenhum atrativo, que direcionam o aluno a memorizar, desfavorecem totalmente a construção do saber (FREITAS; MANCINI, 2019).

O docente acaba deixando de perceber que transmitir não significa de fato ensinar. Pimentel (1993) afirma que todos os professores possuem conhecimentos

amplos, porém, nem todos têm o conhecimento da produção do conhecimento e poucos têm o conhecimento consciente do que é ensinar.

No ensino de química alguns estudos demonstram que o ensino de química persiste em uma estruturação voltada para atividades que conduzem a meras memorizações de fórmulas por parte dos discentes (MARCONDES, 2008).

3.3 A Abordagem construtivista

A abordagem construtivista é aquela que busca não transmitir o conhecimento de forma unidirecional, mas sim, construí-lo partindo de um pressuposto de que o aluno já possui conhecimento como base para essa construção. Ausubel (1980) destaca que o fator que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe. Tome ciência disso e ensine-o de acordo. Becker (2001, p.34), em seu livro destaca que “a educação deve ser um processo de construção de conhecimento ao qual ocorrem, em condição de complementaridade, por um lado, os alunos e professores e, por outro, os problemas sociais atuais e o conhecimento já construído”.

Em diversas situações o conhecimento é relacionado ao cotidiano do estudante, porém apenas vincular não gera pensamentos críticos, é por este motivo que existe a necessidade da problematização em função de temas sociais. A interação do indivíduo com os objetos e fenômenos que compõem o mundo físico, natural e tecnológico, que o rodeia e do qual ele faz parte, procurando enfatizar a educação estética, que engloba a percepção de valores e a sensibilidade humana (MOURA, 1993).

3.6 As atividades experimentais no Ensino de Química

O ensino experimental nas escolas teve como origem o trabalho experimental que era desenvolvido nas universidades e teve como objetivo e estímulo à formação de novos cientistas (GALIAZZI, 2001).

As diretrizes curriculares mencionam que aulas experimentais são táticas de ensino de Química, e fazem parte do mesmo desde os seus primórdios e que essas atividades contribuem para exceder os percalços da aprendizagem em termos de conceitos científicos, possibilitando análises, pensamentos críticos, discussões

saudáveis entre os estudantes, e ainda possuem um carácter investigativo, despertando o interesse do aluno (CRUZ, 2008).

Além disso, podemos relacionar essas práticas com algo que o aluno já tenha conhecimento, como é o caso do experimento de Rolisola, que no ano de 2004 descreveu um projeto chamado “Química da Limpeza”, onde os alunos produziram detergentes e sabão líquido, então através disso a professora explicava os compostos oxigenados e nitrogenados, bem como suas nomenclaturas e composições. Este experimento é simples, de baixo custo, de fácil entendimento e sem necessidade de uma estrutura laboratorial complexa (ROLISOLA, 2004).

Segundo Hofstein e Lunetta (1982), as aulas práticas na ciência possuem a capacidade de despertar o interesse do discente, além de desenvolver a capacidade de resolver problemas e compreender conceitos básicos. Penick (1993, p.392) diz que “aulas práticas possuem o objetivo de complementar aulas teóricas, fazendo com que os alunos visualizem aquilo que antes permanecia apenas em sua imaginação”.

Acredita-se que práticas voltadas para o desenvolvimento da atividade criativa do aluno se constituem numa das possibilidades para essa transformação, uma vez que objetivam desenvolver competências que possibilitem aos alunos serem capazes de lidar com um mundo em constantes e profundas mudanças e de resolverem problemas presentes e futuros de forma criativa e inovadora (ROCHA, 2000).

Além de todos os benefícios trazidos pela aula prática, ainda se tem o fato de que os alunos realizam essas atividades em grupos, podendo assim socializar entre si, onde os próprios participantes do grupo acabam se ajudando, ou seja, aqueles que possuem maior conhecimento auxiliam aqueles que possuem dificuldades, agregando assim um valor significativo para atividade e possibilitando uma forma a mais de ensino-aprendizagem.

Segundo Bastos (2010), a técnica de grupo operativo envolve o trabalho com grupos, com a finalidade de estimular um processo de aprendizagem para os participantes. Aprender em grupo implica em uma análise crítica da realidade, uma postura investigativa e uma disposição para questionamentos e novas inquietações.

As aulas experimentais são recursos sagazes que auxiliam no ensino, possibilitando uma maior compreensão de conteúdos de química, facilitando a aprendizagem (ALVES, 2014).

3.7 O tema pureza e rendimento no ensino de química

A Pureza e o rendimento são conceitos que apesar de terem relação com a estequiometria, no currículo escolar estão em seguimento da mesma. Pureza se refere à quantidade de uma substância específica em uma amostra, enquanto o rendimento é a quantidade de produto obtida em relação quantidade esperada, por exemplo, de uma recristalização. Esses conceitos são importantes na produção de produtos químicos em grande escala e avaliação da qualidade dos mesmos (DIAS, 2018).

A prática curricular corrente, algumas vezes não contribui de forma positiva para o ensino, pois aborda os conteúdos das disciplinas de forma fragmentada. Permitindo apenas uma visão mais periférica, sem muita preocupação com o contexto de fato (PCN/99).

Portanto, as aulas experimentais têm um papel importante no ensino de química e os estudos revelam cada vez mais a sua importância no desenvolvimento dos estudantes (GOI; SANTOS, 2009).

4 METODOLOGIA

4.1 Caracterização da pesquisa

Esta pesquisa tem caráter de estudo de caso em que se pretendeu investigar como uma unidade, algumas características importantes para o objeto de estudo da pesquisa.

Este estudo prioriza a abordagem qualitativa, onde buscou-se interpretar os dados fundamentais do contexto, usando de várias fontes de informações revelando diferentes pontos de vista sobre o objeto de estudo.

4.2 Contexto da pesquisa e os participantes

A pesquisa foi realizada na cidade de Medianeira-PR no ano de 2023, em um colégio estadual, com alunos da primeira série do ensino médio, da comunidade local, sendo o total de 29 alunos.

A escolha por este contexto é devido ao fato de ser um colégio com uma ampla estrutura para realização de aulas experimentais simples e devido também ao fato de ser em uma comunidade com menor índice socioeconômico tendo então a intenção de proporcionar a esses alunos uma aula diferenciada que pudesse gerar o interesse pela disciplina de química.

4.3 Planejamento das aulas teóricas e experimental

As aulas foram divididas em três momentos, sendo dois teóricos e um experimental.

Primeiramente, foi ministrada uma aula teórica, nela a turma foi dividida em grupos, iniciou-se a aula falando sobre os conceitos de pureza e rendimento de uma forma simples que se contextualiza às vivências dos alunos, então o conceito de pureza foi explicado através da separação de grãos de feijão, onde se retira os grãos que não estão bons, sendo esta a parte impura da amostra e a parte pura, aquela da qual estava boa para ser cozida. Em seguida, contextualizou-se o rendimento através de grãos de milho de pipoca, explanando que se fossem colocados 10 grãos de milho de pipoca para estourar e os 10 estourassem, então, o rendimento seria de 100%,

porém se apenas 5 estourassem o rendimento cairia para apenas 50%, após essa colocação os termos foram trazidos a uma imagem mais científica, utilizando uma reportagem que foi entregue a cada grupo, a mesma discutia leis dos medicamentos chamada “Impurezas em Fármacos e Medicamentos” que citava sobre a RDC nº 349 de setembro de 2005 que regulamenta os procedimentos para as Boas Práticas de Fabricação de empresas produtoras de Insumos Farmacêuticos Ativos – IFAs, a partir disso, eles também receberam alguns laudos de fármacos contendo informações a respeito de seus teores, e então solicitou-se a eles que pesquisassem sobre a RDC identificando qual a porcentagem permitida de teor em fármacos, sendo encontrada 95% á 100%. Então, os alunos precisavam identificar se todos esses medicamentos estavam dentro da lei prevista, realizou-se um debate conceituando aos alunos os temas: pureza (explanando sobre o fato de as impureza serem apenas fruto de decomposições orgânicas), rendimento e recristalização, tanto quanto os cálculos envolvidos, correlacionando os conceitos de pureza e rendimento com o cotidiano dos alunos e ainda se desenvolveu um quadro na lousa afim de identificar por ordem decrescente de pureza os medicamentos trabalhados em aula. Após o desenvolvimento da aula foi aplicado um questionário contextual (APÊNDICE A), sobre o conteúdo abordado, essa abordagem ocorreu em uma aula de 90 minutos.

Em um segundo momento, foi realizada uma aula experimental seguindo o roteiro (APÊNDICE B), usando o conteúdo teórico abordado na aula teórica (primeiro momento), ao qual os alunos realizaram a recristalização do fármaco paracetamol, sendo esta explanada a seguir.

A turma novamente foi dividida em grupos, todos os grupos pesaram em um béquer 2,00g de paracetamol, três grupos fizeram uso de 10 mL do solvente escolhido sendo este a água e os outros 3 grupos fizeram uso de 15 mL do mesmo solvente, a diferença entre os valores foi em busca de obter-se rendimentos diferentes, seguindo com a experimentação, eles aqueceram a solução até completa dissolução, aguardaram a recristalização por resfriamento lento até a cristalização do fármaco, sendo que a cristalização do paracetamol demorou de 20 a 30 minutos. Durante esse espaço de tempo, abordou-se com os grupos a possibilidade de realmente existir uma substância com teor de 100%, ainda se comentou o porquê desses conceitos estudados e da experimentação no meio sociocultural, após a total cristalização os alunos fizeram uma filtração simples com o filtro de papel e um funil, separando os

cristais formados da solução aquosa, os mesmos permaneceram secando naturalmente até a semana seguinte.

É importante ressaltar que a escolha do fármaco paracetamol procedeu-se devido ao fato de que é um medicamento de uso comum em sociedade, o que se remete a pensar que é algo do qual o aluno já tenha conhecimento.

E por fim, no último momento, os alunos findaram a experimentação na semana seguinte, pesando os cristais e anotando sua massa, após esse processo foi realizado o cálculo do rendimento, nessa aula também foram realizadas as discussões do porque os rendimentos eram diferentes e quais fatores influenciam no rendimento de uma recristalização. Abordou-se novamente o conceito desses termos, buscando sempre contextualizar e fazer indagações que os levassem a pensar sobre os assuntos expostos, nesta aula eles findaram o relatório da experimentação (APÊNDICE C), refizeram o questionário contextual agora com os conhecimentos adquiridos nos dois momentos posteriores ao primeiro, para fim de comparação entre as respostas dadas por eles.

4.4 Produção e análise dos dados da pesquisa

Os dados desta pesquisa foram gerados através da coletada por meio de questionário, o qual foi respondido pelos alunos, sendo que este continha oito questões, as quais perguntavam sobre assuntos tratados nas aulas realizadas, o mesmo foi aplicado após o primeiro momento e após o terceiro momento buscando verificar se o nível de entendimento dos alunos havia melhorado, assim como por meio do relatório de aula experimental, realizado por eles, que continha apenas duas questões no qual buscou-se perceber o entendimento do aluno em relação ao processo que estava realizando. Por meio do relatório, também buscou-se a ocorrência de um possível pensamento científico por parte dos alunos durante a realização da atividade experimental.

Os dados gerados durante a pesquisa foram as possíveis interpretações corretas dos alunos antes e após a aula experimental usando o questionário contextual (APÊNDICE A), com intenção de avaliar de forma positiva a aula experimental como um recurso didático na transposição do ensino para o conteúdo trabalhado, além do relato da experimentação que possibilitou identificar a visão dos alunos em relação a atividade realizada.

O Questionário é realizado para gerar os dados necessários a fim de alcançar os objetivos da pesquisa (PARASURAMAN, 1991).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Desenvolvimento das atividades

Nas primeira e segunda aulas foi realizada com os alunos uma atividade em grupo na qual foi usada uma reportagem “Impurezas em Fármacos e Medicamentos” que citava sobre a RDC nº 349 de setembro de 2005 que explanava sobre a impureza permitida em um medicamento e alguns laudos de diferentes fármacos.

Figura 1 - Parte da reportagem utilizada

A avaliação de substâncias estranhas à formulação e que por qualquer mecanismo possam trazer prejuízos à saúde têm sido alvo de investigações em indústrias farmoquímicas e farmacêuticas,¹ e motivo de regulamentações sanitárias que contemplam procedimentos capazes de monitorar a presença destas substâncias.

Pode-se destacar guias específicos para este tema, como por exemplo, os disponibilizados pela International Conference on Harmonization – ICH, Q3A(R2): Impurities in New Drug Substances (Revised Guideline),² Q3B(R2): Impurities in New Drug Products (Revised Guideline)³ e Q3C(R4): Impurities: Guideline for Residual Solvents,⁴ e as normas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa, resolução RDC nº 349 de setembro de 2005 que regulamenta os procedimentos para as Boas Práticas de Fabricação de empresas produtoras de Insumos Farmacêuticos Ativos – IFAs e a recém publicada resolução RDC nº 57 de novembro de 2009 que trata do registro destes IFAs.^{5,6}

Apesar da riqueza de informações contidas nestes documentos, alguns conceitos básicos que não estão presentes até por não ser este o objetivo primário destas normas, necessitam resgate para melhor interpretação e aplicação precisa, e sem margem para equívocos.

Neste sentido, ao se observar o trabalho de Krstulovic,⁷ encontra-se que, segundo o autor, "pureza" trata-se de conceito metafísico, pureza absoluta não existe e o grau de pureza de um produto é reflexo da técnica analítica utilizada para sua avaliação. E ainda, substâncias farmacêuticas inevitavelmente contêm impurezas, o importante seria definir o perfil aceitável para o uso pretendido sem comprometer sua segurança e eficácia terapêutica.

Portanto, uma das importantes estratégias para evitar ou monitorar a presença destas impurezas, seja em fármacos ou em medicamentos, trata-se justamente de conhecer ou especular suas possíveis origens e desta forma buscar as melhores condições analíticas para seu monitoramento e controle.

Fonte: ICTQ (2009)

Desta forma, eles foram orientados a verificar se todos os medicamentos atendiam a resolução e após, em conjunto com a professora, estruturou-se na lousa a organização de quadro indicando a ordem decrescente de pureza das matérias-primas.

Quadro 1- Ilustração do quadro estruturado em sala

Fármaco	Possível Pureza	Pureza real
Paracetamol	98 á 100%	100%
Duloxetina	97 á 100%	99,94%
Benzbromarona	98 á 100%	99,67%
Anastrozol	98 á 100 %	99,61%
Benfotiamine	98 á 100%	99,12%
Vitamina B2	97 á 100%	98,68%
Dissulfato Tosilato	95 á 100%	98,6%
Vitamina C	97 á 98,5 %	98,36%

Fonte: Aatoria própria (2023)

Para a estruturação do quadro, foi solicitado que os alunos apontassem com qual medicamento seu grupo havia ficado, qual a porcentagem mínima e máxima em que esse medicamento poderia ser encontrado e qual a porcentagem que os laudos relatavam como resultado da pureza. Questionou-se também se eles estavam ou não dentro das normas, e o que eles achavam que poderiam ser as impurezas presentes nesses fármacos.

Embora os alunos não tenham realizado muitas perguntas, eles foram participativos, interagindo sempre que possível, conforme eles respondiam aos questionamentos feitos, eram realizadas discussões.

Giordan (1999), salienta que a atividade prática contribui para o ensino colaborativo, por serem realizadas em grupos necessitando assim do apoio entre colegas.

Além disso, foram desenvolvidos os procedimentos matemáticos necessários através de atividades desenvolvidas no quadro, durante esse procedimento alguns alunos pediram ajuda para realização das atividades. Todos esses conceitos foram explicados de forma a levar o aluno a pensar sobre o assunto e refletir de maneira crítica.

Ao fim da aula, foi proposto o Questionário 1, de cunho contextual (Apêndice A) tendo como propósito obter informações quanto sobre a compreensão dos conceitos e conhecimentos sobre pureza e rendimento, sendo avaliado por meio dos acertos dos alunos em relação as questões.

Figura 2 - Questionário contextual aplicado nas aulas

Questionário contextual	
1) Do ponto de vista químico, o que é pureza? <input type="checkbox"/> É a porcentagem de massa da substância sem contaminantes em relação à massa total da amostra. <input type="checkbox"/> É a parte que contém contaminante <input type="checkbox"/> É a massa total do produto	5) Quais locais citados abaixo em que a pureza e o rendimento são importantes no cotidiano? <input type="checkbox"/> Restaurante <input type="checkbox"/> Indústria alimentícia <input type="checkbox"/> Indústria Farmacêutica <input type="checkbox"/> Farmácia de dispensação <input type="checkbox"/> Farmácia de Manipulação <input type="checkbox"/> Indústrias petrolíferas
2) O que é rendimento da purificação? <input type="checkbox"/> Indica quanto (em %) de reagente foi usado. <input type="checkbox"/> O rendimento é a quantidade de produto (obtida em relação à quantidade teórica esperada.	6) Supondo que você tenha 1 kg de <u>NaOH</u> (Hidróxido de Sódio), com 80% de pureza, reagindo com H_2SO_4 (Ácido Sulfúrico), qual será a massa de H_2SO_4 que irá reagir? Equação balanceada: $2NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$
3) O que significa quando digo que meu produto possui 80% de pureza? <input type="checkbox"/> Que meu rendimento não foi de 100% <input type="checkbox"/> Que há 80% de contaminante na amostra <input type="checkbox"/> Que 20% da amostra continha materiais que não deveriam estar nela	7) Um produto foi recristalizado e para isso foi pesado do mesmo 5 g, ao final da recristalização obteve-se uma massa de 4,56g, qual o rendimento obtido? 8) Com base no que aprendemos é possível quimicamente conseguir uma substância 100% pura? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
4) Como visto nem sempre o rendimento da purificação será de 100%, quais os fatores que influenciam neste resultado? <input type="checkbox"/> Apenas contaminantes <input type="checkbox"/> Apenas o mau manuseio da amostra <input type="checkbox"/> Apenas a perda de amostra durante o procedimento <input type="checkbox"/> Todas as alternativas	

Fonte: Autoria própria (2023)

Na semana seguinte, foram realizadas a terceira e quarta aulas utilizando como recuso a experimentação. Para a realização da atividade os alunos utilizaram o fármaco paracetamol, tendo acesso ao seu laudo (Anexo 1) que contém informações como pureza e solubilidade. Sabendo-se que o paracetamol se torna solúvel em água a 100°C.

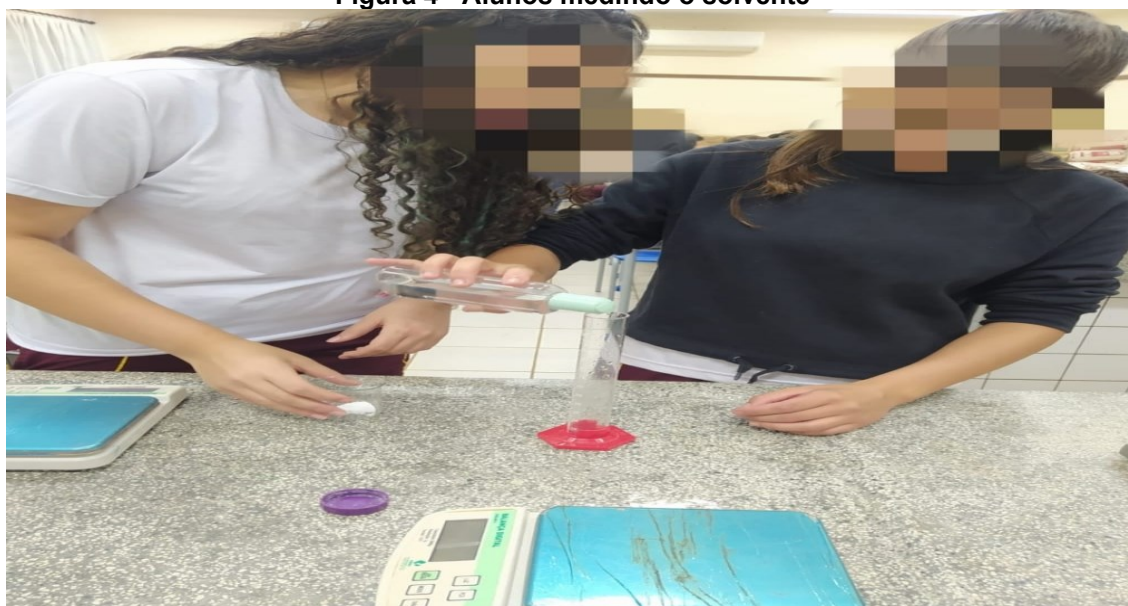
Para organização da atividade a turma foi dividida em seis grupos conforme proposto no roteiro de aula prática (Apêndice B), cada grupo realizou a pesagem de 2,00 g de paracetamol para utilizar em seu experimento, conforme demonstrado na Figura 3.

Figura 3- Alunos realizando a pesagem



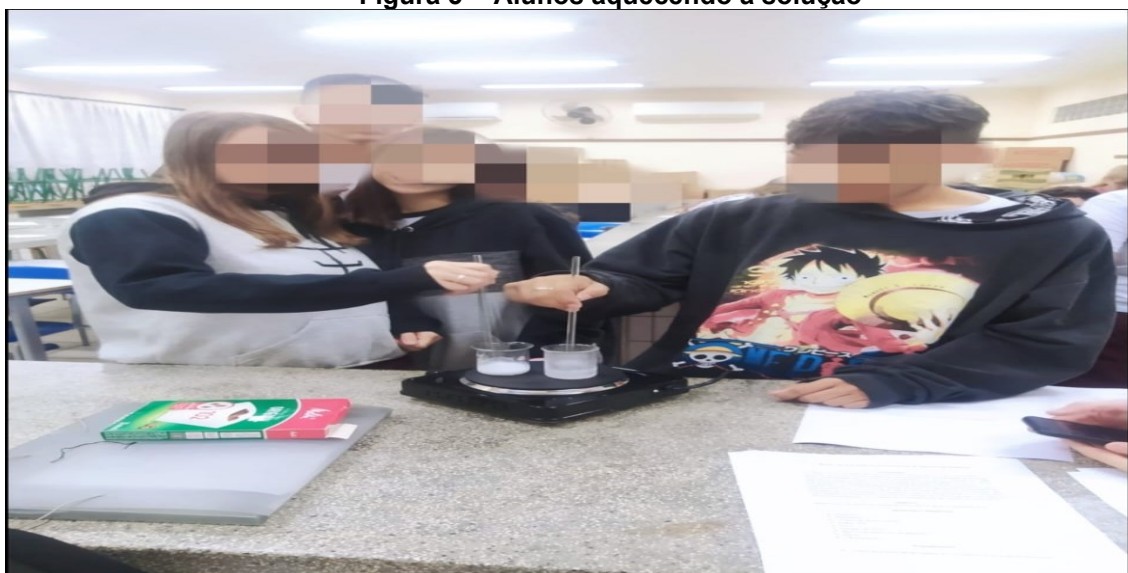
Fonte: Autoria própria (2023)

Em prosseguimento a experimentação três grupos fizeram o uso de 15 mL do solvente e os outros três grupos de apenas 10 mL, para que eles obtivessem rendimentos diferentes, possibilitando assim a explicação do que pode ou não interferir nos resultados. A Figura 4 mostra o momento em que os alunos coletaram o solvente em uma proveta.

Figura 4 - Alunos medindo o solvente

Fonte: Autoria própria (2023)

Após a adição do volume do solvente, os alunos aqueceram a mistura até completa dissolução, como demonstra a Figura 5.

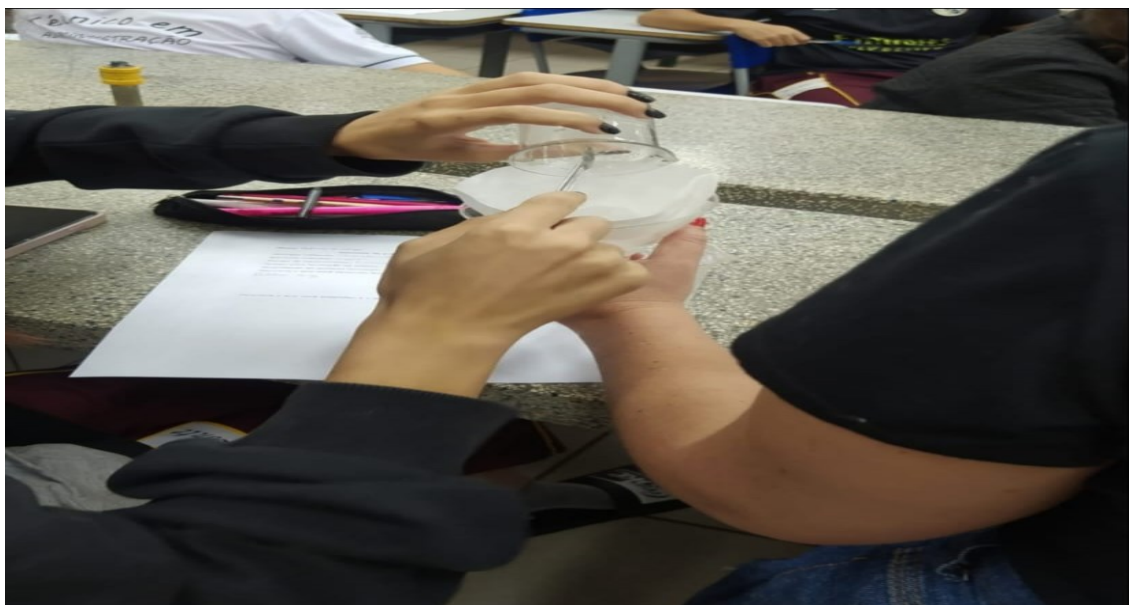
Figura 5 - Alunos aquecendo a solução

Fonte: Autoria própria 2023

Os estudantes aguardaram pela recristalização, que ocorreu com o resfriamento lento da solução, o que levou em torno de 15 a 20 min. Durante este período explicou-se onde esse tipo de processo se encaixa no cotidiano e qual a sua importância. Ao final da cristalização do produto, os alunos filtraram o mesmo, a fim de obterem apenas os cristais, os quais permaneceram secando naturalmente até a

semana seguinte. A Figura 6, mostra o momento em que os alunos filtraram a solução contendo cristais de paracetamol.

Figura 6 - Alunos filtrando os cristais



Fonte: Autoria própria (2023)

Cada aluno recebeu uma folha intitulada como relatório de prática (Apêndice E), para que fosse possível obter a percepção dos estudantes em relação a atividade experimental. Esta aula teve a duração de 1 hora e 30 minutos. Sendo assim, o desenvolvimento desta atividade experimental teve como propósito complementar, contextualizar e possibilitar o aluno a ter o contato com o tema e literatura de forma mais interativa, proporcionando uma visão mais técnica e científica.

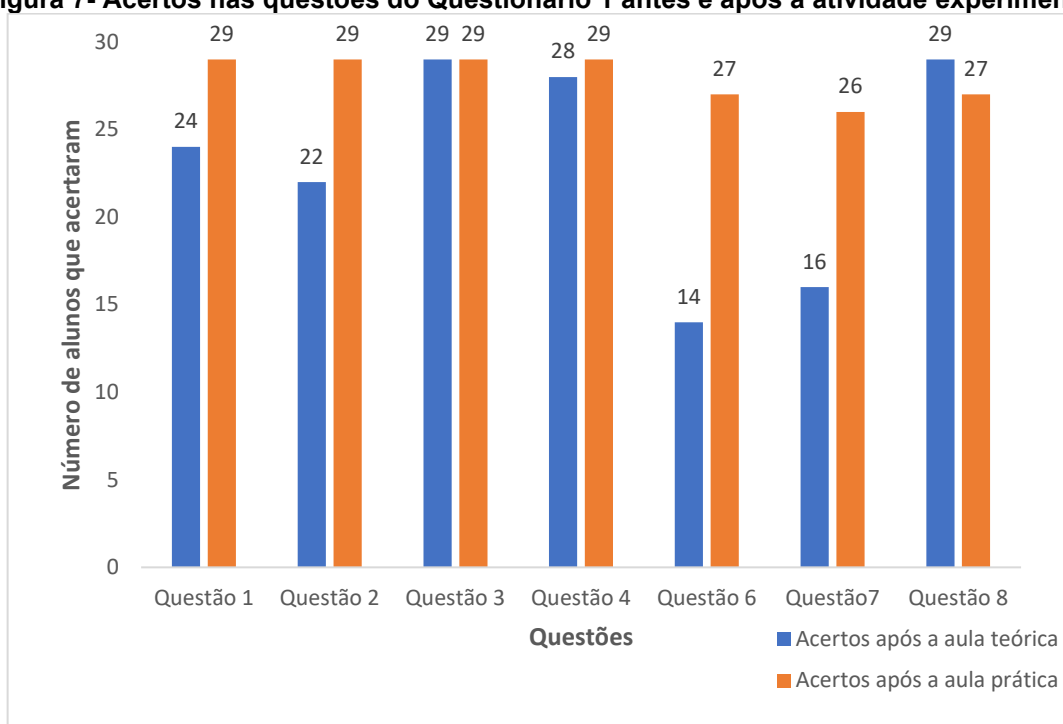
Por fim, na quinta e sexta aula os alunos efetuaram as pesagens dos cristais e anotaram a massa obtida. Por meio destes dados, efetuou-se os cálculos de rendimento e da real pureza, sendo considerada a informação coletada no laudo. Nesta etapa, realizou-se a explanação sobre a prática não determinar a pureza do ativo (fármaco), mas apenas o rendimento do processo de recristalização, explanou-se a questão de obter rendimentos diferentes. Na finalização da aula, procedeu-se realização do segundo questionário contextual (Apêndice A) a fim de realizar a comparação entre os dois, analisando o número de acertos, antes e posteriormente a atividade experimental.

5.2 Exploração das concepções dos estudantes antes e após a atividade experimental

A apropriação dos conceitos de pureza e rendimento antes e após a atividade experimental foram exploradas por meio do Questionário 1 (Apêndice A). A questão 1 buscou saber o que seria a pureza segundo o ponto de vista químico, já a pergunta número dois vem a representar a opinião do aluno segundo ao que é o rendimento da purificação. A terceira pergunta indagava o aluno a respeito do que significava quando o produto possuía apenas 80% de pureza, assim como, a quarta questão inquiriu o discente sobre o porquê um rendimento não era sempre de 100%. Entretanto, as questões seis e sete envolveram os cálculos de pureza e rendimento e por fim a questão número oito se refere a possibilidade de existir uma substância 100% pura.

A forma de análise do questionário considerou os acertos dos alunos antes e após a aula prática e com isso perceber se o entendimento do aluno em relação aos conceitos de pureza e rendimento seria modificado com a mediação dos assuntos por meio da atividade experimental. Desta forma, a Figura 5 apresenta as respostas dos alunos em relação as questões do Questionário 1, onde são representadas as questões de 1 a 8 com exceção da questão número 5 que será organizada e discutida em forma de quadro.

Figura 7- Acertos nas questões do Questionário 1 antes e após a atividade experimental



Fonte: Autoria própria (2023)

Ao realizar a análise da Figura 5 é possível observar que um total de 29 alunos responderam as questões propostas. Sendo assim, na primeira questão inquiriu-se os participantes sobre o que seria pureza a partir das concepções internas dos mesmos. Na exposição teórica sobre pureza e rendimento ocorrida nas aulas 1 e 2, 24 alunos responderam de maneira correta e em prosseguimento à atividade experimental os 29 estudantes obtiveram acertaram a mesma questão.

Para a segunda pergunta questionou-se sobre o que seria o rendimento em um processo de purificação. Desta forma, o número de acertos anterior ao experimento foi de 22 e o posterior de 29. Com isso, percebeu-se um aumento do acerto para a conceito de rendimento após a atividade experimental.

Para o terceiro questionamento, indagou-se os participantes sobre o que significava quando um produto possuía apenas 80% de pureza. O número de acertos foi o mesmo totalizando 29 nas duas condições investigadas.

Já no quarto questionamento, perguntou-se aos alunos sobre o porquê um rendimento não ser sempre de 100%, e como resposta, observou-se que houve uma melhora em relação a aula experimental de 1 acerto.

Contudo, ao realizar a análise das questões seis e sete, as quais abordavam o desenvolvimento dos cálculos, observou-se ampliação do número de acertos ao serem comparadas as quantidades antes e após a atividade experimental (na

pergunta número seis foi de 14 para 27 e na pergunta de número sete foi de 16 para 26). Entretanto, a análise da oitava questão mostra decréscimo de acertos, sendo que 29 alunos haviam acertado a questão após a aula teórica e esse número caiu para 27 após a atividade experimental.

De forma geral, em todas as questões os alunos apresentaram menor quantidade de acertos antes da atividade experimental. Uma possível explicação pode ser atribuída ao fato de a atividade experimental permitir melhor compreensão dos conceitos em estudo, uma vez que contextualiza os mesmos de maneira menos abstrata. Além disso, desperta o interesse por se tratar de um recurso fora do usual, estimula ao senso crítico por ser uma ação que requer participação e envolvimento.

Durante as atividades realizadas buscou-se contextualizar as explicações mediante a realidade dos alunos. Em consonância com esta forma de condução do trabalho pedagógico, Rodrigues e Amaral (1996), destacam que o ato de contextualizar o ensino se trata de trazer a realidade do aluno, para as discussões e mediações de conhecimentos escolares.

Em mesmo delineamento, Giordan e Krasilchik (2008), salientam que dentre os vários recursos didáticos, citando exemplos como aulas expositivas, excursões, demonstrações, discussões e aulas práticas assim como as maneiras de expor métodos científicos, as aulas experimentais e projetos são os mais adequados. Uma das funções essenciais das aulas práticas é gerar o interesse nos alunos a fim de desenvolver habilidades científicas. Além dos pontos discutidos com base nos acertos para as questões objetivas, no Quadro 1 são apresentadas respostas dos alunos referentes a questão número cinco na qual se perguntou aos estudantes onde a pureza e o rendimento eram importantes no dia a dia.

Quadro 2 - Resposta dos alunos referente a questão 5 do questionário 1

Local	Antes da atividade experimental	Após a atividade experimental
Restaurante	29 alunos	8 alunos
Indústria alimentícia	22 alunos	21 alunos
Indústria farmacêutica	29 alunos	28 alunos
Farmácia de dispensação	27 alunos	18 alunos
Farmácia de manipulação	19 alunos	21 alunos
Indústrias petrolíferas	5 alunos	11 alunos

Fonte: Autoria própria (2023)

Observa-se no Quadro 2 que, quando os discentes tiveram apenas a exposição teórica (aulas 1 e 2), 29 indicaram que de modo majoritário a pureza e o rendimento eram importantes no restaurante e na indústria farmacêutica, 27 optaram pela farmácia de dispensação. Como atividade menos relacionada na visão dos alunos (5 estudantes) foi indicada a opção indústria petrolífera.

É possível interpretar esses dados levando em consideração o cotidiano do aluno. O que pode ter levado a indicação da farmácia de dispensação é o fato de que durante as aulas eles estudaram sobre os medicamentos e conseqüentemente pensaram que esta seria uma opção mais plausível. Atualmente é muito comum as pessoas terem um maior contato com a farmácia de dispensação do que com as farmácias de manipulação ou até mesmo desconhecem o termo farmácia de dispensação referindo-se à farmácia que recebe o medicamento pronto para a venda do mesmo, porém após a atividade experimental, o número de alunos que optou por essa alternativa baixou para 18.

Quanto a escolha de opção “restaurante” verificou-se que ela foi visada antes do experimento (29 indicações). Contudo, esse número diminuiu para 8 posteriormente a atividade experimental. É possível sugerir que os alunos interpretaram a palavra no seu real sentido, por exemplo, “pureza é um substantivo feminino que remete a condição, estado ou qualidade do que é puro e límpido”, e rendimento “é um substantivo masculino com significado de economia, lucro alcançado em uma empresa ou operação financeira” (FERREIRA, 2004). Contudo, após a aula prática eles compreenderam que na verdade a pureza e o rendimento tratavam-se sobre substâncias química. Os resultados demonstram que eles compreenderam sobre os termos ao não se aplicar a restaurantes.

Em relação a indústria petrolífera apesar de ter ocorrido um aumento de alunos que optaram por essa alternativa após a aula experimental, o número continuou sendo baixo, isso pode ser explicado devido ao fato de que indústrias petrolíferas não fazem parte da realidade dos participantes da pesquisa, diferentemente das indústrias alimentícias que estão presentes na localidade, assim o número de alunos que respondeu essa opção foi expressivo (21 e 22) nas duas condições verificadas.

Pautar uma aula na contextualização, leva o discente a sair da posição de espectador passivo, ampliando as chances de aprendizagens. A química quando não é congruente ao contexto dos alunos, torna-se desmotivadora, justamente pela ausência de associação com a vida pessoal e com a sociedade (SÁ; VICENTIN; CARVALHO, 2010). Cajas (2001), ressalta que os aspectos do cotidiano no ensino de química consistem na esperança para o potencial motivacional, portanto, situações do cotidiano, quando explicadas ao aluno, facilitam sua aprendizagem.

Com base nessas observações geradas por meio do questionário 1 antes e após a atividade experimental é possível sugerir que os alunos busquem por aquilo que veem no seu cotidiano. Portanto, fazer uso de uma metodologia ou um recurso didático que disponibilize a eles um pouco da sua realidade, é sem dúvida uma maneira assertiva de mediar conhecimentos científicos.

5.3 As concepções dos estudantes no relatório da atividade experimental

O Quadro 3, está relacionado ao relatório da atividade prática (Apêndice C) no qual as respostas estão expostas por grupos. A questão 1 solicitava que os discentes descrevessem o que haviam observado durante a realização da atividade experimental.

Quadro 3 - Respostas dos alunos questão 1 do relatório de atividade experimental

Respostas	Grupo
Foram colocados 2,00 gramas de paracetamol e 10 mL de água, sendo aquecidos por 1 minuto. Observou-se a transformação da mistura em cristais.	Grupo 1
Observou-se que quando o paracetamol é colocado ao fogo se dissolve e com o tempo forma como se fosse um sal brilhoso.	Grupo 2
Depois de pesar os ingredientes, eles foram aquecidos se dissolvendo e ficando transparente, quando tiramos do aquecedor foi formando cristais, em seguida passamos no filtro, separando os cristais do líquido, aguardamos secar e sobrou apenas os cristais secos. Eles ficaram bem brilhantes, espessura fina, bem branquinho, teve rendimento de 99%.	Grupo 3
Primeiro foi pesado 2,00 gramas de paracetamol, medido 10 mL de água, depois foi aquecido por mais ou menos 2 minutos, e deixado esfriar, formando assim pequenos cristais, logo após coamos a solução para retirar a água, depois de seco foi pesado novamente, o rendimento foi de 100%.	Grupo 4
Quando o fármaco foi misturado com o solvente, a mistura ficou transparente após aquecido, então começou a formar cristais conforme a mistura foi esfriando. Após os cristais terem sido formados completamente, foi coado em um filtro de papel e colocado para descansar, na outra semana pesou-se apenas o valor real dos cristais.	Grupo 5
Foi observado que ocorreu uma reação química entre os 2 gramas de paracetamol e os 15 mL de água, que ocasionou a formação de cristais, cristalizando assim a substância.	Grupo 6

Fonte: Autoria própria (2023)

Observa-se no Quadro 2 que na resposta do grupo 1 os alunos apresentaram uma percepção experimental, porém mais voltada para termos numéricos, enquanto o grupo 2 descreveu de uma maneira mais simples e usando palavras e aspectos do cotidiano, como por exemplo o fato de ter comparado os cristais de paracetamol com um sal brilhante. A terceira equipe respondeu à pergunta de uma forma mais detalhista, porém sem muitos dados numéricos, este grupo destacou o valor obtido de rendimento. O grupo número 4 identificou valores, descreveu detalhadamente a prática, entretanto fizeram uso de uma descrição mais cotidiana, como por exemplo o uso da palavra água no lugar de solvente e do verbo “coar” ao invés de “filtrar”. Os alunos do grupo 5 foram detalhistas e a descrição científica esteve presente em suas palavras. E por fim o grupo 6 que apresentou sua resposta de forma breve e sucinta, porém expondo o que ocorreu na aula realizada.

Isso gera a percepção de que cada aluno possui um ponto de vista diferente em relação ao que acontece ao seu redor, isso pode ser devido ao seu ambiente sociocultural ou pela sua maneira de interpretação. A aula experimental por ser um trabalho realizado em grupo, faz com que essas diversas culturas se misturem construindo algo novo e gerando novos pensamentos e visões.

Para Lopes e Silva (2010), os trabalhos realizados em grupos pequenos e heterogêneos, fazem parte de uma aprendizagem cooperativa, onde os discentes se

entreadjudam no processo e analisam a maneira como trabalham, buscando alcançar objetivos em comum.

O relatório ainda solicitava que os estudantes comentassem o que eles compreenderam em relação a prática e qual a sua opinião sobre a mesma. Essa questão foi dividida em duas análises conforme apresentado nos Quadros 3 e 4. No Quadro 3 a análise foi realizada visando perceber o entendimento científico do aluno em relação a atividade experimental, verificando se houve a compreensão sobre o que estavam realizando e por qual motivo.

Quadro 4 - Respostas dos alunos questão 2 do relatório de atividade experimental

Respostas	Grupos
Compreendemos que a cristalização serve para saber o rendimento de uma substância e que se deve levar em consideração o nível de pureza.	Grupo 1
Conseguimos compreender como funciona o rendimento das substâncias, também sobre a recristalização do produto, sobre a pureza do produto e a sua importância na indústria farmacêutica.	Grupo 2
Entendemos que colocamos 2,00 gramas de paracetamol no começo do experimento e o resultado do produto final também foi 2,00 gramas, então tivemos um rendimento de 100%.	Grupo 3
Aprendemos a fazer a recristalização, sobre a impureza e a fazer a conta do rendimento.	Grupo 4
Que se misturarmos o paracetamol em água quente ele se transforma em cristais	Grupo 5
Não responderam de forma científica	Grupo 6

Fonte: Autoria própria (2023)

Portanto ao proceder com a análise do Quadro 3 é possível sugerir que os alunos do grupo 1 descreveram de forma sucinta e abstrata sua resposta dizendo apenas que tiveram compreensão de que a recristalização serve para descobrir o rendimento e que deve se levar em consideração o nível de pureza. No entanto, o grupo 2 relata que os alunos compreenderam como funciona o rendimento das substâncias, também sobre a recristalização e a pureza do produto, assim como, a importância desses termos e do processo na indústria farmacêutica. O grupo 3 acabou fazendo uma descrição um pouco mais mecânica, como se reproduzissem em palavras o que realizaram durante a prática, em vez de expressar aquilo que compreenderam. A equipe número 4 resume seu entendimento de forma simples dizendo que aprenderam a fazer a recristalização, sobre a impureza dos produtos e a fazer o cálculo do rendimento. Os alunos do grupo 5 acabaram respondendo de forma reducionista dizendo apenas que a compreensão deles era que quando o paracetamol é misturado em água quente ele se transforma em cristais. E o grupo de número 6,

não respondeu o questionário de uma forma que possa ser analisada como visão científica.

O propósito da atividade experimental, foi contribuir para que os alunos percebessem que os conceitos e conhecimentos relacionados a pureza e rendimento não eram difíceis em demasia, como se geralmente considera a partir da exploração teórica e matematizada desses fenômenos. De acordo com Nascimento (2003), a aula experimental é um recurso de ensino que pode melhorar o ensino e a aprendizagem em Química. Os experimentos permitem a compreensão da natureza científica e seus conceitos, bem como, contribuem para o crescimento de atitudes científicas e o reconhecimento de conceitos não científicos.

Na mesma perspectiva, Giordan (2003), discute em seus estudos que a experimentação estimula o interesse entre os alunos, gerando um caráter impulsionado e prazenteiro, essencialmente vinculado aos sentidos, viabilizando que o aluno edifique seu conhecimento.

Ainda na questão número dois foi solicitada a opinião sobre a aula experimental. No Quadro 4 é possível visualizar as respostas obtidas, ao qual obtiveram o propósito de verificar a interação dos alunos com meio experimental.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível discutir e explorar com os alunos os conceitos abordados de forma contextualizada, usando a atividade experimental, levando os alunos a compreenderem com maior clareza o conteúdo trabalhado, assim como os cálculos cabíveis.

Foi possível notar que aula experimental foi um recurso didático de grande importância na compreensão dos discentes, abrindo novos horizontes e demonstrando a eles a importância da química.

Pode-se também enfatizar que este recurso didático foi bem aceito e despertou o interesse nos alunos, o que foi possível notar diante das interações em sala.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL-DAVID, P., NOVAK-JOSEPH, D. e HANESIAN-HELEN. **Psicologia educacional**. Rio Janeiro: Interamericana, 1980.

BASTOS, Alice Beatriz B. Izique. A técnica de grupos-operativos à luz de Pichon-Rivière e Henri Wallon. **Psicol inf.**, São Paulo, v. 14, n. 14, p. 160-169, out. 2010. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-88092010000100010&lng=pt&nrm=iso. Acesso em 20 nov. 2023.

BECKER- FERNANDO. **Educação e construção do conhecimento**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

BRASIL ESCOLA, **Pureza dos reagentes**. 17 ago. 2018 Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/química/pureza-dos-reagentes.html>. Acesso em: 06 de dezembro de 2023.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 1999.

CAJAS, Fernando. La alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. **Ensenanza de las Ciencias**, v.19, n.2, 2001. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21737>. Acesso em 05 out. 2023.

CASTANHO, M. E. L. M. **A criatividade na sala de aula universitária**. In: VEIGA, I. P. A.et. al.. *Pedagogia universitária: a aula em foco*. 2. ed. Campinas – SP: Papirus, 2000.

DIA A DIA EDUCAÇÃO, Atividades prático-experimentais: **tendências e perspectivas**. Londrina, 2008. Disponível em: http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes_pde/artigo_dalva_pare. Acesso em: 25/11/2023.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. Novo Aurélio século XXI: **O dicionário da língua portuguesa**.3 Curitiba: Editora Positivo, 2004.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 19 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

FREITAS, J. L. A., & Mancini, K. C. Contribuições da ludicidade no processo de ensino e aprendizagem de conhecimentos científicos e culturais. **Revista Kiri-Kerê**, Pesquisa em Ensino, Espírito Santo, Edição 7, 2019.

GALIAZZI, M.0 do C.; ROCHA, J. M. de B.; SCHMITZ, L. C.; SOUZA, M. L.; GIESTA, S.; GONÇALVES, F. P. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Revista Ciência & Educação**, v. 2, n. 7, 2001.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências, **Química Nova na Escola**. N° 10, p. 43-49, 1999.

GIORDAN, M. Experimentação por simulação. Textos **LAPEQ**, USP, São Paulo, 2003.

GOI, M. E. J.; SANTOS, F. M. T. Resolução de Problemas e Atividades Experimentais no Ensino de Química. UFPR, Curitiba, 2008.

HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. N. The role of the laboratory in science teaching: neglected aspects of research, **Review of Educational Research**, V.52, n. 2, p 201-217, 1982.

ICTQ (Instituto de ciência, tecnologia e qualidade industrial) **Impurezas em Fármacos e Medicamentos**. 30 nov. 2009. Disponível em: <https://ictq.com.br/opiniaio/316-impurezas-em-farmacos-e-medicamento>. Acesso em: 30 de setembro de 2023

INPEC (Instituto Federal de educação e tecnologia) Projeto de Ensino de Química: **“A Química da Limpeza”**. 20 jan. 2004. Disponível em <http://gpquae.iqm.unicamp.br/quimlimp.pdf>. Acesso em 10 de maio de 2023.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

LEMKE, J.L. **Aprendendo a hablar ciencias**: linguagem, aprendizagem y valores, Paidós, Barcelona, 1997.

LOPES, J., Silva, H. O Professor Faz a Diferença. Na aprendizagem dos alunos. Na realização escolar dos alunos. No sucesso dos alunos. Lisboa: **LIDEL**, 2010

MARCONDES, M. E. R. Proposições metodológicas para o ensino de Química: oficinas temáticas para a aprendizagem da Ciência e o desenvolvimento da cidadania. **Em Extensão**, V. 7, p 67-77, 2008.

MOURA, D. G. de. **A dimensão lúdica no ensino de ciências**: Atividades práticas como elemento de realização lúdica. 1993. Tese, Doutorado em Educação apresentada à Faculdade de Educação da USP, São Paulo em 1993

NASCIMENTO, S.S.; VENTURA, P.C. Física e Química: uma avaliação do ensino. **Presença Pedagógica**, v.9, n. 49, 2003.

NUNES, A. S.; ARDONI, D.S. O ensino de química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetinga-BA: O olhar dos alunos. In: Encontro Dialógico Transdisciplinar - Enditrans, 2010, Vitória da Conquista, BA. - **Educação e conhecimento científico**, 2010.

PARASURAMAN, A. Marketing research. 2. ed. Addison Wesley **Publishing Company**, 1991.

PREDEBON, F., PINO, J., C., Uma análise evolutiva de modelos didáticos associados às concepções didáticas de futuros professores de química envolvidos em um processo de intervenção formativa. **Investigação em ensino de ciências**. V. 14, n. 2, p 237-254, 2009.

PENICK, J. E.; BONNSTETTER, R. J. Classroom Climate and Instruction: New Goals Demand New Approaches. **Journal of Science Education And Technology**, V.2, p 389-395, 1993.

PIMENTA, Selma Garrido; Anastasiou, Léa das Graças Camargos. **Docência no Ensino Superior**. 2ª. Ed. São Paulo: Cortez, 2005.

PIMENTEL, M. da Glória. **O professor em construção**. Campinas – SP: Papyrus, 1993.

ROCHA, M.L. Educação em tempos de tédio: um desafio à micropolítica. Em E.Tanamachi, M.L. Rocha & M.Proença (Orgs.), **Psicologia e Educação: desafios teórico-práticos**. São Paulo, (2000).

RODRIGUES, C. L.; AMARAL, M. B. **Problematizando o óbvio**: ensinar a partir da realidade do aluno. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓSGRADUAÇÃO E PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 19., Caxambu, 1996. Anais... Caxambu: Anped, 1996. p. 197.

SÁ, M. B. Z.; VICENTIN, E. M.; CARVALHO, E. A História e a Arte Cênica como Recursos Pedagógicos para o Ensino de Química - Uma Questão Interdisciplinar. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 1, p 9-13, 2010.

SILVA, L.H.de A.; ZANON, L.B. A experimentação no ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, R.P.; ARAGÃO, R.M.R. Ensino de Ciências: Fundamentos e Abordagens. Piracicaba: **CAPES/UNIMEP**, 2000. 182 p.

ANEXOS

ANEXO 1- LAUDO DO PARACETAMOL UTILIZADO NA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

SM EMPREENDIMENTOS FARMACÊUTICOS LTDA



CERTIFICADO DE ANÁLISE

Insumo:	Paracetamol Po - 100%	Data de Análise:	30-07-2021
Lote Interno:	21F09-B019-080588	Lote Fabricante:	2052700
Data de Fabricação:	15-11-2020	Data de Validade:	15-11-2024
Origem:	China	Procedência:	Brasil
Condições de Armazenamento:	Temperatura até 25°C	Ordem de Fracionamento:	080588

DCB:	06827	DCI:	-
CAS:	103-90-2	Peso Molecular:	151,1641
Fórmula Molecular:	C ₈ H ₉ NO ₂		
	-		
	-		

Testes	Especificações	Resultados	Unidade	Referências
Descrição *	Pó cristalino, branco, inodoro.	Conforme		USP NF-2021
Solubilidade *	Facilmente solúvel em álcool; Solúvel em água fervente e em hidróxido de sódio 1 N.	Conforme		USP NF-2021
Identificação *	A: IV - O espectro da amostra está de acordo com o do padrão.	Conforme		USP NF-2021
Identificação *	B: HPLC - O tempo de retenção da amostra corresponde ao tempo de retenção do padrão.	Conforme		USP NF-2021
Perda por dessecação *	<= 0,5 (1g/ Peso constante/ 105°C)	0,46	%	USP NF-2021
Resíduo por ignição *	<= 0,1	0	%	USP NF-2021
Limite de 4-Aminofenol livre *	<= 0,005 (HPLC)	Não detectado	%	USP NF-2021
Impurezas orgânicas (HPLC) *	Composto relacionado B <= 0,05	0,004	%	USP NF-2021
Impurezas orgânicas (HPLC) *	Composto relacionado C <= 0,05	Não detectado	%	USP NF-2021
Impurezas orgânicas (HPLC) *	Composto relacionado D <= 0,05	Não detectado	%	USP NF-2021
Impurezas orgânicas (HPLC) *	Composto relacionado J <= 0,001	Não detectado	%	USP NF-2021
Impurezas orgânicas (HPLC) *	Impureza individual <= 0,05	0,007	%	USP NF-2021
Impurezas orgânicas (HPLC) *	Impureza total <= 0,1	0,013	%	USP NF-2021
Solvente residual (CG) *	Ácido acético <= 0,5	Conforme	ppm	USP NF-2021
Teor (HPLC) *	98,0 - 102,0 (Base seca)	100,71	%	USP NF-2021
Teste adicional				
Densidade aparente *	Informativo (Sem compactação)	0,36	g/mL	MG FB - VI

APÊNDICE

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO 1**Aluno****Nº**

- 1) Do ponto de vista químico, o que é pureza?
 - É a porcentagem de massa da substância sem contaminantes em relação à massa total da amostra.
 - É a parte que contém contaminante
 - É a massa total do produto

- 2) O que é rendimento da purificação?
 - Indica quanto (em %) de reagente foi usado.
 - O rendimento é a quantidade de produto (obtida em relação à quantidade teórica esperada).

- 3) O que significa quando digo que meu produto possui 80% de pureza?
 - Que meu rendimento não foi de 100%
 - Que há 80% de contaminante na amostra
 - Que 20% da amostra continha materiais que não deveriam estar nela

- 4) Como visto nem sempre o rendimento da purificação será de 100%, quais os fatores que influenciam neste resultado?
 - Apenas contaminantes
 - Apenas o mau manuseio da amostra
 - Apenas a perda de amostra durante o procedimento
 - Todas as alternativas

- 5) Quais locais citados abaixo em que a pureza e o rendimento são importantes no cotidiano?
 - Restaurante Indústria alimentícia Indústria Farmacêutica

 - Farmácia de dispensação Farmácia de Manipulação Indústrias petrolíferas

- 6) Supondo que você tenha 1 kg de NaOH (Hidróxido de Sódio), com 80% de pureza, reagindo com H₂SO₄ (Ácido Sulfúrico), qual será a massa de H₂SO₄ que irá reagir?

Equação balanceada: $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

- 7) Um produto foi recristalizado e para isso foi pesado do mesmo 5 g, ao final da recristalização obteve-se uma massa de 4,56g, qual o rendimento obtido?

- 8) Com base no que aprendemos é possível quimicamente conseguir uma substância 100% pura?
 - Sim Não

APÊNDICE B-ROTEIRO DO EXPERIMENTO

RECRISTALIZAÇÃO DO FÁRMACO PARACETAMOL

Introdução

O método mais utilizado para a purificação de sólidos é a recristalização. O processo de recristalização baseia-se na propriedade solubilidade e variação dessa propriedade em função da temperatura a que a substância está submetida, assim também como a escolha do solvente ideal, isto é, em geral com aumento da temperatura a solubilidade do sólido também aumenta.

Por exemplo, uma determinada quantidade de paracetamol dissolvido em água quente, quando a temperatura dessa solução é resfriada a solubilidade do paracetamol diminui e o excesso agora na solução começa a cristalizar. No processo de recristalização o composto impuro é dissolvido em um solvente e não cristaliza, à medida que se formam cristais, as impurezas são excluídas da estrutura cristalina e o composto de interesse pode ser obtido na forma pura.

Objetivo

Determinar os diferentes rendimentos entre os grupos estabelecidos.

Materiais e Reagentes

- Balança
- Béqueres
- Chapa de aquecimento
- Papel filtro
- Funil
- Bastão de vidro
- Banho de gelo (se necessário)
- Água
- Paracetamol

Procedimento

- Todos os grupos devem pesar em um béquer 2,00 g de paracetamol;
- Os grupos 1, 2 e 3 irão usar o volume de 10 mL de água como solvente, os grupos 4, 5 e 6 irão utilizar apenas 15mL;
- Após os grupos irão levar a mistura para chapa de aquecimento, realizando a agitação com um bastão de vidro até que haja completa dissolução do fármaco;
- Os grupos devem deixar que a solução esfrie lentamente, observando a formação dos cristais (tempo estimado 20 minutos);
- Cada grupo irá pesar um papel filtro e anotar suas massas
- Com o auxílio de um funil e um papel filtro, os cristais devem ser filtrados retirando todo líquido sobrenadante;
- Estes ficarão em repouso para secagem, por pelo menos 24 horas;
- Após os alunos irão pesar a massa junto com o papel filtro, anotando as massas e diminuindo o valor do papel filtro;
- Então realizaram os cálculos para determinarem o rendimento do experimento.
- Por fim será discutido cada rendimento obtido.

APÊNDICE C- RELATÓRIO DA PRÁTICA**Aluno****N°**

Fármaco Utilizado:

Quantidade:

Solvente Utilizado:

Quantidade:

Tempo de aquecimento:

Tempo para formação de cristais:

Quantidade de produto formado:

Descreva o que você realizou durante a prática:

Descreva o que você entendeu e o qual a sua opinião sobre a atividade prática: