INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIAS DA VIDA E DA NATUREZA (ILACVN)

QUÍMICA LICENCIATURA

USO DE CASO INVESTIGATIVO, DO TIPO LABORATÓRIO, COMO METODOLOGIA DE ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA

AMANDA DE ARAÚJO DRAGO

Foz do Iguaçu
2024

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIAS DA VIDA E DA NATUREZA (ILACVN)

QUÍMICA LICENCIATURA

USO DE CASO INVESTIGATIVO, DO TIPO LABORATÓRIO, COMO METODOLOGIA DE ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA

AMANDA DE ARAÚJO DRAGO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientador: Prof. Dr.ª Marciana Pierina Uliana Machado
Co-orientador: Prof. Dr. Welington Francisco

Foz do Iguaçu
2024

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

AMANDA DE ARAÚJO DRAGO

Uso de caso investigativo, do tipo laboratório, como metodologia de Ensino de Química Orgânica

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Química.

BANCA EXAMINADORA

_____
Orientador: Prof. Dr.ª Marciana Pierina Uliana Machado
UNILA

_____
Co-orientador: Prof. Dr.ª Welington Francisco
UNILA

_____
Prof. Dr. Alvaro Barcellos Onofrio
UNILA

_____
Prof. Dr.ª Paula Andrea Jaramillo Araujo
UNILA

Foz do Iguaçu, _____ de _____ de _____.

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Dedico este trabalho a Deus, aos meus pais, marido e filho.

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida.

Ao meu marido e ao meu filho, por todo apoio e paciência nesta jornada.

Aos meus pais, Joaquim e Cleusa, e irmãos, Gabriel e Daniel, que mesmo distantes sempre me apoiaram e incentivaram.

Aos meus amigos de caminhada, que sempre torceram por mim!

Ao Delaben, Departamento de Laboratório de Ensino, por todo apoio e incentivo, é maravilhoso poder fazer parte desta equipe!

Aos meus professores orientadores, por toda orientação durante esse processo, sempre me fazendo apontamentos e provocações que foram fundamentais para meu crescimento profissional.

Aos professores que durante meu percurso compartilharam seus conhecimentos e ensinamentos.

Aos colegas de curso, que alegria poder compartilhar e contar com vocês!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Universidade Federal da Integração Latino-Americana – Brasil (UNILA).

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis”
José de Alencar

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

RESUMO

O ensino de química, por vezes, é realizado de forma mecanizada, no qual há a transmissão de conteúdos do professor para o aluno. Metodologias denominadas ativas estão sendo propostas como alternativa, no qual o estudante passa a ser o protagonista do seu aprendizado. O uso de casos investigativos durante o processo de ensino e aprendizagem é um exemplo, no qual envolve os estudantes, permitindo que sua curiosidade evolua para curiosidade epistemológica. Assim, o presente trabalho tem por objetivo verificar a capacidade dos alunos de graduação em resolver situações com métodos simples de laboratório e investigar a compreensão dos estudantes acerca das funções orgânicas, utilizando-se de caso investigativo, do tipo laboratório, com a temática medicamentos. O caso investigativo envolvia a investigação da contaminação cruzada em lotes de fármacos em uma empresa farmacêutica (fictícia). Trata-se de uma análise qualitativa participativa, na qual se utilizou de questionários e textos produzidos pelos estudantes como forma de produção de dados e, para análise dos dados, utilizou-se análise de conteúdo. Os estudantes ficaram envolvidos durante a realização da atividade, e pode-se observar nos dados obtidos que os mesmos conseguiram identificar a contaminação cruzada através de testes de grupos funcionais, ou seja, houve evolução de conhecimento acerca dos grupos funcionais presentes nos medicamentos utilizados (paracetamol, ibuprofeno, fluconazol e Buscopan). Além disso, houve a resolução do caso investigativo, com a identificação dos lotes contaminados e proposições de purificações.

Palavras-chave: aprendizado significativo; experimento; grupos funcionais; química orgânica.

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

RESUMEN

La enseñanza de la química se realiza a veces de forma mecanizada, en la que los contenidos se transmiten del profesor al alumno. Como alternativa se proponen metodologías activas, en las que el alumno se convierte en protagonista de su aprendizaje. El uso de casos de investigación durante el proceso de enseñanza y aprendizaje es un ejemplo, en el que los estudiantes se implican, permitiendo que su curiosidad evolucione hacia una curiosidad epistemológica. El objetivo de este estudio es, por tanto, comprobar la capacidad de los estudiantes universitarios para resolver situaciones utilizando métodos sencillos de laboratorio e investigar la comprensión de los estudiantes sobre las funciones orgánicas, utilizando un caso de investigación de tipo laboratorio sobre el tema de los medicamentos. El caso de investigación consistió en la investigación de la contaminación cruzada en lotes de medicamentos en una empresa farmacéutica (ficticia). Se trata de un análisis cualitativo participativo en el que se utilizaron cuestionarios y textos producidos por los alumnos como medio de producción de datos, y se utilizó el análisis de contenido para analizar los datos. Los alumnos participaron durante la actividad y los datos obtenidos mostraron que eran capaces de identificar la contaminación cruzada mediante pruebas de grupos funcionales, es decir, hubo una evolución en el conocimiento sobre los grupos funcionales presentes en los medicamentos utilizados (paracetamol, ibuprofeno, fluconazol y Buscopan). Además, se resolvió el caso de investigación identificando los lotes contaminados y proponiendo purificaciones.

Palabras clave: aprendizaje significativo; experimento; grupos funcionales; química orgánica.

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

ABSTRACT

Chemistry teaching is sometimes carried out in a mechanized way, in which content is transmitted from the teacher to the student. Active methodologies are being proposed as an alternative, in which the student becomes the protagonist of their learning. The use of investigative cases during the teaching and learning process is one example, in which students are involved, allowing their curiosity to evolve into epistemological curiosity. The aim of this study is therefore to check undergraduate students' ability to solve situations using simple laboratory methods and to investigate students' understanding of organic functions, using a laboratory-type investigative case on the subject of medicines. The investigative case involved the investigation of cross-contamination in batches of drugs at a (fictitious) pharmaceutical company. This is a participatory qualitative analysis in which questionnaires and texts produced by the students were used as a means of producing data, and content analysis was used to analyze the data. The students were involved during the activity, and the data obtained showed that they were able to identify cross-contamination through functional group tests, i.e. there was an evolution in knowledge about the functional groups present in the medicines used (paracetamol, ibuprofen, fluconazole and Buscopan). In addition, the investigative case was solved by identifying the contaminated batches and proposing purifications.

Key words: meaningful learning; experiment; functional groups; organic chemistry.

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Representação Química do Paracetamol 17
Figura 2 – Representação Química do Ibuprofeno 18
Figura 3 – Representação Química do Butilbrometo de escopolamina 18
Figura 4 – Representação Química do Fluconazol 19
Figura 5 – Síntese da sequência didática 22
Figura 6 – Síntese da seleção e preparo dos comprimidos fictícios 30
Figura 7 – Representação da reação química entre o paracetamol e o cloreto férrico 33
Figura 8 – Representação da reação química entre o ibuprofeno e o bicarbonato de sódio 34
Figura 9 – Representação da reação química entre o Buscopan e o Nitrato de Prata 34
Figura 10 – Análises que podem ser realizadas na instituição, de conhecimento dos estudantes (EQ). 38
Figura 11 – Análises que podem ser realizadas na instituição, de conhecimento dos estudantes (LQ). 54

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 – Testes preliminares. 31
Fotografia 2 – Preparo dos comprimidos para entregar aos estudantes. 32
Fotografia 3 – Resposta de um aluno em relação à questão 1 do Questionário 1. 36
Fotografia 4 – Fotos dos testes positivos (EQ). 47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Sequência didática utilizada. 23
Quadro 2 – Procedimento base sugerido. 66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Respostas acerca das maneiras de identificar a contaminação (EQ). 37
Tabela 2 – Respostas acerca das funções presentes em cada medicamento (EQ). 40
Tabela 3 – Respostas acerca das reações para identificação dos grupos funcionais (EQ). 46
Tabela 4 – Respostas acerca das funções presentes em cada medicamento (LQ). 55
Tabela 5 – Respostas acerca das reações para identificação dos grupos funcionais (LQ). 60

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Relação dos estudantes que já cursaram química orgânica I e estão cursando química orgânica II (EQ). 39
Gráfico 2 – Gráfico contendo as respostas de identificação dos grupos funcionais dos medicamentos - Ibuprofeno (EQ). 42
Gráfico 3 – Gráfico contendo as respostas de identificação dos grupos funcionais dos medicamentos - Paracetamol (EQ). 43
Gráfico 4 – Gráfico contendo as respostas de identificação dos grupos funcionais dos medicamentos - Fluconazol (EQ). 44
Gráfico 5 – Gráficos contendo as respostas de identificação de contaminação dos Lote 1, 2 e 3 (EQ). 49
Gráfico 6 – Gráfico contendo as respostas de identificação dos grupos funcionais dos medicamentos - Ibuprofeno (LQ). 57
Gráfico 7 – Gráfico contendo as respostas de identificação dos grupos funcionais dos medicamentos - Paracetamol (LQ). 58
Gráfico 8 – Gráfico contendo as respostas de identificação dos grupos funcionais dos medicamentos - Buscopan (LQ). 59
Gráfico 9 – Gráficos contendo as respostas de identificação de contaminação dos Lote 1, 2 e 3 (LQ). 62

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

QOI	Química Orgânica I
CI	Casos Investigativos
p/v	peso/volume
v/v	volume/volume
CO_2	Gás Carbônico
L	Litro
mL	Mililitro
PCR	Reação em Cadeia da Polimerase
UV-Vis	Espectroscopia no Ultravioleta Visível
RMN	Ressonância Magnética Nuclear
pH	Potencial Hidrogeniônico
EQ	Engenharia Química
LQ	Licenciatura Química
AAS	Ácido Acetilsalicílico

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **12**
1.1 OBJETIVO GERAL 14
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA **16**
2.1 FUNÇÕES ORGÂNICAS 16
2.2 MEDICAMENTOS 17
2.1.1 Paracetamol 17
2.1.2 Ibuprofeno 17
2.1.3 Buscopan 18
2.1.3 Fluconazol 19
2.3 CASOS INVESTIGATIVOS 19
3 METODOLOGIA **21**
3.1 PRODUÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS 21
3.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA 21
3.2 TESTES DE IDENTIFICAÇÃO 30
3.2.1 Identificação do Fenol 32
3.2.2 Identificação de Ácido Carboxílico 33
3.2.3 Identificação de Haletos 34
3.2.4 Identificação de Alcenos 35
3.2.5 Identificação do Álcool 35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO **36**
4.1 TURMA DE ENGENHARIA QUÍMICA (EQ) 36
4.2 TURMA DE LICENCIATURA QUÍMICA (LQ) 53
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS **68**
REFERÊNCIAS **69**
apêndices 72
APÊNDICE A – Questionários - Engenharia Química 73
APÊNDICE B – Questionários - Licenciatura Química 78
anexos 83
ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) 84

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

1 INTRODUÇÃO

Por muito tempo ensinou-se de forma mecanizada, dando ênfase à transmissão de conteúdos e desconsiderando a relação existente com o cotidiano, o que implica em um baixo interesse pelo aprendizado por parte do estudante. Com o intuito de reverter essa perspectiva, é importante trazer o estudante como protagonista das atividades, fazendo com que ele relacione o que está aprendendo com o que já aprendeu, e consequentemente obter um aprendizado significativo (GUIMARÃES, 2009).

Compreender o que ocorre na teoria implica em compreender o que ocorre no seu cotidiano, ou seja, há o reconhecimento do conhecimento científico (BEVILACQUA; SILVA, 2007). Porém, de acordo com Souza e Silva (2012), ensinar química no ensino médio é, na maioria das vezes, uma relação de transmissão e recepção de conhecimentos, de forma passiva, não desenvolvendo habilidades de associação da estrutura ao nome correspondente da função orgânica, por exemplo, o que ocasiona em conhecimento não compreendido.

Pazinato *et al.* (2012), verificaram em seu trabalho, que a maioria dos professores do ensino médio utilizam o livro didático como principal condutor de aula, com foco em química orgânica, o material apresenta conceitos tradicionais, poucos experimentos e pouca relação com o dia a dia dos estudantes.

Essa situação é corroborada no trabalho realizado por Souza (2021), que relata que a maioria dos trabalhos publicados em anais das reuniões anuais da Sociedade Brasileira de Química entre os anos de 2011 e 2019, se baseiam em memorização e repetição, no qual possuem trajeto e respostas já definidas. As práticas não apresentam compromisso com o processo de ensino e aprendizagem.

Para Souza (2022), “uma alternativa viável para tais problemas é desenvolver um protocolo de ensino e aprendizagem que visem uma metodologia ativa de aprendizagem, tornando os alunos instigados a pesquisar e a solucionar problemas”. Além disso, de acordo com Lima (2012), “o ensino de Química deve ser problematizador, desafiador e estimulador, desde que seu objetivo seja de orientar o estudante à construção do saber científico”.

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Já no ensino superior, o que se percebe é que, segundo Machado, Melo Filho e Pinto (2005), muitos estudantes possuem dificuldade de compreender a forma na qual o conhecimento de química orgânica é construído, o que tem como consequência o desinteresse dos estudantes na disciplina, isso ocasiona em uma postura passiva, ou seja, não há comprometimento no processo de aprendizagem como deveria.

Alves, Sangiogo e Pastoriza (2021), verificaram em seu trabalho as "dificuldades no ensino e na aprendizagem de química orgânica do ensino superior - estudo de caso em duas universidades federais", e apontaram o alto índice de reprovação na disciplina de química orgânica, independente do professor ou universidade investigada e apontam, como sugestão, "possibilitar rever metodologias utilizadas atualmente em turmas de QOI (química orgânica I), a fim de buscar minimizar as dificuldades associadas ao desempenho acadêmico" (p. 781).

De acordo com Belinaso *et al.* (2009), os estudantes universitários apontam as funções orgânicas como sendo um tema complexo de estudo, além dos mecanismos e estereoquímica, e que o principal entrave está relacionado com o "método no qual o professor faz a apresentação da função, seguida da nomenclatura e das reações, e já passa para a função seguinte, sem que o aluno tenha tempo para identificar os grupos funcionais" (p. 2).

Neste sentido, a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para o ensino de química, sendo possível criar situações capazes de contextualização e estimular questionamentos de investigação (GUIMARÃES, 2009). Segundo Bevilacqua e Silva (2007), "a realização de experimentos, em Ciências, representa uma excelente ferramenta para que o aluno faça a experimentação do conteúdo e possa estabelecer a dinâmica e indissociável relação entre teoria e prática".

Silva (2021), em seu trabalho, utilizou a experimentação como metodologia alternativa ao processo de ensino e aprendizagem, com a temática de oxirredução, para uma turma de 2º ano do ensino médio, e verificou que a experimentação auxiliou positivamente no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes, favorecendo a interação e compreensão dos conceitos, além disso, manteve os estudantes motivados.

Santos Junior et al. (2021), realizaram um estudo a fim de comparar algumas estratégias de ensino, dentre elas o uso de experimentação e simulação

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

computacional e verificaram que aliar ambas estratégias de ensino é uma alternativa na qual ocorre maior eficiência no processo de ensino e aprendizagem.

Outra estratégia de ensino que pode ser aplicada é a utilização de casos investigativos. Massena, Filho e Sá (2013), realizaram um estudo na Produção de Casos para o Ensino de Química: Uma Experiência na Formação Inicial de Professores, com alunos do segundo período do curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Santa Cruz, Bahia. Utilizaram para esse estudo sete casos investigativos, os quais são denominados de “estudo de caso”. Os autores verificaram que a utilização de casos investigativos desenvolvem nos estudantes várias habilidades, tais como trabalho em grupo, pensamento crítico, tomada de decisões, dentre outros.

A utilização da temática medicamentos como forma de abordar a química orgânica, de forma experimental, pode ser considerada um aprendizado além da química, pois é possível também apresentar a forma adequada de utilização, formas de descarte, efeitos no organismo, dentre outros (CARNIEL et al., 2013).

Ferreira e Lindemann (2023), analisaram os trabalhos publicados no período de 2004-2020, com a temática de medicamentos para o ensino de química, e identificaram doze trabalhos envolvendo a temática nesse período. Na pesquisa, não é apontado trabalhos que focam o uso de medicamentos como metodologia para o ensino de funções orgânicas, mas outros direcionamentos.

Pensando nisso, este trabalho busca responder a seguinte questão de estudo: Os estudantes possuem conhecimentos (experimentais e instrumentais) para resolverem um caso investigativo do tipo laboratório envolvendo a temática medicamentos e funções orgânicas?

1.1 OBJETIVO GERAL

Investigar a compreensão dos estudantes acerca das funções orgânicas, utilizando-se de caso investigativo, do tipo laboratório, com a temática medicamentos.

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar se os alunos conseguem resolver um caso investigatigo (fictício) de contaminação de medicamentos;
- Identificar se os alunos têm conhecimentos de técnicas instrumentais de caracterização e se conseguem identificar os grupos funcionais através de reações químicas;

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 FUNÇÕES ORGÂNICAS

Diversas substâncias químicas apresentam grupos funcionais característicos, responsáveis por determinar as propriedades químicas do composto e local de maior propensão a ocorrer as reações químicas (SOLOMONS; FRYHLE, 2001). Os grupos funcionais estão agrupados conforme a função que apresenta e (PAZINATO *et al.*, 2012), podem ser descritos como:

- Hidrocarbonetos: com a presença de hidrogênios e carbonos;
- Álcool: com a hidroxila (-OH) ligada a um carbono saturado;
- Fenol: com a hidroxila (-OH) ligada a um anel aromático;
- Cetonas: com grupo carbonila (-C=O) carbono ligado a dois átomos de carbono;
- Aldeídos: com grupo carbonila (-C=O) carbono ligado a um átomo de carbono e um hidrogênio;
- Éster: com grupo carbonila (-C=O) carbono ligado a uma cadeia carbônica e a um oxigênio ligado a um grupamento carbônico (O-R’);
- Éter: um oxigênio ligado a um carbono de cada lado;
- Ácidos carboxílicos: presença da carboxila (COOH);
- Amina: nitrogênio ligado a grupamentos orgânicos;
- Amida: nitrogênio ligado a uma carbonila (-C=O);
- Nitrila: um nitrogênio ligado a um carbono por uma ligação tripla;
- Haletos orgânicos: um haleto ligado a um carbono.

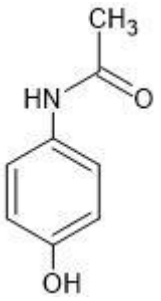
Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

2.2 MEDICAMENTOS

2.1.1 Paracetamol

O paracetamol, também conhecido como N-acetil-p-aminofenol (APAP) ou N-(4-hidroxifenil)etanamida, possui peso molecular de 151,16 g mol^{-1} e fórmula química $C_8H_9NO_2$. Apresenta dois grupos funcionais, a amida e o fenol. A representação da sua estrutura pode ser visualizada na Figura 1. Possui pouca solubilidade em água fria e maior solubilidade em água quente ou em etanol, e é utilizado amplamente para controlar febres (REMIÃO, 2020).

Figura 1 – Representação Química do Paracetamol



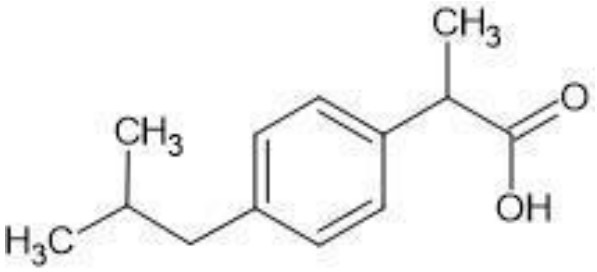
Fonte: Remião, 2020.

2.1.2 Ibuprofeno

O ibuprofeno, conhecido também como ácido α metil-4-(2metilpropil) benzenoacético, é um anti-inflamatório não-esteroidal muito utilizado para alívio de cólicas menstruais, redução de altas temperaturas (febre) e artrite, e apresenta várias formas farmacêuticas (GONDIM et al., 2017). Possui dois grupos funcionais, o grupo carboxílico e o anel aromático (hidrocarbonetos), conforme Figura 2.

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Figura 2 – Representação Química do Ibuprofeno

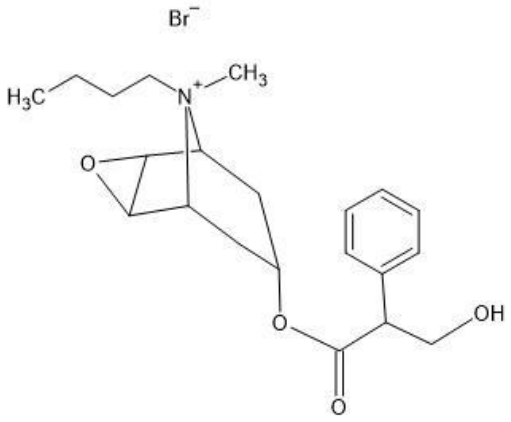


Fonte: GONDIM et al., 2017.

2.1.3 Buscopan

O butilbrometo de escopolamina, vendido comercialmente como Buscopan®, é um medicamento que possui função anti espasmódica, mas também pode ser utilizado como analgésico, medicamento antiespasmódico cervical local durante o trabalho de parto, cólica biliar, cálculo distal na uretra, e pré medicação de exames de colonoscopias (RIBEIRO, 2022). Possui vários grupos funcionais, dentre eles, pode-se citar a presença de anel aromático, álcool, amina, éster, e um íon brometo, conforme Figura 3.

Figura 3 – Representação Química do Butilbrometo de escopolamina



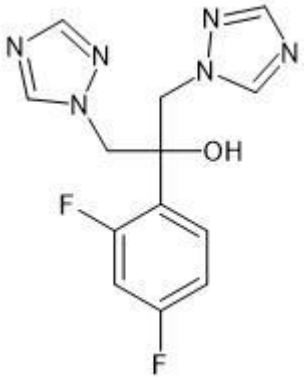
Fonte: ALI; GAMAL; ABDELKAWY, 2017.

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

2.1.3 Fluconazol

O Fluconazol (Figura 4), também denominado de *2-(2,4-difluorophenyl)-1,3-bis(1H-1,2,4-triazol-1-yl)propan-2-ol*, apresenta fórmula molecular $C_{13}H_{12}F_2N_6O$ e peso molecular de 306,99 g mol^{-1}. é um antifúngico azólico, ou seja, possui eficácia no tratamento de infecções fúngicas (GOODMAN & GILMAN, 2005). Possui vários grupos funcionais, dentre eles, pode-se citar a presença de anel aromático, haleto de arila, anel triazol e álcool terciário, sendo solúvel em metanol, etanol e acetona.

Figura 4 – Representação Química do Fluconazol



Fonte: TEIXEIRA, 2016.

2.3 CASOS INVESTIGATIVOS

Segundo Francisco (2022, p. 184), “podemos entender os casos investigativos (CI) como narrativas de eventos ou problemas reais vividos por determinados personagens que não apresentam um final”, com isso, os estudantes são os responsáveis pela investigação do que está acontecendo no caso, desde a análise até a tomada de decisão sobre sua resolução. Ainda segundo o autor, é possível trabalhar em sala de aula onze tipos diferentes de casos investigativos, são eles: Análise, Decisão, Discussão, Direcionado, Clicker, Simulação, Debate, Debate Dialogal, Laboratório, Progressivo, Jig-saw. Os casos investigativos do tipo laboratório são casos nos quais a resolução ocorre por meio da utilização de experimentos em laboratório, ou seja, o estudante precisa pensar nos métodos laboratoriais para resolver a atividade e como realizá-lo.

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Assim, os casos investigativos representam a narração de uma história, que seja relevante, dessa forma, é necessário que o autor crie uma história, curta, capaz de despertar o interesse pelo que está acontecendo, o que leva também à necessidade de criar empatia do leitor, uma forma de englobar tais características é utilizando temas geradores para a produção da história. Além disso, é preciso que se provoque um conflito, atual, para que seja direcionado à resolução de um problema, é neste momento que há a função de ensinar, pois ao utilizar de temas geradores os estudantes terão maior interesse no que está sendo trabalhado, e consequentemente, maior interesse na resolução do problema, com isso, haverá maior aprendizado dos estudantes, pois eles estarão ‘imersos’ (FRANCISCO, 2022).

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

3 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada com abordagem qualitativa participativa, tendo como público-alvo, alunos da disciplina de Química Orgânica Experimental, do curso de Engenharia Química e Química Licenciatura, da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, no total, 14 alunos participaram da resolução do caso investigativo. Inicialmente foi esclarecido sobre o desenvolvimento da pesquisa e seus objetivos. Os alunos foram convidados a participarem da pesquisa e todos aceitaram. Em seguida, foi solicitado que preenchessem o Termo de Consentimento e Livre Esclarecimento (TCLE) (ANEXO I).

3.1 PRODUÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram obtidos por meio de respostas de questionários (Apêndice A e B) entregues durante a atividade e também pela finalização do caso investigativo, proposto para que os estudantes o fizessem de forma individual.

Para análise do texto produzido pelos estudantes, utilizou-se a análise de conteúdo proposto por Bardin (2021), sendo organizada em três etapas:

1) Pré-análise: caracterizada por ser a fase do primeiro contato e organização do material, partindo de sua exploração, a fim de sistematizar as ideias iniciais formando um plano de análise.

2) Exploração do material: caracterizada pela exploração minuciosa do texto, sendo possível realizar sua codificação e categorização.

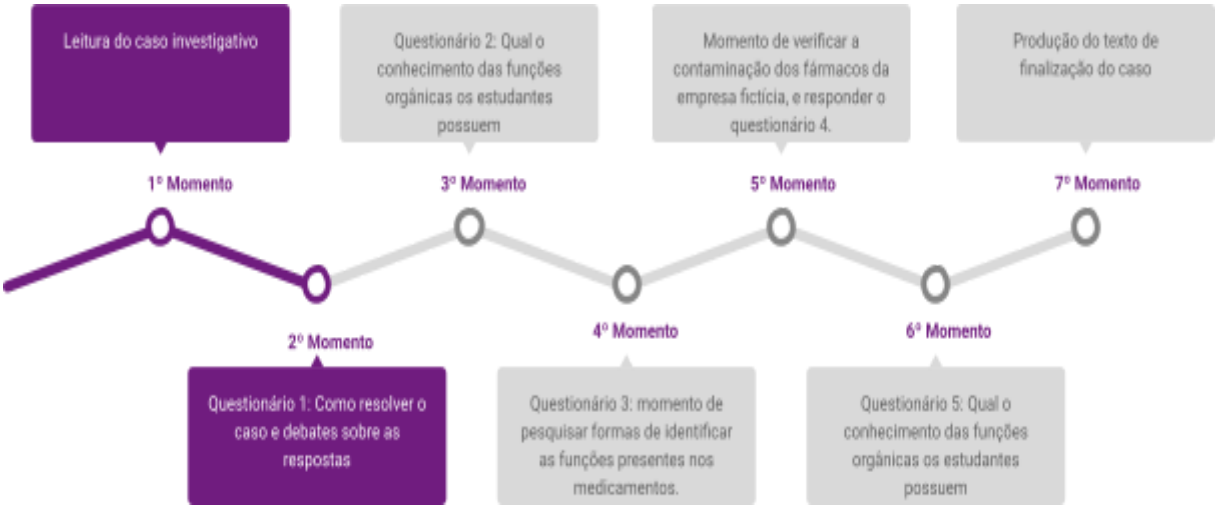
3) Tratamento dos resultados: os resultados obtidos serão submetidos a tratamento para serem significativos e válidos.

3.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática utilizada, pode ser visualizada de forma resumida na Figura 5, e descrita no Quadro 1, foi realizada em dois encontros para a turma de engenharia química e um encontro para a turma de licenciatura química.

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Figura 5 – Síntese da sequência didática



Fonte: A autora, 2024.

No primeiro encontro (para ambas as turmas), foram 4 aulas de 50 minutos, e no segundo (para a turma de engenharia química), 2 aulas de 50 minutos, ambas no horário da disciplina. Contava com um caso investigativo, do tipo laboratorial, na temática de medicamentos e questionários, que tiveram como objetivos perceber a construção do conhecimento durante a resolução do caso, contando com algumas intervenções. As intervenções tinham por objetivo conduzir a atividade durante a resolução do caso e esclarecimento de dúvidas.

Para a resolução do caso, será necessário utilizar as amostras de fármacos e diferentes testes para verificar a presença ou não das funções orgânicas, e posteriormente, a resolução do caso. Os fármacos que serão utilizados são: Paracetamol, Ibuprofeno, Fluconazol e Buscopan.

Para a turma de engenharia química, as amostras dos lotes foram preparadas da seguinte forma: Os três lotes contém ibuprofeno. No lote 1 e 2 o ibuprofeno se encontrava puro, sem contaminação por outros fármacos. Já o lote 3, continha Ibuprofeno e contaminação por paracetamol.

Para a turma de Licenciatura Química foram utilizados o ibuprofeno em todos os lotes, sendo que no primeiro lote o mesmo se encontrava puro (Lote 1), no lote 2 o ibuprofeno estava contaminado com paracetamol, e no lote 3 o ibuprofeno estava contaminado com buscopan. Todos os fármacos foram submetidos a todas as identificações, para que posteriormente os alunos pudessem discutir sobre a presença ou não de determinado grupo funcional e se houve ou não

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

contaminação.

Quadro 1 – Sequência didática utilizada.

<table>
<tr>
<td>Aula 1</td>
<td>

Foi realizada a leitura do caso investigativo, pela autora, de forma interpretada;

Caso Investigativo utilizado para a atividade na turma de Engenharia química.

Mantendo a qualidade dos medicamentos

A indústria farmacêutica “Cataratas”, produz atualmente 3 fármacos, são eles: paracetamol (também conhecido como acetaminofeno), ácido isobutil propanóico fenólico, conhecido como Ibuprofeno e fluconazol um antimicótico, pertencente a classe dos antifúngicos triazólicos.
Sempre que os medicamentos são produzidos, amostras dos lotes passam pelo controle de qualidade e são analisadas. Nesta Indústria farmacêutica, Ana Laura é a responsável técnica que realiza os testes pelo controle de qualidade, ela suspeitou que um dos lotes poderia ter contaminação cruzada por um dos medicamentos produzidos na indústria. Ana Laura já está na empresa há 3 anos e além de possuir capacidade técnica, tem o conhecimento adquirido pela experiência - e imediatamente avisa a responsável técnica, Luiza:
__ Luiza, temos um problema na sala 07, controle de qualidade dos medicamentos. - Fala Ana Laura.
__ O que houve Ana Laura? - Pergunta Luiza
__ Houve contaminação cruzada no lote do ibuprofeno, Lote 3. Precisamos parar com a produção deste lote! Já houve a distribuição de alguma caixa? - Pergunta Ana Laura.
__ Estamos com o caminhão carregado para realizar uma entrega, vou avisar para cancelarem. Enquanto isso precisamos detectar a origem da contaminação. Será que foi somente neste lote? Vamos refazer as análises do último lote para confirmarmos e isso deve ser feito nos cinco medicamentos produzidos! - Enfatiza Luiza.
__ Precisamos garantir que os outros lotes não estejam contaminados para permanecermos com a nossa licença ativa. Reforça Ana Laura, Vou separar os lotes e materiais (reagentes, vidrarias) para iniciarmos as análises do Lote 1 e 2.
Enquanto isso, Luiza pensa um pouco, pega o telefone e liga para Fábio, supervisor dos transportes.
__ Alô? Fabio, cancelem a saída do caminhão com o Lote 3, tivemos uma suspeita de que o produto não está nas condições adequadas, vamos precisar fazer reanalise.
__ Oi Luiza, o caminhão saiu a 5 minutos, vou solicitar seu retorno. - Avisa Fabio.
__ Ok, me avise assim que o caminhão chegar. - Reforça Luiza.
Fonte: A autora, 2024.
</td>
</tr>
</table>

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Caso Investigativo utilizado para a atividade na turma de Licenciatura Química.

Mantendo a qualidade dos medicamentos

A indústria farmacêutica “Cataratas”, produz atualmente 3 fármacos, são eles: paracetamol (também conhecido como acetaminofeno), ácido isobutil propanóico fenólico, conhecido como Ibuprofeno e Butilbrometo de escopolamina, uma substância com ação antiespasmódica, reduzindo as dores causados por movimentos involuntários na barriga, por meio do relaxamento da musculatura dos órgãos da barriga, produzidos na indústria farmacêutica.

Sempre que os medicamentos são produzidos, amostras dos lotes passam pelo controle de qualidade e são analisadas. Nesta Indústria farmacêutica, Ana Laura é a responsável técnica que realiza os testes pelo controle de qualidade, ela suspeitou que um dos lotes poderia ter contaminação cruzada por um dos medicamentos produzidos na indústria. Ana Laura já está na empresa há 3 anos e além de possuir capacidade técnica, tem o conhecimento adquirido pela experiência - e imediatamente avisa a responsável técnica, Luiza:

__ Luiza, temos um problema na sala 07, controle de qualidade dos medicamentos. - Fala Ana Laura.

__ O que houve Ana Laura? - Pergunta Luiza

__ Houve contaminação cruzada no lote do ibuprofeno, Lote 3. Precisamos parar com a produção deste lote! Já houve a distribuição de alguma caixa? - Pergunta Ana Laura.

__ Estamos com o caminhão carregado para realizar uma entrega, vou avisar para cancelarem. Enquanto isso precisamos detectar a origem da contaminação. Será que foi somente neste lote? Vamos refazer as análises do último lote para confirmarmos e isso deve ser feito nos cinco medicamentos produzidos! - Enfatiza Luiza.

__ Precisamos garantir que os outros lotes não estejam contaminados para permanecermos com a nossa licença ativa. Reforça Ana Laura, Vou separar os lotes e materiais (reagentes, vidrarias) para iniciarmos as análises do Lote 1 e 2.

Enquanto isso, Luiza pensa um pouco, pega o telefone e liga para Fábio, supervisor dos transportes.

__ Alô? Fabio, cancelem a saída do caminhão com o Lote 3, tivemos uma suspeita de que o produto não está nas condições adequadas, vamos precisar fazer reanalise.

__ Oi Luiza, o caminhão saiu a 5 minutos, vou solicitar seu retorno. - Avisa Fabio.

__ Ok, me avise assim que o caminhão chegar. - Reforça Luiza.

Fonte: A autora, 2024.

- Na sequência, foi realizada a entrega do questionário 1, que teve como objetivo verificar a forma que os estudantes resolveriam o caso investigativo; Além de identificar àqueles que fizeram (ou não) as disciplinas de química orgânica I e II;

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

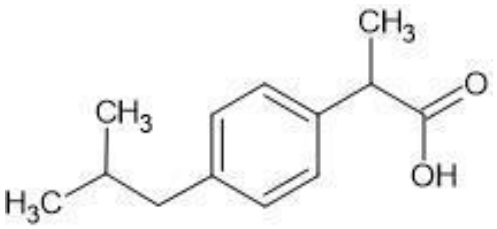
<table>
<tr>
<td></td>
<td>
Questionário 1
Iniciais do nome: _____

1) Diante dessa situação, o que você faria para identificar essa possível contaminação?
2) Quais as possíveis maneiras podem ser utilizadas para identificar essa contaminação?
3) Quais os tipos de análise podem ser feitas no laboratório da sua instituição?
4) Você já concluiu a disciplina de Química Orgânica I?
5) Você está cursando Química Orgânica II?

● Após, os estudantes foram convidados a compartilhar a forma que eles resolveriam o caso, que haviam anotado no questionário 1.
</td>
</tr>
<tr>
<td>Aula 2</td>
<td>
● Encaminhando-se na aula 2, Entrega do questionário 2, que teve por objetivo verificar se os estudantes conseguem identificar as funções orgânicas presentes nos medicamentos mencionados no caso investigativo;

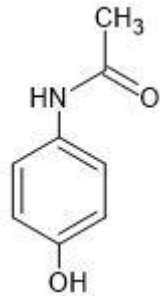
Questionário 2
Iniciais do nome: _____

1) Identifique os grupos funcionais abaixo.

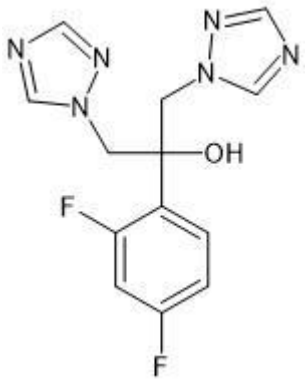
Ibuprofeno
<table>
<tr>
<td> 
</td>
<td>
● Amina
● Fenol
● Éster
● Álcool
● Éter
● Hidrocarboneto: Alceno
● Ácido Carboxílico
● Amida
● Hidrocarboneto: anel aromático
</td>
</tr>
</table>
</td>
</tr>
</table>

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Paracetamol

	● *Amina* ● *Fenol* ● *Éster* ● *Álcool* ● *Éter* ● *Hidrocarboneto: Alceno* ● *Ácido Carboxílico* ● *Amida*

Fluconazol

	● *Amina* ● *Fenol* ● *Éster* ● *Álcool* ● *Éter* ● *Hidrocarboneto: Alceno* ● *Ácido Carboxílico* ● *Amida*

- Após, os estudantes foram convidados a compartilhar seus registros sobre quais funções orgânicas estão presentes nos fármacos utilizados;
- Foi realizado intervenções acerca das formas de resolver o caso, quais os métodos instrumentais e reacionais que usariam, quais seriam possível realizar no laboratório;

Aula 3

- Encaminhando-se na aula 2, houve a entrega do questionário 3, que teve por objetivo verificar quais testes reacionais os estudantes propuseram para identificação dos grupos funcionais, durante esse questionário os estudantes foram orientados a buscar na literatura formas de identificação de funções orgânicas, por meio de reações;

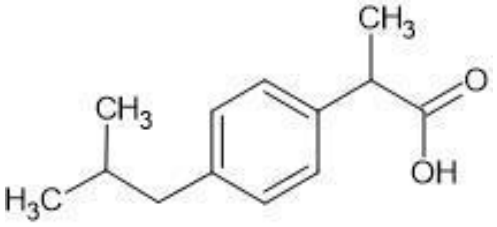
Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Questionário 3

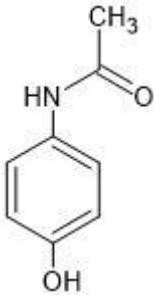
Iniciais do nome: _____

1) *Utilizando reações químicas você poderia identificar esta contaminação entre os medicamentos fluconazol, paracetamol e ibuprofeno? Quais reações você poderá utilizar para identificar estes compostos (podem pesquisar na literatura)*

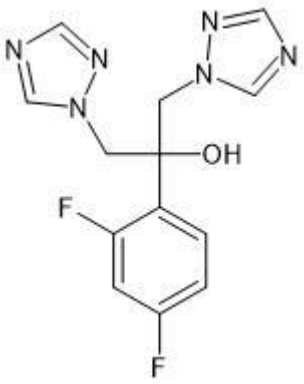
Ibuprofeno

	Reação de identificação
	

Paracetamol

	Reação de identificação
	

Fluconazol

	Reação de identificação
	

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

<table>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Aula 4</td><td>

- Realizou-se algumas intervenções acerca dos testes propostos e indicação dos que usaríamos para identificar os grupos funcionais dos fármacos;
- Foi realizado também um demonstrativo de teste positivo para os grupos funcionais analisados e maiores esclarecimentos de dúvidas sobre a execução dos testes reacionais;

</td></tr>
<tr><td>Aula 5 e 6</td><td>

- Por fim, os estudantes realizaram os testes de identificação da presença de funções orgânicas nos fármacos, a fim de determinar se houve a contaminação ou não;
- E na sequência, houve a entrega dos questionários 4 e 5, esses questionários tinham por objetivo obter informações acerca das observações que os estudantes fizeram durante a realização dos testes e, se conseguiram identificar a contaminação cruzada e qual provável contaminação;

Questionário 4

Iniciais do nome: _____

Em relação ao Lote 1:
( ) puro (somente ibuprofeno)
( ) contaminado com Fluconazol
( ) contaminado com paracetamol

OBS: Como chegou a esta conclusão:

Em relação ao Lote 2:
( ) puro (somente ibuprofeno)
( ) contaminado com Fluconazol
( ) contaminado com paracetamol

OBS: Como chegou a esta conclusão:

Em relação ao Lote 3:
( ) puro (somente ibuprofeno)
( ) contaminado com Fluconazol
( ) contaminado com paracetamol

OBS: Como chegou a esta conclusão:

Responda:

1) *Após sua análise, foi possível identificar alguma contaminação?*
2) *Qual lote estava contaminado?*
3) *Qual é sua suspeita de contaminação?*
4) *Como você identificou?*

</td></tr>
</table>

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

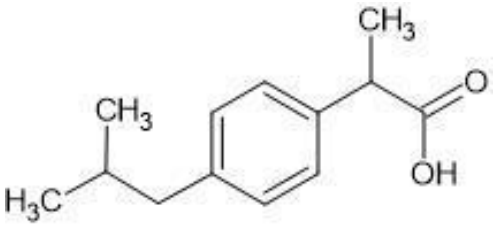
5) *Como você purificaria este lote contaminado na sua empresa farmacêutica?*

Questionário 5

Iniciais do nome: _____

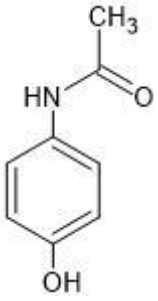
1) *Após os ensaios realizados, identifique novamente os grupos funcionais abaixo.*

Ibuprofeno



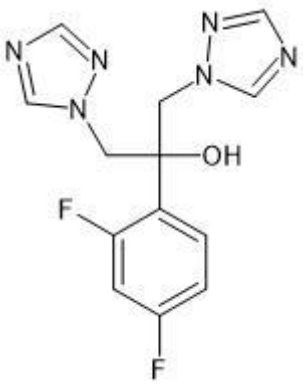
- *Amina*
- *Fenol*
- *Éster*
- *Álcool*
- *Éter*
- *Hidrocarboneto: Alceno*
- *Ácido Carboxílico*
- *Amida*
- *Aromático*

Paracetamol



- *Amina*
- *Fenol*
- *Éster*
- *Álcool*
- *Éter*
- *Hidrocarboneto: Alceno*
- *Ácido Carboxílico*
- *Amida*

Fluconazol



- *Amina*
- *Fenol*
- *Éster*
- *Álcool*
- *Éter*
- *Hidrocarboneto: Alceno*
- *Ácido Carboxílico*
- *Amida*

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Aula 7	• Entrega da resolução do caso.

Fonte: A autora, 2024.

3.2 TESTES DE IDENTIFICAÇÃO

Inicialmente foram realizados os testes de identificação com os fármacos escolhidos, tendo como base sua estrutura química, bem como com suas misturas (o processo pode ser visualizado na Figura 6), para evitar um falso positivo. Estes testes se fazem necessários, pois muitos possuem aditivos que tendem a mascarar os testes ou apresentam um falso positivo.

Figura 6 – Síntese da seleção e preparo dos comprimidos fictícios

Fonte: A autora, 2024.

É possível visualizar na Fotografia 1, que os fármacos escolhidos inicialmente foram loratadina, ácido acetilsalicílico (ASS), paracetamol e vitamina C, além desses, também foram testados vitamina D, ibuprofeno, fluconazol e buscopan.

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Fotografia 1 – Testes preliminares.

a) Teste com loratadina.

b) Teste com ASS.

c) Teste com paracetamol.

d) Teste com vitamina C.

Fonte: A autora, 2024.

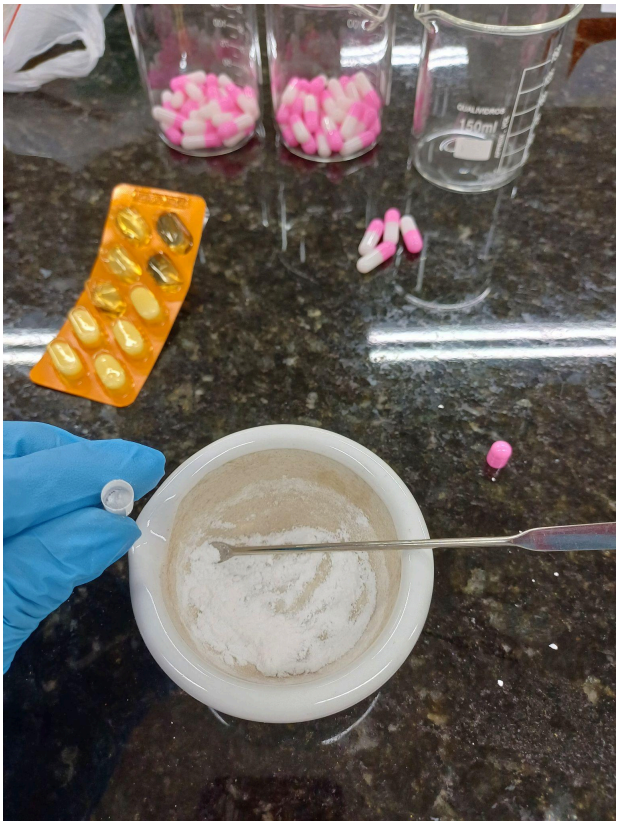
É possível visualizar que o cloro presente na loratadina não reagiu com o teste utilizando nitrato de prata (Fotografia 1a). O ácido acetilsalicílico reagiu com o teste do cloreto férrico, quando não deveria ter reagido indicando possível hidrólise do fármaco, pois não há presença de hidroxila fenólica na estrutura (Fotografia 1b). O teste do paracetamol reagiu com cloreto férrico, conforme o esperado, e não reagiu na presença de nitrato de prata e bicarbonato de sódio, sendo um dos fármacos utilizados para realizar a atividade (Fotografia 1c). A vitamina C reage na presença de cloreto férrico e de nitrato de prata, mesmo não havendo em sua estrutura a presença de fenol e haleto orgânico (Fotografia 1d). Neste primeiro momento, um fármaco foi selecionado, o paracetamol, e uma nova pesquisa foi realizada para selecionar outros fármacos, o ibuprofeno, o fluconazol e

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

o buscopan.

Após a realização dos testes de identificação nos fármacos, os comprimidos foram macerados em almofariz e pistilo, para reduzir a granulometria e produziram-se os lotes fictícios com ibuprofeno puro e com as respectivas contaminações, ou seja, misturou-se os comprimidos macerados com a finalidade de fazer a contaminação e posteriormente encapsulou-se, para serem distribuídos aos estudantes (Fotografia 2) e tornar a investigação do caso mais próxima da realidade, e na sequência, para realização dos testes e consequentemente, a resolução do caso investigativo.

Fotografia 2 – Preparo dos comprimidos para entregar aos estudantes.



Fonte: A autora, 2024.

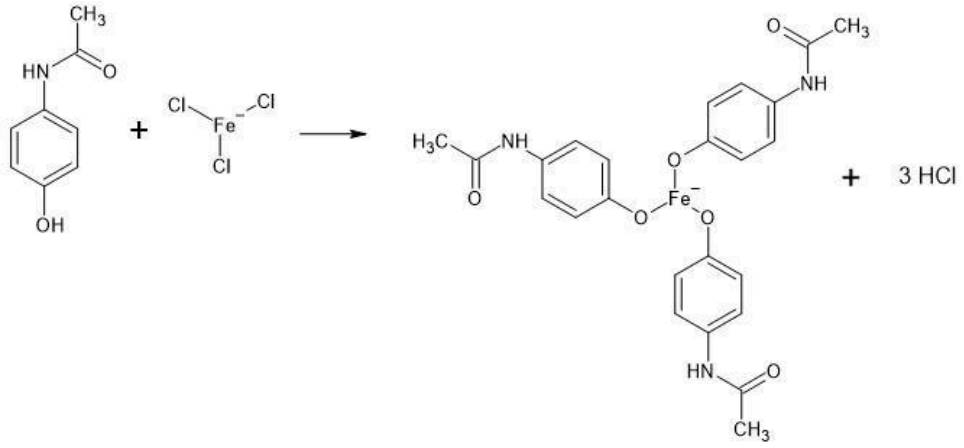
3.2.1 Identificação do Fenol

Para identificação da hidroxila fenólica, será necessário utilizar

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Cloreto Férrico 1% (p/v), em água, isso porque os fenóis, ao reagirem com cloreto férrico ($FeCl_3$), formam complexos coloridos, sendo esta uma das reações que identificam esses compostos (PAZINATO et al., 2012), a representação da reação pode ser visualizada na Figura 7. Abra o comprimido, coloque o material em um tubo de ensaio, acrescente aproximadamente 1 mL de água destilada, e acrescente algumas gotas de Cloreto Férrico. O teste é positivo pelo aparecimento de coloração, que pode variar de violeta, vermelho e verde.

Figura 7 – Representação da reação química entre o paracetamol e o cloreto férrico



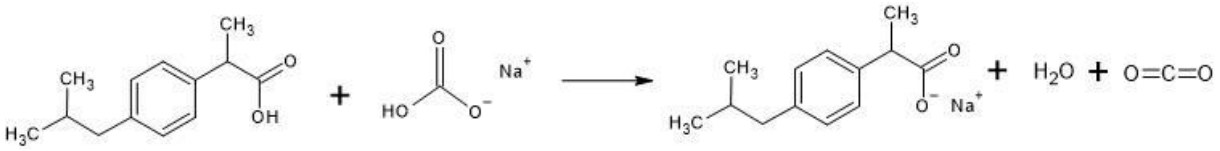
Fonte: PAZINATO et al., 2012 .

3.2.2 Identificação de Ácido Carboxílico

Para identificação do grupo funcional ácido carboxílico será necessário utilizar Bicarbonato de Sódio (sólido), para melhor visualização, do desprendimento de gás carbônico (CO_2) (SILVA; BATALINI, 2020), a representação da reação pode ser visualizada na Figura 8. Abra o comprimido, coloque o material em um tubo de ensaio e acrescente aproximadamente 1 mL de água e adicione Bicarbonato de Sódio (sólido). O teste é positivo pelo surgimento de bolhas, indicando a liberação de CO_2.

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

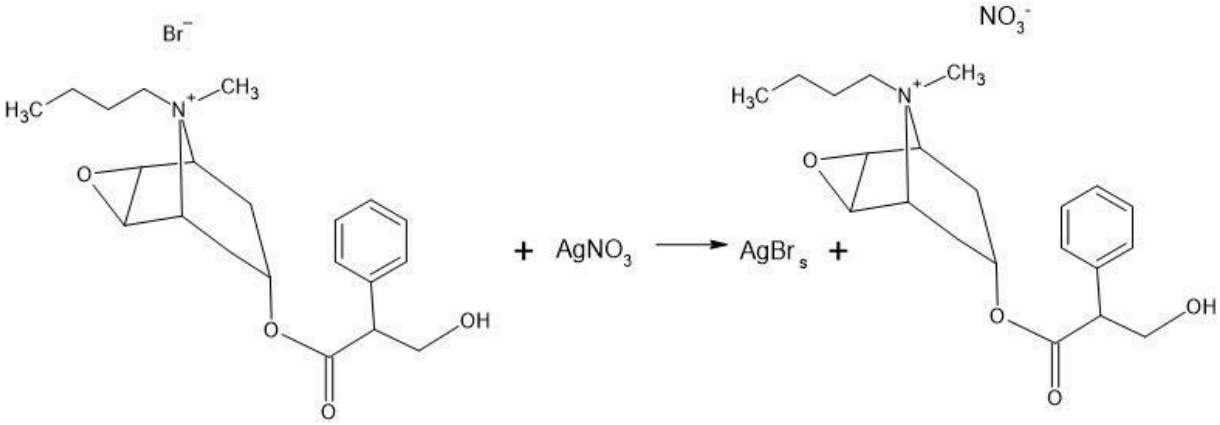
Figura 8 – Representação da reação química entre o ibuprofeno e o bicarbonato de sódio



3.2.3 Identificação de Haletos

Para identificação do grupo dos haletos é utilizado uma solução aquosa de nitrato de prata 10% (p/v), a reação formará um leve precipitado. Para presença de cloro, o precipitado será branco, para Iodo será levemente amarelado e para bromo será levemente esverdeado, a representação da reação pode ser visualizada na Figura 9. Abra o comprimido, coloque o material em um tubo de ensaio e acrescente aproximadamente 2 mL da solução de nitrato de prata, se não houver precipitação à temperatura ambiente, em 5 minutos, aquecer o tubo em banho-maria (SILVA; BATALINI, 2020).

Figura 9 – Representação da reação química entre o Buscopan e o Nitrato de Prata



IDENTIFICAÇÃO DE FLÚOR: Para o teste de identificação de Flúor, será utilizado o Teste de Keller. No qual adiciona-se a cerca de 50,0 mg de

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

fluconazol, 3,0 mL de cloreto férrico 1% (p/v) solubilizado em ácido acético glacial e homogeneizou-se. Posteriormente, adicionou-se ácido sulfúrico pelas paredes do tubo. Considera-se positivo a coloração que passa de laranja a amarelo conforme descrito na literatura (COELHO et al., 2004).

3.2.4 Identificação de Alcenos

IDENTIFICAÇÃO DE ALCENOS (TESTE DE BAEYER): Para identificação de alcenos, será necessário utilizar uma solução de Permanganato de Potássio ($KMnO_4$) 1% (p/v), em água (PAVIA et al., 2009). Abra o comprimido, coloque o material em um tubo de ensaio e acrescente aproximadamente 1 mL de Etanol 95% (v/v), para dissolução. Em seguida, acrescente gota a gota a solução de Permanganato de Potássio, sob constante agitação. O teste é positivo pelo desaparecimento da cor púrpura para a formação de um precipitado castanho (formação de dióxido de manganês).

3.2.5 Identificação do Álcool

TESTE DE LUCAS: Para identificação de álcool, será necessário utilizar uma solução de Cloreto de Zinco (16 gramas) dissolvida em Ácido Clorídrico (10 mL) (PAVIA et al., 2009). Abra o comprimido, coloque o material em um tubo de ensaio e acrescente aproximadamente 1 mL do reagente preparado. O teste é positivo pela presença de duas fases.

TESTE DE OXIRREDUÇÃO: Outra forma utilizada para identificação de álcool, muito utilizado para álcoois primários e secundários, é por meio da oxidação do cromo. Para isso, prepara-se uma solução de dicromato de potássio 0,1 mol/L misturado com igual volume de ácido sulfúrico a 20 mL/L (ou seja, dicromato de potássio 0,05 mol/L em meio fortemente ácido). O teste é positivo para a mudança de cor, do laranja/amarelado para o verde (BRAATHEN, 1997).

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

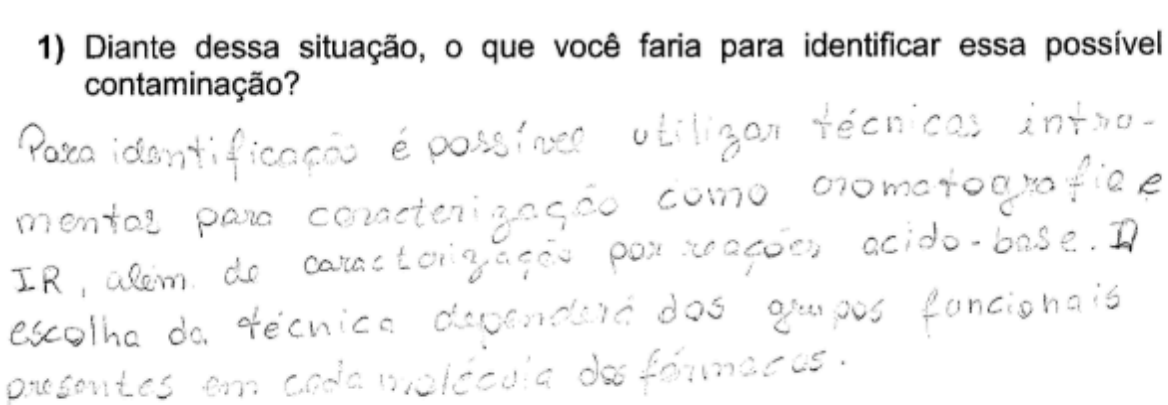
4.1 TURMA DE ENGENHARIA QUÍMICA (EQ)

Inicialmente foi realizada a leitura dinâmica do caso investigativo, pela autora do estudo, aos estudantes, para que eles adentrassem na narrativa, na sequência, os estudantes foram questionados sobre possíveis dúvidas na compreensão do caso e se havia alguma palavra desconhecida.

Após esse primeiro contato, foi entregue aos estudantes o questionário 1, para identificar a primeira forma que os estudantes resolveriam o caso, quais métodos utilizariam para resolver e se já haviam cursado química orgânica I e II. O estudo de caso foi realizado de forma individual.

A partir das respostas lidas e analisadas, foi unânime a necessidade da realização de testes laboratoriais para identificar a possível contaminação do fármaco, e consequente resolução do caso investigativo. Dois alunos apontaram algumas técnicas instrumentais possíveis, tais como cromatografia, um outro ainda apontou a utilização de reações químicas tendo como base os grupos funcionais, como exemplo, pode-se visualizar a resposta de um aluno na Fotografia 3.

Fotografia 3 – Resposta de um aluno em relação à questão 1 do Questionário 1.


1) Diante dessa situação, o que você faria para identificar essa possível contaminação?

Para identificação é possível utilizar técnicas instrumentais para caracterização como cromatografia e IR, além de caracterização por reações acido-base. A escolha da técnica dependerá dos grupos funcionais presentes em cada molécula dos fármacos.

Fonte: A autora, 2024.

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Todos tinham em mente a necessidade de realizar testes laboratoriais para identificação, mas nem todos sabiam a melhor forma de identificar com os materiais disponíveis no laboratório.

A questão 2, do questionário 1, “Quais as possíveis maneiras podem ser utilizadas para identificar essa contaminação?” direcionava os estudantes a escreverem as maneiras possíveis de identificação. Houve a identificação de diferentes técnicas, algumas condizentes para a realização dos testes de identificação da possível contaminação e provável contaminante, e também algumas não apresentavam correlação, conforme pode-se visualizar na transcrição das respostas da Tabela 1. Ainda na Tabela 1 é possível visualizar as respostas para as análises que podem ser realizadas na instituição, de conhecimento dos estudantes, que se tratava da questão 3, do questionário 1, “Quais os tipos de análise podem ser feitas no laboratório da sua instituição”.

Tabela 1 – Respostas acerca das maneiras de identificar a contaminação (EQ).

	Questão 2: Quais as possíveis maneiras podem ser utilizadas para identificar essa contaminação?”	**Questão 3:** Quais os tipos de análise podem ser feitas no laboratório da sua instituição.
Aluno A	“(...) pode-se utilizar um ácido (...), solvente orgânico (...), cromatografia (...)”	● Cromatografia; ● Espectroscopia; ● Reações químicas; ● PCR;
Aluno B	“(...) análise por UV-Vis, por reação química, análise cromatográfica, outras espectroscopias (...)”	● Cromatografia; ● Reações químicas; ● UV-Vis; ● Espectroscopia;
Aluno C	“(...) algum indicador visual (...), RMN, UV-Vis, etc.”	● Cromatografia; ● Sabe que a instituição tem equipamentos, mas não sabe quais;
Aluno D	“(...) pH do composto, análise fixa do composto, como por exemplo, corrente elétrica”	● Ultravioleta; ● RMN; ● Reações químicas;
Aluno E	“(...) alguns ativos presentes (...)”	● Não citou
Aluno F	“(...) UV-Vis, RMN, (...) técnicas de purificação”	● UV-Vis; ● RMN; ● Cromatografia;

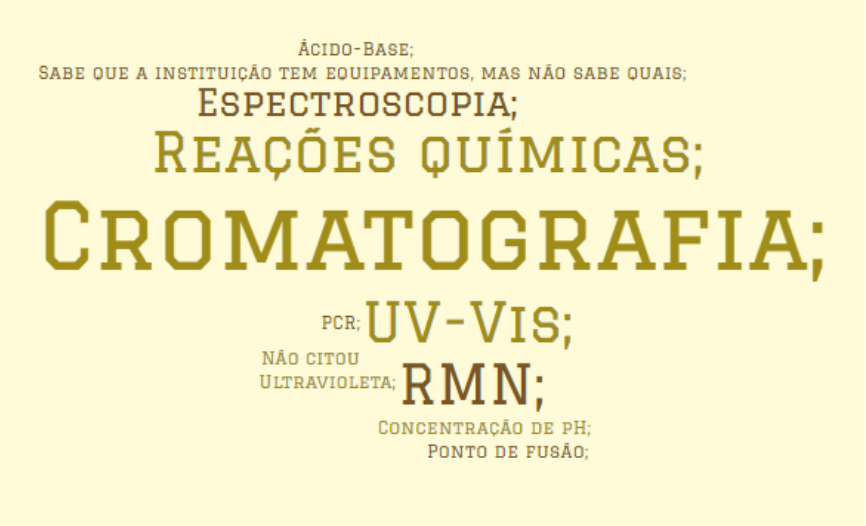
Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Aluno G	“(...) cromatografia, IR, (...) grupos funcionais (...)”	• Ácido-Base; • Cromatografia;
Aluno H	a resposta da questão 2 não possuía a descrição de maneiras de identificar a contaminação.	• Concentração de pH; • Ponto de fusão; • RMN; • UV-Vis;

Fonte: A autora, 2024.

É possível visualizar na Figura 10 que a cromatografia seguida de reações químicas, UV-VIs e RMN foram os métodos mais citados, pelos estudantes, para identificação da contaminação ocorrida no caso investigativo.

Figura 10 – Análises que podem ser realizadas na instituição, de conhecimento dos estudantes (EQ).



Fonte: A autora, 2024.

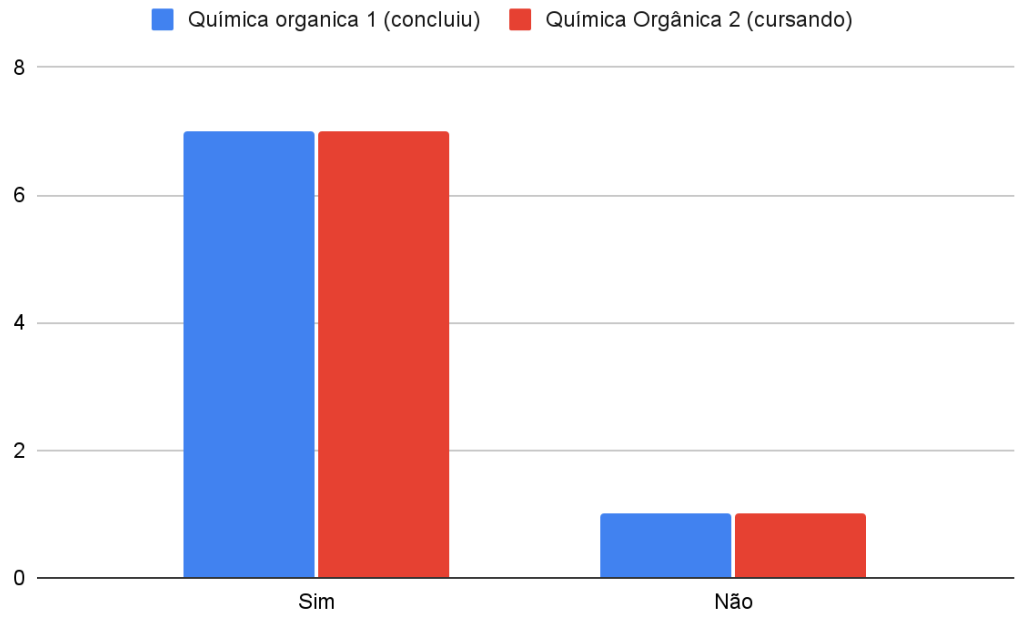
Considerando a Figura 10 e a Tabela 1, é possível verificar que os estudantes citaram principalmente a cromatografia como forma de identificar, porém a cromatografia é mais indicada para separação de misturas (PAVIA et al., 2009), ou seja, ela poderia ser utilizada para separar os diferentes fármacos, porém, ainda seria necessário uma análise anterior a fim de identificar a contaminação. Os segundos métodos mais citados foram ressonância magnética nuclear (RMN), espectroscopia de infravermelho e de UV-Vis e reações químicas. A espectroscopia de infravermelho (IV) é uma técnica que pode ser utilizada para identificar funções

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

orgânicas presentes nas moléculas, assim como as reações químicas. Dessa forma é possível verificar que os estudantes possuem conhecimentos de métodos para resolverem o caso investigativo.

Após, houve debate acerca de quais das técnicas citadas poderiam ser utilizadas naquele momento, entre elas, destaca-se as reações químicas. Dos oito alunos matriculados na disciplina, sete já concluíram a disciplina de química orgânica I e estão cursando (ou já cursaram) a disciplina de química orgânica II, conforme Gráfico 1, o que pode ter contribuído para a quantidade de técnicas instrumentais citadas.

Gráfico 1 – Relação dos estudantes que já cursaram química orgânica I e estão cursando química orgânica II (EQ).



Fonte: A autora, 2024.

A fim de verificar se os estudantes possuíam domínio sobre as funções orgânicas, foi entregue o questionário 2, o qual pedia para que eles identificassem as funções presentes nos fármacos escolhidos, contendo alternativas. Após realizarem a resolução do caso, foi entregue novamente o questionário, contendo as mesmas perguntas, mas denominado de questionário 5, pela sequência utilizada nos questionários, para avaliar se houve ou não mudanças no

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

conhecimento dos estudantes sobre o tema debatido.

Assim, é possível visualizar, na Tabela 2, as respostas para o questionário 2 (identificado como antes) e que se refere à discussão anterior à resolução do caso e as respostas para o questionário 5 (identificado como depois) e que se refere às discussões após a resolução do caso. Pode-se perceber que os estudantes alteraram as respostas para a identificação de presença dos grupos funcionais dos medicamentos apresentados. Após a intervenção, os estudantes conseguiram visualizar os grupos funcionais adequadamente presentes nas estruturas.

Tabela 2 – Respostas acerca das funções presentes em cada medicamento (EQ).

	IBUPROFENO		**PARACETAMOL**		**FLUCONAZOL**	
	Antes	**Depois**	**Antes**	**Depois**	**Antes**	**Depois**
Aluno A	Ácido Carboxílico	Ácido Carboxílico	Fenol	Fenol	Álcool	Álcool
	Hidrocarboneto: Aromático	Hidrocarboneto: Aromático	Amina	Amida	Amida	Haleto de Arila
			Éster		Hidrocarboneto: Aromático	Hidrocarboneto: Aromático
Aluno B	Fenol	Ácido Carboxílico	Fenol	Fenol	Álcool	Álcool
	Álcool	Hidrocarboneto: Aromático	Álcool	Amida	Haleto de Arila	Haleto de Arila
	Éter		Ácido Carboxílico			Éter
						Hidrocarboneto: Aromático
Aluno C	Ácido Carboxílico	Ácido Carboxílico	Fenol	Fenol	Álcool	Álcool
	Hidrocarboneto: Aromático	Hidrocarboneto: Aromático	Amina	Amida	Fenol	Haleto de Arila
	Fenol		Álcool		Hidrocarboneto: Aromático	Hidrocarboneto: Aromático
Aluno D	Ácido Carboxílico	Ácido Carboxílico	Fenol	Fenol	Álcool	Álcool
			Amina	Amida	Haleto de Arila	Haleto de

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

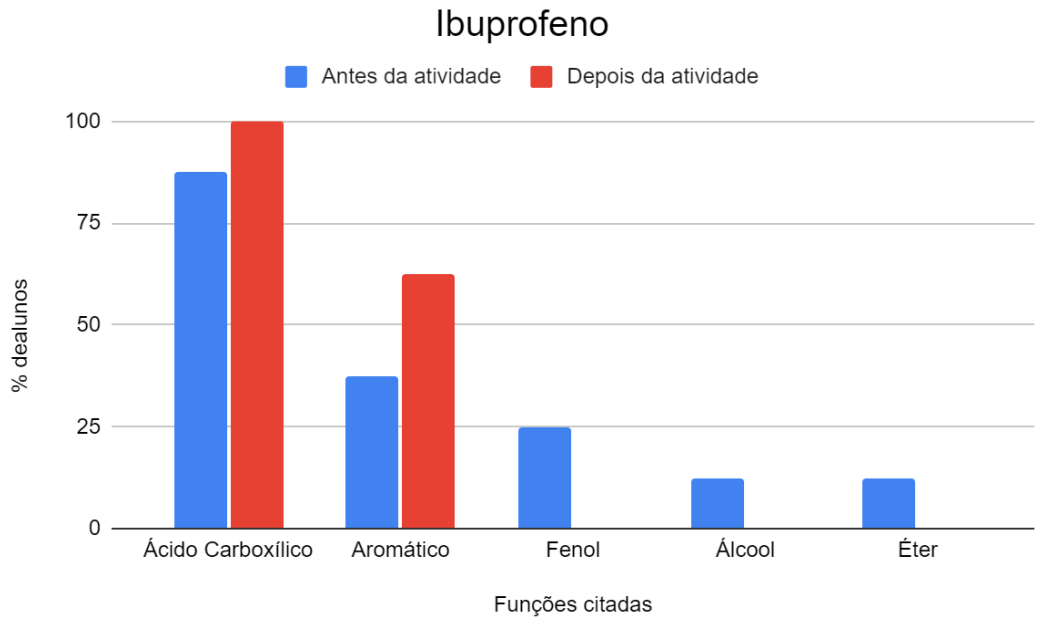
						Arila
			Éter		Amina	
Aluno E	Ácido Carboxílico	Ácido Carboxílico	Ácido Carboxílico	Fenol	Amida	Álcool
	Hidrocarboneto: Aromático	Hidrocarboneto: Aromático		Amida	Hidrocarboneto: Aromático	Hidrocarboneto: Aromático
						Haleto de Arila
Aluno F	Ácido Carboxílico	Ácido Carboxílico	Fenol	Fenol	Álcool	Álcool
			Éter	Amida	Hidrocarboneto: Aromático	Haleto de Arila
Aluno G	Ácido Carboxílico	Ácido Carboxílico	Fenol	Fenol	Álcool	Álcool
		Hidrocarboneto: Aromático	Amida	Amida	Haleto de Arila	Haleto de Arila
			Éter		Hidrocarboneto: Aromático	Hidrocarboneto: Aromático
Aluno H	Ácido Carboxílico	Ácido Carboxílico	Álcool	Fenol	Álcool	Álcool
				Amida	Haleto de Arila	Haleto de Arila
					Hidrocarboneto: Aromático	Hidrocarboneto: Aromático
					Amina	

Fonte: A autora, 2024.

A fim de realizar uma análise mais detalhada dos resultados observados na Tabela 2, foram plotados gráficos (que podem ser visualizados, nos Gráficos 2 (Ibuprofeno), 3 (paracetamol) e 4 (Fluconazol)), os quais mostram o quanto os estudantes sabem sobre o assunto, que é visto no ensino médio e posteriormente é retomado nas aulas de graduação.

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Gráfico 2 – Gráfico contendo as respostas de identificação dos grupos funcionais dos medicamentos - Ibuprofeno (EQ).

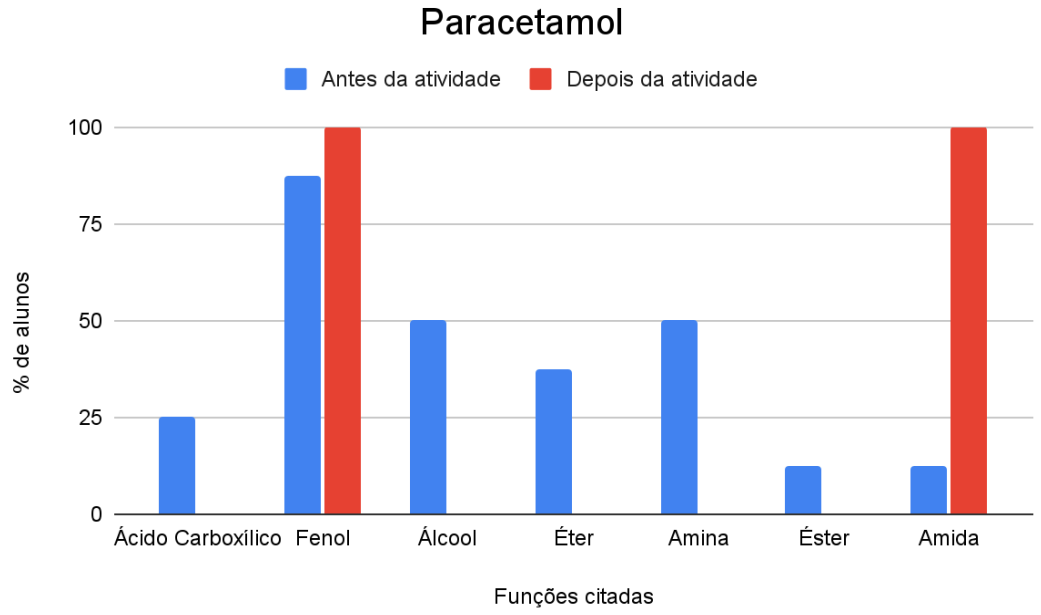


Fonte: A autora, 2024.

No caso do Ibuprofeno, 87,5% dos alunos identificaram corretamente o grupo funcional ácido carboxílico e somente 37,5% identificaram o grupo funcional aromático (hidrocarbonetos) no primeiro momento, além disso podemos verificar que um aluno se equivocou e colocou o grupo funcional álcool, outro éter e dois alunos fenol, demonstrando que ainda apresentam dificuldade na identificação de grupos funcionais. Após a discussão em aula sobre os grupos funcionais, pode-se observar que 100% dos alunos identificaram o grupo funcional ácido carboxílico e 62,5% identificaram o anel aromático, e os grupos funcionais identificados anteriormente de forma equivocada, não foram mais citados, demonstrando que os alunos tiveram um melhor entendimento do assunto trabalhado.

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Gráfico 3 – Gráfico contendo as respostas de identificação dos grupos funcionais dos medicamentos - Paracetamol (EQ).

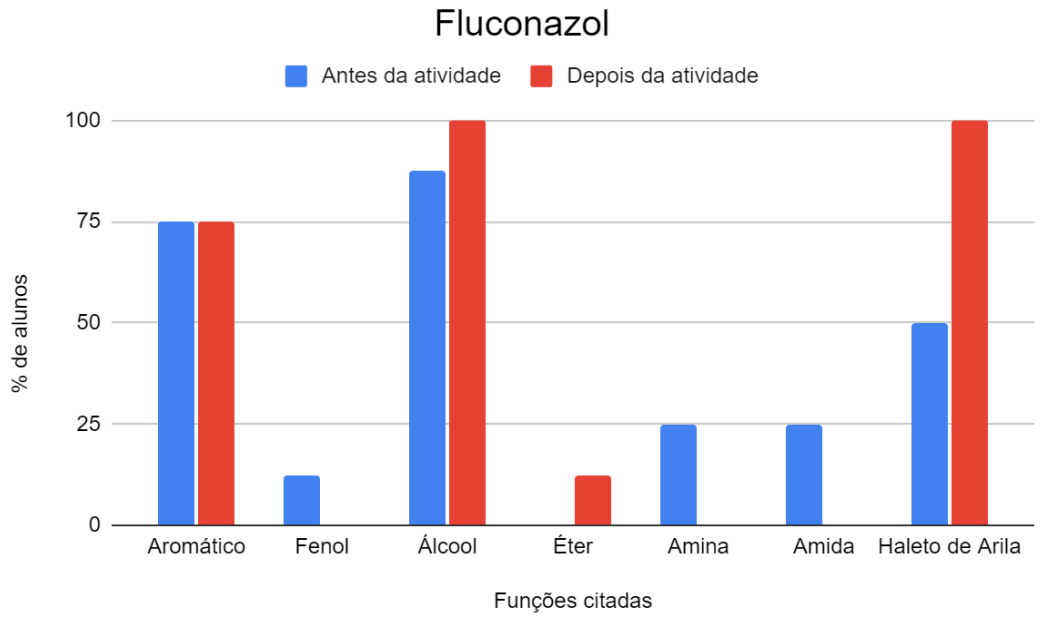


Fonte: A autora, 2024.

No caso do paracetamol, no início, 87,5% dos alunos identificaram corretamente o grupo funcional fenol e somente 12,5% identificaram o grupo funcional amida no primeiro momento, além disso, é possível perceber que muitos se equivocaram na identificação, apontando a presença de ácido carboxílico, álcool, éter, amina e éster, demonstrando que ainda apresentam dificuldade na identificação de grupos funcionais. Após a discussão em aula sobre os grupos funcionais, pode-se observar que 100% dos alunos identificaram os grupos funcionais fenol e amida, e os grupos funcionais identificados anteriormente de forma equivocada, não foram mais citados, demonstrando que os alunos tiveram um melhor entendimento do assunto trabalhado.

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Gráfico 4 – Gráfico contendo as respostas de identificação dos grupos funcionais dos medicamentos - Fluconazol (EQ).



Fonte: A autora, 2024.

No caso do fluconazol, 75% dos alunos identificaram corretamente o grupo funcional aromático, 87,5% dos alunos identificaram corretamente o grupo funcional álcool e 50% identificaram corretamente o grupo funcional haleto de arila no primeiro momento, além disso, é possível perceber que um aluno se equivocou na identificação, apontando a presença de fenol, e outros dois, apontaram a presença de amina e amida, demonstrando que ainda apresentavam dificuldade na identificação de grupos funcionais. Após a discussão em aula sobre os grupos funcionais, pode-se observar que 100% dos alunos identificaram os grupos funcionais álcool e haleto de arila, e a porcentagem de alunos que identificaram o grupo funcional anel aromático (hidrocarbonetos) se manteve, também é possível visualizar que um estudante ainda permaneceu com dúvida sobre os grupos funcionais, pois apontou a presença de éter após a discussão. Foi possível observar que a maioria dos alunos tiveram um melhor entendimento do assunto trabalhado.

Na atividade seguinte, os alunos foram orientados a pesquisarem na literatura formas de identificar os grupos funcionais presentes nos fármacos, utilizando de reações químicas, para isso, receberam o questionário 3,

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

que tinha o questionamento “*Utilizando reações químicas você poderia identificar esta contaminação entre os medicamentos fluconazol, paracetamol e ibuprofeno? Quais reações você poderá utilizar para identificar estes compostos (podem pesquisar na literatura)”* e as estruturas dos fármacos. Como resultados para o teste com ibuprofeno, que possui ácido carboxílico, dos oito alunos avaliados, cinco deles, mencionaram o uso de bicarbonato de sódio como forma de identificação, além deste, outros testes foram mencionados, conforme a Tabela 3.

Para o teste com paracetamol, que possui hidroxila fenólica, cinco estudantes, mencionaram o uso de cloreto férrico como forma de identificação, da mesma forma, outros testes foram mencionados, conforme a Tabela 3. Para identificação do Fluconazol, que possui flúor, três estudantes citaram o teste de Keller para identificação do Flúor, e outros testes foram relacionados, conforme a Tabela 3.

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Tabela 3 – Respostas acerca das reações para identificação dos grupos funcionais (EQ).

	IBUPROFENO	PARACETAMOL	FLUCONAZOL
Aluno A	Esterificação com ácido Bicarbonato de sódio	Reação com Ácido Nítrico	Reação com Ácido sulfúrico
Aluno B	Método iodato-iodeto	Teste de Brady para o aldeído Teste de Hinsberg para a amina	Reação com Cloreto de acetila
Aluno C	Reação com Bicarbonato de sódio e Hidróxido de Sódio	Reação com derivados de amônia para cetona Reação com cloreto férrico para identificação de fenol	Reação com Ácido Clorídrico na presença de cloreto de zinco para a função álcool
Aluno D	Reagente de Schiff	Reativo de tollens Reação com cloreto férrico	Reação com ácido perclórico e cloreto de metilrosanilina Teste de Jones Teste de solubilidade
Aluno E	Reação com Bicarbonato de sódio	Não colocou uma reação ou teste	Teste de Jones para álcoois
Aluno F	Reagente de Mandelin, Marquis, Erdman e Fred Reação com Bicarbonato de sódio	Reação com cloreto férrico para identificação de fenol	Teste de Keller para identificar o flúor
Aluno G	Não colocou uma reação ou teste	Reação com cloreto férrico para identificação de fenol	Teste de Jones para álcoois Teste de Keller para identificar o flúor Teste de Lucas para identificar os álcoois
Aluno H	Reação com Bicarbonato de sódio	Reação com cloreto férrico para identificação de fenol	Reação com ácido nítrico Reação com ácido clorídrico e nitrato de sódio

Fonte: A autora, 2024.

O teste de esterificação proposto para identificação do ibuprofeno não poderia ser realizado, visto que o principal objetivo é a produção de um éster. O reagente de Schiff também não poderia ser utilizado, pois esse é um

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

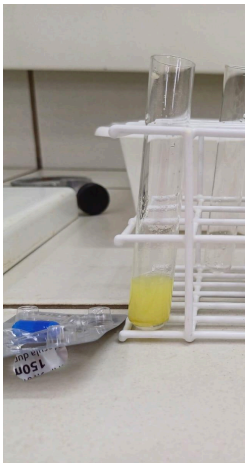
reagente para identificação de aldeídos; assim como o Reagente de Mandelin, que indica a presença de aminas cíclicas, ou seja, anéis heterocíclicos que contém nitrogênio, grupos funcionais que não estão presentes na estrutura do ibuprofeno.

Os testes de Brady e Hinsberg, não são indicados para identificação do paracetamol, isso porque os testes identificam aldeídos e aminas, respectivamente, grupos funcionais não presentes no paracetamol. O mesmo ocorre para a reação com derivados de amônia para cetona e para o reativo de Tollen para presença de cetona e aldeídos, pois não há aldeído e cetona como grupo funcional na estrutura do paracetamol.

Em relação aos testes de identificação do álcool, o teste de Jones não poderia ser utilizado, visto que os álcoois terciários não são oxidados pelo reagente, mas os testes de reação com ácido clorídrico na presença de cloreto de zinco, teste de Lucas, pode ser utilizado, pois pode ser utilizado com todos os álcoois (PAVIA et al., 2009).

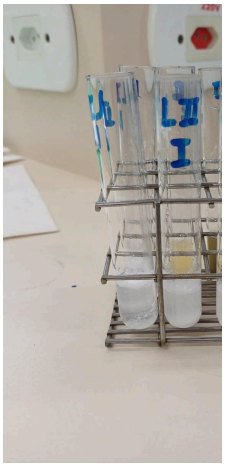
Antes de iniciar os testes com os respectivos lotes, foi realizada uma demonstração de como é o teste positivo para os medicamentos selecionados, conforme Fotografia 4.

Fotografia 4 – Fotos dos testes positivos (EQ).



a) teste positivo para presença de fluconazol, presença de flúor

b) teste positivo para presença de paracetamol, presença de fenol.



c) teste positivo para presença de ibuprofeno, presença de ácido carboxílico, pela liberação de CO_2.

Após a realização do demonstrativo do teste positivo (Fotografia 4), com os testes propostos pela autora, os estudantes receberam os lotes para

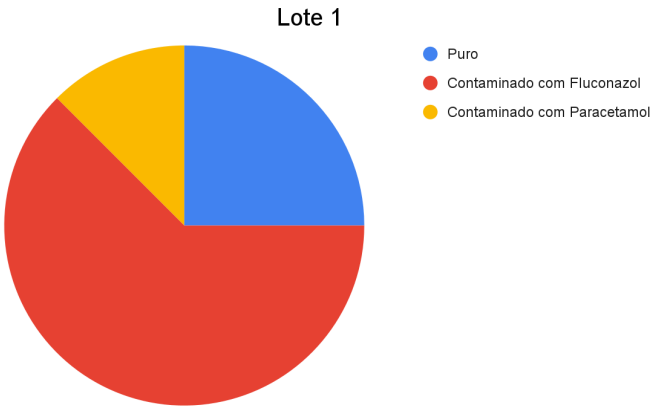
Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

realizarem as análises com o questionário 4, que apresenta os lotes e possíveis contaminações, para que os estudantes assinalassem as observações e indicassem se houve ou não contaminação e quais formas de purificação (Apêndice B).

É possível visualizar, no Gráfico 5, que a maioria dos estudantes registraram a contaminação do Ibuprofeno nos três Lotes, com fluconazol. Foi possível detectar que os estudantes chegaram a essas conclusões após mudanças de coloração observadas durante a realização dos testes de identificação.

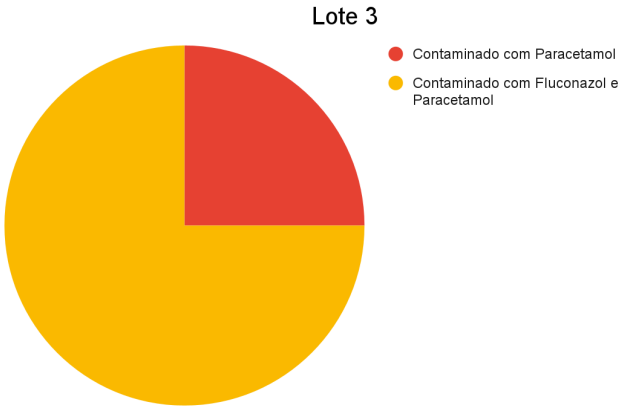
Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Gráfico 5 – Gráficos contendo as respostas de identificação de contaminação dos Lote 1, 2 e 3 (EQ).



a) Lote 1

b) Lote 2



c) Lote 3

Fonte: A autora, 2024.

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Em relação ao lote 1, 25% dos estudantes indicaram que o lote estaria puro, 62,5% indicaram que houve contaminação com fluconazol e 12,5% indicaram a contaminação com paracetamol. Em relação ao lote 2, 12,5% dos estudantes indicaram ser um lote puro e 87,5% indicaram contaminação com fluconazol. E, em relação ao lote 3, 25% sinalizaram a contaminação com paracetamol e 75% mencionaram a contaminação com paracetamol e fluconazol.

No entanto, conforme metodologia, apenas o Lote 3 estaria contaminado com paracetamol, ou seja, os lotes não haviam sido contaminados com fluconazol, mas o teste de identificação do flúor apresentou resultado positivo, indicando que houve um falso positivo e induzindo os estudantes ao erro. Porém, todos os 8 alunos conseguiram observar a presença do paracetamol como contaminante no lote 3, por meio da reação que ocorreu entre o cloreto férrico e o fenol presente na estrutura, o que demonstra que os alunos possuem entendimento sobre a identificação do grupo funcional fenol. Demonstrando que conseguiram chegar a conclusão do lote contaminado com paracetamol.

Após finalizado os testes, os estudantes foram orientados a finalizarem o caso investigativo, continuando a narrativa e realizando um relatório. A partir dos relatórios elaborados pelos estudantes, foi possível realizar a categorização de três grupos (com subdivisões), conforme:

1) ***Apresentação dos testes de identificação:***
    a) ***Somente os testes propostos;***
    b) ***Apresentaram outros testes de identificação, para outros grupos funcionais presentes nas estruturas;***
    c) ***Menção dos testes instrumentais;***

Para essa identificação, considerou-se as palavras testes, identificação e dentro da temática instrumental as palavras: espectroscopia (infravermelho, de massa), cromatografia, ressonância magnética nuclear, que representam a ideia do tema da categoria, conforme extrato abaixo:

EXTRATO 1:

Aluno A: "A identificação dos grupos funcionais presentes nos contaminantes pode ser realizada através de diversos testes químicos. Um desses testes é o teste com cloreto de ferro (III), que é utilizado para identificar a presença de grupos fenólicos.".

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

> *Aluno F: "Existem outras técnicas que são comumente empregadas para realizar a identificação de grupos funcionais presentes em amostras analisadas, as quais se mencionam brevemente a continuação: Infravermelho (...), cromatografia (...)".*

Em relação ao grupo 1 (categorizado pela autora), apresentação dos testes de identificação, todos os estudantes apresentaram os testes para identificação das contaminações realizadas, mas alguns acrescentaram à discussão outros testes possíveis para identificação de outros grupos funcionais presentes nas estruturas, ou seja, mesmo sem o uso de equipamentos e sem conhecimento prévio das técnicas instrumentais, após o contato em sala, os estudantes buscaram na literatura outras técnicas possíveis para resolução do caso descrevendo no relatório, demonstrando a importância do protagonismo do estudante para que ocorra uma aprendizagem significativa (SILVEIRA e VASCONCELOS, 2023).

2) ***Caracterizações dos fármacos:***
   a) ***Apresentação da funcionalidade do medicamento***
   b) ***Identificação dos grupos funcionais***
   c) ***Apresentação das representações das reações químicas envolvidas;***

Para essa identificação, considerou-se as palavras funções orgânicas, mecanismo de reação, empregado, propriedades, utilizado, que representam a ideia do tema da categoria, conforme extrato abaixo:

> EXTRATO 2:
> *Aluno F: "O paracetamol, acetaminofeno ou N-acetil-p-aminofenol (PAR), com fórmula molecular $C_8H_9NO_2$ possui propriedades analgésicas e antipiréticas, na sua fórmula estrutural se identificam duas funções orgânicas: a amida e o fenol (...)"*
> *Aluno H: "O Ibuprofeno, também chamado de 2-(4-isobutilfenil)-propiônico, é um fármaco usado para tratar*

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

dores inflamatórias; dor de cabeça, febres e outras doenças similares.”.

Em relação ao grupo 2 (categorizado pela autora), caracterização dos fármacos, alguns estudantes apresentaram no texto a funcionalidade do medicamento, bem como sua estrutura e identificação dos grupos funcionais presentes. Um grupo de estudantes também apresentou a representação das reações envolvidas.

3) Proposição para finalização do caso:

a) Purificação

Para essa identificação, considerou-se as palavras purificação, extração, separação, que representam a ideia do tema da categoria, conforme extrato abaixo:

EXTRATO 3:

Aluno B: “Para finalizar o caso, deve-se utilizar algum método de extração, purificação ou separação para eliminar os contaminantes do lote. Entre eles a cristalização, recristalização, extração, cromatografia, etc.”

Aluno F: “Para a purificação das amostras se pode realizar a cristalização, para os produtos que podem suportar o calor. A purificação também pode ser feita por meio de filtração, utilizando filtros de alta tecnologia para eliminar partículas y microrganismos, assim como mediante destilação e cromatografia”

Em relação ao grupo 3, proposição para finalização do caso, os estudantes não apresentaram um final para o caso em forma de narrativa, porém todos identificaram, por meio das reações, a presença de contaminação cruzada. Dois, dos oito estudantes, propuseram cromatografia e separação ácido-base como formas de purificação.

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Visto um falso positivo nos testes realizados, mesmo utilizando um teste proposto em literatura, decidimos mudar de fármaco e de teste de grupo funcional, para isso, o fluconazol foi removido do experimento e adicionado o Buscopan, para isso a mesma metodologia foi investigada em outra turma de orgânica experimental, com 6 alunos, conforme descrito abaixo.

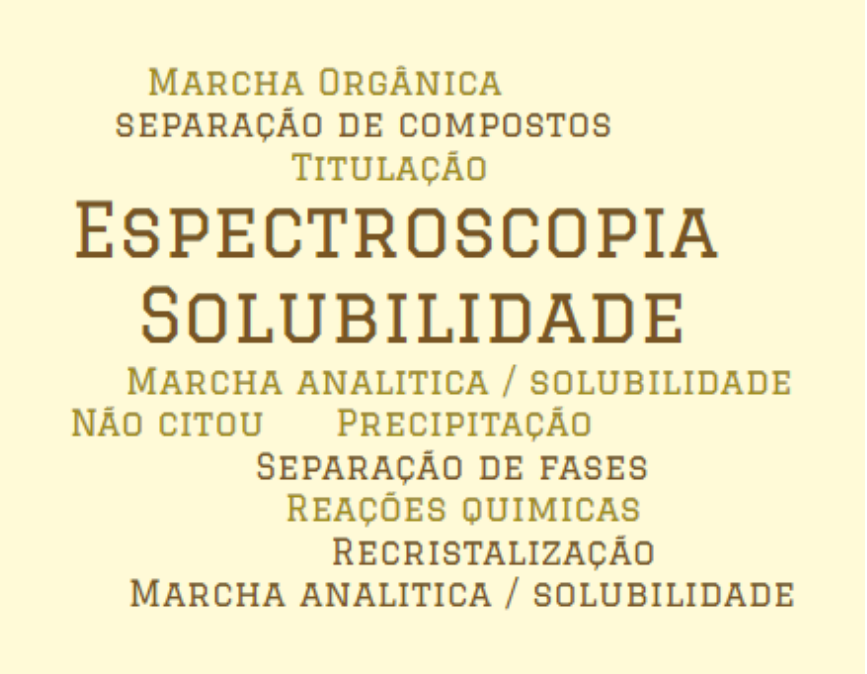
4.2 TURMA DE LICENCIATURA QUÍMICA (LQ)

Inicialmente foi realizada a leitura dinâmica do caso investigativo (Quadro 1), pela autora do estudo, aos estudantes, para que eles adentrassem na narrativa, na sequência, os estudantes foram questionados sobre possíveis dúvidas na compreensão do caso e se havia alguma palavra desconhecida.

Após esse primeiro contato, foi entregue aos estudantes o questionário 1, para identificar a primeira forma que os estudantes resolveriam o caso, quais métodos utilizariam para resolver e se já haviam cursado química orgânica I e II. O estudo de caso foi realizado de forma individual. A partir das respostas lidas e analisadas, pode-se observar que os estudantes apontaram a necessidade de realizar análises químicas, utilizando-se de técnicas como solubilidade e separação para analisar se houve ou não contaminação cruzada. Considerando o conhecimento dos estudantes acerca dos tipos de análises que poderiam ser realizadas na instituição, por meio das palavras mencionadas pelos estudantes, (Figura 11), é possível inferir que a utilização de reações químicas foi a principal técnica apontada para a resolução do caso.

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Figura 11 – Análises que podem ser realizadas na instituição, de conhecimento dos estudantes (LQ).



Fonte: A autora, 2024.

Considerando a Figura 11, é possível verificar que os estudantes citaram, corretamente, a espectroscopia como forma de identificação, e apontaram também outras formas, como por exemplo, marcha orgânica, marcha analítica, precipitação que podem ser agrupadas juntamente à reações químicas, demonstrando que os estudantes conseguiriam possuem um ponto de partida para identificarem a contaminação. Das técnicas mencionadas, recristalização e separação de compostos estão mais relacionadas com a purificação, visto que é preciso identificar a contaminação presente antes de separar os compostos, para que saiba qual a melhor forma para realizar a separação, por exemplo, qual solvente utilizar para recristalizar.

Dos seis alunos presentes no dia da aula, três já haviam concluído a disciplina de química orgânica I, dois não concluíram e um está cursando a disciplina de química orgânica I. Além disso, os seis não estão cursando nem concluíram a disciplina de química orgânica II.

A fim de verificar se os estudantes possuíam domínio sobre as funções orgânicas, foi entregue o questionário 2, o qual pedia para os estudantes identificarem as funções presentes nos fármacos escolhidos, contendo alternativas a

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

serem marcadas. Após realizarem a resolução do caso, após terem realizado as reações para identificar os grupos funcionais e após a intervenção e discussão sobre grupos funcionais, foi entregue novamente o questionário, contendo as mesmas perguntas para identificação dos grupos funcionais (questionário 5). Foi realizado esta avaliação a fim de analisar se antes do estudo eles tinham bem definido os grupos funcionais e para avaliar após as discussões de este conhecimento de grupos funcionais foi aprimorado.

Assim, é possível visualizar, na Tabela 4, as respostas para o questionário 2 (identificado como antes) e que se refere à discussão anterior à resolução do caso e as respostas para o questionário 5 (identificado como depois) e que se refere às discussões após a resolução do caso. Pode-se perceber que os estudantes alteraram as respostas para a identificação de presença dos grupos funcionais dos medicamentos apresentados. Após a intervenção, os estudantes alteraram suas respostas, alguns alteraram corrigindo para os grupos funcionais adequados, outros apontaram somente o grupo utilizado para realização de identificação por meio das reações químicas.

Tabela 4 – Respostas acerca das funções presentes em cada medicamento (LQ).

	IBUPROFENO		**PARACETAMOL**		**BUSCOPAN**	
	Antes	**Depois**	**Antes**	**Depois**	**Antes**	**Depois**
Aluno A	Ácido Carboxílico	Ácido Carboxílico	Amina	Fenol	Álcool	Amina
	Hidrocarboneto: Aromático		Álcool		Fenol	Ácido Carboxílico
						Haleto
Aluno B	Hidrocarboneto: Alceno	Hidrocarboneto: Alceno	Fenol	Fenol	Álcool	Álcool
	Ácido Carboxílico	Ácido Carboxílico	Amida	Amida	Hidrocarboneto: Alceno	Hidrocarboneto: Alceno
	Fenol		Hidrocarboneto: Alceno		Amina	Haleto
	Hidrocarboneto: Aromático					
Aluno C	Ácido Carboxílico	Ácido Carboxílico	Amina	Fenol	Álcool	Álcool

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

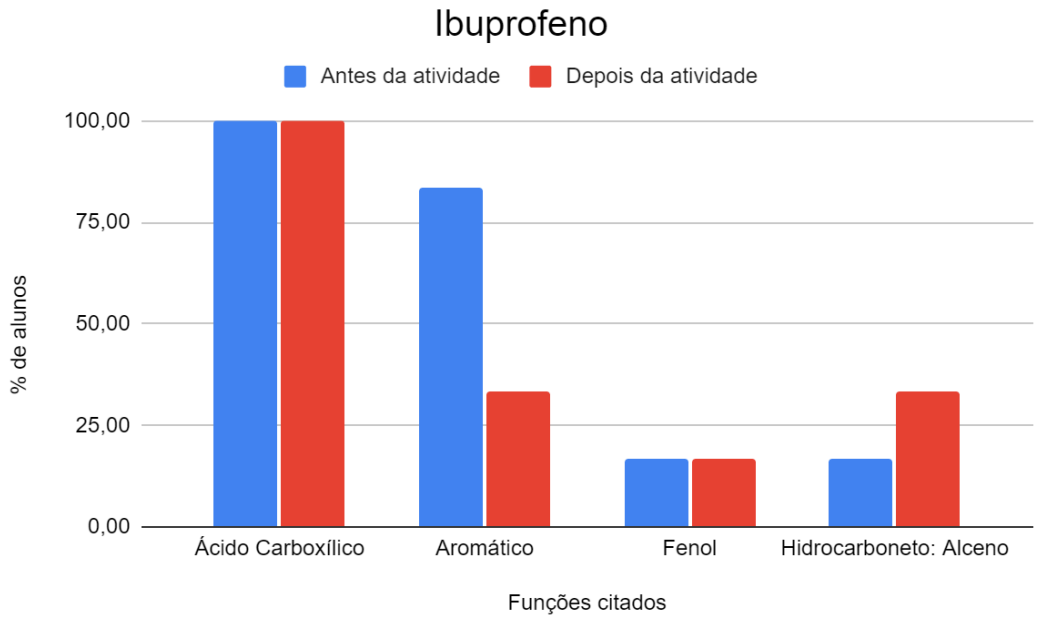
			Álcool		Éster	Haleto
Aluno D	Ácido Carboxílico	Ácido Carboxílico	Fenol	Fenol	Álcool	Álcool
	Hidrocarboneto: Aromático		Éster		Amina	Haleto
					Ácido Carboxílico	
Aluno E	Ácido Carboxílico	Ácido Carboxílico	Fenol	Fenol	Amina	Amina
	Hidrocarboneto: Aromático	Hidrocarboneto: Aromático	Amida	Amida	Éster	Éster
					Álcool	Álcool
						Éter
						Haleto
Aluno F	Ácido Carboxílico	Ácido Carboxílico	Fenol	Fenol	Hidrocarboneto: Alceno	Amina
	Hidrocarboneto: Aromático	Hidrocarboneto: Aromático	Amida	Amida	Haleto	Haleto
		Fenol		Ácido Carboxílico		Éter
		Hidrocarboneto: Alceno				Éster

Fonte: A autora, 2024.

A fim de realizar uma análise mais detalhada dos resultados observados na Tabela 4, foram plotados gráficos (que podem ser visualizados, nas Gráfico 6 (Ibuprofeno), 7 (Paracetamol) e 8 (Buscopan), os quais mostram o quanto os estudantes sabem sobre o assunto, que é visto no ensino médio e posteriormente é retomado nas aulas de graduação.

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Gráfico 6 – Gráfico contendo as respostas de identificação dos grupos funcionais dos medicamentos - Ibuprofeno (LQ).

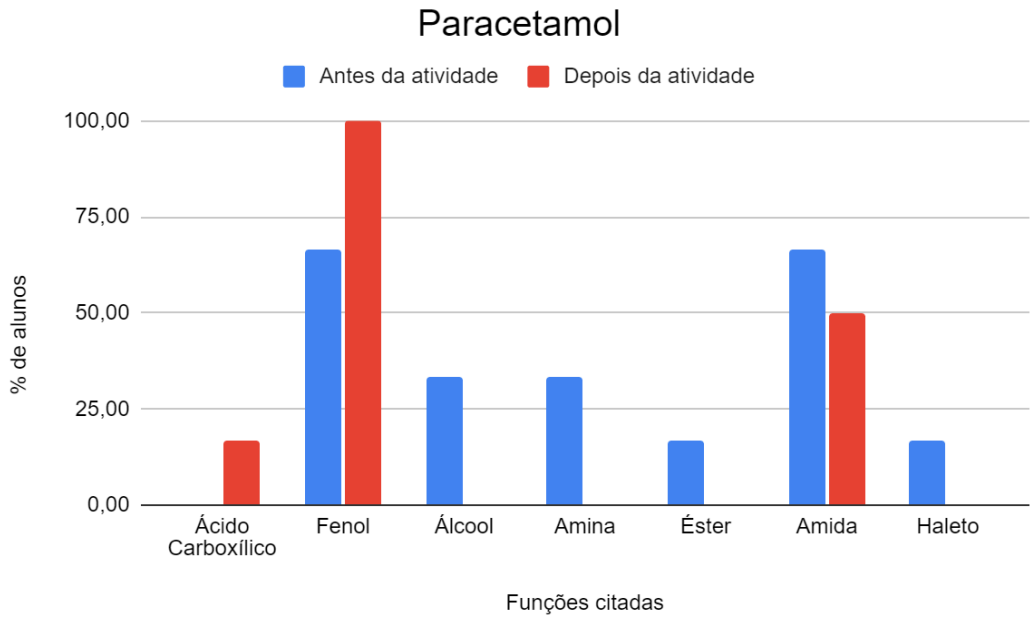


Fonte: A autora, 2024.

No caso do Ibuprofeno, 100% dos alunos identificaram corretamente o grupo funcional ácido carboxílico e 75% identificaram o grupo funcional aromático no primeiro momento, além disso podemos verificar que um aluno se equivocou e colocou o grupo funcional fenol e outro hidrocarboneto: alceno, demonstrando que alguns ainda apresentam dificuldade na identificação de grupos funcionais. Após a discussão em aula sobre os grupos funcionais, pode-se observar que porcentagem dos alunos que identificaram o grupo funcional ácido carboxílico se manteve e a porcentagem de alunos que identificaram o anel aromático foi de 33,3%, demonstrando que os estudantes podem ter compreendido que deveriam assinalar somente o grupo que seria identificado para a resolução do caso. Além disso, o equívoco quanto à presença de fenol e hidrocarboneto se manteve, demonstrando que alguns dos alunos ainda permaneceram com dúvidas.

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Gráfico 7 – Gráfico contendo as respostas de identificação dos grupos funcionais dos medicamentos - Paracetamol (LQ).

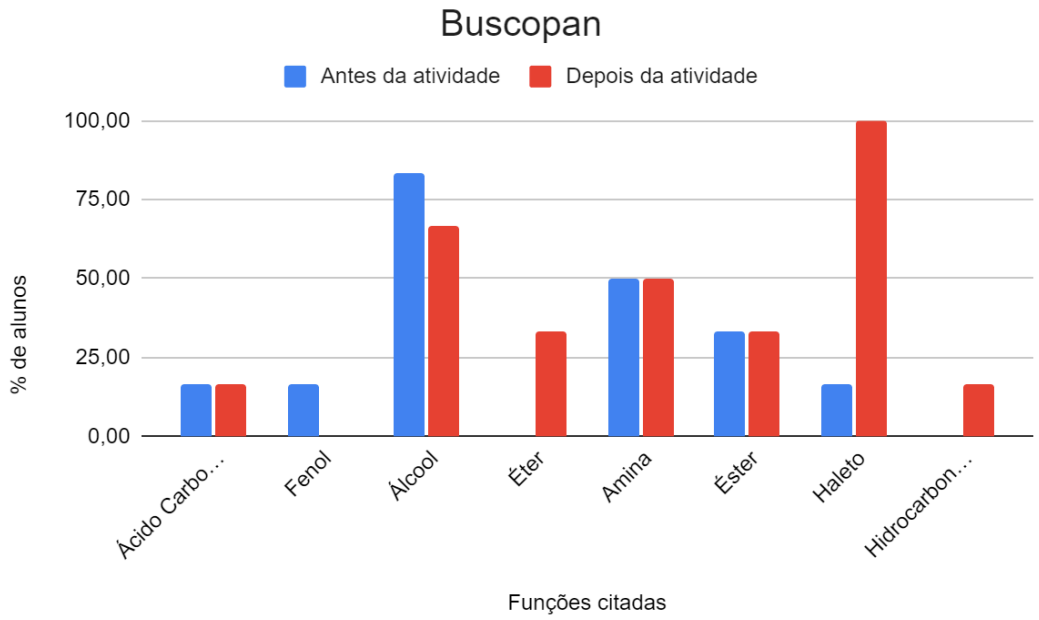


Fonte: A autora, 2024.

No caso do paracetamol, 66,7% dos alunos identificaram corretamente os grupos funcionais fenol e amida no primeiro momento, além disso, é possível perceber que muitos se equivocaram na identificação, apontando a presença de álcool, amina, éster e haleto, demonstrando que ainda apresentam dificuldade na identificação de grupos funcionais. Após a discussão em aula sobre os grupos funcionais, pode-se observar que 100% dos alunos identificaram o grupo funcional fenol e 50% identificaram a amida, e os grupos funcionais identificados anteriormente de forma equivocada, não foram mais citados, porém houve menção do grupo ácido carboxílico demonstrando que os alunos tiveram um melhor entendimento do assunto trabalhado, mas que ainda permaneceu dúvidas.

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Gráfico 8 – Gráfico contendo as respostas de identificação dos grupos funcionais dos medicamentos - Buscopan (LQ).



Fonte: A autora, 2024.

No caso do buscopan, 83,3% dos alunos identificaram corretamente o grupo funcional álcool, 50% dos alunos identificaram corretamente o grupo funcional amina, 33,3% dos alunos identificaram corretamente o grupo funcional éster e 16,7% dos alunos identificaram corretamente a presença de haleto, mas nenhum identificou a presença de anel aromático, além disso, é possível perceber que muitos se equivocaram na identificação, apontando a presença de fenol, demonstrando que ainda apresentam dúvidas na identificação de grupos funcionais.

Após a discussão em aula sobre os grupos funcionais, pode-se observar que 66,7% dos alunos identificaram corretamente o grupo funcional álcool, 50% dos alunos identificaram corretamente o grupo funcional amina, 33,3% dos alunos identificaram corretamente o grupo funcional éster e 100% dos alunos identificaram corretamente a presença de haleto, mas nenhum identificou a presença de anel aromático, além disso, é possível perceber que um estudante se equivocaram na identificação, apontando a presença de hidrocarboneto, demonstrando que os alunos tiveram um melhor entendimento do assunto trabalhado, mas que ainda permaneceu dúvidas, além disso, o teste utilizado para

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

resolução do caso apresentou caráter positivo na aprendizagem e constatação da presença de haleto na estrutura do buscopan, visto que após a atividade todos os estudantes indicaram sua presença, frente a um estudante inicialmente.

Em relação à proposição de testes de identificação, para o teste com ibuprofeno, que possui ácido carboxílico, um estudante, dos seis, mencionou o uso de bicarbonato de sódio como forma de identificação, além deste, outros testes foram mencionados, conforme o Tabela 6. Para o teste com paracetamol, que possui fenol, quatro estudantes, dos seis, mencionaram o uso de cloreto férrico como forma de identificação, além deste, outros testes foram mencionados, conforme a Tabela 5. Para identificação do Buscopan, que possui Bromo, nenhum estudante mencionou um teste específico para identificar o Bromo, mas outros testes foram mencionados, conforme o Tabela 5.

Tabela 5 – Respostas acerca das reações para identificação dos grupos funcionais (LQ).

	IBUPROFENO	PARACETAMOL	BUSCOPAN
Aluno A	Solubilização em água e medir pH	Reação com NaOH	Não soube
Aluno B	Solubilização em água e medir pH	Reação com Cloreto Férrico	Reação do álcool com água
Aluno C	Identificação do ácido carboxílico com indicador ácido base (fenolftaleína)	Reação com Cloreto Férrico	Reação de precipitação
Aluno D	Reação com Bicarbonato de sódio	Reação com Cloreto Férrico	Reação com NaOH e posterior uso de indicador ácido base (fenolftaleína)
Aluno E	Substituição nucleofílica por ácido base	Reação com Cloreto Férrico Teste com ninidrina	Hidrólise ácida Água de Bromo Teste de Chama Teste com água sanitária
Aluno F	Funções nitrogenadas	Ácido nitroso Fenol Salicilamida	Dioxido de silicio álcool etílico álcool iso-propílico Amida Água

Fonte: A autora, 2024.

Dos testes propostos pelos estudantes para caracterização do

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

ibuprofeno (Tabela 5) somente um citou o uso de bicarbonato de sódio, com os demais testes citados não seria possível identificar uma função orgânica presente no fármaco o mesmo ocorreu para o teste de identificação de ibuprofeno, que não houve citação de teste para identificar os grupos funcionais. Já em relação ao teste de identificação do paracetamol, a maioria citou o uso de cloreto férrico, fazendo relação a um experimento que realizaram anteriormente, o que indica que para a resolução deste caso os estudantes conseguiriam identificar sozinhos a presença de paracetamol, mas precisariam se aprofundar mais para identificar os demais fármacos e consequente resolução do caso.

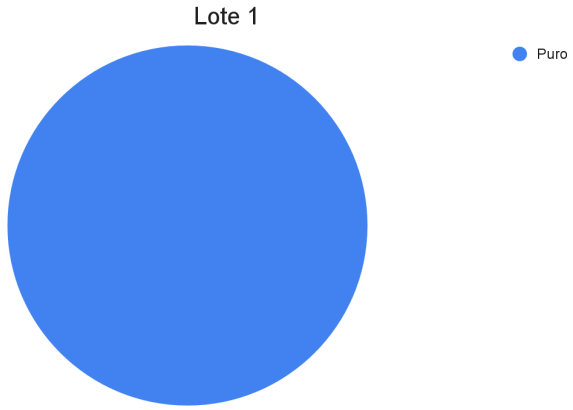
Após a realização do demonstrativo do teste positivo, com os testes propostos pela autora, os estudantes receberam os lotes para realizarem as análises, com o questionário 4, que apresenta os lotes e possíveis contaminações, para que os estudantes assinalassem as observações e indicassem se houve ou não contaminação e quais formas de purificação (Apêndice B).

Nos lotes entregues aos alunos, os três lotes continham ibuprofeno, no lote 1 tinha apenas ibuprofeno sem contaminação, enquanto que o lote 2 continha ibuprofeno contaminado com paracetamol e o lote 3 estava contaminado com buscopan.

É possível visualizar, na Gráfico 9, que a maioria dos estudantes registraram a contaminação do Ibuprofeno no Lote 2 com Paracetamol e no Lote 3 com Buscopan, ou seja, conseguiram resolver o caso proposto. Ainda pelos registros, é possível identificar que os estudantes chegaram a essas conclusões após mudanças de coloração e liberação de gás observadas durante a realização dos testes de identificação.

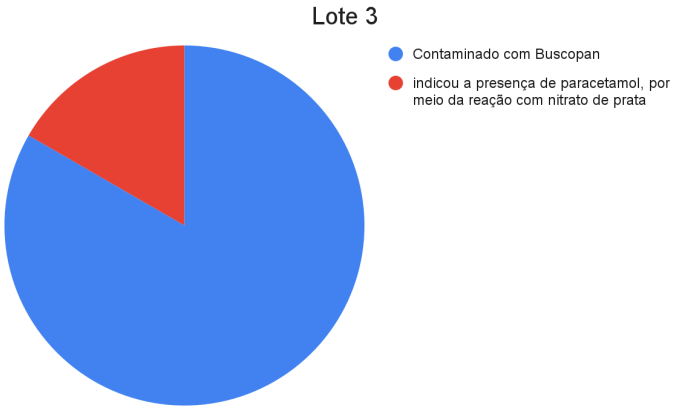
Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Gráfico 9 – Gráficos contendo as respostas de identificação de contaminação dos Lote 1, 2 e 3 (LQ).



a) Lote 1

b) Lote 2



c) Lote 3

Fonte: A autora, 2024.

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Em relação ao lote 1, todos os estudantes o identificaram como sendo puro. Em relação ao lote 2, cinco alunos apontam a contaminação do lote com paracetamol e ainda é possível observar um equívoco em relação ao composto puro, pois um aluno cita que o lote 2 representa o paracetamol puro. Em relação ao lote 3, cinco alunos apontam a contaminação do lote com buscopan e ainda é possível observar um equívoco na resposta de um estudante, que indica a presença de paracetamol utilizando o teste de nitrato de prata. Demonstrando que a maioria dos estudantes compreenderam as reações que ocorreram e consequente identificação.

Após finalizado os testes, os estudantes foram orientados a finalizarem o caso investigativo, continuando a narrativa. A partir da narrativa elaborada pelos estudantes, foi possível realizar a categorização de dois grupos, sendo eles:

1) ***Apresentação dos testes de identificação:***
   a) ***Somente os testes propostos;***
   b) ***Menção dos testes instrumentais;***

Para essa identificação, considerou-se as palavras testes, identificação e dentro da temática instrumental as palavras: espectroscopia (infravermelho, de massa), cromatografia, ressonância magnética nuclear, que representam a ideia do tema da categoria, conforme extrato abaixo:

EXTRATO 1:

Aluno D: "(...) Após serem realizados alguns testes, como para identificar presença de paracetamol (Fenol), onde foi utilizado o cloreto férrico (...)".

Aluno E: "(...) Sabemos que o $FeCl_3$ pode ser usado para testar a presença de hidroxila fenólica do paracetamol, então ela pode ser usada para saber se houve contaminação (...)"

Em relação ao grupo 1, grupos funcionais, todos os estudantes mencionaram as formas de identificação dos grupos funcionais analisados, sendo:

- Cloreto Férrico como meio de identificar a hidroxila fenólica presente no paracetamol;
- Bicarbonato de Sódio como método de identificar o ácido

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

carboxílico presente no Ibuprofeno;

- Nitrato de Prata como forma de identificar o haleto presente no Buscopan.

Assim como nas respostas do questionário 1, questão 2, “Quais os tipos de análise podem ser feitas no laboratório da sua instituição?”, o texto produzido não mencionou as técnicas instrumentais possíveis para resolução do caso, o que infere a necessidade de maior abordagens sobre as técnicas possíveis. Situação que pode estar relacionado ao fato de só metade da turma ter feito a disciplina de química orgânica I, e ainda não terem feito química orgânica II.

2) Caracterização dos fármacos

a) Identificação dos grupos funcionais

Para essa identificação, considerou-se as palavras grupos funcionais, funções orgânicas, haleto, hidroxila fenólica, ácido carboxílico, que representam a ideia do tema da categoria, conforme extrato abaixo:

EXTRATO 2:

Aluno A: “(…) porque o teste dio positivo para o grupo funcional ‘fenol’ grupo principal de o medicamento anteriormente falado (…)”.

Aluno E: “(…) podemos usar também $AgNO_3$ para identificação de haleto de alquila, já que ela vai precipitar (…)”.

Em relação ao grupo dois, caracterização dos fármacos, quatro dos seis estudantes indicaram a presença dos grupos funcionais, seja o grande grupo ou mencionam especificamente fenol, haleto e ácido carboxílico, em alguns momentos, correlacionando com o teste utilizado para identificar.

3) Tomada de decisão frente aos lotes contaminados.

Para essa identificação, considerou-se as palavras purificação, extração, separação, que representam a ideia do tema da categoria, conforme extrato abaixo:

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

EXTRATO 3:

Aluno A: “Para finalizar este caso os analistas liberaram o lote 1 para a venda, mentras o lote 2,3 foram realizadas diferentes técnicas de purificação do composto para conseguir recuperar a matéria prima deste medicamento.”.

Aluno B: “Sendo assim, o lote 1 voltou para ser entregue, pois estava puro, e os lotes contaminados foram recristalizados, a fim de melhorar a pureza dos mesmos”.

Em relação ao grupo três, tomada de decisão frente aos lotes contaminados, três dos seis estudantes indicaram técnicas de purificação, de forma geral, para tentar recuperar o produto, destes, um propõe a recristalização.

A cristalização é um método empregado para a purificação de sólidos impuros. Para realização da técnica é necessário dissolver o sólido em um solvente (ou mistura de solventes) quente, seguido de um resfriamento lento. Ao entrar em contato com o solvente quente, o material solubilizará, mas como possui baixa solubilidade em baixas temperaturas, se separa da solução quando esfria, cristalizando e se separando das impurezas que permanecem em solução, ou que foram retiradas em um processo de filtração (PAVIA et al., 2009), assim, é possível realizar a técnica proposta, desde que o solvente escolhido para dissolução seja diferente para as amostras contaminadas.

Foi possível perceber que após a realização do caso investigativo, a maioria dos estudantes, de ambas as turmas, apresentaram maior domínio dos grupos funcionais, porém, ainda há dificuldade na identificação de grupos funcionais, visto que alguns ainda apontaram grupos funcionais não presentes nas estruturas após a atividade.

Considerando a dificuldade de identificação dos grupos funcionais observadas durante a atividade e maior esclarecimento após sua realização, é possível visualizar a importância de se utilizar casos investigativos e experimentos como estratégia de ensino, utilizando a temática medicamentos, assim, deixa-se como sugestão de técnica para aplicar com os alunos de graduação (Quadro 2).

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Quadro 2 – Procedimento base sugerido.

<table>
<tr><td colspan="3">Procedimento</td></tr>
<tr><td>Laboratório:</td><td>Data:</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Disciplina: Química Orgânica Experimental</td></tr>
<tr><td colspan="3">Professora:</td></tr>
<tr><td colspan="3">Número de grupos:</td></tr>
<tr><td colspan="3">1) Definição da prática: Determinação de Grupos Funcionais</td></tr>
<tr><td colspan="3">1) Procedimento

Os estudantes receberam amostras dos medicamentos paracetamol, ibuprofeno, buscopan, para testarem os grupos funcionais presentes.

Os testes para identificação são:

IDENTIFICAÇÃO DE FENOL
Para identificação do grupo funcional fenol, será necessário utilizar cloreto férrico 3%, isso porque os fenóis, ao reagirem com cloreto férrico ($FeCl_3$), formam complexos coloridos, sendo esta uma das reações que identificam esses compostos (PAZINATO et al., 2012). Macere 1 comprimido de paracetamol, coloque uma fração do material em um tubo de ensaio, acrescente aproximadamente 1 mL de água destilada, e algumas gotas de Cloreto Férrico.

IDENTIFICAÇÃO DE ÁCIDO CARBOXÍLICO
Para identificação do grupo funcional ácido carboxílico será necessário utilizar Bicarbonato de Sódio, sólido, para melhor visualização da efervescência originada pelo desprendimento de gás carbônico (CO_2) (SILVA; BATALINI, 2020). Macere 1 comprimido de ibuprofeno, coloque uma fração do material em um tubo de ensaio, acrescente aproximadamente 1 mL de água destilada, e aproximadamente 1 grama de Bicarbonato de Sódio.

IDENTIFICAÇÃO DE HALETOS DE ALQUILA
Para identificação do grupo dos Haletos de Alquila é utilizado uma solução aquosa de nitrato de prata 10%, a reação formará um precipitado. Para presença de Cloro ou Flúor, o precipitado será branco, para Iodo será levemente amarelado e para Bromo será levemente esverdeado. Macere 1 comprimido de buscopan, coloque uma fração do material em um tubo de ensaio, acrescente aproximadamente 1 mL de água destilada, seguido de aproximadamente 1 mL de Nitrato de Prata.

A relação de análises pode ser visualizada no quadro 1:

Quadro 1 - Relação dos medicamento e reagentes a serem usados como testes
<table>
<tr><td></td><td>Paracetamol</td><td>Ibuprofeno</td><td>Buscopan</td></tr>
<tr><td>Bicarbonato de sódio</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Nitrato de Prata</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Cloreto Férrico</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

1) Materiais a) Equipamentos b) Vidraria (por grupo) - 9 tubos de ensaio, com suporte - Pipeta pasteur - almofariz e pistilo - espátula c) Material de Consumo (por grupo) - paracetamol - ibuprofeno - buscopan d) Reagentes de uso comum - Bicarbonato de Sódio, sólido + espátula - Nitrato de Prata, solução 10% + béquer + pipeta pasteur - Cloreto férrico, solução 3% + béquer + pipeta pasteur
2) Resíduos Descartar em local apropriado para tratamento adequado.

Fonte: A autora, 2024.

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do presente trabalho foi possível perceber que, com a utilização de casos investigativos, houve estimulação de habilidades como a tomada de decisão e a capacidade de resolver situações fictícias representando problemas do cotidiano. Isso porque, as duas turmas apontaram a necessidade de realização de testes laboratoriais para resolução do caso investigativo.

Para a resolução do caso, a maioria dos estudantes, propuseram técnicas instrumentais e reacionais condizentes para a identificação de grupos funcionais e para identificação de contaminação cruzada, mesmo que muitos apresentaram dificuldades de identificar os grupos funcionais presentes adequadamente em cada estrutura.

Também pode-se verificar que houve alteração na identificação dos grupos funcionais após a intervenção, podendo inferir que houve aprendizado durante a realização da atividade. A grande maioria consegue identificar corretamente os grupos funcionais, mas uma pequena parcela ainda apresenta dificuldade, o que poderia ser solucionado com um novo encontro para retomar o processo analítico com mais detalhes.

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

REFERÊNCIAS

ALI, Nouruddin W.; GAMAL, Mohammed; ABDELKAWY, Mohammed. Simultaneous determination of hyoscine N-butyl bromide and paracetamol in their binary mixture by RP-HPLC method. Arabian Journal of Chemistry, v. 10, p. S1868-S1874, 2017.

ALVES, Natália Bozzetto; SANGIOGO, Fábio André; PASTORIZA, Bruno dos Santos. Dificuldades no ensino e na aprendizagem de química orgânica do ensino superior - estudo de caso em duas universidades federais. Química Nova, v. 44, n. 6, 773-782, 2021.

BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. 4ª Ed. Lisboa: Edições 70, 2021.

BELINASO, Júlia; SILVA, Shirley Martim da; EICHLER, Marcelo L. Eichler; SALGADO, Tania D. Miskinis; PINO, José Claudio Del. Concepções de estudantes universitários sobre os conceitos fundamentais de química orgânica. IN: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Química (Enpec), 2009. Disponível em: <http://www.fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/419.pdf>, Acesso em 16/04/2024.

BEVILACQUA, Gabriela Dias; SILVA, Robson Coutinho. O ensino de Ciências na 5ª série através da experimentação. Ciências e Cognição, v. 10, p. 84-92, Março de 2007.

BRAATHEN, Christian. Hálito culpado: O princípio químico do bafômetro. Química Nova na Escola. n. 5, p. 3-5, maio, 1997.

CARNIEL, Vanessa Louise.; FARIAS, Caroline; MISTURA, Clóvia Marozzin; BOTH, Josemere; PELLIZZARI, Regina Roncato; CUNICO, Nelsi Suzana; BEDIN, Tábata Marini. Reconhecendo os grupos funcionais da Química Orgânica através da contextualização do estudo dos medicamentos. IN: Encontro De Debates Sobre o Ensino De Química (EDEQ), n. 33, 2013. Disponível em: <https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/edeq/article/view/2791>, Acesso em 18/10/2023.

FERREIRA, Maria Eduarda Cebage; Lindemann, Renata Hernandez. Temática medicamentos no ensino de Química, análise dos anais do ENEQ de 2004 a 2020. IN 42º EDEQ - 2º PROFQUI Sul, n. 42, 2023, Rio Grande do Sul. Anais.. ISSN 2318-8316. 2023.

FRANCISCO, Welington. Uma Releitura das Características para um “Bom” Caso: Tecendo Aproximações com as Crônicas Narrativas. Debates em Perspectivas Teóricas para o Ensino de Química. v. 8, n. 1, p. 183-201, junho, 2022.

GOODMAN & GILMAN. As Bases Farmacológicas da Terapêutica. 10 Ed. Editora McGrallHill, p. 801-805, 2005.

GONDIM, Ana Laura de; MARTINS, Antonio Alcio R.; RANGEL, Anna Claudia P. B.; ARAUJO, Ângela de Fátima V.; CARVALHO, Gabriella de S.; LIMA, Alexandre

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Lopes; ALENCAR, Jonathan; MENDONÇA, Mirtes Caetano; ESTRELA, Maria Amélia Albergaria. Análise quantitativa de ibuprofeno em comprimidos de 600 mg disponíveis comercialmente. Revista de Saúde da Faciplac. Brasília, v. 4, n. 2, Agosto - Dezembro 2017.

GUIMARÃES, Cleidson Carneiro. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. Química Nova na Escola, v. 31, nº 3, p. 198-202. Agosto de 2009.

SANTOS JUNIOR, João Batista dos; OLIVEIRA, Luciana Camargo de; BOTERO, Wander; SIMONYI, Beatriz Von, JUNIOR, Luiz Carlos Leite. Uma investigação sobre a efetividade da experimentação e da simulação para a aprendizagem significativa em Química Orgânica. Revista Thema, v. 19, n. 3, p. 499-516, 2021.

LIMA, José Ossian Gadelha. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. Revista Espaço Acadêmico. Londrina, v. 12, n. 136, p. 95-101, 2012.

MASSENA, Elisa Prestes; FILHO, Neurivaldo José de Guzzi; SÁ, Luciana Passos. Produção de casos para o ensino de química: uma experiência na formação inicial de professores. Química Nova, v. 36, n. 7, p. 1066-1072, 2013.

MACHADO, Sérgio P., MELO FILHO, João Macena, PINTO, Angelo C. A evasão nos cursos de graduação de química. Uma experiência de sucesso feita no Instituto de Química da UFRJ para diminuir a evasão. Química Nova, v. 28, S41-S43. 2005.

PAVIA, Donald L.; LAMPMAN, Gary M.; KRIZ, George S.; ENGEL, Randall G. Química Orgânica Experimental - Técnicas de escala pequena. Tradução de Ricardo Bicca de Alencastro - Porto Alegre: Bookman, 2009. 880p.

PAZINATO, Mauricius S.; BRAIBANTE, Hugo T. S.; BRAIBANTE, Mara E. F.; TREVISAN, Marcele C.; SILVA, Giovanna. Uma Abordagem Diferenciada para o Ensino de Funções Orgânicas através da Temática Medicamentos. Química Nova na Escola. v. 34, nº 1, p. 21-25, Fevereiro de 2012.

REMIÃO, Fernando. O paracetamol e a COVID-19. Revista Ciência Elementar, v. 8, n.2, p. 1-6, 2020.

RIBEIRO, Michelle Miranda Araújo De Carvalho. Desenvolvimento de métodos eletroquímico e por eletromigração para determinação de zinco, ácido ascórbico, escopolamina e brometo de butilescopolamina em amostras farmacêuticas e de interesse forense. (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Uberlândia. 2022.

SILVA, Rafael Soares. Experimentação no ensino de química: uma sequência didática sobre a formação da ferrugem. Revista da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, v. 9, n. 2, e21058, Maio-Agosto, 2021.

SILVEIRA, Felipe Alves; VASCONCELOS, Ana Karine Portela. Uma revisão sistemática da literatura da interrelação entre experimentação e aprendizagem

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

significativa no ensino da química. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 22, n. 3, p. 484-507. 2023.

SOLOMONS, T. W. G. , FRUHLE, C. B. , Química Orgânica, 7ª edição, LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S. A ., Rio de Janeiro, 2001.

SOUZA, H. Y. S.; SILVA, C. K. O. Dados Orgânicos: um Jogo Didático no Ensino de Química. HOLOS, v. 3, n. 28, p. 107-121, Junho de 2012.

SOUZA, Thiago Muniz. A Experimentação no Ensino de Química na Educação Básica Entre a Teoria e a Práxis. Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista. Santo Ângelo, v. 12, n. 1, p. 39-51, Janeiro-Abril de 2022.

TEIXEIRA, Andressa Reis Guimarães. Desenvolvimento De Dispersões Sólidas De Fluconazol Com O Uso Da Técnica De Hot Melt Extrusion – (HME). (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade de Brasília. 2016.

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

APÊNDICES

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIOS - ENGENHARIA QUÍMICA

Questionário 1

Iniciais do nome: _____

1) Diante dessa situação, o que você faria para identificar essa possível contaminação?

2) Quais as possíveis maneiras podem ser utilizadas para identificar essa contaminação?

3) Quais os tipos de análise podem ser feitas no laboratório da sua instituição?

4) Você já concluiu a disciplina de Química Orgânica I?

5) Você está cursando Química Orgânica II?

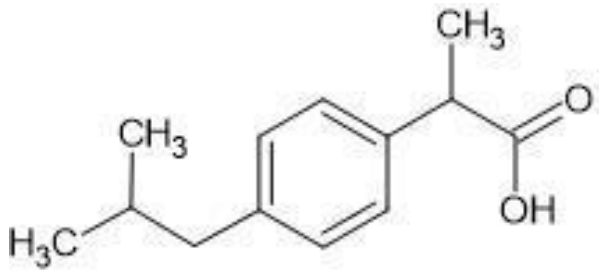
Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Questionário 2

Iniciais do nome: _____

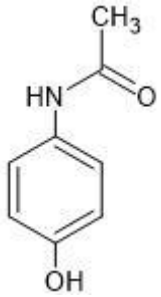
2) *Identifique os grupos funcionais abaixo.*

Ibuprofeno



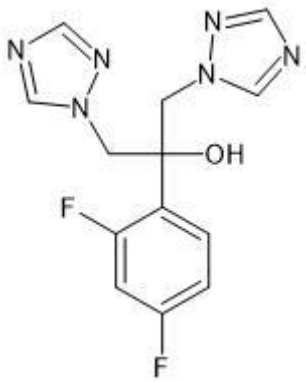
- *Amina*
- *Fenol*
- *Éster*
- *Álcool*
- *Éter*
- *Hidrocarboneto: Alceno*
- *Ácido Carboxílico*
- *Amida*
- *Hidrocarboneto: Aromático*

Paracetamol



- *Amina*
- *Fenol*
- *Éster*
- *Álcool*
- *Éter*
- *Hidrocarboneto: Alceno*
- *Ácido Carboxílico*
- *Amida*

Fluconazol



- *Amina*
- *Fenol*
- *Éster*
- *Álcool*
- *Éter*
- *Hidrocarboneto: Alceno*
- *Ácido Carboxílico*
- *Amida*

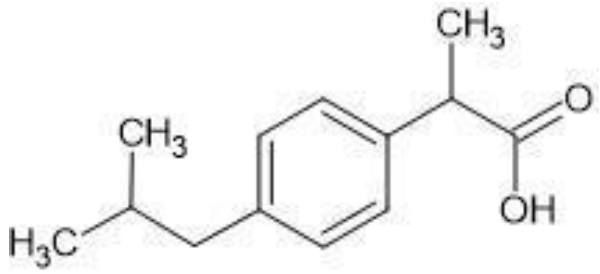
Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Questionário 3

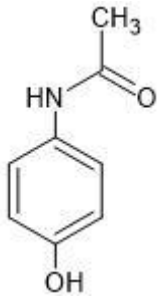
Iniciais do nome: _____

2) *Utilizando reações químicas você poderia identificar esta contaminação entre os medicamentos fluconazol, paracetamol e ibuprofeno? Quais reações você poderá utilizar para identificar estes compostos (podem pesquisar na literatura)*

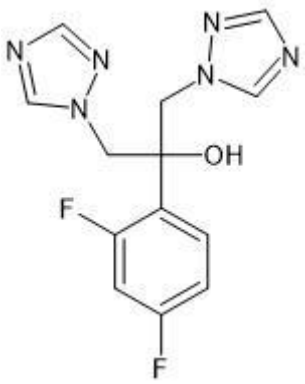
Ibuprofeno

	Reação de identificação
	

Paracetamol

	Reação de identificação
	

Fluconazol

	Reação de identificação
	

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Questionário 4

Iniciais do nome: _____

Em relação ao Lote 1:
( ) puro (somente ibuprofeno)
( ) contaminado com Fluconazol
( ) contaminado com paracetamol

OBS: Como chegou a esta conclusão:

Em relação ao Lote 2:
( ) puro (somente ibuprofeno)
( ) contaminado com Fluconazol
( ) contaminado com paracetamol

OBS: Como chegou a esta conclusão:

Em relação ao Lote 3:
( ) puro (somente ibuprofeno)
( ) contaminado com Fluconazol
( ) contaminado com paracetamol

OBS: Como chegou a esta conclusão:

Responda:

6) Após sua análise, foi possível identificar alguma contaminação?

7) Qual lote estava contaminado?

8) Qual é sua suspeita de contaminação?

9) Como você identificou?

10) Como você purificaria este lote contaminado na sua empresa farmacêutica?

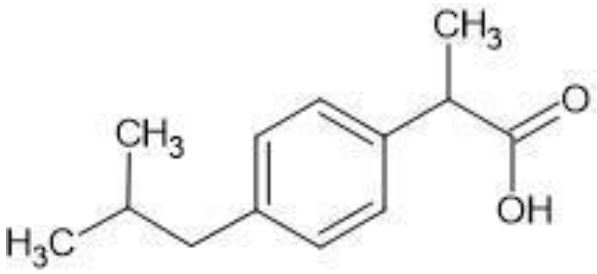
Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Questionário 5

Iniciais do nome: _____

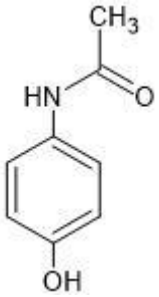
2) *Após os ensaios realizados, identifique novamente os grupos funcionais abaixo.*

Ibuprofeno



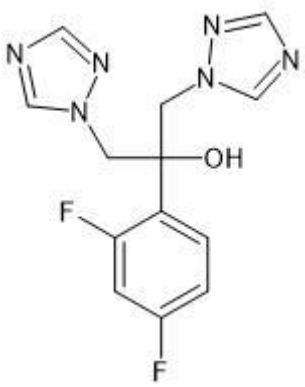
- *Amina*
- *Fenol*
- *Éster*
- *Álcool*
- *Éter*
- *Hidrocarboneto: Alceno*
- *Ácido Carboxílico*
- *Amida*
- *Hidrocarboneto: Aromático*

Paracetamol



- *Amina*
- *Fenol*
- *Éster*
- *Álcool*
- *Éter*
- *Hidrocarboneto: Alceno*
- *Ácido Carboxílico*
- *Amida*

Fluconazol



- *Amina*
- *Fenol*
- *Éster*
- *Álcool*
- *Éter*
- *Hidrocarboneto: Alceno*
- *Ácido Carboxílico*
- *Amida*

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIOS - LICENCIATURA QUÍMICA

Questionário 1

Iniciais do nome: _____

1) Diante dessa situação, o que você faria para identificar essa possível contaminação?

2) Quais os tipos de análise podem ser feitas no laboratório da sua instituição?

3) Você já concluiu a disciplina de Química Orgânica I? ( ) sim ( ) Não

4) Você está cursando Química Orgânica II? ( ) sim ( ) Não

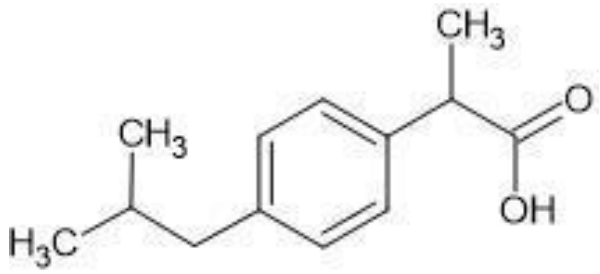
Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Questionário 2

Iniciais do nome: _____

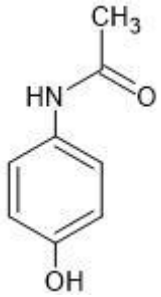
3) *Identifique os grupos funcionais abaixo.*

Ibuprofeno



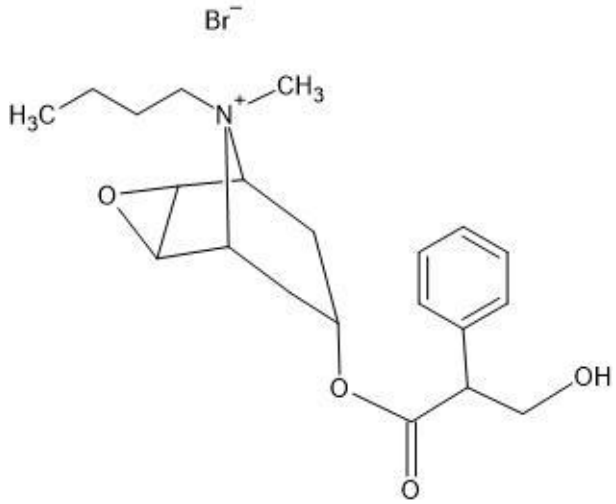
- *Amina*
- *Fenol*
- *Éster*
- *Álcool*
- *Éter*
- *Hidrocarboneto: Alceno*
- *Ácido Carboxílico*
- *Amida*
- *Hidrocarboneto: Aromático*

Paracetamol



- *Amina*
- *Fenol*
- *Éster*
- *Álcool*
- *Éter*
- *Hidrocarboneto: Alceno*
- *Ácido Carboxílico*
- *Amida*

Buscopan



- *Amina*
- *Fenol*
- *Éster*
- *Álcool*
- *Éter*
- *Hidrocarboneto: Alceno*
- *Ácido Carboxílico*
- *Amida*
- *Haleto*

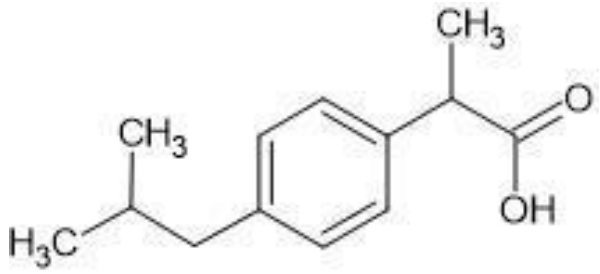
Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Questionário 3

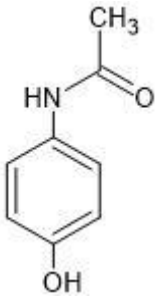
Iniciais do nome: _____

3) *Utilizando reações químicas você poderia identificar esta contaminação entre os medicamentos fluconazol, paracetamol e ibuprofeno? Quais reações você poderá utilizar para identificar estes compostos (podem pesquisar na literatura)*

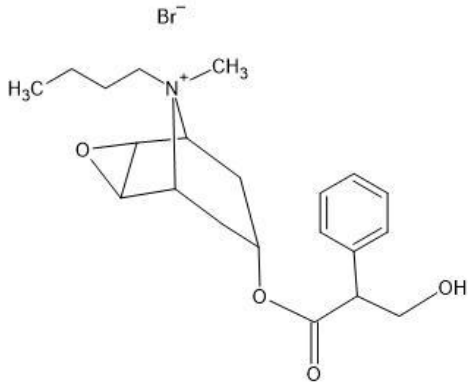
Ibuprofeno

	Reação de identificação
	

Paracetamol

	Reação de identificação
	

Buscopan

	Reação de identificação
	

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Questionário 4

Iniciais do nome: _____

Em relação ao Lote 1:
( ) puro (somente ibuprofeno)
( ) contaminado com Buscopan
( ) contaminado com paracetamol

OBS: Como chegou a esta conclusão:

Em relação ao Lote 2:
( ) puro (somente ibuprofeno)
( ) contaminado com Buscopan
( ) contaminado com paracetamol

OBS: Como chegou a esta conclusão:

Em relação ao Lote 3:
( ) puro (somente ibuprofeno)
( ) contaminado com Buscopan
( ) contaminado com paracetamol

OBS: Como chegou a esta conclusão:

Responda:

1) Após sua análise, foi possível identificar alguma contaminação? Em quais lotes?

2) Como você purificaria este lote contaminado na sua empresa farmacêutica?

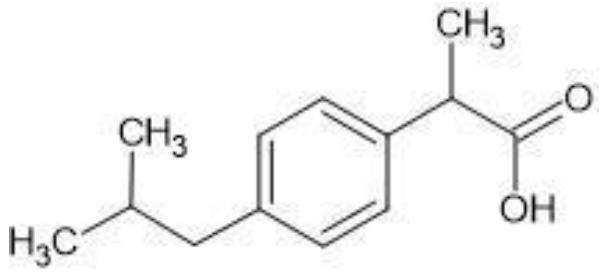
Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

Questionário 5

Iniciais do nome: _____

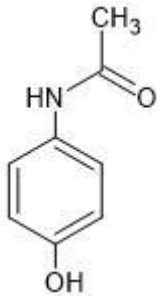
1) *Após os ensaios realizados, identifique novamente os grupos funcionais abaixo.*

Ibuprofeno



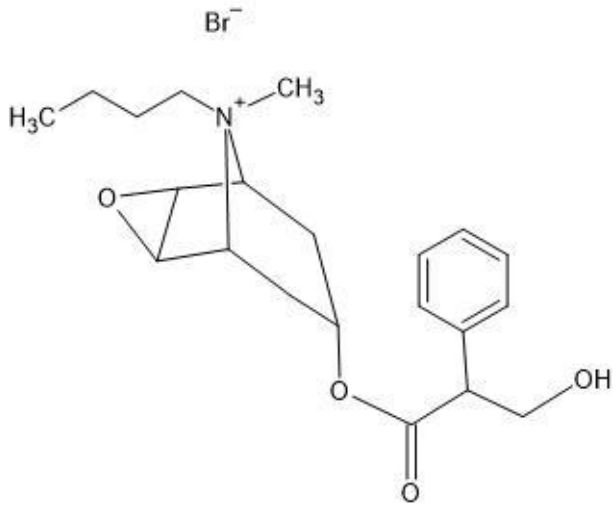
- *Amina*
- *Fenol*
- *Éster*
- *Álcool*
- *Éter*
- *Hidrocarboneto: Alceno*
- *Ácido Carboxílico*
- *Amida*
- *Hidrocarboneto: Aromático*

Paracetamol



- *Amina*
- *Fenol*
- *Éster*
- *Álcool*
- *Éter*
- *Hidrocarboneto: Alceno*
- *Ácido Carboxílico*
- *Amida*

Buscopan



- *Amina*
- *Fenol*
- *Éster*
- *Álcool*
- *Éter*
- *Hidrocarboneto: Alceno*
- *Ácido Carboxílico*
- *Amida*
- *Haleto*

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

ANEXOS

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) (Em 02 vias, firmado por cada participante-voluntário(a) da pesquisa e pelo responsável)

Eu,_____ _____ tendo sido convidado(a) a participar como voluntário(a) do estudo intitulado “Uso de práticas experimentais como metodologia de ensino, um estudo de caso”, recebi do Srª. Amanda de Araújo Drago, Srª. Marciana Pierina Uliana Machado e do Sr. Welington Francisco, do curso de Química Licenciatura da Universidade Federal Integração Latino Americana (UNILA), responsáveis pelo Trabalho de Conclusão de Curso as seguintes informações que me fizeram entender sem dificuldades e sem dúvidas os seguintes aspectos: 1. Que o estudo envolve a resolução de um caso investigativo do tipo laboratorial, no laboratório, a ser realizado na Universidade Federal da Integração Latino-Americana; 2. Que o estudo foca em identificar as possíveis contribuições do uso de caso investigativo laboratorial no processo de aprendizagem química; 3. Que o estudo se destina a investigar as contribuições do uso de casos investigativos na compreensão de grupos funcionais; 4. Que o resultado que se deseja alcançar é o seguinte: melhor compreensão acerca da aprendizagem dos estudantes após terem contato com a prática envolvendo grupos funcionais; 5. Que este estudo terá início em março de 2024 e terminará em abril de 2024; 6. Que participarão deste estudo os estudantes do curso de (Engenharia Química e Biotecnologia); 7. Que eu participarei desenvolvendo a resolução de um caso investigativo, envolvendo grupos funcionais em química orgânica e respondendo perguntas no decorrer da atividade 8. Que eu participarei de interações com a monitora durante a atividade; 9. Que não existem outros meios conhecidos para se conseguir os mesmos resultados; 10. Que os possíveis riscos a minha saúde física e/ou mental são: constrangimento ao responder algum questionamento durante o evento. Contudo, serão possibilitados meios confortáveis de aplicação. Além disso, sei que poderei desistir de participar da pesquisa a qualquer momento que desejar, ou então, pedir esclarecimentos sobre os procedimentos que estão sendo realizados; 11. Que os benefícios que poderei esperar com a minha participação, mesmo que não diretamente, são: a) contribuição

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46

na melhoria dos processos de ensino e aprendizagem das Ciências Naturais; 12. Que, sempre que eu desejar, me serão fornecidos esclarecimentos sobre cada etapa do estudo; 13. Que a qualquer momento, eu poderei recusar a continuar participando do estudo, e também, que eu poderei retirar este meu consentimento, sem que isso me traga qualquer penalidade ou prejuízo. 14. Que as informações conseguidas através da minha participação não permitirão a identificação da minha pessoa, exceto aos responsáveis pelo estudo, e que a divulgação das mencionadas informações só será feita entre profissionais estudiosos do assunto. 15. Que o estudo não acarretará nenhuma despesa para o participante da pesquisa. 16. Que eu serei indenizado por qualquer dano eventual que venha a sofrer com a participação na pesquisa. 17. Que eu receberei uma via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Tendo eu compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a minha participação no mencionado estudo e estando consciente dos meus direitos, das minhas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a participação implica, concordo em dele participar e DOU O MEU CONSENTIMENTO SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO. Eu, _____

_____, RG nº _____ declaro ter sido informado e concordo em ser participante do Projeto de pesquisa acima descrito.

Foz do Iguaçu, _____ de abril de 2024.

_____

Assinatura do participante

Versão Final Homologada
21/05/2024 10:46