



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS, NATURAIS E EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA
EM REDE NACIONAL**

BIANCA CAROLINA PEREIRA

**PROPOSTA DE UMA ATIVIDADE PRÁTICA INVESTIGATIVA DE QUÍMICA
ORGÂNICA PARA O ENSINO MÉDIO**



UBERABA - MG

2021

BIANCA CAROLINA PEREIRA

**PROPOSTA DE UMA ATIVIDADE PRÁTICA INVESTIGATIVA DE QUÍMICA
ORGÂNICA PARA O ENSINO MÉDIO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Ciências Exatas, Naturais e Educação (ICENE/UFTM), Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI/UFTM-Uberaba), como requisito para obtenção do título de Mestre em Química.

Linha de pesquisa: LP3-Química da vida

Orientadora: Profa. Dra. Carla Regina Costa.

Co-orientador: Prof. Dr. Evandro Roberto Alves

UBERABA - MG

2021

Catálogo na fonte: Biblioteca da Universidade Federal do Triângulo Mineiro

P489p

Pereira, Bianca Carolina

Proposta de uma atividade prática investigativa de química orgânica para o ensino médio / Bianca Carolina Pereira. -- 2021. 165 p. : il.

Dissertação (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional) -- Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2021

Orientadora: Profa. Dra. Carla Regina Costa

Coorientador: Prof. Dr. Evandro Roberto Alves

Inclui Apêndice: "Misturando e separando cores"

1. Aprendizagem. 2. Cromatografia. 3. Química (Ensino médio). 4. Educação - Programas de atividades. I. Costa, Carla Regina. II. Universidade Federal do Triângulo Mineiro. III. Título.

CDU 54:37.091.322.7

BIANCA CAROLINA PEREIRA

**PROPOSTA DE UMA ATIVIDADE PRÁTICA INVESTIGATIVA DE QUÍMICA ORGÂNICA
PARA O ENSINO MÉDIO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Ciências Exatas, Naturais e Educação (ICENE/UFTM), Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI/UFTM-Uberaba), como requisito para obtenção do título de Mestre em Química.

Uberaba, 27 de julho de 2021

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Carla Regina Costa – Orientadora
Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Prof. Dr. Bruno Pereira Garcês
Instituto Federal do Triângulo Mineiro

Prof. Dr. Mauro Luiz Begnini
Universidade de Uberaba



Documento assinado eletronicamente por **CARLA REGINA COSTA, Professor do Magistério Superior**, em 28/07/2021, às 23:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#) e no art. 34 da [Portaria Reitoria/UFTM nº 59, de 26 de abril de 2021](#).



Documento assinado eletronicamente por **21Bruno Pereira Garcês, Usuário Externo**, em 30/07/2021, às 09:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#) e no art. 34 da [Portaria Reitoria/UFTM nº 59, de 26 de abril de 2021](#).



Documento assinado eletronicamente por **Mauro Luiz Begnini, Usuário Externo**, em 09/08/2021, às 14:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#) e no art. 34 da [Portaria Reitoria/UFTM nº 59, de 26 de abril de 2021](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.uftm.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0567185** e o código CRC **B8F29EC3**.

Dedico este trabalho a meu marido Marcelo Simião Campos, pelo incentivo e a minha família, pelo apoio nesta jornada.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

À minha orientadora Profa. Dra. Carla Regina Costa e ao meu coorientador Prof. Dr. Evandro Roberto Alves, pelo suporte nas suas correções e incentivos.

Aos amigos Marlon e Vitor por estarem sempre presentes.

Em especial ao Prof. Dr. Luís Antônio da Silva, pelos ensinamentos durante minha dissertação.

Ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI e a Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior, pela confiança no mérito e ética aqui presentes.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

“Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção.”

Paulo Freire

RESUMO

O ensino de Química deve possibilitar aos estudantes de Ensino Médio uma compreensão abrangente e integrada das transformações químicas que ocorrem no mundo físico. Para isso, é necessário priorizar o processo de ensino-aprendizagem de forma contextualizada, problematizadora e dialógica, estimulando o raciocínio dos estudantes e fazendo com que percebam a importância da Química no contexto social. Como a Química é uma ciência essencialmente experimental, a experimentação pode ser utilizada como forma de motivar os estudantes para o aprendizado dos conteúdos desta disciplina, embora nem sempre seja fácil promovê-la devido à inexistência ou precariedade de laboratórios no ambiente escolar. As atividades experimentais nas aulas de Química podem ser organizadas e propostas com diferentes objetivos e, embora todas possam ser válidas, a escolha de um tipo específico dependerá, principalmente, dos objetivos que se pretende alcançar. Atividades práticas investigativas devem ter algum significado para o estudante, evitando a realização da “prática pela prática”. Apesar deste tipo de atividade não ser fácil de ser planejada, proporciona notável desenvolvimento dos estudantes que têm papel ativo no processo ensino-aprendizagem. Esse trabalho teve como objetivo elaborar e aplicar uma sequência didática constituída por três atividades práticas investigativas para o ensino de Química Orgânica no Ensino Médio. As atividades podem ser realizadas em sala de aula e envolvem a utilização de corantes alimentícios e materiais de fácil acesso e baixo custo para a abordagem de: misturas e substâncias; misturas homogêneas e heterogêneas; soluto e solvente; soluções concentradas e diluídas; formas de se expressar a concentração de uma solução (% e mol/L); compostos orgânicos; fórmulas estruturais e moleculares; capilaridade; forças intermoleculares (forças de coesão); forças atrativas entre sólidos e líquidos (forças de adesão); solubilidade, polaridade e funções orgânicas. Por conta da pandemia da Covid-19, apenas a primeira atividade proposta foi aplicada com alunos ingressantes em um curso de Licenciatura em Química no ambiente virtual de aprendizagem, sendo os resultados apresentados neste trabalho. Para as outras duas atividades são apresentadas propostas para adaptação e aplicação delas no ambiente virtual.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa. Cromatografia. Atividade Prática demonstrativa investigativa.

ABSTRACT

Chemistry teaching should enable high school students to have a comprehensive and integrated understanding of the chemical transformations that take place in the physical world. For that, it is necessary to prioritize the teaching-learning process in a contextualized, problematizing and dialogic way, stimulating the students' reasoning and leading them realize the importance of Chemistry in the social context. As Chemistry is essentially an experimental science, experimentation can be used to motivate students to learn the contents of this discipline, although it is not always easy to promote it due to the lack or precariousness of laboratories in the school environment. Experimental activities in Chemistry classes can be organized and proposed with different objectives and, although all of them can be valid, the choice of a specific type will depend, mainly, on the objectives to be achieved. Practical investigative activities must have some meaning for the student, avoiding the realization of "practice just for the sake of practice". Although this type of activity is not easy to plan, it provides remarkable development for students who play an active role in the teaching-learning process. This work aimed to develop and apply a didactic sequence consisting of three practical investigative activities for teaching Organic Chemistry in High School. The activities can be carried out in the classroom and involve the use of easily accessible and inexpensive food dyes and materials to approach: mixtures and substances; homogeneous and heterogeneous mixtures; solute and solvent; concentrated and diluted solutions; ways to express the concentration of a solution (% and mol/L); organic compounds; structural and molecular formulas; capillarity; intermolecular forces (cohesive forces); attractive forces between solids and liquids (adhesion forces); solubility, polarity and organic functions. Due to the Covid-19 pandemic, only the first proposed activity was applied with students entering a Chemistry Degree course in the virtual learning environment, and the results are presented in this work. For the other two activities, proposals are presented for their adaptation and application in the virtual environment.

Keywords: Effective learning. Chromatography. Investigative demonstrative practice activity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Imagem representativa da cromatografia em papel.....	26
Figura 2: Avaliação diagnóstica da atividade 1.....	31
Figura 3: Relatório sobre o experimento 1.	32
Figura 4: Questionário sobre o experimento 1.....	33
Figura 5: Situação-problema sobre a conferência de diferentes tonalidades de verde a um merengue.....	34
Figura 6: Modelo de rótulo disponibilizado na atividade e respectivos constituintes dos corantes Amarela Damasco, Azul Aniz e Verde Hortelã.....	38
Figura 7: Estruturas dos corantes alimentícios abordados na atividade proposta. ..	41
Figura 8: Proposta de problematização para a atividade: “Como colorir cubos de açúcar?”	44
Figura 9: Questão ENEM, 2019.	45
Figura 10: Imagem do simulador de cromatografia - Etapa 1.....	47
Figura 11: Imagem do simulador de cromatografia - Etapas 2 A e 2 B.....	48
Figura 12: Imagem do simulador de cromatografia - Etapas 3 A e 3 B.....	48
Figura 13: Imagem do simulador de cromatografia – Etapas 4A e 4B.....	49
Figura 14: Imagem do simulador de cromatografia - Etapas 5A e 5B.....	50

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1:** Classificação das atividades experimentais quanto ao nível de aproximação a uma atividade investigativa.20
- Quadro 2:** Modelo de quadro apresentado em uma das questões do relatório..... 40

LISTA DE SIGLAS

BNCC- Base Nacional Comum Curricular
CBC- Curriculum Básico Comum
CNE- Conselho Nacional de Educação
EDEC- Estratégias Didáticas para o Ensino de Química
ENEM- Exame Nacional do Ensino Médio
MEC- Ministério da Educação
N1- Nível 1
N2- Nível 2
N3- Nível 3
N4- Nível 4
OMS- Organização Mundial de Saúde
PCN- Parâmetros Curriculares Nacionais
PET- Plano de Estudo Tutorado
Rf- Fator de Retenção
RNP- Rede Nacional de Ensino e Pesquisa
SEE- Secretaria do Estado de Educação
TICs- Tecnologias da Informação e Comunicação
UFTM- Universidade Federal do Triângulo Mineiro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO E A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA	21
1.2 A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NO AMBIENTE VIRTUAL ...	24
1.3 A CROMATOGRAFIA COMO OBJETO DE ESTUDO PARA A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA	26
2 OBJETIVOS	28
2.1 OBJETIVO GERAL	28
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
3 METODOLOGIA	30
3.1 APLICAÇÃO DA ATIVIDADE 1 COM LICENCIANDOS EM QUÍMICA DO PRIMEIRO SEMESTRE	30
3.2 PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO DAS ATIVIDADES 2 e 3 DO PRODUTO EDUCACIONAL PARA O FORMATO REMOTO	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1 ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DA PRIMEIRA ATIVIDADE	37
4.2 ELABORAÇÃO E PROPOSTA DE ADAPTAÇÃO PARA DESENVOLVIMENTO REMOTO DAS ATIVIDADES 2 E 3.....	42
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERÊNCIAS	53
APÊNDICE A	61

1 INTRODUÇÃO

Ainda é comum na Educação Básica, a Química ser ensinada com ênfase nas expressões matemáticas associadas aos fenômenos estudados, em detrimento do seu significado lógico e interpretativo. Neste ensino tipicamente tradicionalista, descontextualizado e não-interdisciplinar, ocorre apenas a transmissão de informações e a aprendizagem é entendida somente como um processo de acumulação de conhecimentos (GIESBRECHT,1994 apud LIMA 2012; ROCHA; VASCONCELOS, 2016). Este tipo de educação, na qual o estudante é meramente um receptor de conhecimento, é duramente criticado por Paulo Freire:

“Não é de estranhar, pois, que nesta visão ‘bancária’ da educação, os homens sejam vistos como seres da adaptação, do ajustamento. Quanto mais se exercitem os educandos no arquivamento dos depósitos que lhe são feitos, tanto menos desenvolverão em si a consciência crítica de que resultaria a sua inserção no mundo, como transformadores dele.” (FREIRE, 2018, p.83).

Este modelo de ensino se torna pouco interessante e desestimulante para os estudantes, que apresentam dificuldades para aprender e estabelecer relações entre os conteúdos estudados na escola e os fenômenos observados no seu cotidiano. Contrariando este modelo, o ensino de Química deve possibilitar aos estudantes de Ensino Médio uma compreensão abrangente e integrada das transformações químicas que ocorrem no mundo físico (LIMA, 2012; ROCHA; VASCONCELOS, 2016). Assim, é necessário priorizar o processo de ensino-aprendizagem de forma contextualizada, problematizadora e dialógica, estimulando o raciocínio dos estudantes e fazendo com que eles percebam a importância da Química no contexto social (ROCHA; VASCONCELOS, 2016).

Segundo Lopes (1999), há uma preocupação com os processos de ensino-aprendizagem de Ciências pautada no fato de que o conhecimento científico é necessário principalmente para que as pessoas se defendam da retórica científica que age ideologicamente em seu cotidiano. Assim, o discurso científico utilizado na propaganda de um produto, por exemplo, pode fazer com que as pessoas confiem mais neste produto do que em outro, mesmo que o discurso não seja compreendido.

De maneira geral, nota-se que a retórica científica utilizada em uma propaganda é mais eficaz quanto menor é o conhecimento científico de quem apreende a informação. Dessa maneira, uma formação em Ciências deve tornar as pessoas capazes de avaliarem o alcance real de um avanço científico, desconsiderando exageros da mídia, os quais contribuem para aumentar o estranhamento e a mitificação das Ciências. Além disso, o conhecimento científico também deve possibilitar a interpretação do mundo e a atuação crítica sobre o mesmo, o que só é possível se as pessoas compreenderem que o mundo exige uma racionalidade construída por elas mesmas, descontínua, plural e passível de ser modificada (LOPES, 1999).

De acordo com Tfouni, L., Camargo e Tfouni, E. (1987 apud LIMA, 2012), a tarefa de ensinar/aprender Química nas escolas parece reduzir-se a descobrir qual é o estágio cognitivo dos estudantes e, conseqüentemente, tentar adequar os conteúdos a serem ministrados em função desse estágio. Estes autores apontam que o ensino da disciplina se efetua de forma exclusivamente verbalista, o que ainda acontece muito nos dias de hoje, mas ressalta que isso poderia ser diferente com novas metodologias de ensino/aprendizagem e com a contextualização de forma teórica e prática. Além disso, também são necessários alguns pré-requisitos como interpretação de texto, matemática básica e alguns conhecimentos de outras matérias, os quais muitas vezes os discentes não possuem efetivamente, pelo fato deles estarem inseridos em um sistema de ensino que privilegia número de aprovação e não a construção do conhecimento. Assim, os estudantes acumulam inúmeras deficiências de aprendizagem que os impedem de discutir questões atuais com autonomia e criticidade.

Como a Química é uma ciência essencialmente experimental, a experimentação pode ser utilizada como uma estratégia para auxiliar na motivação do jovem para aprender esta disciplina (LIMA, 2012). Segundo Charlot (2012), deve-se procurar mobilizar o jovem ao invés de motivá-lo porque motivar implica em fazer os estudantes realizarem o que eles não têm vontade, enquanto que mobilizar implica em fazer surgir no estudante um desejo de aprender. Dessa forma, enquanto a motivação funciona por tempo limitado (uma ou duas semanas), a mobilização permanece depois da presença do professor, o que faz com que esta última seja

fundamental na relação do estudante com o saber e com a escola. Assim, “motivam-se os outros de fora, mobiliza-se a si mesmo de dentro” (CHARLOT, 2012, p. 12). Neste contexto, a experimentação desempenha o papel de mobilizar o educando.

Embora a experimentação seja importante para o ensino de Ciências, nem sempre é fácil promovê-la, principalmente na rede pública de ensino, devido à precariedade de laboratórios ou até mesmo à sua inexistência no ambiente escolar. Na prática, o ensino nessas escolas frequentemente se baseia somente no livro didático adotado, o qual nem sempre traz experimentos para serem realizados pelos estudantes em casa ou na escola. Um outro fator que corrobora para diminuir a realização de práticas na escola é o número reduzido de aulas semanais de Química. Contrariando o que foi exposto, Lisbôa (2015) argumenta que esse problema não se restringe à escola pública e que a inexistência de laboratório na escola não justifica a experimentação não ser uma práxis utilizada, mas isso se deve a outros fatores como: insegurança dos professores para realizarem aulas práticas; carga horária de trabalho docente excessiva e inexistência de suporte técnico para a realização dos experimentos. Assim, é necessário pensar em estratégias de ensino que permitam, mesmo com uma baixa carga horária semanal destinada à disciplina e/ou com a falta de laboratório, mobilizar o estudante, fazendo com que os conteúdos de Química ensinados passem a ter significado para ele.

Lima e Alves (2016) realizaram uma pesquisa com o objetivo de identificar a opinião dos estudantes do Ensino Médio sobre as aulas teóricas e práticas no aprendizado de Química. Embora as escolas onde a pesquisa foi aplicada foram escolhidas pelo fato de apresentarem um espaço apropriado no qual funcionava um laboratório de ciências, 70,8% dos estudantes entrevistados apontaram que raramente eram realizadas práticas de Química no laboratório. Além disso, 77,5% dos entrevistados responderam que o professor de Química não faz experiências na sala de aula. Como mencionado anteriormente e enfatizado por Galiazzi e Gonçalves (2004 apud LIMA e ALVES, 2016, p.434), a ausência de laboratório na escola não justifica a não realização de experimentos, uma vez que é possível utilizar materiais alternativos de baixo custo que podem contribuir para um ensino mais proveitoso.

Na pesquisa de Lima e Alves (2016), 84% dos entrevistados consideravam as aulas práticas mais agradáveis do que as expositivas e teóricas e, quando indagados

sobre em que tipo de aula achavam que aprendiam mais, 74,3% escolheram a opção práticas e experimentais ao invés de expositivas e teóricas e 66,6% dos entrevistados propuseram mais aulas práticas e experimentais para melhorar as aulas de Química. Os autores concluíram que os estudantes raramente participavam de aulas experimentais e que, para eles, seriam necessárias mais aulas desta natureza para tornar o Ensino de Química satisfatório, interessante e motivador. Entretanto, para o desenvolvimento destas atividades práticas, seria necessário um planejamento capaz de torná-las um instrumento de aprendizagem, de forma que elas não se constituam apenas um show de efeitos visuais, mas que abordem de forma contextualizada uma situação-problema, para a qual o estudante deva se mobilizar em busca de respostas (LIMA e ALVES, 2016).

As atividades experimentais nas aulas de Química podem ser organizadas e propostas com diferentes objetivos, dentre os quais podem ser destacados (OLIVEIRA, 2010): motivar e despertar a atenção dos estudantes, desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo, desenvolver a iniciativa pessoal e a tomada de decisão, estimular a criatividade, aprimorar a capacidade de observação e o registro de informações, aprender a analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos, aprender conceitos científicos, detectar e corrigir erros conceituais dos estudantes, compreender a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação, compreender as relações entre ciência, tecnologia e sociedade e aprimorar habilidades manipulativas.

Todos os tipos de atividades experimentais podem ser válidos para o ensino de ciências e a escolha de um tipo específico dependerá principalmente dos objetivos específicos do problema em estudo, dos conteúdos que se pretendem ensinar, das competências que se quer desenvolver e dos recursos materiais disponíveis. Para que o professor possa explorar de forma adequada as potencialidades de cada tipo de experimentação, é importante que ele conheça e compreenda os diferentes tipos (OLIVEIRA, 2010). Dentre os tipos de atividade de experimentação podemos destacar: a experimentação show, demonstrativa, ilustrativa, verificativa e investigativa.

Na experimentação show, a preocupação do professor é realizar o experimento para motivar e chamar a atenção dos estudantes, não havendo inicialmente uma

preocupação com a aprendizagem. Assim, este tipo de atividade pode ser eficiente para despertar a atenção do estudante, porém é necessário que o professor seja capaz de direcionar os estudantes para refletirem sobre os eventos que ocorrem, transcendendo, assim, na direção da construção do conhecimento científico (TAHA *et al.*, 2016).

As atividades experimentais demonstrativas e ilustrativas são aquelas geralmente utilizadas para demonstrar/ilustrar conceitos previamente apresentados em aula (TAHA *et al.*, 2016). Em geral, os experimentos propostos em revistas e livros didáticos constituem atividades demonstrativas e ilustrativas (OLIVEIRA; SOARES, 2010). Quando se analisa a descrição dos dois tipos de atividades nas obras em que são abordadas (OLIVEIRA, 2010; TAHA *et al.*, 2016), tem-se a impressão de que os dois termos se referem ao mesmo tipo de atividade. Porém, Oliveira e Soares (2010) apresentam uma diferença entre os dois tipos de experimentação: enquanto na experimentação demonstrativa o experimento é executado pelo professor, na experimentação ilustrativa, ele é realizado pelos estudantes sob a orientação do professor.

De acordo com Oliveira (2010), na experimentação demonstrativa o professor é o principal agente do processo ensino-aprendizagem, pois é ele que exerce o papel de liderança, monta o experimento, faz as questões aos estudantes, executa os procedimentos, destaca o que deve ser observado e, sobretudo, fornece as explicações científicas que possibilitam a compreensão do que é observado. Esse tipo de experimentação geralmente é utilizado como apoio para demonstrar o conteúdo que foi ensinado, de forma a torná-lo mais perceptível aos estudantes.

As práticas demonstrativas são as mais utilizadas em laboratório e/ou sala de aula. Geralmente, elas são realizadas no início das aulas, com o intuito de despertar o interesse do estudante para o tema que será abordado ou, no final da aula, para reforçar o conteúdo apresentado. Esta prática é ideal em escolas onde não há abundância de materiais e reagentes (OLIVEIRA, 2010).

Frequentemente os professores que empregam experimentos demonstrativos justificam sua escolha no aspecto motivacional. Embora as atividades demonstrativas exerçam bem esse papel, elas são fechadas e definidas, o que muitas vezes impossibilita discussões com os estudantes. Apesar disso, experimentos

demonstrativos podem ser pedagogicamente válidos e significativos para a aprendizagem, desde que, ao adotá-los, o professor propicie oportunidades para que os estudantes reflitam sobre os fenômenos observados, formulem hipóteses, analisem as variáveis que interferem no experimento e discutam criticamente os conteúdos científicos que explicam os fenômenos observados (OLIVEIRA, 2010).

Outro tipo de experimentação abordada por Oliveira (2010) é a atividade de verificação. As práticas verificativas são utilizadas para verificar ou confirmar uma lei ou teoria, sendo seus resultados previsíveis e as explicações conhecidas pelos estudantes. Elas servem sobretudo para tornar o ensino mais realista e concreto. Este tipo de experimentação requer uma abordagem prévia do conteúdo e, portanto, deve ser realizada após uma aula expositiva. Além disso, é ainda muito utilizada nas escolas por ser facilmente aplicada, apresentar maior probabilidade de acerto, requerer pouco tempo de execução, ser fácil de supervisionar, avaliar e solucionar problemas na execução.

Na experimentação investigativa, os estudantes possuem um papel ativo no processo de construção do conhecimento e o professor atua como um orientador, mediando e facilitando esse processo, intervindo nos momentos em que há indecisão, falta de clareza ou consenso. Neste tipo de atividade, parte-se de uma situação problema que possa despertar o interesse dos estudantes para a investigação, suscitando a busca de informações para elaborar as conclusões acerca do problema. Assim, ao contrário dos outros tipos de experimentação apresentados, o estudante tem a possibilidade de analisar situações problemas, coletar dados, elaborar e testar hipóteses, argumentar e discutir com os colegas (OLIVEIRA, 2010; SOUZA et al., 2013). Esse tipo de atividade possibilita ao estudante conhecer a natureza da investigação científica e a importância do método científico (HODSON, 1994 apud OLIVEIRA e SOARES, 2010).

Ao contrário das atividades experimentais tradicionais, as atividades de investigação devem ter algum significado para o estudante, evitando realizar a prática pela prática (TAHA et al., 2016). Geralmente os roteiros não são fechados, ou seja, os estudantes têm liberdade de modificá-los ao longo das etapas do procedimento experimental. Esse tipo de prática também demanda mais tempo do professor e exige maior tempo de estudo pelos estudantes, mas é uma atividade que captura a atenção

destes, possibilitando-os envolver com a mesma. Ainda, na experimentação por investigação, os conteúdos não precisam ser apresentados previamente em uma aula expositiva, como em outros tipos de experimentação, sendo que os conteúdos podem ser discutidos no próprio contexto da atividade. Assim, os resultados não são totalmente previsíveis e nem as respostas são fornecidas de imediato pelo professor, instigando assim os estudantes a refletirem, questionarem e argumentarem sobre os fenômenos e conteúdos científicos (OLIVEIRA, 2010).

Planejar uma atividade experimental investigativa não é uma tarefa simples, mas as possibilidades que este tipo de prática proporciona para o desenvolvimento dos estudantes serve como um incentivo para que o professor aceite o desafio de elaborá-la (SOUZA et al., 2013). Na elaboração de tal atividade, o professor deve refletir sobre alguns aspectos pedagógicos que devem fazer parte do planejamento, como (SILVA, 2011 apud SOUZA et al., 2013, p. 15): objetivos conceituais, procedimentais e atitudinais; situação problema, cujas atividades experimentais propostas ajudam a responder; conhecimentos e concepções que os estudantes apresentam sobre o tema; atividades pré-laboratório (informações a serem apresentadas e hipóteses solicitadas aos estudantes); atividade experimental (demonstrativa ou realizada pelos estudantes, maneira de coletar e organizar os dados); atividades pós-laboratório (questões formuladas aos estudantes para análise dos dados, conclusão e aplicação do conhecimento; sistematização dos resultados e conclusões; aplicação a novas situações).

Para verificar o quanto uma atividade é investigativa, existe uma classificação em quatro níveis (N1, N2, N3 e N4) que é apresentada no quadro 1. As atividades classificadas como N1 são demonstrativas e não apresentam características investigativas; em N2, tangenciam as características investigativas; em N3, apresentam algumas características de atividades Investigativas e, em N4, são atividades investigativas (SILVA, 2011 apud SOUZA et al., 2013).

Quadro 1: Classificação das atividades experimentais quanto ao nível de aproximação a uma atividade investigativa.

Níveis	N1	N2	N3	N4
Objetivo	Tópicos a serem estudados.	Habilidades genéricas e tópicos a serem estudados.	Habilidades e competências específicas.	Habilidades e competências específicas relacionadas ao assunto estudado.
Problematização	Não apresenta.	Questões sobre o assunto estudado que podem não ser respondidas.	Questões relacionadas ao assunto estudado que são retomadas durante o experimento.	Problema a ser resolvido por meio da atividade experimental, da busca de informações e de discussões.
Elaboração de hipóteses	Não há.	Elaborada pelo estudante para uma situação específica que não é explorada.	Elaborada pelo estudante para uma situação específica que será explorada na atividade.	Elaborada pelo estudante a partir da problematização.
Atividade experimental	Experimento por demonstração. O estudante observa o que o professor apresenta sem interação.	Experimento por demonstração ou realizado pelo estudante a partir de um procedimento dado.	Experimento realizado pelo estudante a partir de um procedimento dado com algum grau de decisão no procedimento.	Experimento realizado pelo estudante a partir de um procedimento inicial e completado ou sugerido por ele.
Questões conceituais para os estudantes	Não exploram os dados obtidos na atividade.	Exploram parcialmente os dados obtidos na atividade prática, solicitando ou não conclusões parciais.	Exploram os dados obtidos na atividade prática exigindo uma conclusão.	Exploram os dados obtidos na atividade prática exigindo uma conclusão ou a aplicação em novas situações.
Sistematização dos conceitos	Realizada exclusivamente	Sem encaminhamento de	A partir dos resultados das	A partir das análises dos

	pele professor ou não apresentada.	questões de análise e de exploração da hipótese.	análises propostas e exploração das hipóteses.	resultados, do confronto das ideias iniciais e finais, da exploração das hipóteses e das respostas ao problema proposto.
Características do experimento	Verificação ou ilustração de conceitos.	Apresenta características de verificação, porém com uma exploração conceitual inicial.	Apresenta características investigativas devido ao tipo de questões de análise dos dados.	Investigativo, busca resolver o problema proposto.

FONTE: SILVA (2011) apud SOUZA et al., 2013, p. 19.

1.1 ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO E A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA

O ensino de ciências por investigação pode englobar diversas estratégias, incluindo desde as tradicionais até as mais inovadoras. O objetivo principal do ensino por investigação é mudar o papel dos estudantes no processo ensino-aprendizagem, possibilitando que não se restrinjam apenas a ouvir o professor e copiar passivamente o conteúdo transmitido durante a aula. Nesta perspectiva de ensino, os estudantes assumem papel central e ativo em seus respectivos processos de aprendizagem, cabendo ao professor a função de orientador e mediador. Assim, como todo bom orientador, o professor questiona, argumenta, propõe desafios e estimula o desenvolvimento intelectual dos estudantes. Além disso, como um mediador pedagógico, o professor passa a ser um condutor entre o estudante e a sua aprendizagem, contribuindo para a construção do conhecimento, de forma que sejam capazes de compreender questões e fenômenos ao seu redor e intervir criticamente de maneira construtiva, quando necessário (AZEVEDO; MARCELINO, 2018).

A abordagem no ensino por investigação se baseia em uma problematização inicial envolvendo uma situação presente na vida cotidiana dos estudantes, com o intuito de que compreendam melhor a situação-problema e desenvolvam o pensamento crítico. A investigação ocorrerá a partir das informações, posicionamentos particulares e interpretações distintas sobre o problema apresentado, cabendo ao professor fomentar a discussão, de forma a contribuir para o surgimento de opiniões distintas e discordantes em relação à situação-problema apresentada, e assegurar a valorização do pensamento individual. Neste contexto, a prática de ensinar a resolver problemas não objetiva simplesmente dotar os estudantes de habilidades e estratégias eficazes, mas direcioná-los ao enfrentamento da aprendizagem de como encontrar a solução para os mesmos, tornando-os aptos a proporem desafios e a transformarem a realidade cotidiana em novos problemas que mereçam ser questionados e estudados (AZEVEDO; MARCELINO, 2018).

Um fato importante a ser destacado é que no ensino por investigação pretende-se criar um ambiente investigativo nas aulas de Ciências de tal forma que o professor possa conduzir os estudantes no processo do trabalho científico para que, aos poucos, possam ampliar a sua cultura científica por meio da apropriação da linguagem desta área, cujo processo é conhecido como alfabetização científica (CARVALO; 2013). Entretanto o processo de ensino baseado no trabalho científico é simplificado por não haver a pretensão de que os estudantes se comportem como cientistas, uma vez que não possuem maturidade, conhecimentos específicos e desenvoltura para tal. Nesse contexto, Carvalho (2013) propõe as Sequências de Ensino Investigativas (SEIs) com o objetivo de:

Proporcionar aos estudantes condições de trazerem seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poderem discuti-las com seus colegas e professor, passando do conhecimento espontâneo ao científico, e adquirindo condições de entenderem conhecimentos estruturados por gerações anteriores” (CARVALHO, 2013).

As SEIs são constituídas pelas seguintes etapas: o problema, a sistematização do conhecimento, a contextualização social do conhecimento e a atividade de avaliação. O problema deve ser bem planejado para provocar interesse e mobilizar os

estudantes na procura de uma solução, permitindo que exponham seus conhecimentos prévios. Na sistematização, é crucial o papel do professor que deve fazer com que os estudantes reflitam sobre o caminho realizado, até se chegar à resolução do problema. Para a contextualização social do conhecimento, faz-se uma reflexão sobre em quais situações cotidianas aquele conteúdo estudado pode ser visualizado e aplicado. Por fim, a avaliação deve ser compatível com a metodologia de ensino que está sendo utilizada, incluindo observações e registros das ações realizadas e dos resultados obtidos pela turma e por cada aluno individualmente (CARVALHO, 2013; AZEVEDO; MARCELINO, 2018).

Em se tratando da proposição do problema, sem dúvida nenhuma, o experimental é o mais comum e o que envolve mais os estudantes. Apesar disso, o problema proposto pode ser baseado em outros meios, como figuras de jornal ou internet, texto ou mesmo ideias que os estudantes já dominam. Nestes casos temos os problemas não experimentais. Independentemente do tipo de problema que for escolhido, este deve oportunizar o levantamento e testagem de hipóteses, possibilitando aos estudantes passar da ação manipulativa para a intelectual (CARVALHO, 2013; AZEVEDO; MARCELINO, 2018).

Alguns problemas experimentais envolvem a manipulação de reagentes ou dispositivos considerados perigosos, em que se recomenda que a prática experimental seja realizada pelo professor. Assim, o problema se transforma em uma demonstração investigativa. Neste tipo de problema, a resolução não acaba na etapa manipulativa, uma vez que a parte mais importante da resolução do problema é a transição da ação manipulativa realizada pelo professor para a ação intelectual, que deve ser feita pelo estudante. Questões devem ser realizadas em todas as etapas. Antes da parte manipulativa, por exemplo, o professor pode indagar aos estudantes como eles conduziriam o experimento a ser realizado e, na parte de sistematização do conhecimento, porque as ações adotadas levaram à resolução do problema (CARVALHO, 2013).

1.2 A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NO AMBIENTE VIRTUAL

O cenário que vivemos atualmente tem possibilitado novas descobertas no campo educacional, uma vez que as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) têm substituído o espaço físico da sala de aula (SOARES; COLARES, 2020). Esta realidade, que é fruto do enfrentamento da disseminação global do Coronavírus, teve início em dezembro de 2019, quando uma pneumonia de causas desconhecidas, detectada em Wuhan (China), foi reportada pela primeira vez pela Organização Mundial da Saúde (OMS). A disseminação da doença foi tão rápida que, em janeiro de 2020, o surto foi declarado como Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional e, em março do mesmo ano, a disseminação da COVID-19 em todos os continentes foi caracterizada como pandemia. Para contê-la, três ações básicas foram recomendadas pela OMS: o isolamento e tratamento dos casos identificados, testes massivos e o distanciamento social. Uma das consequências destas ações foi a suspensão das aulas presenciais em todo o mundo (BRASIL, 2020a).

O Ministério da Educação (MEC), por meio da Portaria nº 343 de 17 de março de 2020 se manifestou pela primeira vez sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais para as instituições de educação superior pelo tempo que durasse a situação de pandemia da COVID-19 (BRASIL, 2020b). No dia 18 de março de 2020, foi a vez do Conselho Nacional de Educação (CNE) vir a público elucidar aos sistemas e às redes de ensino, de todos os níveis, etapas e modalidades, a necessidade de reorganizar as atividades acadêmicas por conta de ações preventivas à propagação da COVID-19 (BRASIL, 2020a). Para minimizar o impacto da falta de aulas, as instituições de educação Básica e Superior deram continuidade ao calendário letivo de forma não presencial, sendo que cada uma adotou um caminho de ensino diferente (FIORI; GOI, 2020).

Sem dúvida alguma, no último ano, houve um aumento do número de usuários de diversas ferramentas tecnológicas (computadores, televisores digitais, celulares e outros) com conectividade à internet e acesso a diversas plataformas e aplicativos digitais, como: Colibri Zoom, Microsoft Teams, Google Meet, Hangouts Meet, Skype, Youtube, Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP), Sistemas Integrados, e-mail, WhatsApp, Facebook e Instagram (SOARES; COLARES, 2020; VIEIRA; SILVA,

2020). Assim, estas tecnologias foram incorporadas no processo de ensino-aprendizagem para garantir que as instituições oferecessem um ensino remoto emergencial, enquanto houver a impossibilidade de retomada do ensino presencial (ANDRADE; PINHEIRO; PINEHIRO, 2020). Nesta modalidade de ensino virtual, a realização das aulas práticas tornou-se um desafio, o que motivou o professor a desenvolver formas alternativas para ministrá-las remotamente. Uma delas consiste em realizar experimentos em casa com materiais de fácil acesso para os estudantes (ANDRADE; PINHEIRO; PINEHIRO, 2020). Apesar de parecer interessante, solicitar aos estudantes que adquiram esses materiais exige cautela, uma vez que a situação de vulnerabilidade econômica de muitos se agravou durante a pandemia. Outra possibilidade para viabilizar as aulas práticas virtuais é a produção de vídeos pelo professor, que podem ser exibidos no decorrer das aulas síncronas, contribuindo para torná-las mais dinâmicas e interativas. O vídeo também é uma alternativa interessante para aqueles estudantes que não podem participar das aulas síncronas, uma vez que o professor pode disponibilizá-lo para assistirem em um momento oportuno.

O uso de softwares educacionais que simulam experimentos reais é também uma alternativa para aulas práticas virtuais. Mesmo no âmbito presencial, estes podem ser uma estratégia para os professores de química que possuem o mínimo de recurso didático para ministrar uma aula experimental. Além disso, os softwares químicos educacionais consistem em recursos dinâmicos que despertam a curiosidade dos estudantes e a busca pela descoberta da ciência por simularem experimentos muito próximos da realidade (LUCENA; SANTOS; SILVA, 2013).

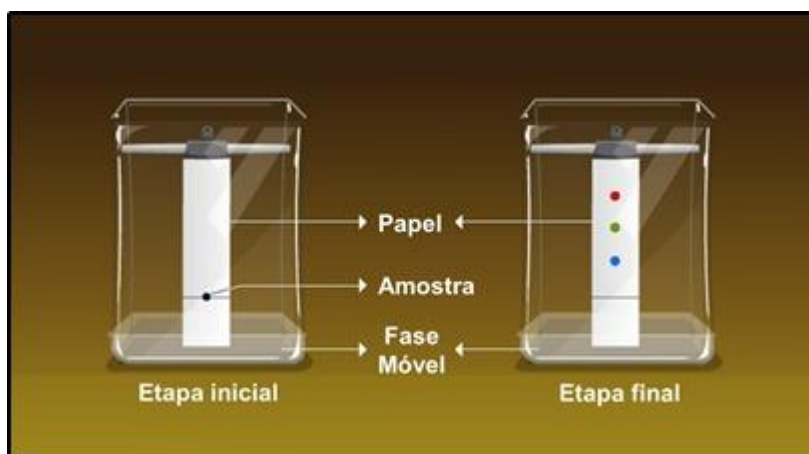
No atual cenário educacional de pandemia, podemos incluir entre os tipos de problemas apresentados anteriormente e propostos por Carvalho (2013), os problemas experimentais virtuais, sendo que estes podem ser ou não demonstrativos, dependendo do recurso que é utilizado pelo professor e pela forma como conduz a execução do experimento no ambiente virtual. Além disso, é possível adaptar experimentos investigativos inicialmente elaborados para serem trabalhados presencialmente para o ambiente virtual.

1.3 A CROMATOGRAFIA COMO OBJETO DE ESTUDO PARA A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA

A cromatografia é uma técnica experimental utilizada na separação dos componentes de uma mistura, baseada na distribuição diferencial destes componentes entre as fases móvel e estacionária. A fase estacionária pode ser um sólido ou um líquido disposto sobre um suporte sólido com grande área superficial e a fase móvel pode ser gasosa, líquida ou ainda um fluido supercrítico. No processo cromatográfico, a fase móvel se desloca sobre a fase estacionária, arrastando consigo os diversos componentes da mistura. Existem diferentes formas de cromatografia, como a cromatografia em papel, em coluna e em camada delgada (RIBEIRO e NUNES, 2008; FREITAS FILHO, 2010).

A cromatografia em papel (figura 1) é uma técnica de partição líquido-líquido fundamentada na diferença de solubilidade dos componentes de uma mistura entre duas fases imiscíveis, sendo uma delas a água presente na celulose, constituinte do papel de filtro (FRACETO E LIMA, 2003). Neste tipo de cromatografia, a fase móvel é arrastada pela fase estacionária por capilaridade.

Figura 1: Imagem representativa da cromatografia em papel.



Fonte: Adaptado de <http://amrita.olabs.edu.in/?sub=79&brch=17&sim=124&cnt=1>.

De acordo com Ribeiro e Nunes (2008), a cromatografia pode ser explorada para ilustrar os conceitos de interações intermoleculares, polaridade e propriedades de funções orgânicas. Observa-se também que várias habilidades que estão

contempladas no Currículo Básico Comum (CBC) (2006) de Química do estado de Minas Gerais podem ser identificadas no tópico de cromatografia, dentre as quais podemos destacar (ROMANELLI et al.,[2008]): o reconhecimento de métodos físicos de separação de misturas; o reconhecimento de misturas homogêneas e heterogêneas; a aplicação do conceito de solubilidade em situações práticas; o reconhecimento de substâncias moleculares por meio de suas propriedades e usos, a compreensão da polaridade das moléculas e a identificação de grupos funcionais das substâncias orgânicas mais comuns. Além disso, um experimento ou sequência experimental investigativa que aborde a técnica de cromatografia pode contemplar as seguintes habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias apresentadas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio (2018): construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

Diante do que foi apresentado, a pergunta de pesquisa desta dissertação é: É possível adaptar para o ambiente virtual uma sequência experimental investigativa elaborada para ser desenvolvida presencialmente tendo como objeto final de estudo a cromatografia?

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo desta pesquisa é propor uma sequência de ensino com atividades práticas investigativas para o ensino de Química Orgânica, que culminem com a técnica de cromatografia para a separação de componentes coloridos presentes em corantes alimentícios. A sequência é uma proposta que objetiva desenvolver habilidades e competências contempladas na BNCC (Base Nacional Comum Curricular) do Ensino Médio (BRASIL, 2018). A primeira atividade desta sequência foi aplicada a alunos do primeiro semestre do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

- Propor um experimento baseado na mistura de corantes que possibilite a abordagem dos seguintes conteúdos: substâncias; misturas homogêneas e heterogêneas; soluto e solvente; soluções concentradas e diluídas; concentração de soluções; fórmulas estruturais e moleculares de compostos orgânicos.
- Propor um experimento baseado no fenômeno de capilaridade para abordagem dos seguintes conteúdos: capilaridade; forças intermoleculares (forças de coesão); forças atrativas entre sólidos e líquidos (forças de adesão); solubilidade, polaridade e funções orgânicas.
- Propor um experimento para separar dois corantes alimentícios empregando a técnica de cromatografia, para a abordagem dos seguintes conteúdos: interações intermoleculares, polaridade e identificação de grupos funcionais de substâncias orgânicas.
- Elaborar um material que contemple os três experimentos propostos na forma de atividades experimentais investigativas contendo orientações aos professores, além de roteiros experimentais e questionários direcionados aos alunos.

- Avaliar a atividade prática investigativa 1 do material produzido, com estudantes ingressantes no curso de Licenciatura em Química.
- Propor uma discussão sobre uma possível adequação do produto educacional para o ambiente virtual.

3 METODOLOGIA

Foi elaborada uma sequência de ensino com três experimentos com viés investigativo, que abordam aspectos gerais sobre soluções, capilaridade e cromatografia. Esses conteúdos foram selecionados com base nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (2000) e os experimentos foram propostos de maneira a abranger algumas competências e habilidades da BNCC (Base Nacional Comum Curricular) do Ensino Médio (2018) como, por exemplo, investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico em aplicações cotidianas.

As fontes de pesquisa foram livros de Química Geral do Ensino Médio e artigos científicos, dentre eles, da Revista “Química Nova na Escola”.

O material produzido é direcionado principalmente ao professor, com orientações e sugestões para o desenvolvimento das atividades em sala de aula. Há também um capítulo contendo roteiros destinados aos estudantes.

Os experimentos propostos foram desenvolvidos com materiais alternativos e de baixo custo, de modo a serem facilmente reproduzidos em qualquer local.

Os conteúdos abordados na sequência de ensino são: substâncias; misturas homogêneas e heterogêneas; soluto e solvente; soluções concentradas e diluídas; concentração de soluções; fórmulas estruturais e moleculares de compostos orgânicos, interações intermoleculares, polaridade e identificação de grupos funcionais de substâncias orgânicas. O título das três atividades de acordo com a sequência descrita no produto educacional são respectivamente: (1) Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde? (2) Como colorir cubos de açúcar? (3) É possível separar os corantes tartrazina e azul brilhante FCF?

3.1 APLICAÇÃO DA ATIVIDADE 1 COM LICENCIANDOS EM QUÍMICA DO PRIMEIRO SEMESTRE

A primeira atividade foi aplicada em 4 aulas de 50 minutos e foi realizada com uma turma de 14 licenciandos do primeiro semestre do curso de Licenciatura em Química da UFTM (Universidade Federal do Triângulo Mineiro), na disciplina

“Estratégias didáticas para o ensino de química” (EDEQ). Por conta da pandemia da COVID-19, a atividade foi desenvolvida virtualmente. A atividade incluiu uma avaliação diagnóstica com 6 questões abertas (figura 2), um relatório (figura 3) e um questionário (figura 4) com objetivo de avaliar as atividades propostas pela pesquisadora, aplicados por meio da plataforma *Google Forms*. O relatório foi respondido por 11 licenciandos e o questionário de avaliação da atividade, por 10.

Figura 2: Avaliação diagnóstica da atividade 1.

Analise os rótulos dos corantes alimentícios disponibilizados pelo professor para responder as questões apresentadas na sequência.

1) Complete a tabela:

Corante Artificial Líquido	Constituintes
Amarelo Damasco	
Azul Aniz	
Verde Hortelã	

2) Você classificaria os corantes artificiais líquidos apresentados na questão 1 como substâncias puras, misturas homogêneas ou misturas heterogêneas? Justifique a sua resposta.

3) Você seria capaz de reconhecer quem é (são) o(s) solvente(s) e o(s) soluto(s) de cada corante artificial líquido apresentado na tabela da questão 1? Explique como você chegou a esta conclusão.

4) Qual dos corantes apresentados possui a maior concentração de tartrazina? E de azul brilhante FCF?

5) Considerando as informações da tabela da questão 1, o que aconteceria ao se misturar os corantes Amarelo Damasco e Azul Aniz?

6) Quais são os elementos químicos (símbolos e nomes) presentes nos corantes tartrazina, indigotina e azul brilhante FCF cujas estruturas foram disponibilizadas pelo professor?

Fonte: Dos autores, 2021.

Figura 3: Relatório sobre o experimento 1.

1) Complete a tabela e calcule a concentração dos corantes tartrazina e azul brilhante FCF em cada uma das misturas preparadas a partir das soluções corantes Amarelo Damasco e Azul Aniz:

Mistura/ Grupo	Volume de solução corante Amarelo Damasco (gotas)	Volume de solução corante Azul Aniz (gotas)	Volume total (gotas)	Concentração de tartrazina na mistura (%)	Concentração de azul brilhante FCF na mistura (%)
1					
2					
3					
4					
5					

2) Ao se misturar as soluções corantes Amarelo Damasco e Azul Aniz ocorre reação química? Explique sua resposta.

3) Os corantes podem ser representados de forma simplificada pela fórmula molecular, que indica o número de átomos de cada elemento químico na molécula. As fórmulas moleculares da tartrazina, indigotina e azul brilhante FCF são, respectivamente: $C_{16}H_9N_4Na_3O_9S_2$, $C_{16}H_{10}N_2O_2$ e $C_{37}H_{34}N_2Na_2O_9S_3$. Com o auxílio de uma tabela periódica, calcule a massa molar destes corantes. Utilizando estes valores, calcule a concentração molar de cada corante nas soluções corantes Amarelo Damasco, Azul Aniz e Verde Hortelã.

Corante	Massa molar (g/mol)	Amarelo Damasco		Azul Aniz		Verde Hortelã	
		Concentração		Concentração		Concentração	
		%	mol/L	%	mol/L	%	mol/L
Tartrazina ($C_{16}H_9N_4Na_3O_9S_2$)							
Indigotina ($C_{16}H_{10}N_2O_2$)							
Azul Brilhante FCF ($C_{37}H_{34}N_2Na_2O_9S_3$)							

4) Qual a diferença entre corantes artificiais e naturais?

5) Faça uma pesquisa sobre possíveis corantes naturais que poderiam ser utilizados para substituir os corantes artificiais tartrazina e azul brilhante FCF.

6) Por que a indústria de alimentos prefere utilizar corantes artificiais ao invés de naturais?

Fonte: Dos autores, 2021.

Figura 4: Questionário sobre o experimento 1.

1) Você já tinha participado de alguma atividade como esta no Ensino Médio ou Superior? Comente.

2) Como você classificaria o seu nível de dificuldade para responder às questões da avaliação diagnóstica e do relatório (dificuldade baixa, média ou alta)? Justifique a sua resposta.

3) Aponte pontos positivos da atividade.

4) Aponte pontos negativos da atividade.

5) A atividade realizada foi pensada inicialmente para ser desenvolvida presencialmente e, por conta da pandemia, foi adaptada para o ambiente virtual. O que você achou do desenvolvimento virtual da atividade?

6) Esta atividade é uma proposta para ser aplicada no Ensino Médio. Você, com o futuro professor de Ensino Médio, aplicaria ela nas suas aulas? Por quê?

7) Como professor, você faria alguma modificação na atividade? Qual (is)?

Fonte: Dos autores, 2021.

Para a proposição da atividade prática, foi levado em consideração as orientações de Herman, (1999 apud Ferreira, Hartwig e Oliveira, 2010) e Volkman e Abel (2003 apud Ferreira, Hartwig e Oliveira, 2010) para a reflexão das seguintes questões: (a) a atividade prática é direcionada a partir de uma situação-problema relevante? (b) envolve os alunos em formulação e testagem de hipótese(s) experimental(is)? (c) propicia a coleta e o registro de dados pelos próprios alunos? (d) encoraja os alunos a formularem explicações a partir das evidências? (e) proporciona aos alunos compararem suas explicações com diversas alternativas? (f) propicia aos alunos oportunidade de discutir suas ideias com os colegas por meio da mediação docente?

Figura 5: Situação-problema sobre a conferência de diferentes tonalidades de verde a um merengue.

Clara era uma adolescente que tinha duas paixões em sua vida: a química e a confeitaria. Também não poderia ser diferente, já que seu pai era professor de Química e sua mãe, uma confeitaria de mão cheia. Em um certo dia, Clara auxiliou a sua mãe a confeccionar um bolo para uma festa infantil. Elas prepararam um merengue a partir de claras de ovos para ser utilizado como cobertura do bolo. Como a mãe da Clara era muito criativa, teve a ideia de enfeitar o bolo com suspiros preparados a partir do próprio merengue. Para combinar com a temática da festa, os suspiros deveriam ser coloridos com diferentes tonalidades de verde. No entanto, a mãe de Clara possuía uma única solução corante verde disponível em sua dispensa, além de outras soluções corantes, como a amarela e a azul. Uma vez que o merengue já estava pronto e ela tinha pouco tempo para finalizar o bolo e realizar a entrega, não haveria tempo hábil para comprar. Vocês seriam capazes de ajudar Clara e sua mãe a solucionar este problema?

Fonte: Dos autores, 2021.

Durante a realização da atividade virtualmente, a avaliação diagnóstica (1ª etapa) buscou identificar as concepções dos licenciandos sobre os conteúdos abordados, contextualizados a partir do tema corantes alimentícios. Logo em seguida, na etapa de desenvolvimento do tema (2ª etapa), foi realizada uma aula sobre corantes, em que foram apresentadas informações importantes sobre o tema, além de ser discutido o questionário diagnóstico. Na etapa de realização da atividade prática (3ª etapa), foi apresentada uma “situação-problema” aos licenciandos (Figura 5), a qual retratou a preparação de um merengue e a necessidade de lhe conferir cor. Na impossibilidade de apresentar a situação-problema presencialmente, um vídeo foi elaborado, exibido e discutido. Na etapa de conclusão (4ª etapa), foi aplicado o relatório a ser respondido pelos licenciandos, considerando as atividades apresentadas e discutidas na 2ª e 3ª etapas. Ao final da 4ª etapa foi solicitado que os licenciandos respondessem a um questionário de avaliação da atividade, apontando

os pontos positivos e negativos, dificuldades encontradas, sugestões de melhorias e impressões sobre a realização da atividade no ambiente virtual.

3.2 PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO DAS ATIVIDADES 2 e 3 DO PRODUTO EDUCACIONAL PARA O FORMATO REMOTO

Na condução das atividades práticas descritas nos capítulos 3 e 4 do produto educacional (APÊNDICE A) são apresentadas orientações para que o professor possa trabalhar a capilaridade e a cromatografia de forma presencial. Segundo MASSETO (2000 apud AZEVEDO E MARCELINO, 2021, p. 7) a forma como cada etapa será abordada pelo professor é que facilitará a produção de conhecimento pelo aluno.

Devido a impossibilidade de aplicação presencial dessas atividades, por conta do período de pandemia, é apresentada uma discussão sobre uma possibilidade de abordagem no formato remoto.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O trabalho foi idealizado para ser desenvolvido com três atividades que abrangem os conteúdos: soluções e suas diferentes colorações pensando nas misturas de cores, capilaridade até se chegar na cromatografia perpassando os assuntos correlatos, as quais estão de acordo com o Currículo Básico Comum (CBC) (2006) de Química do estado de Minas Gerais.

A pesquisa foi planejada para ser aplicada aos alunos do 3º ano do Ensino Médio, de uma escola pública na cidade de Uberaba, Minas Gerais, onde a pesquisadora leciona a disciplina de Química. O ambiente escolar onde seria realizada a pesquisa dispõe de espaços físicos adequados à prática de experimentos químicos, nos quais os alunos desenvolveriam todas as etapas desta sequência de ensino. O professor poderia ser o mediador do processo ensino-aprendizagem, intermediando o conhecimento e auxiliando os alunos durante a experimentação em todos os estágios.

Porém, um colapso sem precedentes desabou sobre todo o mundo, a pandemia de Coronavírus trouxe inúmeras complexidades para a vida pessoal, profissional e acadêmica. Na educação houve a urgência da adequação de aulas presenciais para o formato remoto.

Num curto espaço de tempo, o estado de Minas Gerais implementou um sistema emergencial de atividades não presenciais de teletrabalho, o Plano de Estudos Tutorados (PET), consoante à resolução SEE N° 4.310 de 17 de Abril de 2020, que foi desenvolvido pela Secretaria de Estado de Educação do Estado de Minas Gerais (SEE). Esse sistema teve o intuito de dar continuidade e trazer uma certa normalidade aos alunos para que pudessem continuar aprendendo, mesmo enquanto durasse a fase do isolamento social.

A princípio, o PET não teve um prazo definido, ficando dependente da diminuição do número de infectados para o retorno das atividades presenciais. Dessa forma, quando as atividades presenciais forem retomadas, o PET será cessado ou poderá continuar de forma híbrida.

Durante à pandemia, em decorrência do elevado índice de evasão escolar de alunos na escola pública onde a pesquisadora leciona e à pouca interação dos alunos

frequentes durante as aulas remotas, optou-se por mudar os sujeitos da pesquisa. Para a aplicação da atividade foram selecionados calouros do curso de Licenciatura em Química. O critério para a seleção dos mesmos levou em conta o perfil característico de Ensino Médio, uma vez que haviam concluído esse nível recentemente.

4.1 ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DA PRIMEIRA ATIVIDADE

Durante a aplicação da atividade e na primeira etapa foi apresentado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, em que os alunos concordaram em participar da pesquisa e autorizaram a divulgação dos resultados na condição de manter em sigilo a identidade de cada participante.

O experimento virtual teve a intenção de oferecer aos participantes da pesquisa uma possibilidade de condução do experimento pensado para o ambiente presencial.

Conforme Ludke e André (1986, pág.26):

Tanto quanto a entrevista, a observação ocupa um lugar privilegiado nas novas abordagens de pesquisa educacional. Usada como o principal método de investigação ou associada a outras técnicas de coleta, a observação possibilita um contato pessoal e estreito do pesquisador com o fenômeno pesquisado, o que apresenta uma série de vantagens. Em primeiro lugar, a experiência direta é sem dúvida o melhor teste de verificação da ocorrência de um determinado fenômeno. “Ver para crer” diz o ditado popular.

As questões elaboradas para o questionário diagnóstico, tiveram como objetivo avaliar os licenciandos quanto à capacidade de analisar e extrair informações dos rótulos de três corantes artificiais líquidos, além de verificar os seus conhecimentos prévios sobre substâncias puras, misturas homogêneas e heterogêneas, solutos e solventes. A seguir, serão relatadas algumas impressões e resultados da avaliação deste questionário na figura 2.

Em se tratando da identificação dos componentes dos corantes artificiais líquidos *Amarelo Damasco*, *Azul Aniz* e *Verde Hortelã* (figura), apenas 57% das

respostas foram consideradas satisfatórias, evidenciando que 43% dos licenciandos, provavelmente, tiveram dificuldade para interpretar o enunciado da questão. Além disso, observou-se que algumas das respostas foram retiradas da internet, ao invés de serem consultadas nos rótulos fornecidos.

Figura 6: Modelo de rótulo disponibilizado na atividade e respectivos constituintes dos corantes Amarelo Damasco, Azul Aniz e Verde Hortelã.



Fonte: Dos autores, 2021.

Quando os licenciandos foram questionados sobre quais dos corantes artificiais líquidos possuíam maior concentração de tartrazina e de azul brilhante FCF, foram obtidas 72% de respostas satisfatórias. Em 28% das respostas, observou-se que os alunos não conseguiram identificar corretamente os corantes artificiais líquidos, sugerindo, como na questão anterior, uma possível dificuldade de interpretação, havendo a possibilidade ainda, do aluno não ter relacionado os valores percentuais do rótulo com as concentrações das substâncias.

Para verificar o conhecimento prévio dos alunos sobre substância pura, mistura homogênea e heterogênea, os licenciandos foram questionados sobre como poderiam ser classificados os corantes. A maioria das respostas (58%) foi considerada satisfatória por apresentar justificativas concordantes com a esperada, principalmente, quando as expressões *aspecto uniforme*, *composição idêntica por toda a mistura* e *solubilidade entre os componentes*, foram apresentadas em

referência à mistura homogênea. Ainda, a justificativa *vários elementos se misturam, deixando o líquido com uma única fase* indicou que os alunos reconhecem as diferenças entre misturas homogêneas e heterogêneas, no entanto, provavelmente, não tem bem consolidado os conceitos de substância pura e elemento químico. Somente um dos participantes da pesquisa justificou utilizando o aspecto visual a olho nu, explicando que nas misturas homogêneas não é possível distinguir as cores de cada componente. Essa forma de diferenciar as misturas homogêneas das heterogêneas não é incorreta, entretanto, algumas misturas heterogêneas podem ser equivocadamente consideradas como homogêneas quando vistas a olho nu, como é o caso do sangue e da maionese.

Considerando a questão em que foi solicitado aos alunos que identificassem os solutos e os solventes nos corantes artificiais líquidos, apenas 22% das respostas foram consideradas satisfatórias, sendo que na maioria destas, além da água, o álcool etílico também foi reconhecido como solvente. Em 29% das respostas foram identificados equívocos, como o não reconhecimento do álcool como solvente, a inversão dos conceitos de soluto e solvente e o desconhecimento de qual componente da mistura determina o seu estado físico.

Ao serem questionados sobre o que aconteceria ao se misturar os corantes artificiais líquidos Amarelo Damasco e Azul Aniz, esperava-se que os licenciandos observassem os rótulos apresentados e verificassem que os componentes da mistura resultante seriam: água, álcool etílico, tartrazina, azul brilhante FCF e indigotina, concluindo que a mistura resultante possui composição quase idêntica à do corante artificial líquido Verde Hortelã, diferenciando apenas pela ausência da indigotina, resultando em uma coloração verde semelhante, mas não idêntica, a este corante. Dentre as respostas consideradas parcialmente satisfatórias, 91% mencionaram que a coloração da mistura resultante seria verde, sem apresentar justificativa. Uma das respostas parcialmente satisfatórias foi a de que haveria a formação de um novo corante diferente dos três apresentados, indicando uma provável associação entre a mudança de coloração e a ocorrência de uma reação química. De fato, a mudança de coloração observada quando se mistura duas soluções pode indicar a ocorrência de reação química, mas a coexistência dos corantes tartrazina e azul brilhante FCF no corante artificial Verde Hortelã, justifica a não ocorrência de reação entre eles.

As discussões apresentadas anteriormente foram utilizadas para esclarecer as dúvidas dos licenciandos sobre a avaliação diagnóstica e serviram como subsídio para a condução das próximas etapas da pesquisa, que compreenderam: uma aula sobre corantes alimentícios, uma atividade baseada em uma situação-problema sobre a conferência de cor verde a um merengue e a exibição de um vídeo. Posteriormente, foi disponibilizado um relatório com questões relativas a estas etapas, cujo objetivo foi averiguar o conhecimento adquirido acerca do conteúdo abordado. O relatório foi apresentado na figura 3 e a seguir alguns dos resultados serão apresentados.

Em uma das questões do relatório foi apresentado um quadro (quadro 2) com diferentes combinações de volumes dos corantes artificiais líquidos Amarelo Damasco e Azul Aniz e solicitado que calculassem as concentrações de tartrazina e azul brilhante FCF em cada uma das misturas. Apenas 9% das respostas foram consideradas satisfatórias e as demais insatisfatórias. Observou-se que a unidade de concentração não foi utilizada pela maioria e alguns a empregaram de forma equivocada. De maneira geral, as concentrações de tartrazina e azul brilhante FCF calculadas foram maiores que os respectivos valores nos rótulos, podendo indicar uma incompreensão do conceito de diluição.

Quadro 2: Modelo de quadro apresentado em uma das questões do relatório.

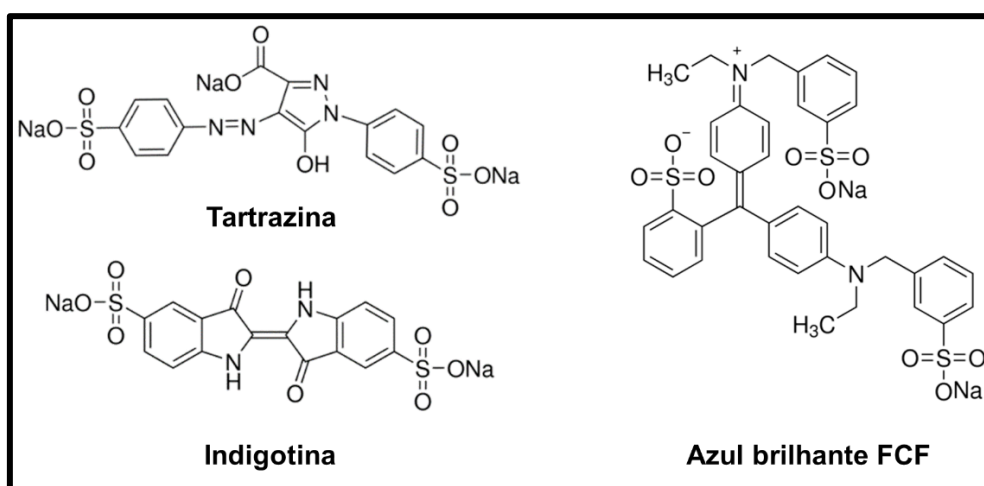
Mistura	Volume / μL			Concentração na mistura / %	
	Amarelo Damasco	Azul Aniz	Total	Tartrazina	Azul Brilhante FCF
1	40	5	45		
2	25	20	45		
3	20	2	45		
4	10	35	45		
5	5	40	45		

Fonte: Dos autores, 2021.

Em outra questão foi solicitado aos licenciandos que consultassem a tabela periódica e calculassem a massa molar e a concentração, em mol L^{-1} , dos corantes

tartrazina, indigotina e azul brilhante FCF (figura 7) nas soluções corantes abordadas. A maioria das respostas (91%) foi considerada insatisfatória, tanto no que se refere ao cálculo da massa molar, quanto ao da concentração, em mol L⁻¹, sendo que apenas 9% calcularam corretamente o que foi solicitado. A partir da análise dos resultados e dos relatos de dúvidas apresentados pelos licenciandos, pode-se inferir que a aplicação de expressões matemáticas para a resolução de problemas de cálculos de concentração e/ou a construção de raciocínio lógico envolvendo regra de três simples necessitam ser revisadas, em virtude das dificuldades apresentadas.

Figura 7: Estruturas dos corantes alimentícios abordados na atividade proposta.



Fonte: Catálogo da Sigma Aldrich (<https://www.sigmaaldrich.com/catalog>).

Para concluir a atividade e avaliar a sua condução por meio de TICs, os pesquisadores propuseram aos licenciandos que respondessem um questionário contendo sete questões abertas. Quando questionados se haviam participado de alguma atividade desse tipo durante o Ensino Médio ou Superior, todos os alunos relataram não terem participado, destacando a atividade como muito interessante e motivadora. Com relação à questão de como classificariam o próprio nível de dificuldade para responderem às questões da avaliação diagnóstica e do relatório, 73% relataram ter dificuldade média, com a justificativa de terem estudado o conteúdo há algum tempo e não se recordarem. O restante mencionou ter alto nível de dificuldade, devido à falta de contato com o conteúdo. Quando indagados a respeito

dos pontos positivos, a objetividade, a dinamicidade, a motivação e a capacidade de despertar o interesse dos alunos para o aprendizado foram destacados.

Ressaltaram também que os comentários dos pesquisadores em relação à resolução das questões propostas na avaliação diagnóstica e no relatório foram fundamentais para solucionar suas dúvidas. Dentre os pontos negativos, foram destacadas as dificuldades de interpretação de algumas questões e de realizar a atividade virtualmente. Seguindo nessa direção, o próximo questionamento foi sobre a percepção com relação ao desenvolvimento da atividade de forma remota. Os licenciandos consideraram que a atividade teve boa participação, porém acreditavam que se fosse realizada presencialmente, utilizando experimentos em sala de aula, os conteúdos ficariam ainda mais claros, considerando que as atividades remotas são cansativas e difíceis de prender a atenção por muito tempo.

Quando questionados se, como professores, desenvolveriam essa atividade com seus alunos da Educação Básica, a maioria respondeu favoravelmente, justificando que as atividades práticas são essenciais, podendo auxiliar na compreensão da teoria e, ainda, que questões advindas do cotidiano são de extrema importância para atrair a atenção dos alunos. Uma última pergunta foi realizada no sentido de coletar sugestões de alteração na atividade proposta pelos pesquisadores, tendo sido destacados: o uso de corantes de outras colorações; a aplicação da mesma atividade com o uso de uma linguagem apropriada à faixa etária dos alunos do Ensino Médio, com uma explicação prévia e detalhada das expressões matemáticas, cálculos e fórmulas.

4. 2 ELABORAÇÃO E PROPOSTA DE ADAPTAÇÃO PARA DESENVOLVIMENTO REMOTO DAS ATIVIDADES 2 E 3

A segunda e terceira atividades não foram aplicadas como a primeira devido a pandemia da Covid 19. A seguir é feita uma discussão de como se deu a elaboração dessas atividades e também é apresentada uma proposta de adequação das mesmas para a aplicação no formato virtual, de forma a contemplar a pergunta de pesquisa.

Devido a atual conjuntura de pandemia e a impossibilidade de aplicar as atividades 2 e 3 presencialmente e não saber por quanto tempo perdurará as aulas no ambiente remoto, são feitas algumas sugestões para que as atividades propostas para serem desenvolvidas presencialmente, possam futuramente ser desenvolvidas no ambiente virtual, caso necessário, de forma análoga à atividade 1.

No decorrer do período de pandemia foi notado um certo afastamento e desinteresse dos estudantes da escola onde a pesquisadora desenvolve as suas atividades docentes, com relação às aulas on-line. O afastamento dos estudantes pode também ser justificado pela falta de equipamento e acesso à internet.

Apesar da readequação das atividades para serem aplicadas de forma remota, para o desenvolvimento da atividade 2, sugere-se distribuir aos estudantes, os materiais que seriam necessários para a realização da atividade e, com isso, garantir a participação ativa e melhor compreensão dos conteúdos sugeridos. Os materiais são de baixo custo para o professor e podem ser separados na forma de kits. Recomenda-se que os kits sejam ofertados para que os estudantes retirem na escola em um momento apropriado.

A atividade 2 tem como objetivo conferir as cores verde, amarela e azul a cubos de açúcar com a finalidade hipotética de construir uma bandeira do Brasil com estes cubos como apresentado na figura 8. Cada kit seria composto por 01 saco plástico de 6 x 14cm, popularmente conhecido como "saquinho de geladinho ou chup-chup", contendo 1 mL (20 gotas) de corante azul, verde ou amarelo; 01 cubo de açúcar e um canudo de papel biodegradável. O canudo foi sugerido para que os estudantes aplicassem o corante nos cubos de açúcar, pela parte superior ou inferior como sugerido no produto educacional. A própria utilização do canudo possibilitaria discutir com os alunos o efeito da capilaridade, visto que, quando um tubo de pequeno diâmetro é mergulhado verticalmente em um líquido este se movimenta em sentido contrário à ação da gravidade no interior do tubo.

Figura 8: Proposta de problematização para a atividade: “Como colorir cubos de açúcar?”

A mãe de Clara tinha um novo desafio. Desta vez, o cliente solicitou que ela fizesse uma bandeira estilizada do Brasil com cubos de açúcar para ficar sobre a mesa da festa, na frente do bolo. Para isso, ela solicitou que Clara propusesse uma forma prática para colorir os cubos de açúcar uniformemente nas cores amarela, azul e verde. Vocês poderiam auxiliar Clara em mais este desafio?

Fonte: Dos autores, 2021.

Com o intuito de reduzir o custo do experimento e de ampliar a quantidade de estudantes que receberiam o kit, recomenda-se diluir o corante em água, uma vez que é muito solúvel nesse meio. Recomenda-se que seja feita a diluição sugerida no produto educacional. O custo estimado por kit é R\$ 0,80.

A aula no formato virtual pode ser realizada por meio da plataforma *Google Meet* por ser gratuita e de fácil acesso/uso aos estudantes e professores, além de permitir a acomodação de até 100 participantes.

O questionário de avaliação diagnóstica no ambiente remoto pode ser aplicado por meio de um formulário *Google Forms* e pode ser encaminhado previamente aos estudantes para ser respondido.

Sincronamente, no momento da realização do experimento, o professor pode apresentar a situação-problema aos estudantes e conduzir o experimento de forma que oriente cada aluno a executá-lo em sua residência. Antes da problematização, o professor pode fazer uma rápida explicação sobre a capilaridade.

O tempo é um fator importante quando se ministra aulas no ambiente virtual por conta do acesso, já mencionado anteriormente, e também porque os alunos de Ensino Médio se dispersam com mais facilidade neste ambiente. Por isso o tempo total previsto para a atividade no presencial não deve ser o mesmo para o ambiente virtual. Dessa forma sugere-se que o assunto seja abordado em um número menor de aulas em relação aquele proposto no produto educacional.

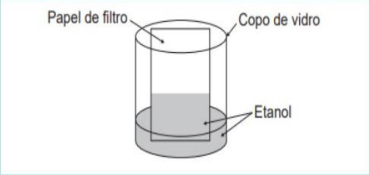
Os conteúdos abordados e o relatório também podem ser readequados para o ambiente virtual, uma vez que o professor deverá fazer escolhas sobre o que abordar. É importante que após a correção da avaliação diagnóstica e do relatório, o professor dê um feedback aos alunos.

Após o experimento com os cubos de açúcar, o professor pode também demonstrar o fenômeno da capilaridade empregando um papel de filtro e uma tira de barbante. Essa apresentação pode ser feita de maneira demonstrativa sincronamente, ou o professor pode produzir um vídeo simples para disponibilizar aos alunos ou mesmo fazer uso de vídeos já disponíveis no *youtube*.

Por último, o professor pode apresentar aos estudantes uma questão sobre o assunto capilaridade do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), a qual é apresentada na figura 9, como forma de mostrar a eles a importância do conteúdo estudado, bem como incentivá-los a realizar o exame.

Figura 9: Questão ENEM, 2019.

Um experimento simples, que pode ser realizado com materiais encontrados em casa, é realizado da seguinte forma: adiciona-se um volume de etanol em um copo de vidro e, em seguida, uma folha de papel. Com o passar do tempo, observa-se um comportamento peculiar: o etanol se desloca sobre a superfície do papel, superando a gravidade que o atrai no sentido oposto, como mostra a imagem. Para parte dos estudantes, isso ocorre por causa da absorção do líquido pelo papel.



Do ponto de vista científico, o que explica o movimento do líquido é a

- A. evaporação do líquido.
- B. diferença de densidades.
- C. reação química com o papel.
- D. capilaridade nos poros do papel.
- E. resistência ao escoamento do líquido.

Fonte: <http://inep.gov.br/web/guest/provas-e-gabaritos>.

Na adequação das atividades propostas para o ambiente virtual, buscou-se diversificar nas estratégias de ensino utilizadas. Assim, para a primeira atividade foi proposto que o professor elaborasse um vídeo sobre o experimento e apresentasse

aos alunos, para a segunda atividade foi proposta a realização síncrona do experimento com os alunos e para a terceira atividade foi recomendada a utilização de um simulador gratuito, disponível online.

A terceira atividade proposta para ser desenvolvida presencialmente no produto educacional trata-se da cromatografia em papel. Propôs-se a separação dos componentes amarelo e azul constituintes de um corante alimentício verde. Para abordar virtualmente a cromatografia em papel para a separação dos constituintes de um corante, recomenda-se a utilização do simulador disponibilizado no site da Amrita University, uma universidade privada localizada em Coimbatore, na Índia, que pode ser acessado pelo link: <http://amrita.olabs.edu.in/?sub=73&brch=8&sim=133&cnt=4>. Acessando este link, observa-se que na parte superior da página há, além da aba simulador (simulator), as abas: teoria (theory), procedimento (procedure), animação (animation) e vídeo (video). Caso o professor ache interessante, ele pode utilizar estas outras abas em suas aulas virtuais, principalmente a aba de animação e de vídeo, que trazem a realização do experimento no ambiente virtual (empregando o simulador) e presencial (filmagem do experimento no laboratório), respectivamente. O único inconveniente é que todos os materiais estão em inglês, o que pode dificultar a compreensão para um aluno do Ensino Médio. Uma possibilidade para a utilização da animação e do vídeo é o professor apresentá-los aos alunos sem som e ir explicando o que acontece.

O simulador da Amrita University é de fácil utilização, com animações bem elaboradas e de fácil compreensão. Ele propõe como situação-problema a separação de uma mistura constituída por tinta vermelha e tinta azul por cromatografia em papel. O solvente utilizado como fase móvel trata-se de uma mistura de álcool isopropílico e água.

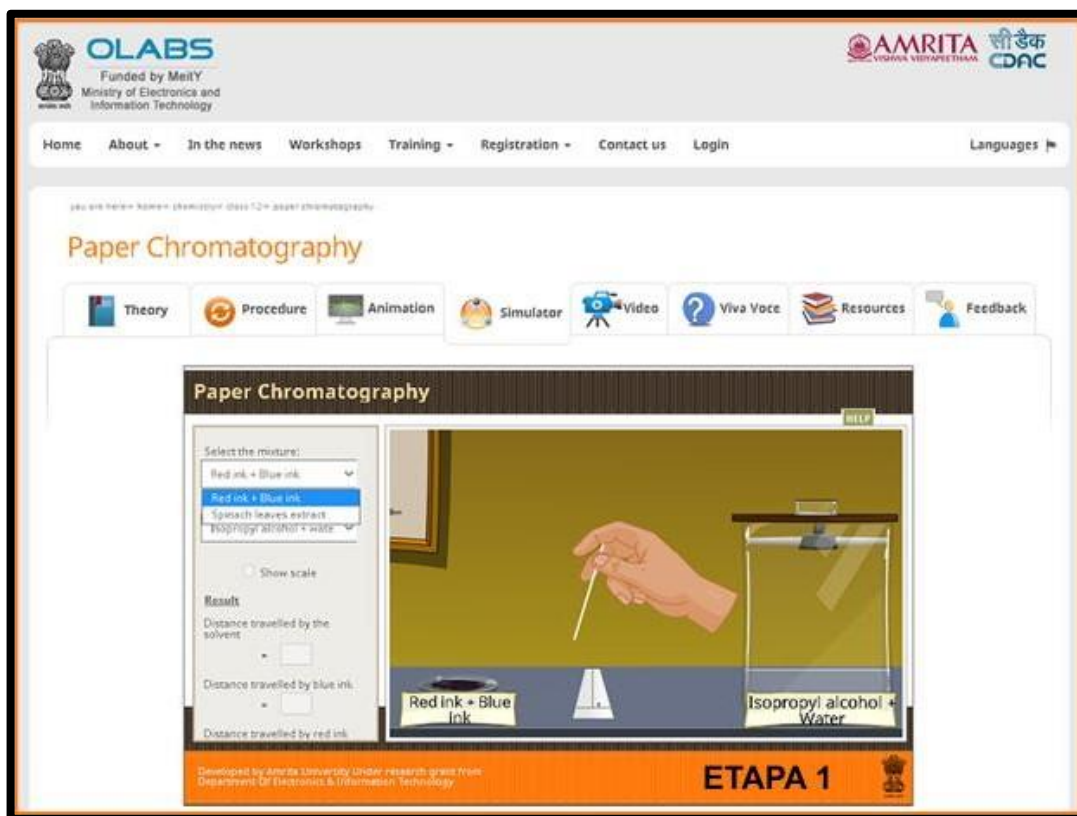
Para que a prática virtual da cromatografia em papel tenha um resultado satisfatório, é importante que o professor atue como orientador e facilitador, para que os alunos compreendam o conteúdo teórico e prático proposto pela atividade.

O uso de simuladores é interessante pois permite a replicação quase instantânea e ilimitada dos experimentos e dispensa a aquisição de insumos para realização dos mesmos. Utilizando a plataforma do *Google Meet*, o professor pode apresentar o simulador aos alunos passando as orientações de como utilizá-lo, pode

também acessá-lo concomitantemente apresentando a tela de seu computador aos alunos e ensinando-os a como utilizar o simulador. O professor pode ainda acompanhar a realização dos experimentos pelos alunos para posteriormente realizar a discussão dos resultados, semelhante à forma que aconteceria em um experimento presencial em situações normais.

A figura 10, apresenta a tela inicial do simulador. O primeiro passo para utilizá-lo é escolher qual das duas amostras será analisada, a mistura de tintas vermelha e verde ou o extrato de folhas de espinafre. Recomenda-se a escolha da mistura de tintas pela analogia com a atividade proposta no capítulo 4 do produto educacional. Na sequência, deve-se escolher a fase móvel a ser utilizada, no entanto, o simulador apresenta apenas uma opção, ou seja, a mistura de álcool isopropílico e água.

Figura 10: Imagem do simulador de cromatografia - Etapa 1.



Fonte: <http://amrita.olabs.edu.in/?sub=73&brch=8&sim=133&cnt=4>.

A próxima etapa é arrastar a mão que segura o tubo capilar até o vidro de relógio contendo a mistura de tintas e parar a mão sobre ela, movimentando-a lentamente para que uma pequena porção dela seja introduzida no tubo capilar (figura 11, etapa 2A). Em seguida deve-se arrastar a mão que segura o tubo capilar com a tinta até posição indicada no papel de filtro para aplicação da amostra (figura 11, etapa 2B).

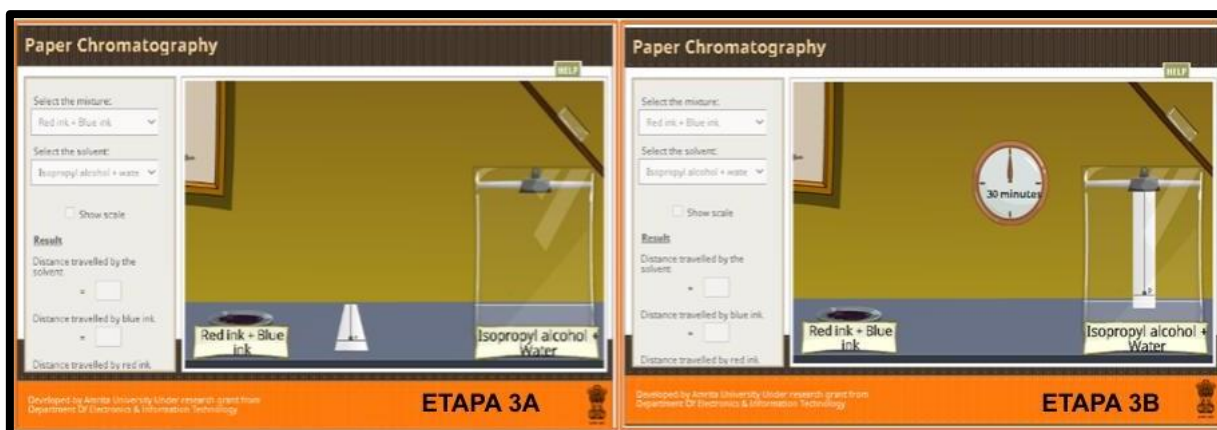
Figura 11: Imagem do simulador de cromatografia - Etapas 2 A e 2 B.



Fonte: <http://amrita.olabs.edu.in/?sub=73&brch=8&sim=133&cnt=4>

Na sequência, deve-se clicar na tampa da câmara cromatográfica para que ela se abra (figura 12, etapa 3A) e arrastar o papel de filtro até a prendedor dentro da câmara, posicionando-o corretamente (figura 12, etapa 3B).

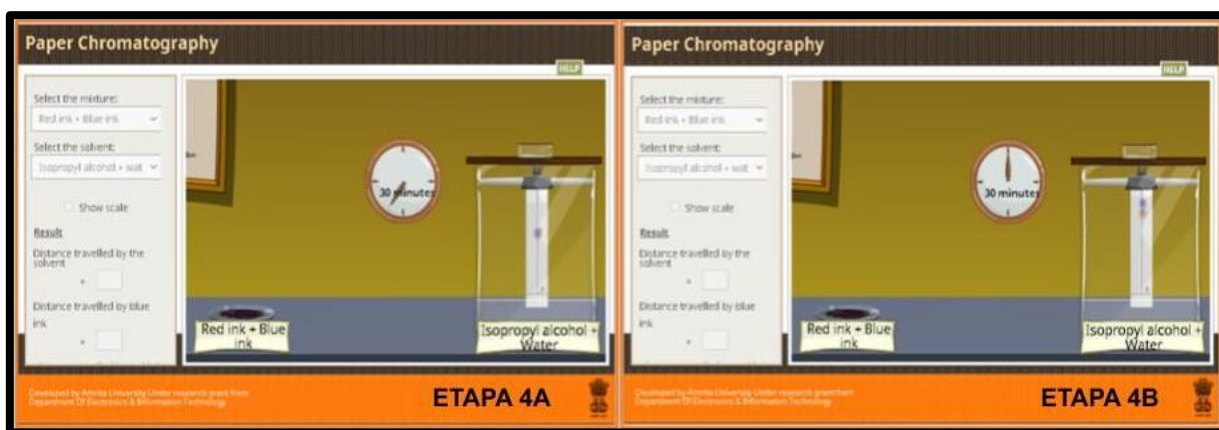
Figura 12: Imagem do simulador de cromatografia - Etapas 3 A e 3 B.



Fonte: <http://amrita.olabs.edu.in/?sub=73&brch=8&sim=133&cnt=4>.

Por fim deve-se clicar na tampa da câmara cromatográfica para iniciar o experimento. Nesse momento, o ponteiro do relógio começará a girar e a fase móvel começará a se deslocar pelo papel de filtro (figura 13, etapa 4A). Quando o ponteiro do relógio parar, o experimento terá finalizado (figura 13, etapa 4B). Neste momento basta clicar no papel de filtro para iniciar a análise das manchas (Figura 12).

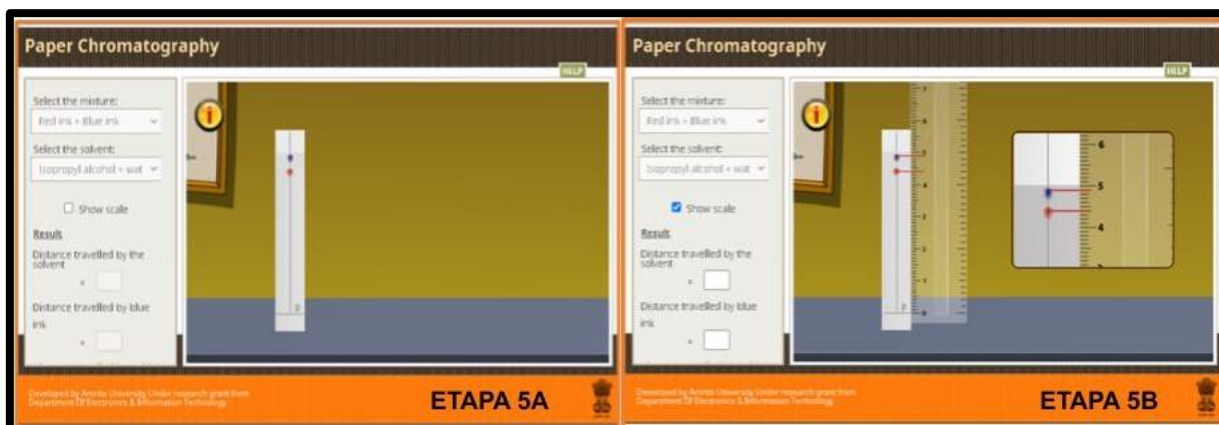
Figura 13: Imagem do simulador de cromatografia – Etapas 4A e 4B.



Fonte: <http://amrita.olabs.edu.in/?sub=73&brch=8&sim=133&cnt=4>

Na figura 14, observa-se que a mancha referente à tinta azul percorreu uma distância maior do que a mancha referente a tinta vermelha, indicando maior afinidade da tinta azul pela fase móvel do que a tinta vermelha. Caso o professor queira trabalhar com os estudantes o fator de retenção (R_f), ele pode selecionar no simulador “Show scale” para aparecer uma régua que possibilitará medir a distância percorrida pelo solvente e pelas duas manchas (figura 14, etapa 5B). É possível entrar com os valores medidos no simulador que indica se a resposta está correta ou não. Importante se atentar que como o programa é em inglês, quando se escrever o número deve-se utilizar ponto (.) no lugar de vírgula (,). Por exemplo, se a distância percorrida pelo solvente for 4,9 cm deve-se colocar 4.9 no simulador.

Figura 14: Imagem do simulador de cromatografia - Etapas 5A e 5B.



Fonte: <http://amrita.olabs.edu.in/?sub=73&brch=8&sim=133&cnt=4>.

Essa atividade virtual possibilita a abordagem da cromatografia de maneira semelhante à presencial, podendo inclusive ser adotada neste ambiente de ensino.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo desta pesquisa foi propor uma Sequência de Ensino com atividades práticas com viés investigativo para a abordagem de conteúdos da Química Orgânica para serem desenvolvidos presencialmente com alunos do 3º ano do Ensino Médio. A mesma permite discutir com os estudantes os conceitos de: misturas e substâncias; misturas homogêneas e heterogêneas; soluto e solvente; soluções concentradas e diluídas; formas de se expressar a concentração de uma solução (% e mol/L); compostos orgânicos; fórmulas estruturais e moleculares; capilaridade; forças intermoleculares (forças de coesão); forças atrativas entre sólidos e líquidos (forças de adesão); solubilidade, polaridade e funções orgânicas.

Foram apresentados alguns resultados obtidos na pesquisa realizada com alunos ingressantes de um curso de Licenciatura em Química, conduzida de forma remota, onde aplicou-se a atividade 1 do produto educacional, buscando avaliar as concepções destes estudantes a respeito de misturas e soluções, a partir de uma situação problema sobre o tema corantes alimentícios. Observou-se que os licenciandos participaram de forma efetiva da atividade proposta mesmo ela tendo sido realizada remotamente. Apesar disso, foram identificadas diversas distorções conceituais, além de dificuldades na interpretação das questões e na resolução matemática de exercícios, evidenciando a necessidade de se trabalhar os conceitos e competências abordados na atividade proposta.

A pesquisa foi realizada em uma disciplina que aborda estratégias para o ensino de Química, buscando apresentar um exemplo de estratégia que pode ser utilizada em aulas virtuais, inclusive no Ensino Médio. As questões propostas levaram em consideração que os sujeitos da pesquisa estavam no primeiro semestre do curso e, por isso, foram consideradas como de baixa dificuldade. Apesar disso, a maioria dos alunos teve dificuldade para responder as questões. Diante disso, pretende-se dialogar com professores que ministram as disciplinas das áreas específicas de Química para que estes conteúdos possam ser abordados de maneira cuidadosa em algum momento do curso, podendo resultar em uma aprendizagem significativa.

As atividades 2 e 3 do produto educacional não foram aplicadas. Entretanto, na dissertação buscou-se apresentar estratégias para uma futura aplicação virtual. A

estratégia proposta para a abordagem da atividade 2 foi a montagem de kits para serem disponibilizados aos alunos, que realizariam a prática em suas residências, auxiliados pelo professor em aulas virtuais síncronas, enquanto que a proposta para a atividade 3 foi a utilização de um simulador disponível gratuitamente de forma online.

Na elaboração do produto educacional, as três atividades propostas para serem desenvolvidas presencialmente fazem uso de materiais de fácil acesso para o professor e aluno, além de serem de baixo custo. Além disso, a condução das atividades foi proposta de forma que os alunos tivessem participação ativa na realização das mesmas, buscando conferir a essa atividade um viés investigativo.

Em linhas gerais, as três atividades permitem uma abordagem lógica e contextualizada dos conteúdos de química selecionados, possibilitando desenvolver nos estudantes as habilidades e competências mínimas que precisam ser contempladas no Ensino Médio.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. J. P. M.; QUEIROZ, L. S. Do fazer ao compreender ciências: reflexões sobre o aprendizado de alunos de iniciação científica em química. **Ciência e educação**, Bauru, v. 10, n.1, p. 41-53, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151673132004000100003&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em 28 fev. 2019.

ANDRADE, V. F.; PINHEIRO, T. A.; PINHEIRO, T. A. Aulas práticas de química online no processo de ensino e aprendizagem em tempos de pandemia. *In*: INTEGRA EAD, 2020, Campo Grande. **Anais** [...] Campo Grande: Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2020. v. 2, n. 1.

AZEVEDO, L. do E. S.; MARCELINO, V. M. Ensino tradicional ou por investigação: percepção de professores acerca de sua prática. *Olhar de professor*, v. 21, n. 1, p. 143-160, 2021. Disponível em: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/684/68460140011/html/index.html>. Acesso em: 15/05/2021.

_____. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017.

BRASIL ENEM 2017 – Exame Nacional do Ensino Médio. INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Ministério da Educação. Disponível em: <<http://inep.gov.br/web/guest/provas-e-gabaritos>>. Acessado em 10 junho. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Portaria nº 343, de 17 de março de 2020**. [Dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto durar a situação de pandemia do Novo Coronavírus - COVID-19]. Diário Oficial da União: seção 1: Brasília, p. 39, 18 mar. 2020b.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Parecer CNE/CP nº 9/2020**. Brasília: Ministério da Educação, 28 abr. 2020a.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio. Brasília: MEC, 2018, Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 15 mar. 2021.

BRASIL, Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília, 2002. <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2019.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio: Ciências da Natureza, 112 Matemática e suas tecnologias. Brasília, Ministério da Educação/ Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2000.

Brasília, 2000. **MINAS GERAIS**. Secretaria de Estado da Educação de **Minas Gerais**. Conteúdo Básico Comum (**CBC**) – Química/ Ensinos Médio.

CARVALHO, A. M. P.; O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, Ana Maria Pessoa et al. **Ensino de ciências por investigação, condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. cap. 1, p. 1-20.

CARVALHO, A.P. C. Ensino de Ciências por investigação. Condições para implementação em sala de aula. São Paulo, Cengage Learning Edições Ltda, 2014.
GIBIN, B. G.; GOIS, J. Formação Docente na Educação em Ciências Concepções e Práticas. Porto Alegre, Editora Fi, 2020. 344p. ISBN 978-65-5917-116-3.

CASTRO, D. L.; GUIMARÃES, L.P. Lavoisier e experimentação demonstrativa investigativa: uma estratégia didática envolvendo o ensino da Lei de conservação das massas. *Scientia Naturalis*, v. 1, n. 4, p. 200-214, 2019. Disponível em: <http://revistas.ufac.br/revista/index.php/SciNat>. Acesso em: 02/04/2021.

CHARLOT, B.; A mobilização no exercício da profissão docente. **Revista Contemporânea de Educação**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 13, jan./julh. 2012. Disponível em: <<https://revistas.ufrj.br/index.php/rce/article/view/1655>>. Acesso em: 03 abr. 2019.

COLEGHINI, R. M. S.; FERREIRA, L. H. Preparação de uma coluna cromatográfica com areia e mármore e seu uso na separação de pigmentos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v.7, n. 7, mai. 1998. Disponível em: <<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc07/exper4.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2019.

COLÓQUIO INTERNACIONAL, 5.; 2014, São Cristóvão. Anais [...]. Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental. *Educon*. Aracajú: v. 8, n. 1, p. 4-10, 2014. E-ISSN: 1982-3657. Disponível em: https://anais.educonse.com.br/2014/ensino_de_ciencias_por_investigacao_uma_estrategia_pedagogica_par.pdf.

DEGANI, A. L. G.; CASS, Q. B.; VIEIRA, P. C. Cromatografia um breve ensaio. São Paulo. **Química nova na escola**, v. 07, n.7, mai.1998. Disponível em: <<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc07/atual.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2019.

ESTEBAN, M. P. S. **Pesquisa qualitativa em educação**: fundamentos e tradições. Porto Alegre: Artmed, 2010.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Investigativa Contextualizada. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 32, n. 02, mai. 2010. Disponível em:

<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_2/08-PE-5207.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2019.

FIORI, R.; GOI, M. E. J. O ensino de química na plataforma digital em tempos de coronavírus. **Revista Thema**, v. 18, Número Especial, p. 218-242, 2020.

FRACETO, L. F.; LIMA, L. T. Aplicação da cromatografia em papel na separação de corantes em pastilhas de chocolate. **Química nova na escola**. São Paulo, v. 18, n.18, nov. 2003. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc18/A10.PDF>>. Acesso em: 01 abr. 2019.

FREIRE, P. A concepção “bancária” da educação como instrumento da opressão. Seus pressupostos, sua crítica. In: FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 65. ed. Rio de Janeiro/ São Paulo: Paz e Terra, 2018. cap. 2. p. 79-106.

FREITAS FILHO et al. Investigando a cinza da casca do arroz como fase estacionária em cromatografia: Uma proposta para aulas de Química Orgânica Experimental na Graduação. **XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ)**, Brasília, jul. 2010. Disponível em: <<http://www.sbq.org.br/eneq/xv/resumos/R0070-2.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2019.

FREITAS, J. C. R. et al. Extração e separação cromatográfica de pigmentos de pimentão vermelho: experimento didático com utilização de materiais alternativos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Curitiba, v. 5, n. 1, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/859/792>>. Acesso em: 04 abr. 2019.

LIMA, J. O; ALVES, I. M. R. A. Aulas experimentais para um Ensino de Química mais satisfatório. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, Curitiba, v. 9, n. 1, jan./abr. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/2913>>. Acesso em: 03 abr. 2019.

LIMA, J. O. G. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. **Espaço Acadêmico**, v.12, n.136, p. 95-101, 2012.

LISBÔA, J. C. F. Experimentação no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 198 -202, dez. 2015. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37_especial_2/16-EEQ-100-15.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2019.

LOPES, A. R. C. **Conhecimento Escolar**: ciência e cotidiano; Rio de Janeiro: EdUERJ, 1999. p.216-217.

LUCENA, G. L; SANTOS, V. D; SILVA, A. G; Laboratório virtual como alternativa didática para auxiliar o ensino de química no ensino médio. **Revista Brasileira de Informática na Educação**. Rio Grande do Sul, v. 21, n.2, p. 28-36, ago. 2013. Disponível em: < file:///C:/Users/BIANCA%20CAROLINA/Downloads/1427-4103-1-PB.pdf > Acesso em: 01 jun. 2021.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: Editora EPU, 1986.

MINAS GERAIS. Secretaria do Estado de Educação – SEEMG – Novo Plano Curricular – Ensino Médio: SEEMG, 2006. Disponível em < <https://www2.educacao.mg.gov.br/images/Port.pdf> >

MOURA, A. Mobile learning: tendências tecnológicas emergentes. In: CARVALHO, A. A. (Org.). Aprender na era digital: Jogos e mobile-learning. Santo Tirso: Defacto Editores, 2012. p.127-147.

OLIVEIRA, D. G. B.; GABRIEL, S. da S.; MARTINS, G. do S. V. A experimentação investigativa: utilizando materiais alternativos como ferramentas de ensino-aprendizagem de química. *Revista de Pesquisa Interdisciplinar*, v. 2, n.2, p. 238-247,

2017. Disponível em:
<https://cfp.revistas.ufcg.edu.br/cfp/index.php/pesquisainterdisciplinar/article/view/358>.
Acesso em: 05/04/2021.

OLIVEIRA, G. A.; SILVA, F. C. Cromatografia em papel: reflexão sobre uma atividade experimental para a discussão do conceito de polaridade. **Química nova na escola**, São Paulo, v.39, n.2, mai. 2017. Disponível em:
<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc39_2/08-RSA-22-16.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2019.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 12, n. 1, p. 139-152, jan. 2010. Disponível em:
<<http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/31/28>>. Acesso em: 19 fev. 2019.

OLIVEIRA, N.; SOARES, M. H. F. B.; As atividades de experimentação investigativa em ciências na sala de aula de escolas de ensino médio e suas interações com o lúdico. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ), 15., 2010, Brasília. **A formação do professor de Química e os desafios da sala de aula**. Anais... Brasília: Instituto de Química da Universidade de Brasília (IQ/Unb), 2010. Disponível em: <<http://www.s bq.org.br/eneq/xv/resumos/R1316-1.pdf> >. Acesso em: 25 fev. 2019.

RIBEIRO, N. M.; NUNES, C. R. Experimentação no Ensino de Química: Análise de Pigmentos de Pimentões por Cromatografia em Papel. **QUÍMICA NOVA NA ESCOLA**, SÃO PAULO, p. 34-37, ago. 2008. Disponível em:<<http://webeduc.mec.gov.br/portaldoprofessor/quimica/s bq/QNEsc29/08-EEQ-0707.pdf>>. Acesso em: 17 dez. 2018.

ROCHA, C. J. T.; ALTARUGIO, M. H.; MALHEIRO, J. M. S. Formação de professores e o ensino investigativo de química: reflexões e estratégias. **Research, Society and Development**, v. 7, n. 5, p.1-18, 2018.

ROCHA, C. J. T. da; MALHEIRO, J. M. da S. Revista do centro de educação UFSM. Metagognição e a experimentação investigativa: a construção de categorias interativas dialógicas, v. 44, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reeducacao>. Acesso em: 27/03/2021.

ROCHA, J. S.; VASCONCELOS, T. C. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. In: **XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)**, 2016, Florianópolis. Anais... Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2016. Disponível em: <<http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0145-2.pdf>>. Acesso em: 13 fev. 2019.

ROMANELLI, L. I. et al. CBC Química, ensino médio. [S.l.:s.n.], [2008]. 72p.

_____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCNs+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

SILVA, M. A. da; RODRIGUES, M. A. O. SANTOS, R. A.; MARTINES, E. A. L. de M.; SOUZA, W. K. do A. Proposta de experimentação didática investigativa no ensino de ciências e a formação inicial de professores. **Revista Didática Sistêmica**, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 3–14, 2016. Disponível em:<https://periodicos.furg.br/redsis/article/view/4782>. Acesso em: 01/05/2021.

SOARES, L.V.; COLARES, M. L. I. S. Educação e tecnologias em tempos de pandemia no Brasil. **Debates em Educação**, v.12, n.28, p. 1RESULTADOS E DISCUSSÃO ENPEC. 2020.

SOUZA, F. L. de et al. **Atividades experimentais investigativas no ensino de química**. 1. ed. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2013. Disponível em: https://ensinointegral.webnode.com/_files/200000193-4b5cf4c52b/LIVRO%20ATIVIDADES%20EXPERIMENTAIS%20DE%20QU%C3%8D MICA%20NO%20ENSINO%20M%C3%89DIO.pdf. Acesso em: 3 abril. 2019.

SUART, R. C.; MARCONDES, E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Revista Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 01, mar. 2009. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v14_1/m318318.pdf >. Acesso em: 01 jun. 2019.

TAHA, M. S. et al. Experimentação como ferramenta pedagógica para o ensino de ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v.11, n.1, 2016. Disponível em: <http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID305/v11_n1_a2016.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2019.

TOLEDO, E. J. L.; FERREIRA, L. H. A atividade investigativa na elaboração e análise de experimentos didáticos. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v.9, n.2, 2016. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/2805>. Acesso em: 11/05/2021.

APÊNDICE A



**Misturando e
separando
cores**

**Bianca Carolina Pereira
Evandro Roberto Alves
Carla Regina Costa**

Capítulo 1

Apresentação

1. Apresentação

Este produto educacional foi elaborado para ser desenvolvido presencialmente, com o objetivo de apresentar uma sequência de três atividades práticas com viés investigativo para a abordagem de conteúdos de Química Orgânica no Ensino Médio, podendo ser adaptado para o ambiente virtual. Tais conteúdos estão contemplados na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e no Currículo Básico Comum (CBC) de Minas Gerais.

Os capítulos 2, 3 e 4 são direcionados ao professor. Cada um deles traz uma introdução teórica sobre o assunto abordado no capítulo, os objetivos da atividade proposta, os conteúdos que podem ser abordados, a turma em que se recomenda a aplicação, o tempo estimado para a realização da atividade, o experimento contendo a problematização, o material necessário e a parte experimental ilustrada, além de uma proposta de condução da atividade.

O capítulo 5 é direcionado aos estudantes e traz os roteiros experimentais que podem ser diretamente impressos e entregues pelo professor ou podem ser adaptados. Cada um dos três roteiros apresenta uma proposta de avaliação diagnóstica e relatório, além de uma introdução teórica sobre o assunto, a problematização e a parte experimental. As respostas para as questões da avaliação diagnóstica e do relatório estão apresentadas nos capítulos 2, 3 e 4.

A introdução teórica foi pensada para o professor, que tem autonomia para selecionar os aspectos que considera relevantes para apresentar aos estudantes. Também é recomendado que o roteiro do experimento seja entregue ou enviado aos estudantes somente após a discussão prévia. As questões da avaliação diagnóstica e do relatório foram respondidas da forma mais completa possível neste material, mas sugere-se que o professor estabeleça uma resposta esperada, com base no perfil da turma.

Como forma de despertar o interesse dos estudantes, os títulos das três atividades práticas foram pensados como perguntas: (1) Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde? (2) Como colorir cubos de açúcar? (3) É possível separar os corantes tartrazina e azul brilhante FCF?

Na proposição das atividades práticas buscou-se, sempre que possível, associar o fenômeno estudado com situações vivenciadas pelos estudantes no seu

dia-a-dia. Além disso, as práticas foram propostas utilizando materiais de fácil acesso para o professor e para os estudantes.

Esperamos que este material auxilie o professor a introduzir atividades práticas na sua rotina escolar, contribuindo para desmistificar a visão equivocada dos estudantes em relação à Química. Ainda, esperamos que as atividades propostas nesse material sejam desafiadoras para os estudantes durante a resolução das situações-problema.

Capítulo 2

Atividade 1: Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde?

2. Atividade 1: Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde?

1.1. Introdução teórica

Corante é qualquer substância química, orgânica ou inorgânica, natural ou sintética, que é adicionada a alimentos, medicamentos ou cosméticos para conferir cor ou alterar a coloração original.

As substâncias orgânicas utilizadas para conferir cor a um produto podem ser classificadas como corantes ou pigmentos. De maneira geral, os corantes são solúveis em água ou em solvente orgânico, enquanto que os pigmentos são insolúveis nesses meios. Esse fato faz com que os corantes sejam utilizados em solução e os pigmentos em suspensão.

Na sequência de atividades práticas propostas neste material didático serão utilizados corantes orgânicos alimentícios, portanto, as informações apresentadas a seguir serão sobre os corantes orgânicos.

Os corantes orgânicos apresentam cor por absorverem luz visível, ou seja, radiação cujos comprimentos de onda (λ) estão compreendidos na faixa entre 400 e 700 nm. Para ser capaz de absorver radiação visível, os corantes devem apresentar três características estruturais: (1) possuir pelo menos um grupo cromóforo, que corresponde a um grupo de átomos da molécula responsável pela cor do corante; (2) apresentar um sistema conjugado, que nada mais é do que a presença de ligações simples e duplas alternadas e (3) exibir ressonância de elétrons, fenômeno que ocorre quando uma substância pode ser representada por múltiplas estruturas, como é o caso do benzeno. Quando um composto orgânico não apresentar qualquer uma dessas características, ele não exibirá cor.

Para apresentarem cor, os corantes orgânicos devem conter pelo menos um grupo cromóforo em um sistema conjugado. Assim, considerando os exemplos apresentados na Figura 2.1, quando o grupo cromóforo azo ($-N=N-$) estiver ligado a dois radicais metila, será formado um composto denominado azometano que não apresenta cor, enquanto que se os radicais metila forem substituídos por radicais arila, o composto resultante será o azobenzeno de coloração laranja.

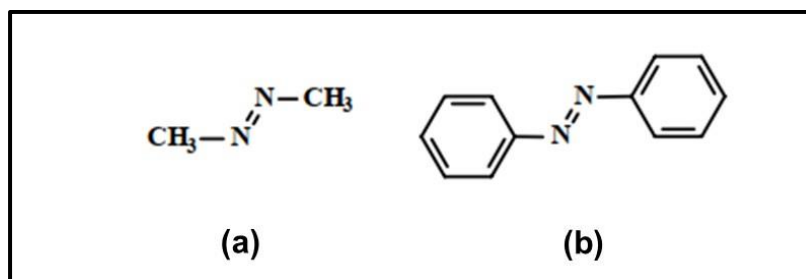


Figura 2.1- Estrutura do: (a) azometano e (b) azobenzeno.

O sistema conjugado de elétrons contribui para que o corante orgânico absorva luz visível. Quando ocorre absorção de fótons por uma molécula de corante, o elétron é promovido do orbital molecular ocupado de maior energia (HOMO, *highest occupied molecular orbital*) para o orbital molecular desocupado de menor energia (LUMO, *lowest unoccupied molecular orbital*), cuja transição é denominada HOMO-LUMO. Quanto maior a extensão do sistema conjugado, menor é a diferença de energia entre os orbitais HOMO e LUMO e, portanto, menor a energia necessária para promover a excitação dos elétrons. Como a energia da radiação absorvida e o comprimento de onda são grandezas inversamente proporcionais, o aumento da extensão da conjugação de um sistema promove um aumento do comprimento de onda da radiação absorvida pela molécula. Esse comportamento é observado quando os comprimentos de onda da radiação absorvida pelos compostos apresentados na Figura 2.2 são comparados. O comprimento de onda de absorção do but-1,3-dieno corresponde a 217 nm e o do composto hex-1,3,5-trieno é 258 nm, ou seja, é possível observar o aumento do comprimento de onda da radiação absorvida, conforme aumenta a extensão da conjugação.

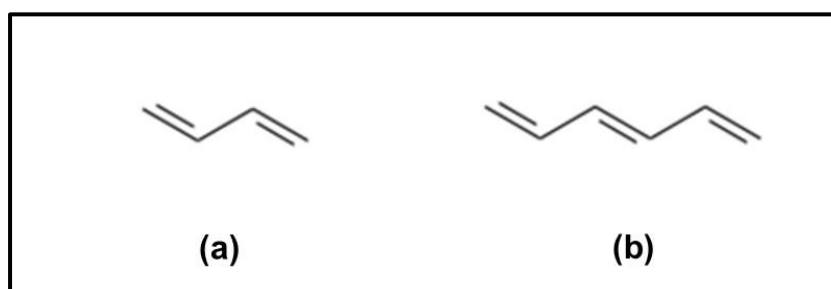


Figura 2.2- Estrutura do: (a) but-1,3-dieno e (b) hex-1,3,5-trieno.

A ressonância foi proposta por Linus Pauling em 1930 e corresponde ao deslocamento de elétrons da ligação π , sem que haja mudança na posição dos átomos que compõem a molécula. O benzeno é o exemplo mais citado quando se trata de ilustrar a ressonância (Figura 2.3a). Ele é formado por seis átomos de carbono ligados entre si formando um anel aromático, sendo que cada um deles está diretamente ligado a um átomo de hidrogênio. No entanto, a ressonância não é uma característica apenas de compostos aromáticos, podendo também ser observada, por exemplo, nas estruturas de outros compostos que apresentam duplas ligações conjugadas. As ligações entre os átomos de carbonos deveriam ser duplas e simples alternadas, de acordo com as representações das formas canônicas, sendo que a ligação dupla deveria apresentar um comprimento menor do que a simples (Figura 2.3a). Entretanto, métodos experimentais revelam que as ligações entre os carbonos têm o mesmo comprimento, o qual corresponde a um valor intermediário de uma ligação dupla e uma simples. Esse fato é explicado considerando a existência de um híbrido de ressonância (Figura 2.3b), cuja representação não distingue as ligações simples e duplas. Na representação das estruturas canônicas de um composto, utiliza-se a seta dupla (\leftrightarrow), que indica o efeito de ressonância entre as formas canônicas, como pode ser observado na Figura 2.3a. Cabe ressaltar que esta seta é diferente da seta utilizada para representar a condição de equilíbrio químico (\rightleftharpoons).

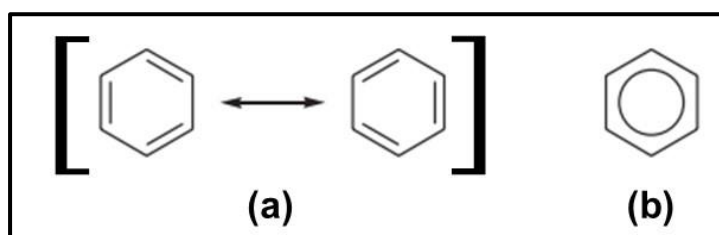


Figura 2.3- Benzeno: (a) formas canônicas, (b) híbrido de ressonância.

Os corantes orgânicos podem ser classificados como azoicos e não azoicos. Os azoicos contêm um ou mais grupos cromóforos azo ($-N=N-$) em sua estrutura, sendo que cada um deles está ligado a pelo menos um anel aromático. Eles são considerados a classe de corantes mais importante e estudada em relação às demais, representando cerca de 50% dos corantes comerciais. O grupo azo está

ligado diretamente a outros dois grupos, sendo que pelo menos um é aromático. Um exemplo de azocorante é a tartrazina (Figura 2.4a), cuja coloração é amarela.

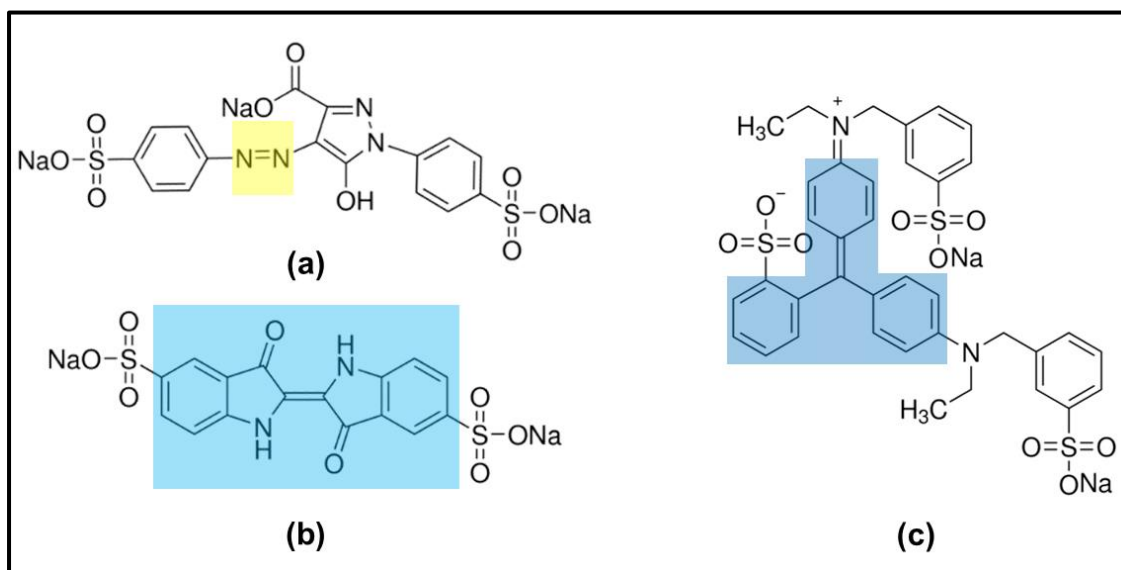


Figura 2.4- Estruturas de alguns corantes alimentícios: (a) tartrazina, (b) indigotina e (c) azul brilhante FCF. Fonte: Catálogo da Sigma Aldrich (<https://www.sigmaaldrich.com/catalog>).

A tartrazina (Figura 2.4a) é um corante que apresenta excelente estabilidade à luz, ao calor e à acidez, sendo um dos mais empregados na indústria de alimentos, com uso permitido no Canadá, Estados Unidos e União Europeia. Estima-se que uma em cada 10 mil pessoas apresenta reação alérgica a este corante, com sintomas que variam de uma simples urticária até asma.

Os corantes não azoicos abrangem diversas classes de compostos químicos, como é o caso da indigotina (Figura 2.4b) e do azul brilhante FCF (Figura 2.4c).

A indigotina possui o grupo indigóide como cromóforo (grupo destacado em azul na Figura 2.4b). Os corantes indigóides constituem uma das classes de corantes orgânicos mais antigas, sendo utilizados para o tingimento de tecidos como a lã, o linho e o algodão por mais de 5.000 anos. A indigotina é empregada na União Europeia, Japão, Estados Unidos e Inglaterra e, ao contrário da tartrazina, possui baixa estabilidade à luz, ao calor e à acidez.

O azul brilhante FCF possui o grupo trifenilmetano como cromóforo (grupo destacado em azul na Figura 2.4c), o qual apresenta três radicais arilas ligados a

um átomo de carbono central. O uso do azul brilhante FCF é liberado na União Europeia e nos Estados Unidos. Na Inglaterra e no Canadá, o seu uso é controlado, sendo que no primeiro ele pode ser utilizado apenas em alguns alimentos e no último o limite máximo permitido é de 100 ppm. Este corante possui estabilidade razoável à luz, ao calor e à acidez. O acrônimo FCF presente em seu nome consiste nas iniciais da expressão em inglês *for coloring food* que significa “para colorir alimentos”.

Além dos grupos cromóforos, os corantes também podem conter grupos auxocromos, os quais não conferem cor às substâncias quando presentes sozinhos na estrutura, entretanto, conferirão cor se estiverem associados aos cromóforos. Grupos auxocromos podem deslocar o comprimento de onda absorvido pelo grupo cromóforo para um valor maior (deslocamento batocrômico) ou para um valor menor (deslocamento hipsocrômico) ou podem alterar a intensidade de absorção, de modo a aumentá-la (efeito hiperocrômico) ou diminuí-la (efeito hipocrômico). São exemplos de grupos auxocromos o ácido carboxílico ($-\text{CO}_2\text{H}$), o ácido sulfônico ($-\text{SO}_3\text{H}$), o grupo amina ($-\text{NH}_2$) e o grupo hidroxila ($-\text{OH}$). Um exemplo do efeito causado pela substituição de grupos auxocromos é apresentado na Figura 2.5. O 4-hidroxi-azobenzeno absorve radiação em comprimento de onda próximo de 347 nm. A substituição do grupo $-\text{OH}$ por $-\text{NH}_2$, origina o composto 4-aminoazobenzeno, cuja absorção passa a ser em torno de 386 nm, ou seja, há um deslocamento batocrômico devido a substituição de um grupo $-\text{OH}$ por $-\text{NH}_2$ na estrutura do corante. Outra característica dos grupos auxocromos é a contribuição para o aumento da solubilidade dos corantes em meio aquoso.

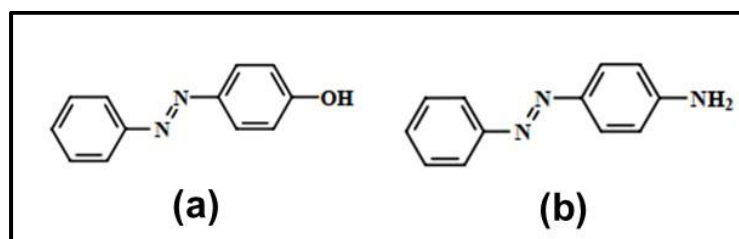


Figura 2.5- Estruturas dos corantes azobenzenos: (a) 4-hidroxi-azobenzeno, (b) 4-aminoazobenzeno.

Na Tabela 2.1 são apresentadas informações sobre os corantes tartrazina, indigotina e azul brilhante FCF. Observa-se que os corantes recebem outras

denominações, sendo que os rótulos dos corantes alimentícios podem utilizar qualquer uma dessas por não haver uma regra específica. Alguns rótulos, trazem o nome do corante seguido pelo número INS (*International Numbering System*), que trata do Sistema Internacional de Numeração de Aditivos Alimentares. Este sistema foi elaborado com o objetivo de se estabelecer uma identificação internacional para os aditivos alimentares nas listas de ingredientes de alimentos industrializados, como uma alternativa à declaração do nome específico do aditivo. O INS não pressupõe uma aprovação toxicológica do corante, uma vez que essa ação é da responsabilidade dos órgãos de saúde e vigilância sanitária de cada país, e é instituída após o exame dos resultados das avaliações toxicológicas necessárias. No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) é responsável por sua aprovação.

Tabela 2.1- Algumas informações a respeito dos corantes tartrazina, indigotina e azul brilhante FCF

Corante	Outra Denominação do Corante*	INS**	Classe*	Massa molar* (g/mol)	λ_{\max} em água* (nm)
Tartrazina	Amarelo nº 5	102	Monoazo	534,4	426
Indigotina	Azul nº 2	132	Indigóide	466,3	610
Azul brilhante FCF	Azul nº 1	133	Trifenilmetano	792,8	629

*Fonte: <http://serv-bib.fcpar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/865/744>

**Fonte: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/sistema-internacional-de-numeracao-de-aditivos-alimentares-ins.pdf>

Outro parâmetro apresentado na Tabela 2.1 é o comprimento de onda de máxima absorção da radiação (λ_{\max}). A determinação do λ_{\max} é feita com o auxílio de um espectrofotômetro que permite o registro de valores de absorvância para soluções de corante. Os valores obtidos são plotados em uma curva de absorvância vs. comprimento de onda, denominada "espectro de absorção". Neste é possível localizar facilmente o λ_{\max} , que consiste no valor de comprimento de onda onde a absorvância atinge valor máximo. Em linhas gerais, a absorvância é um parâmetro usado para descrever a absorção da luz pela matéria e o comprimento de onda é o

parâmetro utilizado em espectrofotometria para diferenciar ondas eletromagnéticas, sendo definido como a distância entre dois pontos máximos de uma onda.

Na Figura 2.6 são apresentados os espectros de absorção de soluções preparadas a partir de alguns corantes líquidos da marca Junco®, cujos rótulos são apresentados na Figura 2.7. Como neste trabalho utilizamos o termo corante para designar qualquer substância química que confere cor a um produto, iremos designar os corantes alimentícios líquidos, constituídos por mais de uma substância química, pela expressão “soluções corantes”, a fim de facilitar o entendimento e evitar confusões.

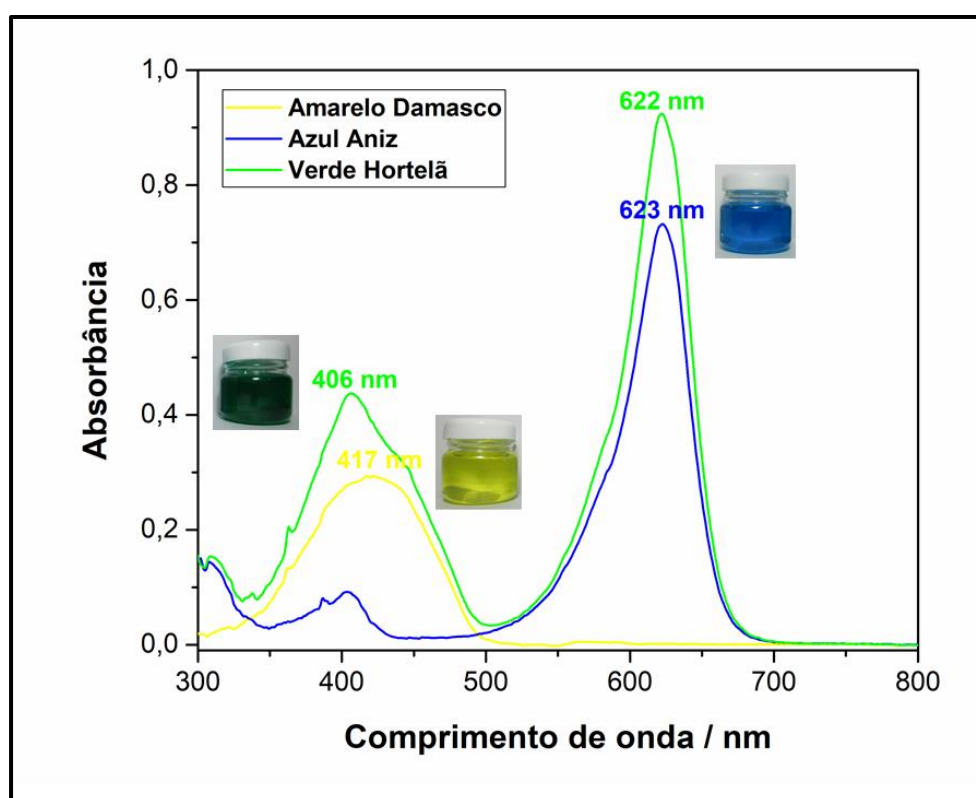


Figura 2.6- Espectros de absorção de algumas soluções corantes da marca Junco®, diluídas 1250 vezes em água.



Figura 2.7- Rótulos das soluções corantes Amarelo Damasco, Azul Aniz e Verde Hortelã da marca Junco®.

A solução corante Amarelo Damasco da marca Junco®, apresenta em sua composição o corante tartrazina (Figura 2.7) e, de acordo com a literatura, este corante apresenta um λ_{\max} em 426 nm em meio aquoso (Tabela 2.1). Desta forma, a banda de absorção da solução corante Amarelo Damasco em 417 nm pode ser atribuída à tartrazina (Figura 2.6). A diferença entre o λ_{\max} encontrado na literatura e o determinado experimentalmente pode estar relacionada à presença de álcool etílico na composição da solução corante, o que provavelmente contribuiu para o deslocamento hipsocrômico da banda de absorção.

A solução corante Azul Aniz da marca Junco®, apresenta em sua composição os corantes indigotina e azul brilhante FCF (Figura 7). De acordo com a literatura (Tabela 2.1), a indigotina apresenta um λ_{\max} em 610 nm e o azul brilhante FCF, em 629 nm, ambos em meio aquoso. Na Figura 2.6, observa-se uma banda em 623 nm para a solução corante Azul Aniz, um valor intermediário entre os λ_{\max} dos corantes indigotina e azul brilhante FCF. Essa banda é resultante da contribuição de ambos os corantes. A solução corante Azul Aniz também apresenta uma banda de menor intensidade em 404 nm, característica do corante azul brilhante FCF.

Em se tratando da solução corante Verde Hortelã da marca Junco®, observa-se por meio dos espectros da Figura 2.6 que sua cor é o resultado da mistura da

cor amarela com a azul, uma vez que ela apresenta as bandas referentes a estas duas cores. Esse comportamento pode ser confirmado quando se avalia o rótulo do corante (Figura 2.7), em que aparece descrita a sua composição pela mistura dos corantes tartrazina e azul brilhante FCF.

As cores amarela e azul, assim como a cor vermelha são cores primárias, de acordo com o sistema de cores RYB (*Red, Yellow and Blue* - vermelho, amarelo e azul), um modelo histórico de síntese subtrativa de cores. Combinando-se as cores primárias, são obtidas as secundárias (Figura 2.8a), ou seja, verde (mistura do amarelo com azul), laranja (mistura do amarelo com vermelho) e roxo (mistura do azul com vermelho). O sistema RYB ainda é bastante utilizado em artes plásticas, embora seja considerado cientificamente incorreto. Atualmente, considera-se que o melhor modelo subtrativo é o CMY (*Cyan, Magenta and Yellow* – ciano, magenta e amarelo), que é capaz de representar todas as cores perceptíveis ao olho humano (Figura 2.8b). Historicamente, o RYB era usado em substituição ao CMY pelo fato dos pigmentos naturais de cor ciano e magenta serem raros, sendo então substituídos pelo azul e vermelho, respectivamente.

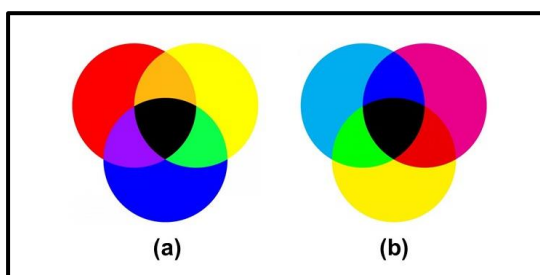


Figura 2.8- Sistemas de cores: (a) RYB e (b) CMY.

1.2. Objetivos

Esta atividade tem como objetivo introduzir a química orgânica aos alunos do 3º ano do Ensino Médio e resgatar conceitos já estudados em anos anteriores por meio de uma prática que envolve a preparação de um merengue a partir de claras de ovos e a atribuição de diferentes tonalidades de verde a porções do mesmo, empregando soluções corantes amarela e azul.

1.3. Conteúdos

A proposta desta sequência didática contextualiza e contempla a abordagem dos seguintes conteúdos:

- misturas e substâncias;
- misturas homogêneas e heterogêneas;
- soluto e solvente;
- soluções concentradas e diluídas;
- formas de se expressar a concentração de uma solução (% e mol/L);
- compostos orgânicos;
- fórmulas estruturais e moleculares.

1.4. Turma

Recomenda-se a aplicação da atividade proposta aos alunos do 3º ano do Ensino Médio, mas pode ser aplicada a outros anos do ensino médio caso seja de interesse do professor.

1.5. Tempo estimado

Recomenda-se a utilização de quatro aulas: uma aula para a aplicação da avaliação diagnóstica e para a introdução do tema corantes; uma aula para dar o feedback da avaliação diagnóstica aos estudantes e para discutir o experimento proposto; uma aula para a realização e discussão da prática e do relatório e uma aula para o feedback do relatório aos alunos.

1.6. Experimento

1.6.1. Problematização

No início do experimento, sugere-se que o professor apresente aos alunos a situação-problema do Quadro 2.1, incitando-os a participarem com propostas para resolvê-la. Sugere-se que haja uma discussão entre os alunos da turma mediada pelo professor que resulte em uma proposta para a resolução da situação-problema.

Quadro 2.1- Proposta de problematização para a atividade: “Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde?”

Clara era uma adolescente que tinha duas paixões em sua vida: a química e a confeitaria. Também não poderia ser diferente, já que seu pai era professor de Química e sua mãe, uma confeitaria de mão cheia. Em um certo dia, Clara auxiliou a sua mãe a confeccionar um bolo para uma festa infantil. Elas prepararam um merengue a partir de claras de ovos para ser utilizado como cobertura do bolo. Como a mãe da Clara era muito criativa, teve a ideia de enfeitar o bolo com suspiros preparados a partir do próprio merengue. Para combinar com a temática da festa, os suspiros deveriam ser coloridos com diferentes tonalidades de verde. No entanto, a mãe de Clara possuía uma única solução corante verde disponível em sua dispensa, além de outras soluções corantes, como a amarela e a azul. Uma vez que o merengue já estava pronto e ela tinha pouco tempo para finalizar o bolo e realizar a entrega, não haveria tempo hábil para comprar. Vocês seriam capazes de ajudar Clara e sua mãe a solucionar este problema?

1.6.2. Materiais necessários

Os materiais necessários para a realização do experimento são:

- claras de ovos;
- açúcar refinado;

- açúcar de confeitoiro;
- batedeira ou Fouet;
- soluções corantes amarela e azul (corantes líquidos alimentícios);
- pratos descartáveis;
- colheres descartáveis;
- copos descartáveis de 50 mL;
- conta-gotas;
- sacos de arroz ou feijão (1 kg) limpos (somente o saco, sem o conteúdo interno);
- formas refratárias.

A quantidade de claras de ovos, açúcar refinado e açúcar de confeitoiro dependerá do número de alunos da turma. Recomenda-se que para cada clara de ovo sejam utilizados 25 g de açúcar refinado e 25 g de açúcar de confeitoiro, sendo que este último pode ser substituído pelo açúcar refinado triturado em um liquidificador ou mixer.

Sugere-se que o experimento seja realizado em grupo, que o professor solicite a cada aluno que traga um ovo e que cada grupo providencie 25 g de açúcar refinado e 25 g de açúcar de confeitoiro (ou 50 g de açúcar refinado, caso o professor opte por substituir o açúcar de confeitoiro).

Recomenda-se que o professor opte por soluções corantes amarela, azul e verde de marcas que tragam a composição em seus rótulos, de forma que estas informações possam ser facilmente identificadas pelos alunos. Sugerimos as marcas Junco[®], Arcolor[®] e Mix[®], entretanto, outras marcas podem ser utilizadas. Ainda, recomenda-se que a aquisição das soluções corantes seja de responsabilidade do professor.

Para evitar imprevistos no cronograma, sugere-se que o professor solicite aos seus alunos que entreguem os materiais (ovos e açúcar) com uma semana de antecedência.

1.6.3. Parte experimental

O experimento envolverá as etapas de preparo do merengue e sua posterior coloração.

O merengue poderá ser preparado pelo próprio professor, antes da aula experimental, ou mesmo por um funcionário da escola que trabalhe ou auxilie na cozinha. Caso queira, o professor poderá registrar a etapa do preparo por meio de fotos e/ou vídeos e disponibilizar aos alunos. No preparo do merengue deve-se, inicialmente, separar completamente as claras das gemas dos ovos. Existem utensílios que auxiliam nessa separação, mas caso o professor não disponha de um destes, recomenda-se separar como demonstrado na Figura 2.9.

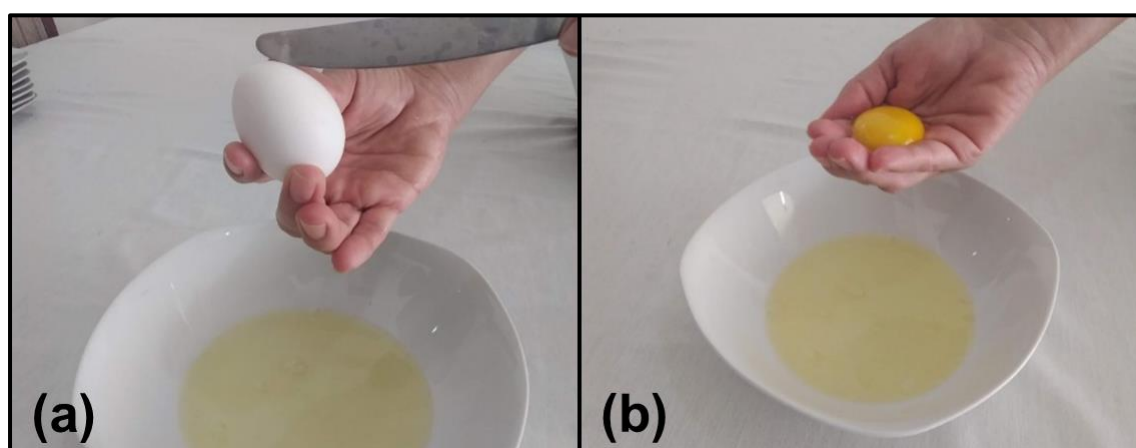


Figura 2.9- Processo de separação entre a clara e a gema do ovo: (a) utilização de uma faca para quebrar a casca do ovo; (b) separação entre a clara que escorre entre os dedos e a gema retida na mão.

Após a separação das claras, deve-se transferi-las para um único recipiente e batê-las com o auxílio de uma batedeira até o ponto de neve firme ser atingido. Deve-se utilizar um recipiente fundo pelo fato do volume aumentar significativamente durante a formação da neve. Caso o professor não disponha de uma batedeira, poderá utilizar um batedor manual do tipo *Fouet* ou até mesmo um garfo, mas, neste caso, será necessário esforço físico e, provavelmente, mais tempo para se atingir o ponto de neve firme. Um teste rápido e prático para se certificar que o ponto de neve firme foi atingido é emborcar a tigela e verificar se a clara em neve permaneceu estática e sem o menor risco de se soltar do fundo do recipiente.

Isso indica que o ponto de neve foi atingido. Na Figura 2.10 são apresentadas as etapas para se obter o ponto de neve firme.

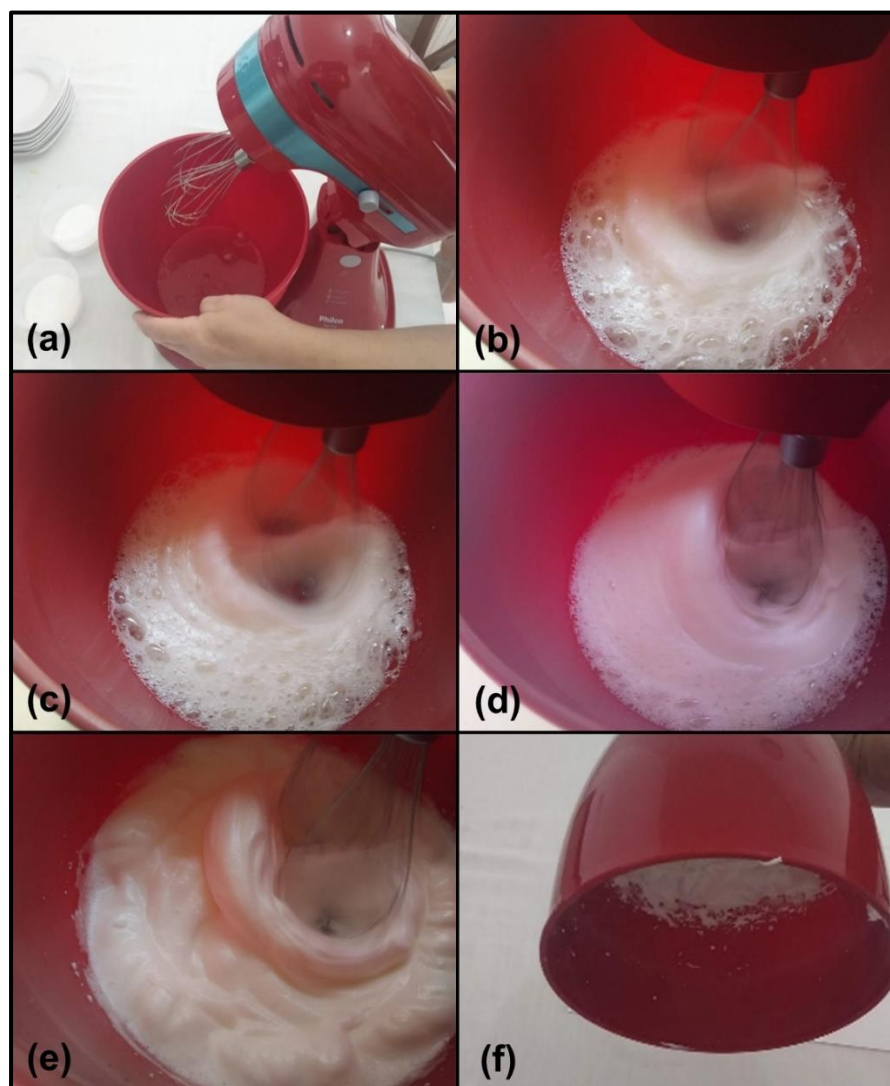


Figura 2.10- Processo de preparo da clara em neve: (a) utensílios; (b), (c), (d) e (e) processo de transformação da espuma semilíquida e transparente com bolhas grandes em espuma firme, resistente e com bolhas pequenas (ponto de neve firme); (f) teste para conferir se o ponto de neve firme foi atingido.

Após obter as claras em neve firme, continuar batendo e acrescentar lentamente o açúcar comum e, na sequência, o açúcar de confeitaria. Ainda, continuar batendo as claras até se observar a completa homogeneização. Ao final deste processo, o merengue estará pronto para ser levado para a aula experimental

em sala de aula, onde será realizada a segunda etapa do experimento, que corresponde à coloração do merengue.

Na sala de aula, o professor deverá apresentar a situação-problema (Quadro 2.1) aos alunos e conduzir uma discussão para estabelecer uma proposta de resolução do problema. No contexto da discussão, o professor deve solicitar aos alunos que observem os rótulos dos corantes, podendo resgatar os conceitos de cores primárias e secundárias.

Para a realização do experimento, a sugestão é dividir em grupos de cinco alunos, para que cada um prepare uma mistura com diferente tonalidade de verde a partir das soluções corantes azul e amarelo. A fim de organizar o trabalho com a turma, recomenda-se construir uma tabela na lousa, conforme o modelo (Tabela 2.2), em que são apresentadas 5 possíveis misturas a serem preparadas, correspondendo a 5 grupos de alunos. As soluções obtidas a partir destas misturas com diferentes tonalidades de verde são mostradas na Figura 2.11. Os volumes totais das soluções dos corantes mencionados no exemplo da Tabela 2.2 e Figura 2.11 foram medidos com o auxílio de micropipetas, mas sabendo que não é comum as escolas de Ensino Médio possuírem este dispositivo, recomenda-se a contabilização de número de gotas, que pode ser facilmente medido com o auxílio de uma pipeta Pasteur ou de um conta-gotas. Nesta situação, o volume total de gotas deve ser igual ao número de grupos mais 1. Por exemplo, se houver 9 grupos, o número total de gotas deverá ser igual a 10, sendo que o primeiro grupo deve misturar 9 gotas de corante amarelo com 1 gota de corante azul; o segundo, 8 gotas de amarelo com 2 gotas de azul e assim sucessivamente.

Tabela 2.2- Modelo de tabela a ser construída com os alunos para a obtenção de corantes com diferentes tonalidades de verde.

Mistura	Volume do corante Amarelo Damasco (µL)	Volume do corante Azul Aniz (µL)	Volume total (µL)
1	40	5	45
2	25	20	45
3	20	25	45
4	10	35	45
5	5	40	45

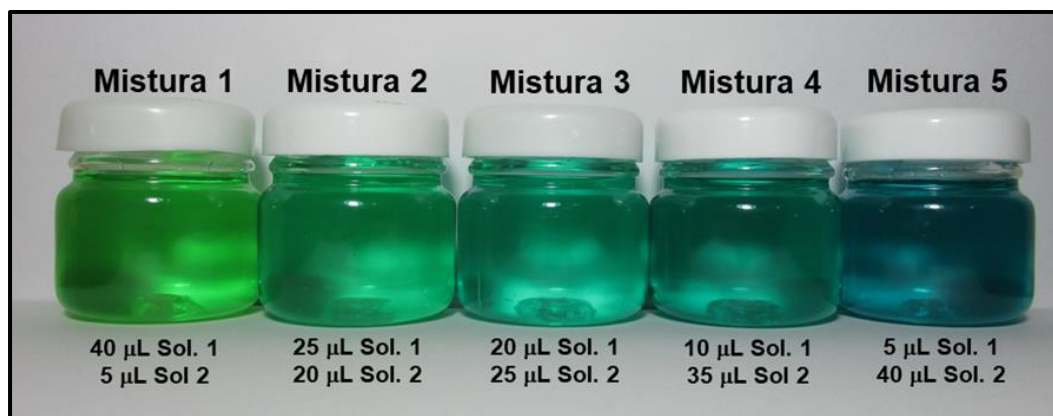


Figura 2.11- Soluções obtidas a partir da mistura de soluções dos corantes Amarelo Damasco (Sol. 1) e Azul Aniz (Sol. 2), ambos da marca Junco®. As misturas foram diluídas antes do registro da foto para permitir melhor visualização da diferença entre as cores (os 45 μ L das soluções corantes foram adicionados em balões volumétricos de 50 mL e o volume foi completado com água).

Em seguida, o professor deverá distribuir o merengue em pratos descartáveis, como mostrado na Figura 2.12a e entregar cada porção aos grupos, juntamente com um copo, uma colher descartável e um conta gotas. Cada grupo deverá utilizar o copo descartável para misturar os corantes amarelo e azul, na proporção definida para cada grupo. A maioria dos frascos das soluções de corantes contém um bico dosador do tipo conta-gotas que possibilita a adição direta e com segurança no copo descartável. Após misturar as soluções dos corantes, deve-se agitar cuidadosamente o copo para garantir a completa homogeneização. Em seguida, com o auxílio de um conta gotas, adicionar oito gotas da mistura de solução corante no merengue (Figura 2.12b) e agitar cuidadosamente com o auxílio da colher descartável, até se obter um merengue com coloração uniforme (Figura 2.12c).

Na sequência, o professor deverá orientar aos alunos que realizem um pequeno corte na ponta do saco de arroz ou feijão solicitado e, com o auxílio da colher descartável, transfiram o merengue colorido para o saco. Neste momento, cada grupo deve usar a criatividade para fazer suspiros de diferentes formas com o merengue (formas geométricas, logo de marcas, etc). Um exemplo é apresentado na Figura 2.12d. Para essas criações, o merengue será aplicado diretamente em formas refratárias. Depois de tudo pronto, as formas contendo o merengue

previamente colorido deverão ser levadas ao forno pré-aquecido e lá permanecer por 10 min a 140°C.

As gemas que foram separadas das claras poderão ser utilizadas para a confecção de um bolo por algum funcionário da cozinha. No quadro 2.2, é apresentada uma sugestão de receita. O bolo também pode ser decorado com o merengue e, no final da atividade, os alunos poderão degustar o bolo e os suspiros que foram preparados.

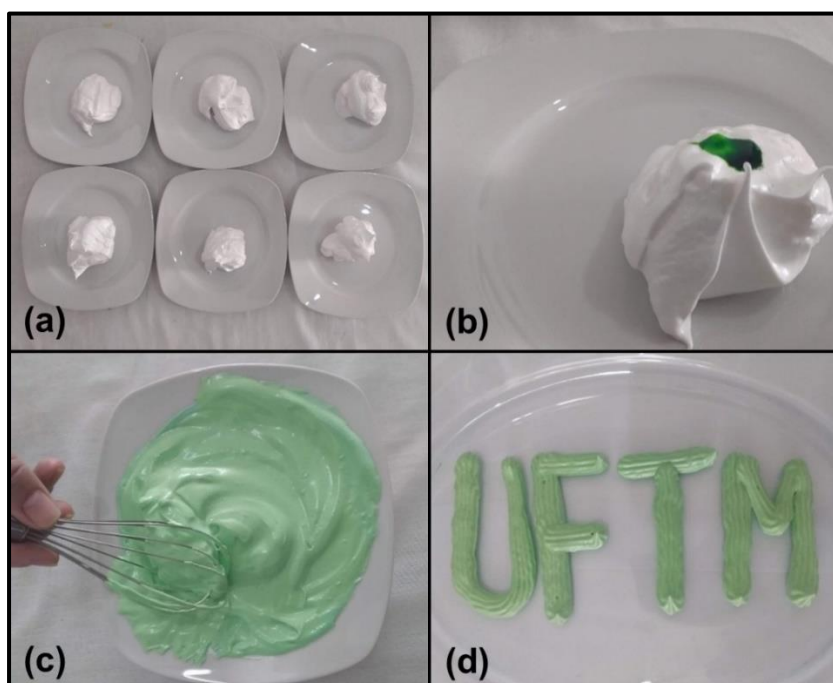


Figura 2.12- (a) Divisão do merengue em pratos. (b) e (c) Adição da mistura de corantes ao merengue e preparação do merengue colorido. (d) Exemplo de criação feita com o merengue para ser levada ao forno.

Quadro 2.2- Receita de bolo de gemas

Ingredientes: 1 colher (chá) de essência de baunilha; 4 gemas; 1/2 xícara de margarina; 3/4 xícara de leite; 1 pitada de sal; 1 xícara de açúcar; 2 xícaras de farinha de trigo; 1 colher de fermento em pó.

Modo de preparo: Pré-aqueça o forno em 180 °C. No liquidificador bata todos os ingredientes, adicionando-os um a um na sequência que está na lista, até que a mistura fique homogênea. Se preferir pode usar a batedeira. Coloque a massa numa forma de pudim de 23 cm de diâmetro untada e enfarinhada e asse por cerca de 50 minutos.

Fonte: <https://gshow.globo.com/receitas-gshow/receitas/bolo-de-gemas-4f4255e1a5a2644ac601f2ee.ghtml>

1.7. Proposta de condução da atividade

Inicialmente, na primeira aula, recomenda-se que o professor aplique uma avaliação diagnóstica com o objetivo de verificar se os alunos conseguem utilizar conceitos estudados anteriormente, em anos anteriores. No Quadro 2.3 é apresentada uma sugestão de avaliação diagnóstica. Para não influenciar nas respostas dos alunos às questões desta avaliação, optou-se por não utilizar o termo “solução corante” recomendado anteriormente neste material, mantendo-se o termo comercial “corante artificial líquido”. Após realizar a correção das avaliações diagnósticas, o professor pode dar aos estudantes um feedback das questões da avaliação diagnóstica.

Quadro 2.3- Avaliação diagnóstica (Atividade 1)

Analise os rótulos dos corantes alimentícios apresentados na Figura 2.7 para responder as questões apresentadas na sequência.

1) Complete a tabela:

Corante Artificial Líquido	Constituintes
Amarelo Damasco	
Azul Aniz	
Verde Hortelã	

2) Você classificaria os corantes artificiais líquidos apresentados na questão 1 como substâncias puras, misturas homogêneas ou misturas heterogêneas? Justifique a sua resposta.

3) Você seria capaz de reconhecer quem é (são) o(s) solvente(s) e o(s) soluto(s) de cada corante artificial líquido apresentado na tabela da questão 1? Explique como você chegou a esta conclusão.

4) Qual dos corantes apresentados possui a maior concentração de tartrazina? E de azul brilhante FCF?

5) Considerando as informações da tabela da questão 1, o que aconteceria ao se misturar os corantes Amarelo Damasco e Azul Aniz?

6) Quais são os elementos químicos (símbolos e nomes) presentes nos corantes tartrazina, indigotina e azul brilhante FCF cujas estruturas são apresentadas na Figura 2.4?

A seguir iremos apresentar as respostas que são esperadas para cada pergunta do Quadro 2.3.

Para responder à primeira questão, os alunos terão que procurar a composição de cada corante artificial líquido em seu respectivo rótulo. Na Tabela 2.3 é apresentada a resposta esperada para esta questão.

Tabela 2.3- Resposta esperada para a primeira questão da avaliação diagnóstica do Quadro 2.3.

Corante Artificial Líquido	Constituintes
Amarelo Damasco	Água, álcool etílico e corante artificial tartrazina.
Azul Aniz	Água, álcool etílico e corantes artificiais azul brilhante FCF e indigotina.
Verde Hortelã	Água, álcool etílico e corantes artificiais tartrazina e azul brilhante FCF.

A segunda e terceira questões resgatam o conceito de substância pura, mistura e solução. Uma substância é pura quando é constituída apenas por um tipo de componente. Como os corantes Amarelo Damasco, Azul Aniz e Verde Hortelã são constituídos por mais de um componente, eles são classificados como misturas. Assim, o Amarelo Damasco é uma mistura de 3 componentes, enquanto que o Azul Aniz e o Verde Hortelã são misturas de 4 componentes. Para classificar os corantes como mistura homogênea ou heterogênea é necessário observar o número de fases de cada um. Cada fase de uma mistura possui aspecto visual uniforme, mesmo quando examinado em um ultramicroscópio, o qual é diferente dos microscópios comuns por possuir um sistema de iluminação que permite observar o material sobre fundo escuro. É importante destacar que a avaliação da mistura ao ultramicroscópio é relevante porque algumas misturas heterogêneas parecem homogêneas a olho nu, como é o caso do sangue e do leite. No caso específico dos corantes alimentícios, que são misturas homogêneas, não há necessidade de observá-los com o auxílio de um ultramicroscópio, no entanto, a intensa coloração pode dificultar a avaliação. Assim, recomenda-se ao professor que coloque algumas gotas dos corantes em tubos de ensaio e dilua com água, para que os alunos possam visualizar a amostra e tirar suas conclusões. É importante deixar claro aos alunos que se utiliza a água por esta ser um dos constituintes dos corantes alimentícios. Seria interessante que o professor mostrasse os corantes diluídos para os alunos durante a avaliação diagnóstica, de forma a permitir que observem os tubos de ensaio para responder à questão 2. Assim, a resposta esperada para esta questão é que os corantes alimentícios da Questão 1 são misturas homogêneas por serem constituídos por mais de um componente e apresentarem apenas uma fase.

Solução é uma mistura homogênea líquida ou sólida. O seu componente majoritário, ou seja, aquele presente em maior quantidade é denominado “solvente”, enquanto que o “soluto” é o componente minoritário que é dissolvido pelo solvente. Há casos em que o solvente pode ser uma mistura de substâncias, o que provavelmente é o caso dos corantes alimentícios. A mistura de solventes é utilizada com o objetivo de aumentar a solubilidade dos solutos sólidos. Diante do que foi apresentado, a resposta esperada para a questão 3 é que a água e o álcool etílico são os solventes e a tartrazina, o azul brilhante FCF e a indigotina são os solutos. Observando os rótulos dos corantes artificiais líquidos, observa-se que os corantes estão presentes nas soluções em concentrações baixas que variam entre 0,004 e 0,02%, o que faz deles os constituintes minoritários e, portanto, os solutos destas soluções corantes. As concentrações da água e do álcool etílico não estão expressas nos rótulos dos corantes, o que também é um indicativo de que eles são os solventes, uma vez que não é comum expressar a concentração dos solventes de uma solução, expressando-se apenas a concentração dos solutos, apesar de algumas soluções corantes também não informarem em seus rótulos as concentrações dos corantes.

Para responder à questão 4, os alunos deveriam se lembrar que a concentração pode ser expressa em percentagem (%). Para expressar a concentração em %, basta calcular a razão entre a massa de soluto e massa de solução e multiplicá-la por 100. Assim, as percentagens dos corantes nos rótulos das soluções corantes, indicam suas concentrações. A concentração de tartrazina é 0,02% no Amarelo Damasco e 0,01% no Verde Hortelã e de azul brilhante FCF é 0,013% no Azul Aniz e 0,01% no Verde Hortelã. Então, a resposta esperada para a questão 4 é que o corante artificial líquido que possui a maior concentração de tartrazina é o Amarelo Damasco, e o que possui a maior concentração de azul brilhante FCF é o Azul Aniz.

Para responder à questão 5, os alunos podem observar a tabela respondida da questão 1. A solução resultante da mistura do corante artificial líquido Amarelo Damasco com o Azul Aniz, apresentará em sua composição: água, álcool etílico, tartrazina, azul brilhante FCF e indigotina. Esta é a resposta esperada. Se os alunos forem observadores, irão perceber que a solução resultante possui composição quase idêntica à do corante artificial líquido Verde Hortelã, diferenciando-se apenas

pela ausência da indigotina neste último. Uma vez que estão sendo misturadas soluções de coloração amarela e azul, a solução resultante apresentará coloração verde.

Para responder à questão 6, o aluno deve observar as estruturas dos corantes apresentados na Figura 2.4. Caso a química orgânica ainda não tenha sido abordada, certamente os alunos não estarão familiarizados com a representação em bastão (*bond line*) para cadeias carbônicas e, por isso, talvez não identifiquem o elemento carbono (C) como presente na tartrazina no e azul brilhante FCF. A resposta esperada para a questão é: Os elementos químicos presentes na tartrazina, no azul brilhante CFC e na indigotina são: sódio (Na), enxofre (S), oxigênio (O), nitrogênio (N), hidrogênio (H) e carbono (C).

Na segunda aula, recomenda-se que o professor apresente aos alunos a situação-problema mostrada no Quadro 2.1, medie uma discussão e oriente sobre o planejamento do experimento a ser realizado na aula seguinte.

Na terceira aula, os alunos realizarão o experimento em grupos, conforme descrito na seção 2.6.3 deste capítulo. Ao final desta aula, o professor distribuirá um relatório constituído por algumas questões as quais deverão ser entregues pelos estudantes em data previamente determinada. Na quarta aula, após ter corrigido o relatório, o professor realizará uma discussão sobre as questões do relatório. No Quadro 2.4 é apresentada uma proposta de relatório.

Para exemplificar a resolução da questão 1 do relatório, iremos utilizar os dados da Tabela 2.2. Nela os volumes de corantes estão expressos em μL .

Para o cálculo da concentração de um componente nas misturas devemos lembrar da equação matemática utilizada em cálculos de concentração quando se faz diluição (equação 2.1)

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2, \quad (2.1)$$

onde C_1 e V_1 são, respectivamente, a concentração e o volume da solução antes da mistura e C_2 e V_2 são, respectivamente, a concentração e o volume da solução após a mistura. As unidades das concentrações e dos volumes na equação 1 podem ser as mais adequadas para as situações em que são empregadas. As concentrações, por exemplo, podem estar expressas em % e o volume em μL ou em gotas.

Quadro 2.4- Relatório sobre o experimento realizado (Atividade 1)

1) Complete a tabela e calcule a concentração dos corantes tartrazina e azul brilhante FCF em cada uma das misturas preparadas a partir das soluções corantes Amarelo Damasco e Azul Aniz.:

Mistura/ Grupo	Volume de solução corante Amarelo Damasco (gotas)	Volume de solução corante Azul Aniz (gotas)	Volume total (gotas)	Concentração de tartrazina na mistura (%)	Concentração de azul brilhante FCF na mistura (%)
1					
2					
3					
4					
5					

2) Ao se misturar as soluções corantes Amarelo Damasco e Azul Aniz ocorre reação química? Explique sua resposta.

3) Os corantes podem ser representados de forma simplificada pela fórmula molecular, que indica o número de átomos de cada elemento químico na molécula. As fórmulas moleculares da tartrazina, indigotina e azul brilhante FCF são, respectivamente: $C_{16}H_9N_4Na_3O_9S_2$, $C_{16}H_{10}N_2O_2$ e $C_{37}H_{34}N_2Na_2O_9S_3$. Com o auxílio de uma tabela periódica, calcule a massa molar destes corantes. Utilizando estes valores, calcule a concentração molar de cada corante nas soluções corantes Amarelo Damasco, Azul Aniz e Verde Hortelã.

Corante	Massa molar (g/mol)	Amarelo Damasco		Azul Aniz		Verde Hortelã	
		Concentração		Concentração		Concentração	
		%	mol/L	%	mol/L	%	mol/L
Tartrazina ($C_{16}H_9N_4Na_3O_9S_2$)							
Indigotina ($C_{16}H_{10}N_2O_2$)							
Azul Brilhante FCF ($C_{37}H_{34}N_2Na_2O_9S_3$)							

4) Qual a diferença entre corantes artificiais e naturais?

5) Faça uma pesquisa sobre possíveis corantes naturais que poderiam ser utilizados para substituir os corantes artificiais tartrazina e azul brilhante FCF.

6) Por que a indústria de alimentos prefere utilizar corantes artificiais ao invés de naturais?

A concentração de tartrazina na solução corante Amarelo Damasco é 0,02% e de azul brilhante FCF é 0,013%. Assim, para cada mistura da Tabela 2.4, temos que:

$$C_{2/tartrazina\ mistura} = \frac{C_{1/tartrazina\ solução\ Amarelo\ Damasco} \times V_{1/solução\ Amarelo\ Damasco}}{V_{2/mistura}} \quad (2.2)$$

$$C_{2/azul\ brilhante\ mistura} = \frac{C_{1/azul\ brilhante\ solução\ Azul\ Aniz} \times V_{1/solução\ Azul\ Aniz}}{V_{2/mistura}} \quad (2.3)$$

Aplicando estas equações obtemos os resultados apresentados na Tabela 2.4.

Tabela 2.4- Respostas esperadas para a primeira questão do relatório do Quadro 2.4, considerando os dados da Tabela 2.2

Mistura	Volume do corante Amarelo Damasco (µL)	Volume do corante Azul Aniz (µL)	Volume total (µL)	Concentração de tartrazina na mistura (%)	Concentração de azul brilhante FCF na mistura (%)
1	40	5	45	0,018	0,001
2	25	20	45	0,011	0,006
3	20	25	45	0,009	0,007
4	10	35	45	0,004	0,010
5	5	40	45	0,002	0,012

A questão 2 pergunta se ao se misturar as soluções corantes Amarelo Damasco e Azul Aniz ocorre reação química. Ela vai ao encontro da questão 5 da avaliação diagnóstica (Quadro 2.3). Quando as duas soluções são misturadas observa-se que uma nova cor é originada. A mudança de coloração pode sim evidenciar a ocorrência de uma reação química, mas este não é o caso, uma vez que a solução resultante da mistura das soluções corantes Amarelo Damasco e Azul Aniz, apresenta em sua composição: água, álcool etílico, tartrazina, azul brilhante FCF e indigotina. Esta composição é quase idêntica à do corante artificial líquido Verde Hortelã, diferenciando-se apenas pela ausência da indigotina neste último. Assim, como é possível a coexistência dos constituintes de ambas as

soluções corantes, pode-se afirmar que a mistura não resultou em uma reação química.

Na prática, uma maneira de observar que não ocorreu reação química é registrando os espectros de absorção. Na Figura 2.6, observamos que a solução corante Amarelo Damasco apresenta uma banda em 417 nm, característica da tartrazina e a solução corante Azul Aniz, possui uma banda em 623 nm, característica dos corantes azul brilhante FCF e indigotina. No espectro da solução corante Verde Hortelã, que possui na sua composição os corantes tartrazina e azul brilhante FCF, observam-se as bandas em 417 nm e 623 nm características dos dois corantes, o que indica que não houve reação química, caso contrário teríamos que visualizar uma terceira banda característica do produto formado. Assim, conclui-se que nem toda mudança de cor está associada a uma transformação química.

Mas então, se não há reação química, como explicar a origem da cor verde para o aluno? Dizer que um objeto é verde, significa que sempre que luz branca é incidida nele, a cor percebida pelo olho humano é a verde. Um objeto verde pode emitir vários comprimentos de onda, sem necessariamente emitir na faixa verde do espectro. Isso ocorre porque a sensação de cor somente se concretiza após uma complexa operação na qual o cérebro processa os estímulos provocados pela distribuição de energia e propriedades espectrais da luz visível que atravessa ou é refletida por um objeto de determinada cor e que são registrados pela retina.

A questão 3 solicita que as concentrações de corantes expressas em % sejam expressas em mol/L. Para isso é necessário entender o que representa a concentração em %. Ela indica a massa de soluto, que no caso é o corante, sobre a massa de solução, que corresponde a massa de todos os componentes da amostra. Assim, uma concentração de 0,02% de tartrazina no corante Amarelo Damasco indica que a solução tem 0,02 g de tartrazina para cada 100 g de solução. Por se tratar de uma solução diluída, ou seja, a quantidade de tartrazina é bastante inferior à massa de solução, pode-se fazer uma aproximação para converter a concentração para mol/L. Como a água é o solvente principal, vamos considerar que ela é o único constituinte da solução além da tartrazina. Assim, adotaremos a densidade da água (1 g/mL) como sendo a densidade da solução. Dessa forma, consideraremos que uma concentração 0,02% de tartrazina consistirá em 0,02 g de tartrazina para cada 100 mL de solução, ou seja, 0,2 g de tartrazina por litro de

solução. Para converter a concentração de 0,2 g/L de tartrazina para mol/L basta dividir esse valor pela massa molar como indicado na equação 4:

$$\text{Concentração molar} = 0,2 \frac{\text{g tartrazina}}{\text{L}} \times \frac{1 \text{ mol tartrazina}}{534,30 \text{ g tartrazina}} = 3,7 \times 10^{-4} \text{ mol/L} \quad (4)$$

Na Tabela 2.5 são apresentadas as concentrações molares dos corantes presentes nas soluções corantes.

Tabela 2.5- Respostas esperadas para a terceira questão do relatório do Quadro 2.4

Corante	Massa molar (g/mol)	Amarelo Damasco		Azul Aniz		Verde Hortelã	
		Concentração		Concentração		Concentração	
		%	mol/L	%	mol/L	%	mol/L
Tartrazina (C ₁₆ H ₉ N ₄ Na ₃ O ₉ S ₂)	534,30	0,02	3,7 x 10 ⁻⁴	–	–	0,01	1,9 x 10 ⁻⁴
Indigotina (C ₁₆ H ₁₀ N ₂ O ₂)	262,27	–	–	0,004	1,5 x 10 ⁻⁴	–	–
Azul Brilhante (C ₃₇ H ₃₄ N ₂ Na ₂ O ₉ S ₃)	792,85	–	–	0,013	1,6 x 10 ⁻⁴	0,01	1,3 x 10 ⁻⁴

A questão 4 pergunta a diferença entre corantes artificiais e naturais. Os corantes artificiais são aqueles sintetizados em laboratório para substituir os corantes naturais. Eles são aditivos introduzidos nos alimentos apenas para conferir ou intensificar a cor e torná-los mais atrativos, sem apresentar nenhum valor nutritivo. Os corantes naturais são aqueles extraídos de fontes naturais como frutos e vegetais.

Na questão 5, solicita-se que seja feita uma pesquisa sobre possíveis corantes naturais que poderiam ser utilizados para substituir os corantes artificiais tartrazina e azul brilhante FCF.

Como resposta a esta pergunta, espera-se que o aluno relacione a cor de alimentos às cores amarela e azul. O açafrão-da-Índia contém a curcumina, um corante amarelo. Cores amarelas também podem ser obtidas a partir de compostos chamados carotenoides e que estão presentes na cenoura, pimentão e tomate. Já a coloração azul pode ser obtida diretamente a partir de mirtilos e do fruto verde de jenipapo. Ambas as cores, amarelo e azul, podem ser obtidas a partir do repolho roxo. O extrato apresentará coloração azul em pH em torno de 8 e amarela em pH próximo de 12, como pede ser observado na Figura 2.13



Figura 2.13- Coloração do extrato de repolho roxo em função do pH.

A questão 6 questiona por que a indústria de alimentos prefere utilizar corantes artificiais ao invés de naturais. Isso se deve ao fato de os corantes artificiais apresentarem maior poder de tingimento, ou seja, maior a capacidade de tingir o meio no qual se encontra disperso do que os corantes naturais. Além disso, os corantes artificiais apresentam maior uniformidade e estabilidade à luz, ao oxigênio, ao calor e ao pH, além de isenção de contaminação microbiológica e custo de produção relativamente baixo. Apesar dessas vantagens, sua substituição por corantes naturais tem sido gradativa.

Ainda na quarta aula, recomenda-se que o professor, após a discussão das questões com os estudantes, retome a situação problema apresentada no Quadro 2.1 para fazer um fechamento da atividade com os alunos.

1.8. Fontes das figuras

Figura 2.1- Adaptada de “WORLD HEALTH ORGANIZATION INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CÂNCER. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. **Some Aromatic Amines, Organic Dyes, and Related Exposures**. v. 99, Lyon, France: [s.n.], 706p, 2010”.

Figura 2.2- Adaptada de “MARTINS, G. B. C.; SUCUPIRA, R. R.; SUAREZ, P. A. Z. A química e as cores. **Rev. Virtual Quim.**, v. 7, n. 4, p. 1508-1534, 2015.”

Figura 2.3- Adaptada de “CARAMORI, G. F.; OLIVEIRA, K. T. Aromaticidade – Evolução histórica do conceito e critérios quantitativos. **Quim. Nova**, v. 32, n. 7, p. 1871-1884, 2009”.

”.

Figura 2.4- Montagem a partir do catálogo da Sigma Aldrich (<https://www.sigmaaldrich.com/catalog>).

Figura 2.5- Adaptada de “WORLD HEALTH ORGANIZATION INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CÂNCER. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. **Some Aromatic Amines, Organic Dyes, and Related Exposures**. v. 99, Lyon, France: [s.n.], 706p, 2010”.

Figura 2.6- Figura produzida pela autora.

Figura 2.7- Montagem da autora a partir de fotos dos rótulos dos corantes.

Figura 2.8- Adaptada de <https://gerenciamentodecor.wordpress.com/2016/02/20/cores-sistema-aditivo-e-substrativo/>.

Figura 2.9- Fotos registradas pela autora.

Figura 2.10- Fotos registradas pela autora.

Figura 2.11- Fotos registradas pela autora.

Figura 2.12- Fotos registradas pela autora.

Figura 2.13- Adaptada de <https://compoundchem.tumblr.com/>.

1.9. Bibliografia

ANVISA, Tabela de Aditivos. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/sistema-internacional-de-numeracao-de-aditivos-alimentares-ins.pdf>. Acesso em: 08 out. 2020.

BRASIL, Farmacopeia Brasileira, Agência Nacional de Vigilância Sanitária; Brasília: Anvisa, v. 2, 5ª ed., 546 p., 2010.

CARAMORI, G. F.; OLIVEIRA, K. T. Aromaticidade – Evolução histórica do conceito e critérios quantitativos. **Quim. Nova**, v. 32, n. 7, p. 1871-1884, 2009.

HUNGER, K.; Industrial Dyes: Chemistry, Properties, Applications. Hoechst, Frankfurt, Germany: WILEY-VCH, 2003.

MARTINS, G. B. C.; SUCUPIRA, R. R.; SUAREZ, P. A. Z. A química e as cores. **Rev. Virtual Quim.**, v. 7, n. 4, p. 1508-1534, 2015.

MASCARENHAS, M. S.; MARIANO K. A. S. M.; MONTEIRO A. A. Estudo da ressonância eletrônica das ligações químicas duplas alternadas por meio de modelos alternativos com embalagens de leites fermentados. 57º Congresso Brasileiro de Química. Gramado, RS. 23 a 27 de out. 2017. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2017/trabalhos.html>. Acesso em: 08 out. 2020.

PRADO, M. A.; GODOY, H. T. Corantes artificiais em alimentos, **Alim. Nutr.**, v.14, n.2, p. 237-250, 2003.

ROCHA, J. C. Cor luz, cor pigmento e os sistemas RGB e CMY. Disponível em: <https://www.belasartes.br/revistabelasartes/downloads/artigos/3/cor-luz-cor-pigmento-e-os-sistemas-rgb-e-cmy.pdf>. Acesso em: 08 out. 2020.

QUEIROZ, C. F.O. **Estudo sobre a intercalação dos corantes azul brilhante-FCF e azul de comassie G-250 em ácido desoxirribonucleico (DNA)**. 2007. 102 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2007.

WORLD HEALTH ORGANIZATION INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CÂNCER. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. **Some Aromatic Amines, Organic Dyes, and Related Exposures**. v. 99, Lyon, France: [s.n.], 706p, 2010.

Capítulo 3

Atividade 2: Como colorir cubos de açúcar?

3. Atividade 2: Como colorir cubos de açúcar?

3.1. Introdução teórica

A capilaridade ou ação capilar é a tendência de um líquido se movimentar para cima ou para baixo no interior de um tubo com diâmetro muito pequeno, denominado tubo capilar. O termo capilar é utilizado em alusão aos fios de cabelo que são muito finos. A capilaridade é uma consequência da tensão superficial dos líquidos. Ao introduzir-se uma das extremidades de um tubo capilar de vidro em um recipiente com água, observa-se o deslocamento da água tubo acima e, após algum tempo decorrido, há uma estabilização em uma determinada altura acima da superfície da água contida no recipiente. Se ao invés de água, o recipiente contiver mercúrio, este se estabiliza dentro do tubo capilar a uma distância abaixo do seu nível no recipiente. No primeiro caso, ocorreu uma ascensão capilar (Figura 3.1a) e no segundo, uma depressão capilar (Figura 3.1b). Além da natureza do líquido, a altura alcançada por este no interior do tubo capilar também dependerá do seu diâmetro.

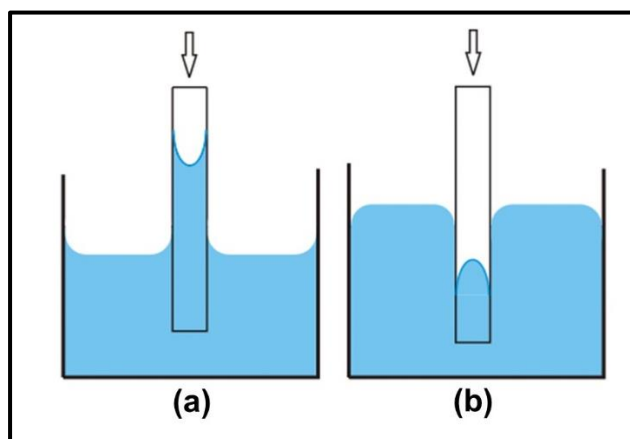


Figura 3.1- Representação dos fenômenos de: (a) ascensão capilar (menisco côncavo) e (b) depressão capilar (menisco convexo)

A superfície de um líquido comporta-se como uma membrana elástica porque as moléculas ou átomos da superfície são atraídas somente pelas existentes no interior do líquido, ao contrário destas que são atraídas em todas as direções (Figura 3.2). As forças de atração entre as moléculas ou átomos de um líquido são chamadas de forças de coesão e são responsáveis por mantê-las unidas. Além das

forças de coesão, há forças de adesão que ocorrem entre as moléculas ou átomos do líquido e as da superfície do recipiente que o contém. Assim, as forças de coesão são forças intermoleculares existentes entre as moléculas do líquido e as forças de adesão são aquelas existentes entre as moléculas do líquido e as do recipiente que o contém.

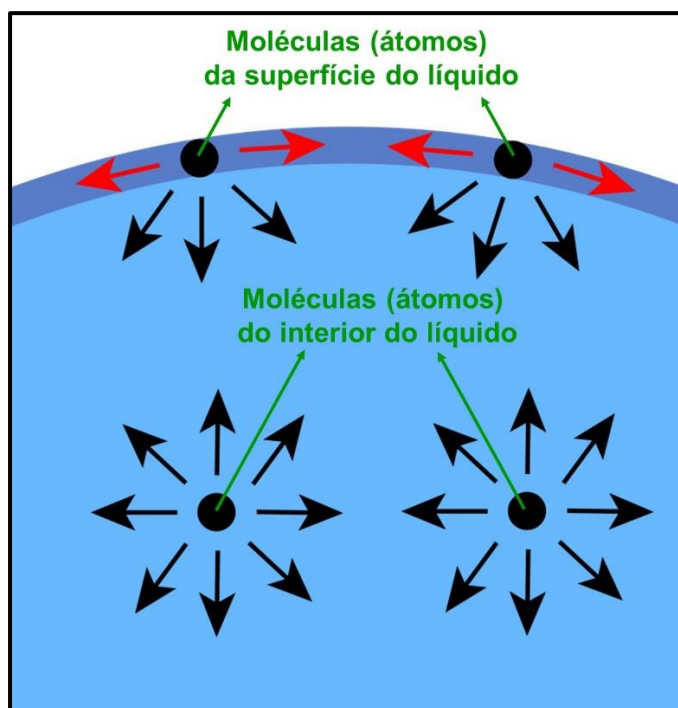


Figura 3.2- Representação das forças de coesão atuantes nas moléculas (átomos) da superfície do líquido e nas moléculas (átomos) do interior do líquido.

A formação de um menisco côncavo ou convexo em um líquido depende da relação entre as forças de coesão e adesão. No caso da água em um tubo de ensaio de vidro, as forças de adesão entre as moléculas da água e as paredes do tubo de ensaio são mais intensas do que as de coesão na própria água, fazendo com que as moléculas de água adiram ao tubo de ensaio, formando um menisco côncavo (Figura 3.1a). Neste caso, diz-se que a água tem a tendência de molhar a superfície do vidro e observa-se a elevação do líquido no tubo capilar (Figura 3.1a).

Em se tratando do mercúrio em um tubo de ensaio de vidro, as forças de coesão entre os átomos do metal são mais intensas do que as de adesão entre o mercúrio e o vidro, fazendo com que o mercúrio se afaste do tubo de ensaio,

formando um menisco convexo (Figura 3.1b). Neste caso, diz-se que o mercúrio tende a não molhar a superfície do vidro e há uma depressão capilar (Figura 3.1b).

A tendência de um líquido aderir ou não em uma superfície sólida pode ser quantificada pelo ângulo de contato (θ), como mostra a Figura 3.3. Esse ângulo é medido entre a superfície e a reta tangente à superfície do líquido no ponto de contato entre o líquido e a superfície. Para meniscos côncavos, θ encontra-se compreendido entre 0 e 90° (Figura 3.3(a)), enquanto que para meniscos convexos, θ encontra-se entre 90° e 180° (Figura 3.3(b)). Quanto mais intensas as forças de adesão entre a superfície e o líquido em relação às forças de coesão, menor será o valor de θ .

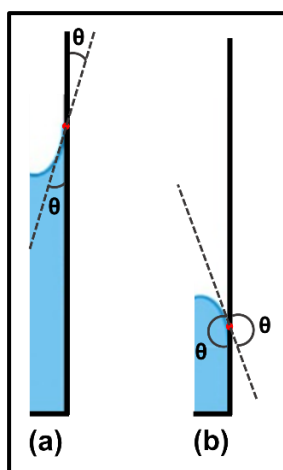


Figura 3.3- Ângulo de contato para: (a) menisco côncavo ($\theta < 90^\circ$) e (b) menisco convexo ($90^\circ < \theta < 180^\circ$). Os pontos de contato entre o líquido e a superfície estão indicados em vermelho e as retas tangentes à superfície do líquido, pelas linhas tracejadas.

As moléculas de água são mantidas unidas por meio de ligações de hidrogênio, conforme representado na Figura 3.4. Quando em contato com o vidro, cujo principal constituinte é o óxido de silício (SiO_2), elas também são capazes de formar ligações de hidrogênio com ele (Figura 3.4). São estas ligações que explicam porque a água tem a tendência de molhar o vidro, resultando na formação de um menisco côncavo.

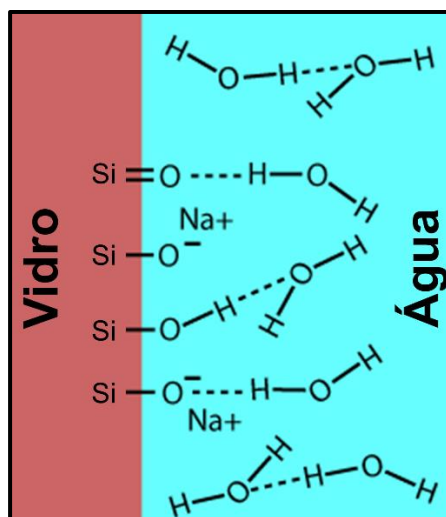


Figura 3.4- Interações químicas entre as moléculas de água e entre as moléculas de água e a superfície do vidro. As linhas tracejadas indicam as ligações de hidrogênio.

A molhabilidade é a capacidade que um líquido tem de molhar uma superfície sólida com a qual está em contato. Ela é inversamente proporcional ao ângulo de contato, ou seja, quanto menor o valor do ângulo de contato, maior a molhabilidade do líquido para uma determinada superfície sólida. O ângulo de contato (θ) também pode ser avaliado observando-se o comportamento de uma ou mais gotas do líquido depositadas em uma superfície sólida (Figura 3.5). O líquido poderá se espalhar completamente pela superfície, formando um filme ou assumir um formato semiesférico. Se θ igual a 0° , o líquido molha totalmente a superfície e se θ igual a 180° , diz que não há adesão entre a superfície sólida e o líquido. Se $0^\circ < \theta < 90^\circ$, considera-se que o líquido molha o sólido e se $90^\circ < \theta < 180^\circ$, diz-se que o líquido não molha o sólido (Figura 3.5).

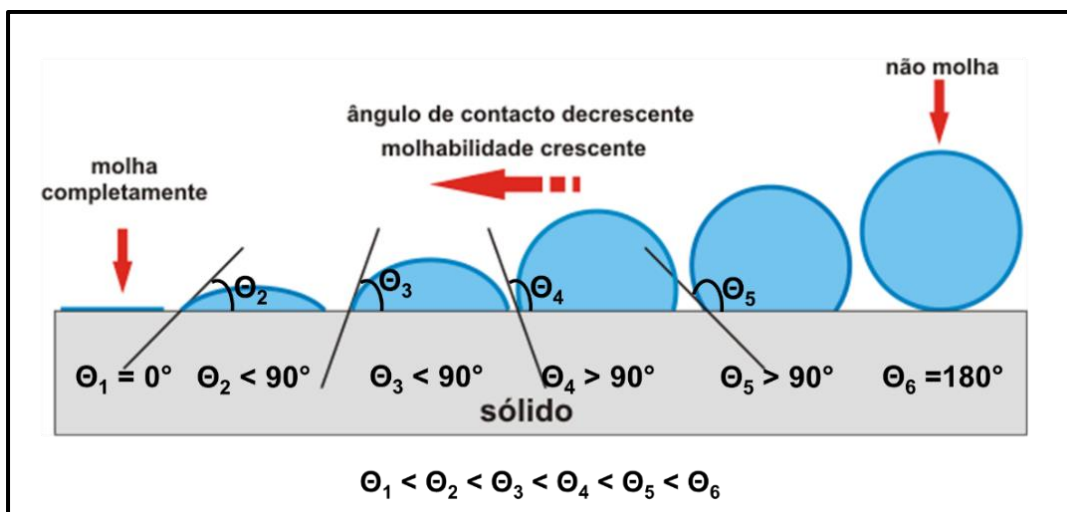


Figura 3.5- Relação entre a molhabilidade e o ângulo de contato.

Sólidos porosos são facilmente penetrados por líquidos, sendo que seus poros se comportam como um conjunto de tubos capilares por onde os líquidos caminham. Considerando que os poros geralmente são muito estreitos, a subida do líquido, observada quando se introduz verticalmente a extremidade de um papel de filtro em um recipiente com água ou etanol, pode atingir a altura máxima do papel (Figura 3.6). A capilaridade é responsável pelo deslocamento do líquido sobre a superfície do papel.

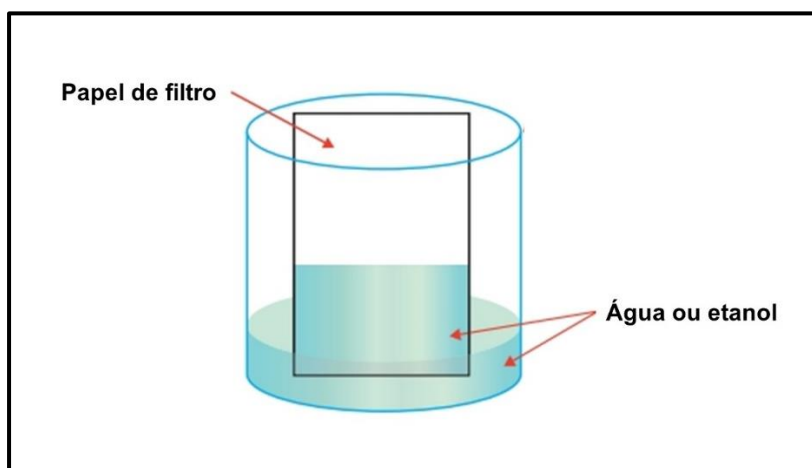


Figura 3.6- Representação do fenômeno de capilaridade em um papel de filtro introduzido em um recipiente com água ou etanol.

A capilaridade também explica o deslocamento ascendente: (a) da seiva bruta (água e sais minerais) da raiz às folhas dos vegetais (Figura 3.7a); (b) do

combustível pelo pavio da lamparina para alimentar a chama (Figura 3.7b); (c) do café pelo biscoito (Figura 3.7c) e (d) da umidade pelas paredes de uma casa, quando não é feita uma impermeabilização adequada do solo (Figura 3.7d).

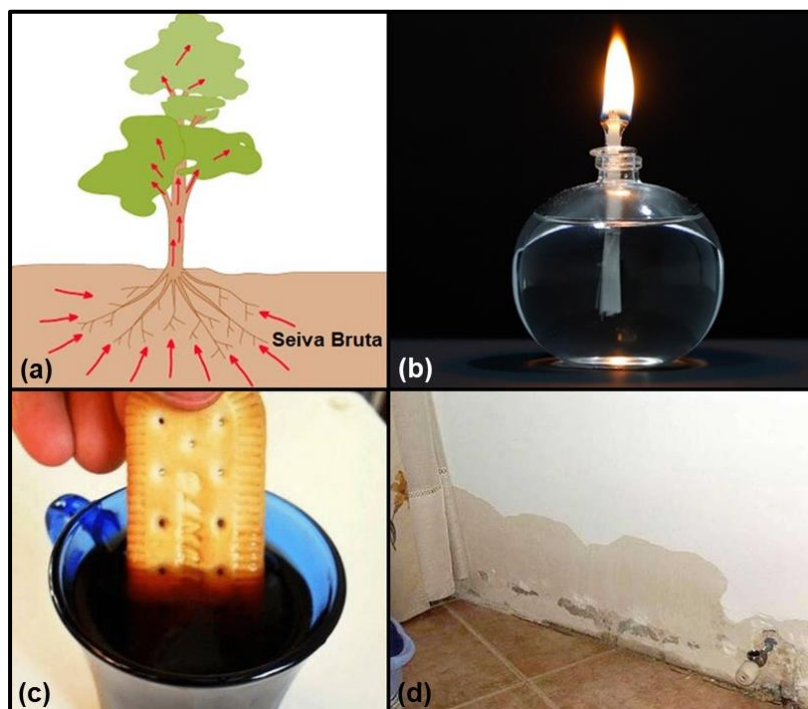


Figura 3.7- Fenômeno de capilaridade ocorrendo: (a) nas plantas; (b) na lamparina; (c) no biscoito mergulhado no café e (d) na parede de uma casa.

3.2. Objetivos

Esta atividade tem como objetivo apresentar o fenômeno de capilaridade aos alunos do 3º ano do Ensino Médio, cuja compreensão é necessária para a abordagem do tema da próxima atividade, que é a técnica de cromatografia. O fenômeno será abordado a partir de um experimento que tem como objetivo colorir cubos de açúcar.

3.3. Conteúdos

A proposta desta sequência didática contextualiza e contempla a abordagem dos seguintes conteúdos:

- capilaridade;
- forças intermoleculares (forças de coesão);
- forças atrativas entre sólidos e líquidos (forças de adesão);
- solubilidade.

3.4. Turma

Recomenda-se a aplicação da atividade aos alunos do 3º ano do Ensino Médio após a atividade 1, apresentada no capítulo anterior. Esta atividade também pode ser aplicada de forma isolada, caso o professor tenha interesse em abordar apenas o fenômeno da capilaridade.

3.5. Tempo estimado

Recomenda-se a utilização de três aulas: uma aula para a aplicação da avaliação diagnóstica, introdução do tema capilaridade a partir da discussão das questões da avaliação diagnóstica e orientação do experimento a ser realizado; uma aula para realização e discussão do experimento realizado e apresentação do relatório aos estudantes e uma aula para dar um feedback do relatório aos estudantes.

3.6. Experimento

3.6.1. Problematização

No início do experimento, sugere-se que o professor apresente aos alunos a situação-problema do Quadro 3.1, de forma a mediar uma discussão entre eles com o objetivo de propor soluções ao problema apresentado.

Quadro 3.1- Proposta de problematização para a atividade: “Como colorir cubos de açúcar?”

A mãe de Clara tinha um novo desafio. Desta vez, o cliente solicitou que ela fizesse uma bandeira estilizada do Brasil com cubos de açúcar para ficar sobre a mesa da festa, na frente do bolo. Para isso, ela solicitou que Clara propusesse uma forma prática para colorir os cubos de açúcar uniformemente nas cores amarela, azul e verde. Vocês poderiam auxiliar Clara em mais este desafio?

3.6.2. Materiais necessários

Os materiais necessários para a realização do experimento são:

- soluções de corantes alimentícios de diferentes cores (preferencialmente amarelo, azul e verde);
- cubos de açúcar;
- pratos descartáveis;
- conta-gotas;
- uma seringa descartável de capacidade mínima de 5 mL;
- copos descartáveis;
- álcool 70° INPM (Instituto Nacional de Pesos e Medidas - 70% p/p).

Potes de cubos de açúcar podem ser facilmente comprados em supermercados (Figura 3.8).

Sugere-se que o experimento seja realizado em grupo (5 alunos por grupo, como sugerido na atividade anterior) para que os integrantes possam discutir sobre ele, podendo ser mantido o mesmo grupo da atividade anterior.

Recomenda-se que cada grupo receba dois cubos de açúcar e um prato descartável.



Figura 3.8- Cubos de açúcar para serem utilizados no experimento.

3.6.3. Parte experimental

Para garantir o bom andamento do experimento, os cubos de açúcar devem estar secos. Para isso, basta manter o pote com os cubos (Figura 3.8) bem fechado após aberto.

Após cada grupo receber dois cubos de açúcar, um prato descartável e um conta gotas, o professor deverá apresentar a situação-problema (Quadro 3.1) aos alunos e conduzir uma discussão para estabelecer uma ou mais estratégias de resolução da situação-problema proposta.

Há duas formas de colorir os cubos de açúcar, gotejando corante pela parte superior dos cubos ou adicionando algumas gotas em um prato e colocando os cubos sobre a solução de corante. Nas duas formas, a absorção da solução de

corante pelo cubo ocorre devido à ação capilar, ou seja, ao deslocamento da solução (descida ou subida) pelos poros dos cubos de açúcar que se comportam como tubos capilares. A diferença nas duas situações é que na descida da solução corante pelo cubo de açúcar, a ação capilar acontece no mesmo sentido da força de gravidade, que auxilia o deslocamento da solução pelo cubo enquanto que na subida, a ação capilar atua no sentido contrário à gravidade, indicando que a ação capilar é capaz de superar a força da gravidade.

Após conduzir uma discussão com os alunos e estabelecer as estratégias para colorir os cubos de açúcar, a professora pode atribuir a cada grupo uma condução diferente do experimento. Um grupo pode realizar o experimento com a solução corante verde, adicionando as gotas pela parte superior do cubo e outro grupo pode utilizar a mesma solução, porém colocando o cubo de açúcar sobre a solução corante gotejada no prato. Outros quatro grupos podem ficar responsáveis pelas soluções corantes azul e amarela.

Na Figura 3.9 são apresentadas fotos do experimento realizado para colorir os cubos de açúcar por meio da adição das soluções corantes, sem diluição, pela parte superior dos cubos. Para colori-los completamente foram necessárias de 5 a 8 gotas.



Figura 3.9- Colorindo os cubos de açúcar pela adição das soluções corantes Amarelo Damasco, Azul Aniz e Verde Hortelã da marca Junco® pela parte superior dos cubos.

Na Figura 3.10 são apresentadas fotos do experimento realizado para colorir os cubos de açúcar por meio da adição das soluções corantes, sem diluição, em um prato, seguida da introdução dos cubos sobre as soluções. Neste caso, para colorir os cubos foram necessárias de 10 a 15 gotas de corante, aplicadas em duas etapas, além de ser necessário virar os cubos para garantir a completa coloração dos

mesmos. Como pode ser observado na Figura 3.10, após certo tempo, os cubos começam a se dissolverem, uma vez que o açúcar é solúvel em água. A coloração dos cubos de açúcar pela adição de gotas da solução corante na parte inferior do cubo de açúcar necessitou de um número maior de gotas de corante do que para a coloração dos cubos adicionando a solução corante pela parte superior dos cubos o que pode ter contribuído para a mais rápida solubilização do cubo de açúcar.

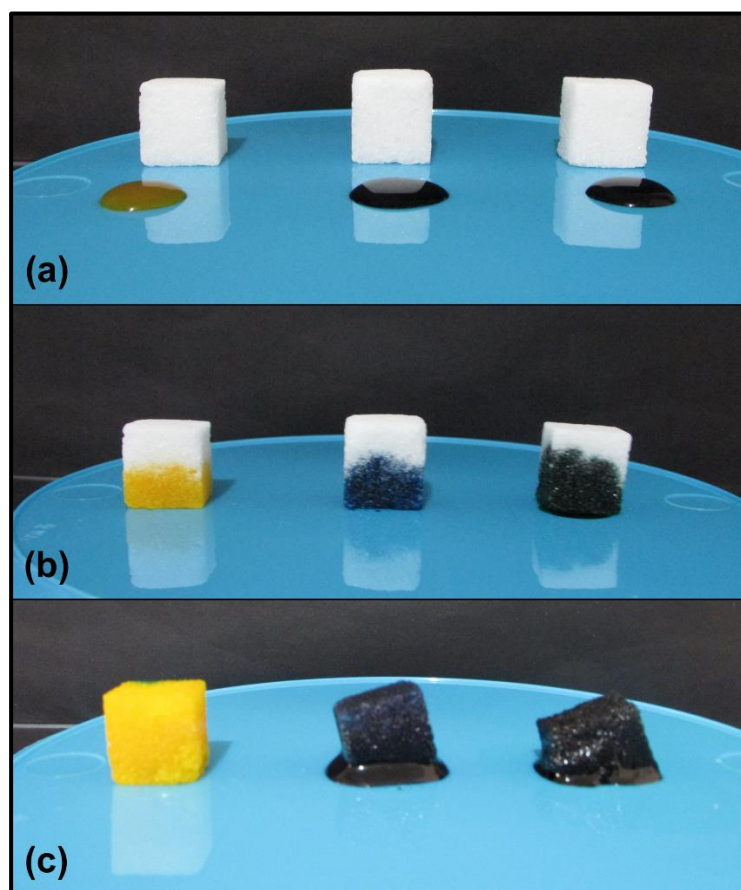


Figura 3.10- Colorindo os cubos de açúcar pela introdução das soluções corantes Amarelo Damasco, Azul Aniz e Verde Hortelã da marca Junco® pela parte inferior dos cubos.

Para economizar as soluções corantes, é possível diluir as mesmas. A diluição recomendada é 1 gota de corante para 5 mL de solvente. O solvente pode ser a própria água ou álcool 70° INPM. Como observado nos rótulos das soluções corantes, elas apresentam etanol na sua composição, mas provavelmente a concentração é inferior à da água, resultando em um percentual inferior a 70% p/p. Realizando o experimento com as soluções corantes diluídas em álcool 70° INPM

foi necessária um número maior de gotas (20 gotas quando a solução corante é adicionada na parte inferior do cubo) para garantir a completa coloração dos cubos de açúcar, no entanto, não se observou a dissolução dos cubos de açúcar, conforme pode-se observar na Figura 3.10, devido a sua menor solubilidade em etanol.

Para preparar as diluições, além do conta-gotas sugere-se utilizar uma seringa para a medida de água ou etanol. As diluições podem ser preparadas em copos descartáveis.

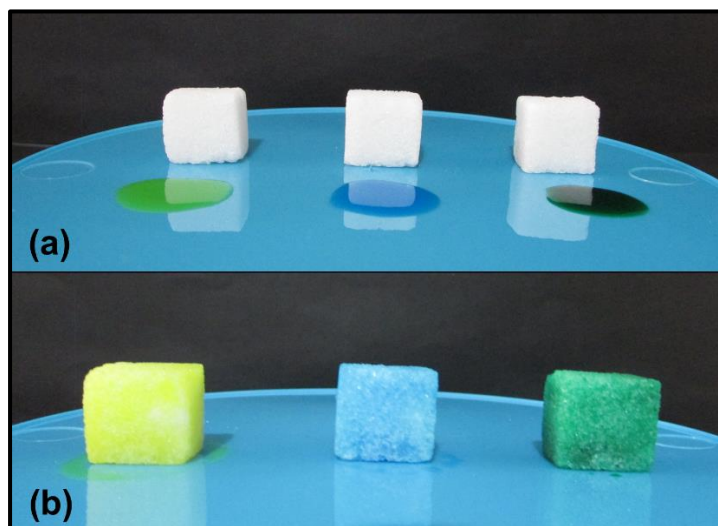


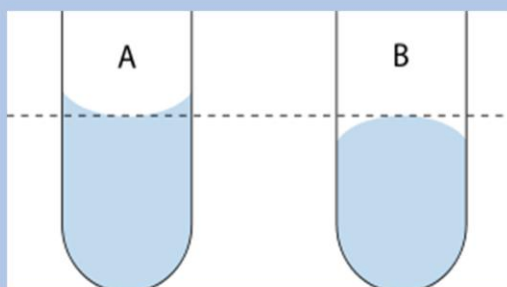
Figura 3.11- Colorindo os cubos de açúcar pela introdução das soluções corantes Amarelo Damasco, Azul Aniz e Verde Hortelã da marca Junco[®] diluídas na proporção 1 gota de corante para 5 mL de álcool 70° INPM pela parte inferior dos cubos.

3.7. Proposta de condução da atividade

Na primeira aula, recomenda-se que o professor aplique uma avaliação diagnóstica com o objetivo de verificar se os alunos possuem algum conhecimento prévio sobre os conteúdos a serem abordados no experimento. No Quadro 3.2 é apresentada uma sugestão de avaliação diagnóstica. Por conta do tempo, caso o professor ache interessante, pode aplicar a avaliação em uma aula que antecede a de explicação do conteúdo e realização do experimento.

Quadro 3.2- Avaliação diagnóstica (Atividade 2)

- 1) Quando introduzimos a extremidade de um papel de filtro em um líquido (água ou álcool por exemplo) contido em um recipiente, observamos que com o passar do tempo o líquido percorre o papel no sentido contrário ao da gravidade, conforme ilustrado na Figura 3.6. Você sabe explicar porque isso acontece?
- 2) Você conseguiria citar exemplos de situações do cotidiano ou da natureza que se baseiam no fenômeno mostrado no item anterior?
- 3) Observe a figura abaixo, em que os líquidos A e B estão contidos em tubos de ensaio de vidros. Você sabe explicar porque a forma dos meniscos nos dois líquidos é diferente?



A seguir iremos apresentar as respostas que são esperadas para cada pergunta do Quadro 3.2.

A resposta esperada para a questão 1 da avaliação diagnóstica (Quadro 3.2) é que o papel é capaz de absorver a água ou álcool por meio da ação capilar, que consiste no movimento do líquido pelos poros do papel. No exemplo do exercício em questão, a ação capilar é capaz de superar a ação da gravidade e o líquido se desloca no sentido contrário a ela.

Na Figura 3.7 foram apresentados alguns exemplos de capilaridade que poderiam ser citados pelos estudantes para responder à questão 2 (Quadro 3.2) da

avaliação diagnóstica. Os exemplos são: o deslocamento ascendente da seiva bruta (água e sais minerais) da raiz às folhas dos vegetais (Figura 3.7a); o deslocamento do combustível pelo pavio da lamparina para alimentar a chama (Figura 3.7b); o deslocamento do café pelo biscoito (Figura 3.7c) e o deslocamento da água pelas paredes de uma casa, quando não é feita uma impermeabilização adequada do solo (Figura 3.7d).

Na questão 3 da avaliação diagnóstica, esperava-se que o estudante respondesse que no tubo de ensaio A, as forças entre a parede do tubo e as moléculas/átomos do líquido (forças de adesão) são mais intensas que as forças entre as moléculas/átomos do líquido (forças de coesão) o que faz com que o líquido seja capaz de molhar a superfície com a qual está em contato, resultando em um menisco côncavo. No tubo de ensaio B, ao contrário do A, as forças de coesão entre as moléculas/átomos do líquido são mais intensas do que as forças de adesão entre a parede do tubo de ensaio e as moléculas/átomos do líquido, fazendo com que o líquido tenha baixa adesão à superfície, resultando em um menisco convexo.

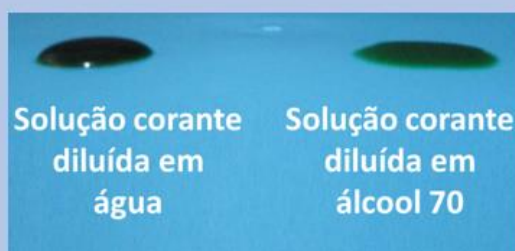
Ainda na primeira aula, o professor pode introduzir o tema capilaridade. Recomenda-se que a apresentação introdutória dos conteúdos seja feita a partir da discussão das questões da avaliação diagnóstica. Nesta aula também recomenda-se que seja realizada a apresentação do experimento e a situação-problema mostrada no Quadro 3.1.

Na segunda aula, recomenda-se que seja realizado o experimento e após isso, uma discussão do que foi observado, além de uma apresentação e orientação do relatório que deverá ser respondido pelos alunos. O relatório proposto é apresentado no Quadro 3.3 e, na sequência, as respostas esperadas para cada questão.

Na primeira questão do relatório (Quadro 3.3), espera-se uma resposta parecida com a esperada para a questão 1 da avaliação diagnóstica (Quadro 3.2). A única diferença é que o sólido por onde o líquido irá se deslocar na questão do relatório é o cubo de açúcar ao invés do papel. Assim, a solução percorre o tubo de açúcar devido à capilaridade.

Quadro 3.3- Relatório sobre o experimento realizado (Atividade 2)

- 1) Explique porque a solução de corante é capaz de percorrer o cubo de açúcar.
- 2) Se você pudesse dar um conselho à Clara sobre como colorir os cubos de açúcar, o que você sugeriria? Qual forma recomendaria que a solução corante fosse adicionada? Qual solvente recomendaria como diluente: água ou álcool 70° INPM? Explique sua resposta.
- 3) Na figura abaixo, observa-se a solução corante Verde Hortelã diluída em água (à esquerda) e diluída em álcool 70° INPM (à direita) em uma superfície azul de poliestireno (PS). Explique porque o aspecto das duas soluções em contato com a superfície é diferente.



- 4) Qual seria o problema se Clara optasse por colorir os cubos utilizando a solução aquosa? E se optasse pela solução diluída com álcool 70° INPM?

A questão 2 (Quadro 3.3) deve ser respondida considerando as observações de todos os grupos e a discussão realizada com a turma sobre o experimento. A adição da solução corante pela parte superior dos cubos deve resultar numa coloração mais uniforme utilizando um menor número de gotas, por isso esta deve ser provavelmente a melhor forma para colorir os cubos. Além disso, pensando na situação-problema proposta e na coloração de um número maior de cubos nas cores verde, amarela e azul, é possível sugerir que os tubos que serão coloridos

com uma determinada cor sejam colocados empilhados, na forma de uma pirâmide por exemplo, como indicado na Figura 3.12, para economizar tempo e solução corante no processo de coloração dos cubos.



Figura 3.12- Adição de solução corante pela parte superior de cubos de açúcar empilhados na forma de uma pirâmide. No exemplo foram utilizadas soluções corantes de diferentes tonalidades para produzir o efeito observado.

Com relação ao solvente mais adequado para colorir os cubos de açúcar, o etanol 70° INPM é uma opção melhor do que a água pois a solubilidade da sacarose em etanol (0,9 g/100 g de álcool) é menor do que sua solubilidade em água (204 g/100 g de H₂O a 20° C). Assim, quando se utiliza o álcool 70° INPM como diluente, não se observa a dissolução do açúcar, o que ocorre em água. O açúcar se dissolve bem na água porque ela é um solvente muito polar e interage com as regiões polares da sacarose enquanto que a região apolar do etanol (CH₃CH₂-) é responsável pela baixa solubilidade do açúcar no álcool.

Na questão 3, observa-se que a solução etanólica de corante apresenta maior molhabilidade para a superfície do poliestireno do que a solução aquosa, uma vez que o ângulo de contato θ é menor para a solução etanólica do que para a solução alcóolica, e quanto menor o ângulo de contato, maior a molhabilidade conforme mostrado na Figura 3.5. Essa diferença de comportamento pode ser explicada considerando a tensão superficial dos dois líquidos. A tensão superficial γ da água a 20 °C é 0,0728 N/m, enquanto que a do etanol é 0,0223 N/m. A menor tensão superficial do líquido contribui para que ele se espalhe mais pela superfície

do sólido. Quando se compara o comportamento da água e do mercúrio ($\theta = 180^\circ$) sobre uma superfície sólida, observa-se que este último tem a tendência de não aderir à superfície o que corrobora com o fato de sua tensão superficial ser maior do que a da água (0,465 N/m).

A questão 4 é uma questão que exige maior reflexão do aluno. Com relação à utilização da água como diluente, o problema estaria relacionado à dissolução dos cubos de açúcar. Quando se opta pela utilização da solução etanólica para colorir os cubos de açúcar, o problema é a utilização do álcool 70° INPM, o qual não é apropriado para consumo. Neste caso os cubos de açúcar coloridos teriam uma finalidade apenas decorativa. O teor de álcool nas bebidas que o contém varia de 5% na cerveja até 40% no uísque, vodka e pinga, ou seja, o teor de álcool nestas bebidas é bem inferior a 70%.

Na terceira e última aula, recomenda-se que o professor discuta as questões do relatório com os estudantes. Esta discussão deve ocorrer após a entrega dos relatórios pelos estudantes e, se possível, após eles terem sido corrigidos. Em seguida, para finalizar a atividade, recomenda-se que o professor retome a situação-problema conduzindo os estudantes para que elaborem uma resposta considerando tudo o que foi realizado e discutido.

3.8. Fontes das figuras

Figura 3.1- <https://www.alfaconnection.pro.br/fisica/fisicoquimica/tensao-superficial/capilaridade/>

Figura 3.2- Adaptada de https://pt.wikipedia.org/wiki/Tens%C3%A3o_superficial

Figura 3.3- Imagem produzida pela autora

Figura 3.4- Adaptada de http://www.scienceisart.com/B_Waves/ForceScale/ForceScale.html

Figura 3.5- Adaptada de <https://www.alfaconnection.pro.br/fisica/fisicoquimica/tensao-superficial/conceitos-basicos/>

Figura 3.6- Adaptada de <https://www.indagacao.com.br/2019/11/enem-2019-questao-131.html>

Figura 3.7a- <https://ussromantics.com/2018/02/05/how-do-trees-transport-water-such-long-distances-part-2-the-mechanism-remains-a-mystery-to-me/>

Figura 3.7b- <https://www.velasiesusdecor.com.br/produto/lamparina-em-vidro/>

Figura 3.7c- <https://me.me/i/sou-da-geracao-que-molha-o-biscoito-no-caf%C3%A9-sempre-9754403>

Figura 3.7d- <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=36&Cod=1802>

Figura 3.8- Foto da autora.

Figura 3.9- Foto da autora.

Figura 3.10- Foto da autora.

Figura 3.11- Foto da autora.

Figura 3.12- <https://www.stillplayingschool.com/2014/08/color-sugar-cubes.html>

3.9. Bibliografia

OPENSTAX COLLEG. Cohesion and Adhesion in Liquids: Surface Tension and Capillary Action. **Connexions module: m42197**. Versão revisada: 2018. Disponível em: <http://cnx.org/content/m42197/1.5/>. Acesso em: 04 jul. 2021.

PARANHOS, A.; VECHIA, D.; BELTRAME, M. Capilaridade: Um fenômeno de superfície com aplicações cotidianas. XXII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica. UNIVAP. 2008. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2008/anais/arquivosINIC/INIC1653_01_O.pdf. Acesso em: 07 jul. 2020.

SANTOS FILLHO, E. **Avaliação da molhabilidade e das texturas de superfícies nanoestruturadas através da ebulição em piscina de nanofluido**. 2017. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2017.

Universidade Federal de Juiz de Fora. Prática nº 5.11 – Ascensão de corantes em matriz de papel. Disponível em: https://www.ufjf.br/fisiologiavegetal/files/2018/07/5_11-Ascen%c3%a7%c3%a3o-de-Corantes-em-Matriz-de-Papel.pdf. Acesso em: 07 jul. 2020.

<https://www.alfaconnection.pro.br/fisica/fisicoquimica/tensao-superficial/capilaridade/>. Acesso em: 04 jul. 2021.

<http://www.leb.esalq.usp.br/leb/aulas/lce200/Cap7.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2021.

<https://conceito.de/capilar>. Acesso em: 04 jul. 2021.

http://www.wmasd.org/UserFiles/Servers/Server_444330/File/Parents/Teacher%20Web%20Pages/jsickles/hc2nech13.pdf. Acesso em: 04 jul. 2021.

www.ajm.lk/n30kv6/a9e1ae-sucrose-solubility-in-ethanol. Acesso em: 04 jul. 2021.

https://learningcenter.nsta.org/products/symposia_seminars/ACS/files/TheWaterMoleculeandDissolving_3-18-2013.pdf. Acesso em: 04 jul. 2021.

<https://www.indagacao.com.br/2019/11/enem-2019-questao-131.html>. Acesso em: 04 jul. 2021.

Capítulo 4

Atividade 3: É possível separar os corantes tartrazina e azul brilhante FCF?

4. Atividade 4: É possível separar os corantes tartrazina e azul brilhante FCF?

4.1. Introdução teórica

A cromatografia é uma técnica utilizada para separar os componentes de uma mistura, baseada na distribuição diferencial dessas substâncias entre duas fases: a estacionária e a móvel. A fase estacionária pode ser um sólido ou um líquido disposto sobre um suporte sólido com grande área superficial e a fase móvel pode ser gasosa, líquida ou ainda um fluido supercrítico. No processo cromatográfico, a fase móvel se desloca sobre a fase estacionária, arrastando consigo os diversos componentes da mistura.

A separação dos componentes de uma mistura por meio de um sistema cromatográfico dependerá das interações que ocorrem entre esses componentes e as fases estacionária e móvel.

A cromatografia em papel (Figura 4.1) é uma técnica de partição líquido-líquido que se baseia na diferença de solubilidade dos constituintes de uma amostra entre duas fases imiscíveis, sendo uma delas a água presente no papel de filtro. Este é constituído por celulose e é capaz de absorver até 22% de água. É a água absorvida no papel que atua como fase estacionária líquida e que interage com a fase móvel, também líquida. Neste tipo de cromatografia, a amostra é aplicada sobre uma linha que está cerca de 2 cm acima da base do papel, que recebe o nome de linha de base. Em seguida, o papel é suspenso em uma câmara de cromatografia contendo a fase móvel que se desloca por capilaridade pelo papel. Então, os componentes da amostra são retidos de forma seletiva no papel de acordo com suas diferentes partições nas duas fases. A tira de papel assim desenvolvida é chamada de cromatograma.

As manchas dos componentes coloridos da amostra separados no papel são visíveis em alturas diferentes em relação à linha de base do cromatograma. A altura atingida pela fase móvel pode ser definida por uma linha chamada de linha de frente do solvente. Ela deve ser marcada levemente com um lápis assim que se retira o papel da câmara cromatográfica. A adsorção relativa de cada componente da

amostra é expressa em termos de seu fator de retenção (R_f), definido como a razão entre a distância percorrida pelo componente da amostra desde a linha de base até o centro da mancha (d_s) e a distância percorrida pela fase móvel desde a linha de base até a linha de frente do solvente (d_m), como indicado na equação 4.1.

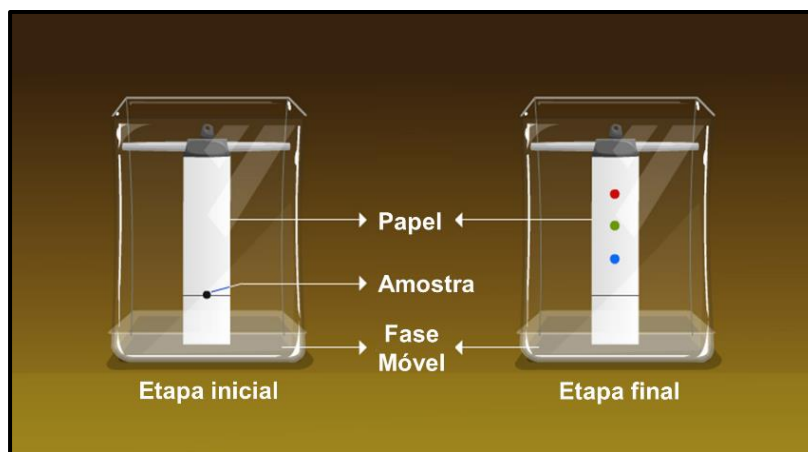


Figura 4.1- Imagem representativa da cromatografia em papel.

$$R_f = \frac{d_s}{d_m} \quad (4.1)$$

O fator de retenção ou valor R_f é aplicado na cromatografia para tornar a técnica mais científica do que uma mera análise. Quanto maior o valor de R_f , maior a afinidade do componente da amostra pela fase móvel e, quanto menor R_f , maior a afinidade do componente pela fase estacionária. Na Figura 4.2 é representado um cromatograma e ilustrado o cálculo de R_f para cada componente da amostra. Quanto maior o R_f , mais o componente da amostra tem polaridade semelhante à da fase móvel e quanto menor R_f , o componente tem polaridade semelhante à da fase estacionária.

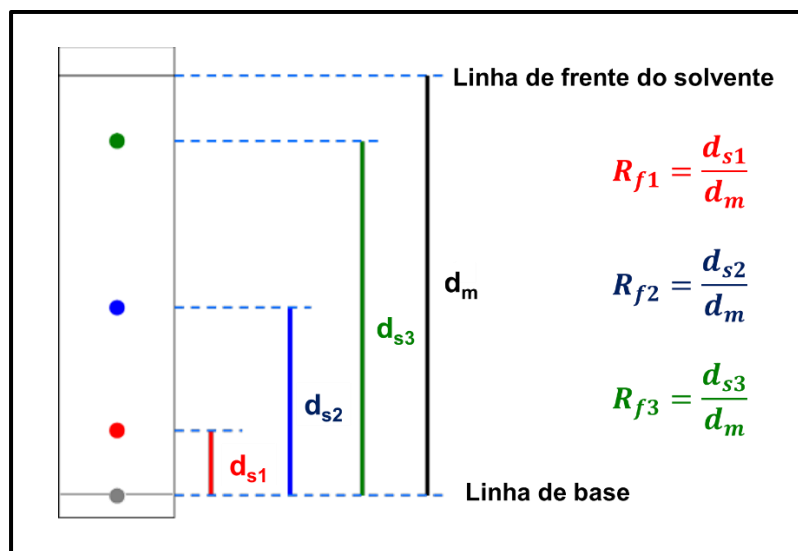


Figura 4.2- Representação de um cromatograma mostrando a equação para o cálculo dos valores de R_f para cada mancha que representa um componente da amostra analisada.

4.2. Objetivos

Esta atividade tem como objetivo separar dois corantes presentes em uma solução por meio da cromatografia em papel e discutir com os alunos os conteúdos químicos envolvidos nesta separação.

4.3. Conteúdos

A atividade prática investigativa proposta neste capítulo permite abordar os seguintes conteúdos químicos:

- interações intermoleculares;
- polaridade;
- funções orgânicas.

4.4. Turma

Recomenda-se a aplicação da atividade aos alunos do 3º ano do Ensino Médio após a atividade 2, apresentada no capítulo anterior. Esta atividade também pode ser aplicada de forma isolada, caso o professor tenha interesse em abordar somente a cromatografia.

4.5. Tempo estimado

Recomenda-se a utilização de três aulas: uma aula para a aplicação da avaliação diagnóstica, introdução do tema cromatografia a partir da discussão da questão da avaliação diagnóstica e orientação do experimento a ser realizado; uma aula para realização e discussão do experimento realizado e apresentação do relatório aos estudantes e uma aula para dar um feedback do relatório aos estudantes.

4.6. Experimento

4.6.1. Problematização

No início do experimento, sugere-se que o professor apresente aos alunos a situação-problema do Quadro 4.1 e inicie uma discussão para levantar hipóteses para solucionar a situação-problema.

Quadro 4.1- Proposta de problematização para a atividade: “É possível separar os corantes tartrazina e azul brilhante FCF?”

Clara era apaixonada pela Química. Desde o momento em que ajudou a sua mãe a colorir um merengue de verde, misturando as soluções corantes amarela e azul para resultar em uma solução verde, uma dúvida a intrigava: se ao misturar duas soluções corantes, obtém-se uma solução de cor diferente das originais, seria possível separar os componentes coloridos de uma solução corante? Você poderia auxiliar Clara a responder esta pergunta?

4.6.2. Materiais necessários

Os materiais necessários para a realização do experimento são:

- solução corante verde;
- palito de dente;
- álcool 46,2° INPM;
- álcool 70° INPM;
- 1 seringa descartável de capacidade 20 mL;
- copos descartáveis;
- filtros de papel utilizados para o preparo de café;
- 1 canudo;
- 1 lápis;
- 1 recipiente para simular a câmara cromatográfica.

4.6.3. Parte experimental

Para a realização do experimento recomenda-se que sejam testadas quatro fases móveis: (1) 20 mL de álcool 46,2° INPM; (2) mistura de 20 mL de álcool 46,2° INPM com 10 mL de vinagre de álcool; (3) 20 mL de álcool 70° INPM e (4) mistura de 20 mL de álcool 70° INPM com 10 mL de vinagre de álcool. Para a preparação das misturas e transferência das fases móveis para o recipiente onde as cromatografias serão realizadas, pode-se empregar uma seringa de 20 mL.

Os filtros de papel devem ser recortados na forma de um retângulo de 14 cm de altura e 3 cm de largura (Figura 4.3). Com o auxílio de um lápis, deve-se fazer uma linha a 2 cm de distância de uma das bases do retângulo (linha de base do solvente), onde se dará a aplicação da amostra (corante Verde Hortelã) no centro com o auxílio de um palito de dente, como pode ser observado na Figura 4.3.

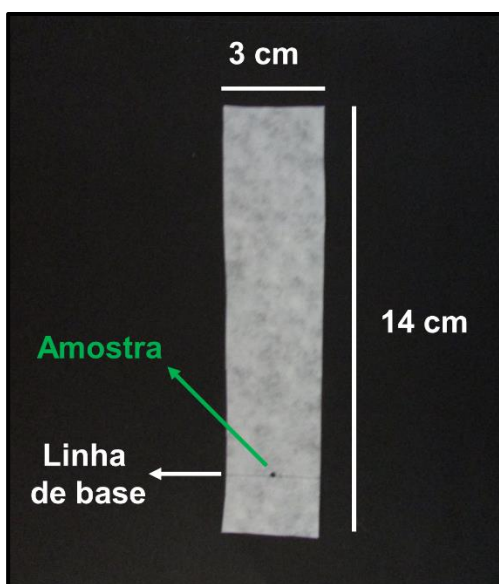


Figura 4.3- Representação de um filtro de papel recortado nas dimensões apropriadas para a utilização em cromatografia em papel. São indicadas a linha de base do solvente e o ponto de aplicação da amostra de corante verde.

Em seguida o papel deve ser fixado em um canudo como mostrado na Figura 4.4 e introduzido no recipiente que desempenhará a função de câmara cromatográfica, tomando cuidado para que seja colocado em contato com a fase

móvel, mas garantindo que a fase móvel não atinja a linha de base. Após certo tempo, serão obtidos os cromatogramas como mostrado na Figura 4.4.

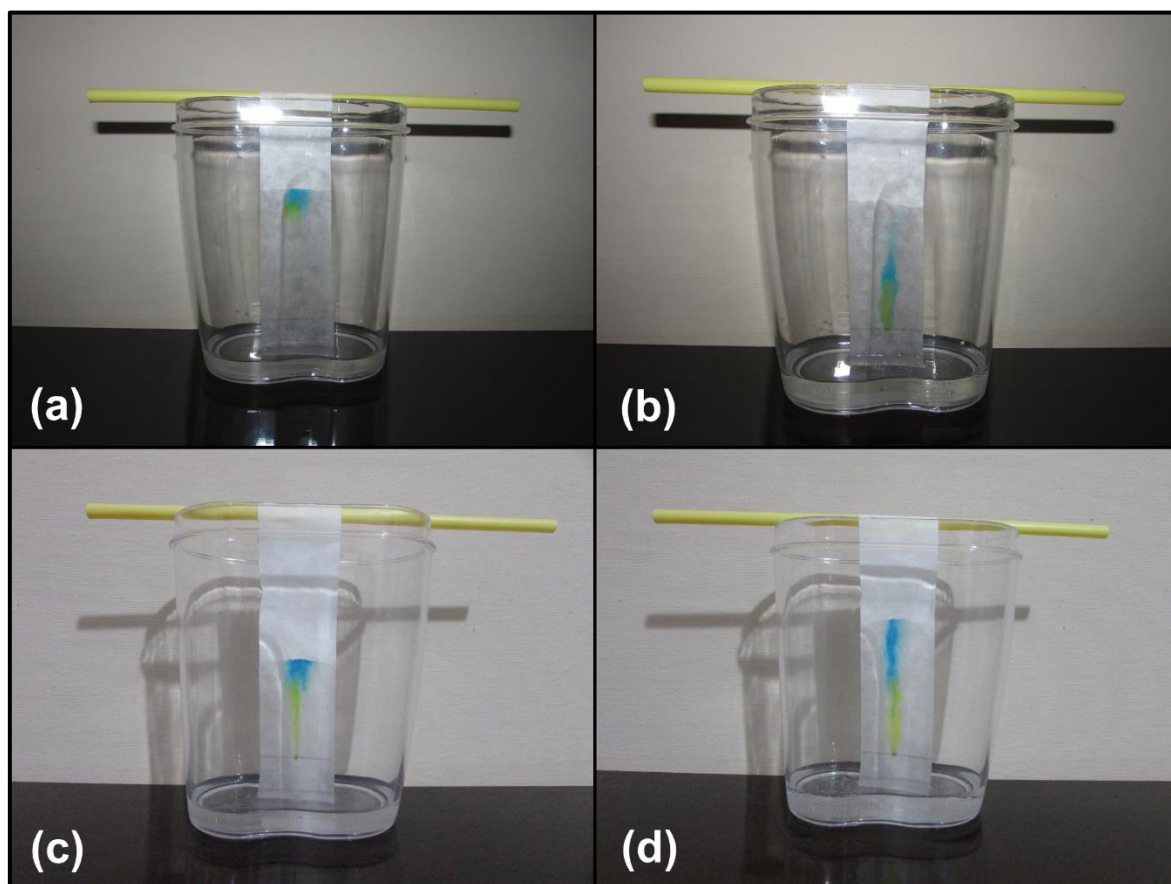


Figura 4.4- Cromatogramas obtidos com as seguintes fases móveis: (a) 20 mL de álcool 46,2° INPM; (b) mistura de 20 mL de álcool 46,2° INPM com 10 mL de vinagre de álcool; (c) 20 mL de álcool 70° INPM e (d) mistura de 20 mL de álcool 70° INPM com 10 mL de vinagre de álcool.

4.7. Proposta de condução da atividade

Na primeira aula, recomenda-se que o professor aplique uma avaliação diagnóstica com o objetivo de verificar se os alunos possuem algum conhecimento prévio sobre os conteúdos a serem abordados no experimento. Uma vez que foram desenvolvidas duas atividades anteriores com viés investigativo e que os estudantes se encontram no 3º ano do Ensino Médio, a avaliação diagnóstica desta atividade foi constituída por apenas uma questão. Espera-se que os estudantes reflitam sobre a mesma, levantem hipóteses e as descrevam de forma clara, mesmo


que a resposta esteja incorreta. No Quadro 4.2 é apresentada uma sugestão de avaliação diagnóstica.

Quadro 4.2- Avaliação diagnóstica (Atividade 3)

1) A solução Verde Hortelã é constituída pelos corantes tartrazina e azul brilhante FCF. Você acha que é possível separar estes dois corantes? Explique a sua resposta.

CORANTE ARTIFICIAL LÍQUIDO

VERDE HORTELÃ



7 896523 100388

APLICAÇÃO:
Em licores, refrescos, refrigerantes, iogurtes, sorvetes, balas, caramelos, coberturas de bolos e doces em geral.

UTILIZAÇÃO:
1g (1 colher de café) para quilo ou litro de produto.

ATENÇÃO:
Após aplicado, evitar aquecimento excessivo, exposição por longo tempo a luz solar intensa, evitar alimentos de elevada acidez, para evitar alterações rápidas na capacidade de coloração do corante.

COMPOSIÇÃO:
Água, álcool etílico e corantes artificiais tartrazina (INS 102) 0,01% e azul brilhante FCF (INS 133) 0,01%.

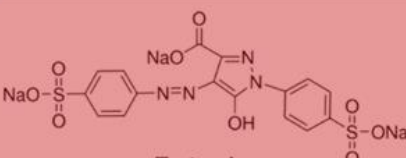
ALÉRGICOS: PODE CONTER DERIVADOS DE SOJA. NÃO CONTÉM GLÚTEN.

FABRICADO POR:
DUAS RODAS INDUSTRIAL LTDA.
CNPJ: 84.430.149/0008-77

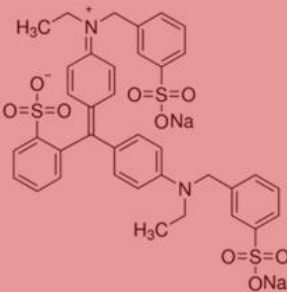
DISTRIBUÍDO POR:
Junco
Comemore a vida

JUNCO INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA
CNPJ: 86.312.653/0001-94
R. Lineu Antonio Mariano, 505
Industrial - 35402-346 - Uberlândia/MG - Brasil
www.junco.com.br

34 3292 0800



Tartrazina



Azul brilhante FCF

Para responder à questão 1 da avaliação diagnóstica, espera-se que os estudantes sejam capazes de analisar as estruturas dos corantes tartrazina e azul brilhante FCF e perceber as diferenças entre elas. Eles podem prever que se as estruturas químicas são diferentes, provavelmente haverá alguma técnica capaz de separá-los considerando estas diferenças. Assim, mesmo que eles não saibam dizer que a técnica de cromatografia é capaz de promover a separação considerando suas diferenças de solubilidade entre duas fases, espera-se que a hipótese levantada por eles seja lógica.

Ainda na primeira aula, o professor pode introduzir o tema cromatografia. O ponto de partida pode ser a própria questão da avaliação diagnóstica. Ainda nesta

aula, recomenda-se que seja realizada a apresentação do experimento e a situação-problema mostrada no Quadro 4.3.

Na segunda aula, recomenda-se que seja realizado o experimento e após isso, uma discussão do que foi observado, além de uma apresentação e orientação do relatório que deverá ser respondido pelos alunos. O relatório proposto é apresentado no Quadro 3.3 e, na sequência, as respostas esperadas para cada questão.

Quadro 4.3- Relatório (Atividade 3)

1) Explique os resultados obtidos por você e sua turma no experimento realizado para separar os constituintes coloridos do corante Verde Hortelã (discuta os resultados com base nas diferenças entre as estruturas dos dois corantes, as fases móveis utilizadas e o fator de retenção).

Na Figura 4.3, observa-se que os quatro cromatogramas obtidos apresentam, duas manchas e que a mancha azul, nas quatro condições, percorreu mais o papel do que a mancha amarela. A partir destas imagens pode-se concluir que é possível separar os corantes tartrazina e azul brilhante FCF e que, nas três condições, o corante azul brilhante FCF teve maior afinidade pela fase móvel do que o corante tartrazina. Como as quatro fases móveis apresentam etanol na sua composição e a fase estacionária é a água absorvida no papel, pode-se concluir que, o corante azul brilhante FCF é mais apolar do que a tartrazina.

Observando as estruturas dos corantes tartrazina e azul brilhante FCF, o segundo apresenta um número maior de anéis aromáticos em sua estrutura o que contribui para este seja mais apolar do que a tartrazina. Separações mais eficientes foram obtidas empregando-se as misturas de álcool etílico e vinagre. O vinagre é constituído por ácido acético ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$). Em solução ácida pode ocorrer a protonação dos grupos sulfonatos ($-\text{SO}_3^-$) originando ácidos sulfônicos ($-\text{SO}_3\text{H}$) e

dos nitrogênios das moléculas, originando cátions, de forma similar à protonação da molécula de (NH_3) , resultando em (NH_4^+) . Assim, de maneira geral, em meio ácido, a protonação dos grupos sulfonatos contribui para tornar a molécula mais apolar e a protonação do elemento nitrogênio, mais polar. Sendo o número de grupos sulfonatos no azul brilhante FCF maior do que na tartrazina e o número de átomos de nitrogênio na estrutura da tartrazina maior do que no azul brilhante CFC, o aumento da acidez da fase móvel deve contribuir para o aumento da diferença de polaridade entre as duas moléculas de corante, o que justifica os melhores resultados terem sido obtidos quando se utiliza como fase móvel uma mistura de álcool e vinagre.

Com relação ao cálculo de R_f , ele pode ser calculado empregando o cromatograma que resultou na separação mais eficiente empregando a equação 4.1.

Na última aula, recomenda-se que o professor discuta a questão do relatório com os estudantes. Em seguida, para finalizar a atividade, recomenda-se que o professor retome a situação-problema conduzindo os estudantes para que elaborem uma resposta considerando tudo o que foi realizado e discutido.

4.8. Fontes das figuras

Figura 4.1- Adaptada de <http://amrita.olabs.edu.in/?sub=79&brch=17&sim=124&cnt=1>

Figura 4.2- Adaptada de <https://files.passeidireto.com/5eec860a-9da5-4d4a-a44d-5fc62a413302/bg3.png>

Figura 4.3- Montagem da autora a partir de foto registrada pela própria autora.

Figura 4.4- Montagem da autora a partir de fotos registradas pela própria autora.

4.9. Bibliografia

DEGANI, A. L. G.; CASS, Q. B.; VIEIRA, P. C. Cromatografia um breve ensaio. São Paulo. **Química nova na escola**, v. 07, n.7, mai.1998. Disponível em: <<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc07/atu al.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2019.

OLIVEIRA, G. A.; SILVA, F. C. Cromatografia em papel: reflexão sobre uma atividade experimental para a discussão do conceito de polaridade. **Química nova na escola**, São Paulo, v.39, n.2, mai. 2017. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc39_2/08-RSA-22-16.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2019.

amrita.olabs.edu.in,. (2013). Paper Chromatography. Retrieved 14 July 2021, from amrita.olabs.edu.in/?sub=73&brch=8&sim=133&cnt=1

amrita.olabs.edu.in,. (2014). Paper Chromatography. Retrieved 14 July 2021, from amrita.olabs.edu.in/?sub=79&brch=17&sim=124&cnt=1

Capítulo 5

Roteiros experimentais das atividades 1, 2 e 3 para os alunos

Atividade 1: Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde

Aluno: _____ Ano: _____ Data: ____ / ____ / ____

AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

Analise os rótulos dos corantes alimentícios para responder as questões apresentadas na sequência.

CORANTE ARTIFICIAL LÍQUIDO AMARELO DAMASCO	CORANTE ARTIFICIAL LÍQUIDO AZUL ANIZ	CORANTE ARTIFICIAL LÍQUIDO VERDE HORTELÃ
 <p>7 1896523 1100302</p>	 <p>7 1896523 1100326</p>	 <p>7 1896523 1100388</p>
<p>APLICAÇÃO: Em licores, refrescos, refrigerantes, iogurtes, sorvetes, balas, caramelos, coberturas de bolos e doces em geral.</p>	<p>APLICAÇÃO: Em licores, refrescos, refrigerantes, iogurtes, sorvetes, balas, caramelos, coberturas de bolos e doces em geral.</p>	<p>APLICAÇÃO: Em licores, refrescos, refrigerantes, iogurtes, sorvetes, balas, caramelos, coberturas de bolos e doces em geral.</p>
<p>UTILIZAÇÃO: 1g (1 colher de café) para quilo ou litro de produto.</p>	<p>UTILIZAÇÃO: 1g (1 colher de café) para quilo ou litro de produto.</p>	<p>UTILIZAÇÃO: 1g (1 colher de café) para quilo ou litro de produto.</p>
<p>ATENÇÃO: Após aplicado, evitar aquecimento excessivo, exposição por longo tempo a luz solar intensa, evitar alimentos de elevada acidez, para evitar alterações rápidas na capacidade de coloração do corante.</p>	<p>ATENÇÃO: Após aplicado, evitar aquecimento excessivo, exposição por longo tempo a luz solar intensa, evitar alimentos de elevada acidez, para evitar alterações rápidas na capacidade de coloração do corante.</p>	<p>ATENÇÃO: Após aplicado, evitar aquecimento excessivo, exposição por longo tempo a luz solar intensa, evitar alimentos de elevada acidez, para evitar alterações rápidas na capacidade de coloração do corante.</p>
<p>COMPOSIÇÃO: Água, álcool etílico e corante artificial tartrazina (INS 102) 0,02%.</p>	<p>COMPOSIÇÃO: Água, álcool etílico e corantes artificiais azul brilhante FCF (INS 133) 0,013% e indigotina (INS 132) 0,004%.</p>	<p>COMPOSIÇÃO: Água, álcool etílico e corantes artificiais tartrazina (INS 102) 0,01% e azul brilhante FCF (INS 133) 0,01%.</p>
<p>ALÉRGICOS: PODE CONTER DERIVADOS DE SOJA. NÃO CONTÉM GLÚTEN.</p>	<p>ALÉRGICOS: PODE CONTER DERIVADOS DE SOJA. NÃO CONTÉM GLÚTEN.</p>	<p>ALÉRGICOS: PODE CONTER DERIVADOS DE SOJA. NÃO CONTÉM GLÚTEN.</p>
<p>FABRICADO POR: DUAS RODAS INDUSTRIAL LTDA. CNPJ: 84.430.149/0008-77</p>	<p>FABRICADO POR: DUAS RODAS INDUSTRIAL LTDA. CNPJ: 84.430.149/0008-77</p>	<p>FABRICADO POR: DUAS RODAS INDUSTRIAL LTDA. CNPJ: 84.430.149/0008-77</p>
<p>DISTRIBUÍDO POR: "ATENÇÃO: MATERIAL INFLAMÁVEL."</p>	<p>DISTRIBUÍDO POR: "ATENÇÃO: MATERIAL INFLAMÁVEL."</p>	<p>DISTRIBUÍDO POR: "ATENÇÃO: MATERIAL INFLAMÁVEL."</p>
 <p>Junco Comemore a vida</p>	 <p>Junco Comemore a vida</p>	 <p>Junco Comemore a vida</p>
<p>JUNCO INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA CNPJ: 66.312.653/0001-14 R. Lineu Anterino Mariano, 505 Industrial - 38402-346 - Uberlândia/MG - Brasil www.junco.com.br</p>	<p>JUNCO INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA CNPJ: 66.312.653/0001-14 R. Lineu Anterino Mariano, 505 Industrial - 38402-346 - Uberlândia/MG - Brasil www.junco.com.br</p>	<p>JUNCO INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA CNPJ: 66.312.653/0001-14 R. Lineu Anterino Mariano, 505 Industrial - 38402-346 - Uberlândia/MG - Brasil www.junco.com.br</p>
 <p>34 3292 0800 ATENCAO@JUNCO.COM.BR</p>	 <p>34 3292 0800 ATENCAO@JUNCO.COM.BR</p>	 <p>34 3292 0800 ATENCAO@JUNCO.COM.BR</p>

Atividade 1: Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde

1) Complete a tabela:

Corante Artificial Líquido	Constituintes
Amarelo Damasco	
Azul Aniz	
Verde Hortelã	

2) Você classificaria os corantes artificiais líquidos apresentados na questão 1 como substâncias puras, misturas homogêneas ou misturas heterogêneas? Justifique a sua resposta.

Atividade 1: Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde

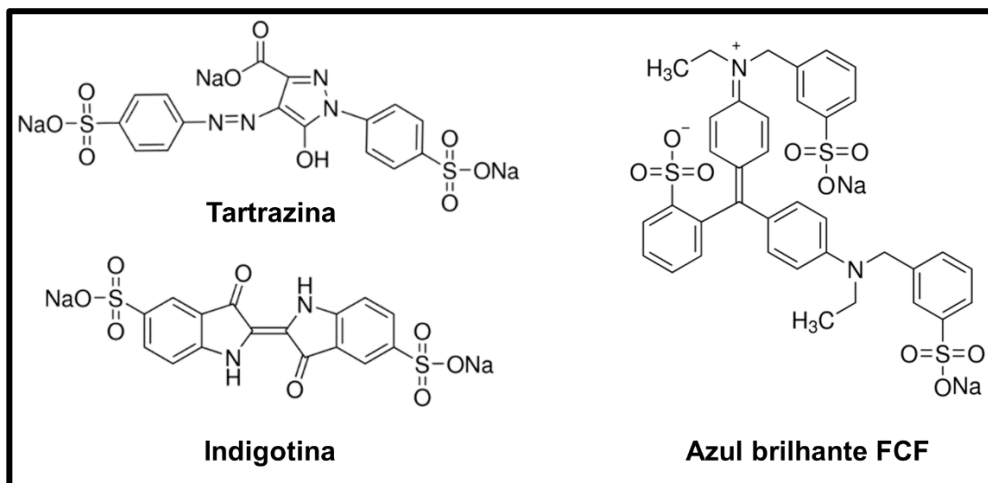
3) Você seria capaz de reconhecer quem é (são) o(s) solvente(s) e o(s) soluto(s) de cada corante artificial líquido apresentado na tabela da questão 1? Explique como você chegou a esta conclusão.

4) Qual dos corantes apresentados possui a maior concentração de tartrazina? E de azul brilhante FCF?

Atividade 1: Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde

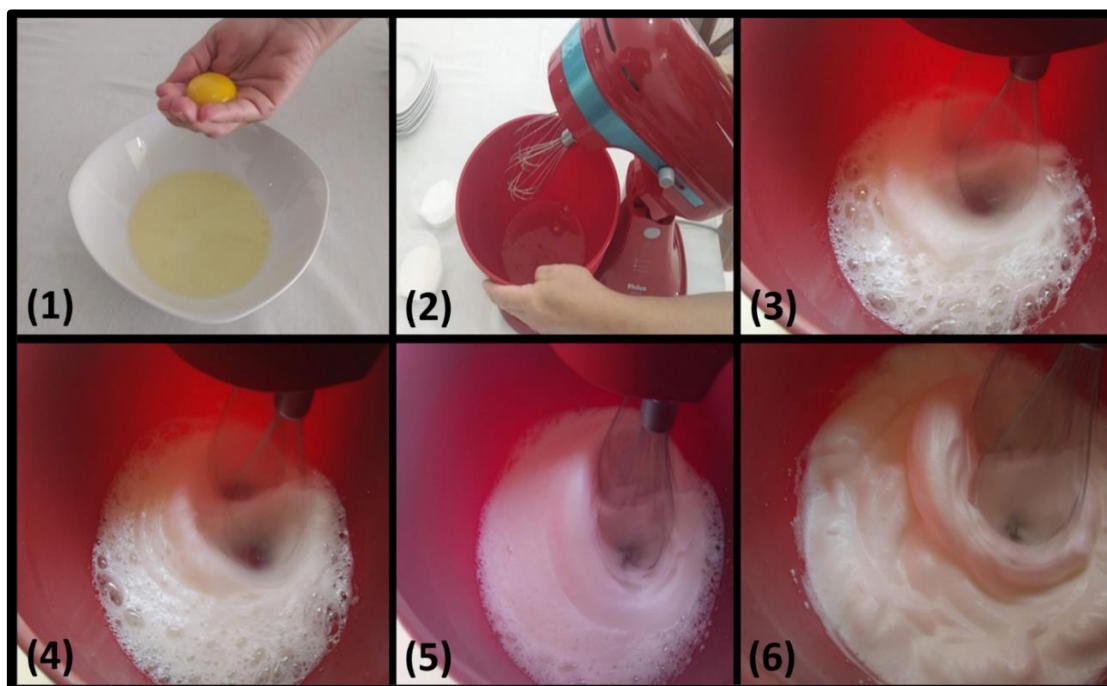
5) Considerando as informações da tabela da questão 1, o que aconteceria ao se misturar os corantes Amarelo Damasco e Azul Aniz?

6) Quais são os elementos químicos (símbolo e nome) presentes nos corantes tartrazina, indigotina e azul brilhante FCF, cujas estruturas são apresentadas abaixo?



INTRODUÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO

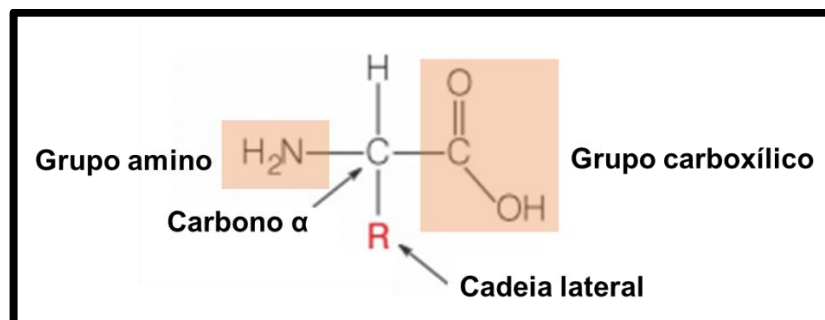
Em toda festa de aniversário não pode faltar um bolo confeitado, o qual é frequentemente coberto com merengue. O merengue é preparado a partir de claras de ovos, que devem ser separadas cuidadosamente das gemas e batidas com o auxílio de uma batedeira até o ponto de neve firme, conforme mostrado a seguir. Para dar origem ao tradicional merengue, basta adicionar açúcar e, se desejar, o aroma de sua preferência. Em alguns casos, pode-se também adicionar gotas de corante alimentício apenas para efeito estético, já que os mesmos não apresentam nenhum valor nutricional. A clara em neve também pode ser incorporada à massa de biscoitos e ser utilizada na preparação de suflês.



Atividade 1: Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde

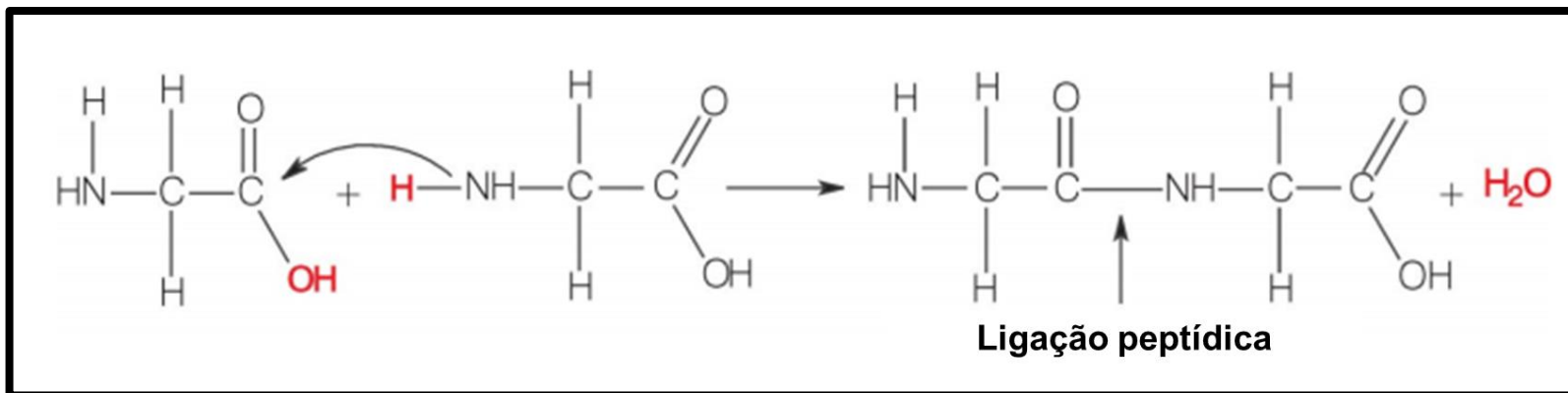
Como pode ser visualizado na figura anterior, as claras em neve apresentam inicialmente um aspecto quase transparente e com consistência viscosa. À medida em que se realiza o batimento, a clara aumenta de volume, tornando-se opaca. O batimento das claras promove o seu espessamento e a entrada de ar em seu interior.

A clara do ovo é formada principalmente por três tipos de proteínas: ovomucina, ovoalbumina e globulina. As proteínas são macromoléculas constituídas por aminoácidos. Uma macromolécula é uma molécula orgânica com elevada massa molar constituída a partir da junção de subunidades menores. No caso das proteínas, estas subunidades são os aminoácidos. Aminoácidos são moléculas orgânicas que possuem um átomo de carbono central (denominado carbono α), ao qual encontram-se ligados covalentemente, um átomo de hidrogênio, um grupo amino, um grupo carboxílico e uma cadeia lateral R que diferencia um aminoácido de outro, conforme representado abaixo.



Dois aminoácidos presentes em uma molécula de proteína são ligados covalentemente por meio de uma ligação peptídica formada entre o grupo carboxílico de um aminoácido e o grupo amino de outro aminoácido. Uma proteína contém no mínimo 50 moléculas de aminoácidos, sendo que as maiores proteínas do corpo humano chegam a ter mais de 30.000 aminoácidos. Estruturas formadas por menos de 50 aminoácidos são chamadas de peptídeos. A reação de formação de um peptídeo a partir de dois aminoácidos é apresentada a seguir.

Atividade 1: Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde



As proteínas apresentam vários níveis de organização, os quais são chamados de estruturas. A estrutura primária se refere a sequência de aminoácidos da proteína; a secundária, ao arranjo espacial da cadeia polipeptídica que se deve às ligações de hidrogênio e dissulfeto entre aminoácidos da mesma cadeia polipeptídica; a terciária se refere ao enovelamento da cadeia polipeptídica e a quaternária depende das relações entre diversas cadeias de polipeptídeos.

O batimento das claras resulta na ruptura mecânica de algumas das interações descritas anteriormente. As proteínas se desenrolam parcialmente formando novas ligações intercruzadas, dando origem a um gel ou malha tridimensional, onde são capturadas as bolhas de ar.

Como mencionado anteriormente, é possível conferir cor ao merengue utilizando corantes alimentícios.

A seguir é apresentada uma situação-problema que você deverá tentar solucionar junto com os seus colegas de turma.

Clara era uma adolescente que tinha duas paixões em sua vida: a química e a confeitaria. Também não poderia ser diferente, já que seu pai era professor de Química e sua mãe, uma confeitaria de mão cheia. Em um certo dia, Clara auxiliou a sua mãe a confeccionar um bolo para uma festa infantil. Elas prepararam um merengue a partir de claras de ovos para ser utilizado como cobertura do bolo. Como a mãe da Clara era muito criativa, teve a ideia de enfeitar o bolo com suspiros preparados a partir do próprio merengue. Para combinar com a temática da festa, os suspiros deveriam ser coloridos com diferentes tonalidades de verde. No entanto, a mãe de Clara possuía uma única solução corante verde disponível em sua dispensa, além de outras soluções corantes, como a amarela e a azul. Uma vez que o merengue já estava pronto e ela tinha pouco tempo para finalizar o bolo e realizar a entrega, não haveria tempo hábil para comprar. Vocês seriam capazes de ajudar Clara e sua mãe a solucionar este problema?

EXPERIMENTO

- 1. Objetivo:** Conferir diferentes tonalidades de verde ao merengue a partir de soluções corantes amarela e azul.

- 2. Materiais:** Claras de ovos; açúcar refinado; açúcar de confeitiro; batedeira ou Fouet; soluções corantes amarela e azul (corantes líquidos alimentícios); pratos descartáveis; colheres descartáveis; copos descartáveis de 50 mL; conta-gotas; sacos de arroz ou feijão (1 kg) limpos (somente o saco, sem o conteúdo interno) e formas refratárias.

- 3. Sequência experimental:**
 - 3.1. Siga as orientações do professor sobre a quantidade de ovos, açúcar refinado e açúcar de confeitiro que deverá ser entregue antecipadamente a ele, em data pré-estabelecida e em tempo hábil para que a preparação do merengue possa ser providenciada para a aula experimental.
 - 3.2. Forme grupos com os seus colegas. Cada grupo deve ser constituído por no máximo 5 membros.
 - 3.3. Organize o trabalho com toda a turma, seguindo as orientações do professor e preencha a tabela a seguir. Note que a soma do volume de gotas dos corantes deverá ser igual para todos os grupos, variando o número de gotas de cada corante.

Atividade 1: Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde

Grupo	Volume do corante Amarelo Damasco (gotas)	Volume do corante Azul Aniz (gotas)	Volume total (gotas)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			

Atividade 1: Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde

12			
----	--	--	--

- 3.4. Cada grupo receberá uma porção de merengue em um prato descartável, juntamente com um copo, uma colher e um conta gotas também descartáveis. O copo descartável deverá ser utilizado para misturar as soluções corantes amarela e azul, na proporção definida, de acordo com a tabela anterior.
- 3.5. Após misturar as soluções corantes, agite cuidadosamente o copo para garantir a completa homogeneização.
- 3.6. Com o auxílio de um conta gotas, adicione oito gotas da mistura de solução corante no merengue e misture cuidadosamente com a colher, até se obter um merengue de coloração uniforme.
- 3.7. Faça um pequeno corte em uma das pontas do saco de arroz ou feijão limpos e sem furos que foi providenciado pelo grupo. Com o auxílio da colher descartável, transfira o merengue colorido para o saco.
- 3.8. Use a criatividade para fazer suspiros de diferentes formas com o merengue (formas geométricas, logo de marcas, etc). Para estas criações, aplique o merengue diretamente em formas refratárias. Depois de tudo pronto, as formas contendo o merengue previamente colorido deverão ser levadas ao forno pré-aquecido e lá permanecer por 10 min a 140 °C. Parte do merengue também poderá ser utilizada como cobertura do bolo preparado com as gemas.

Atividade 1: Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde

Aluno: _____ Ano: _____ Data: ___ / ___ / _____

RELATÓRIO SOBRE O EXPERIMENTO REALIZADO

- 1) Complete a tabela e calcule a concentração dos corantes tartrazina e azul brilhante FCF em cada uma das misturas preparadas a partir das soluções corantes Amarelo Damasco e Azul Aniz.

Mistura/ Grupo	Volume do corante Amarelo Damasco (gotas)	Volume do corante Azul Aniz (gotas)	Volume total (gotas)	Concentração de tartrazina na mistura (%)	Concentração de azul brilhante FCF na mistura (%)
1					
2					
3					
4					
5					

Atividade 1: Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde

2) Ao se misturar as soluções corantes Amarelo Damasco e Azul Aniz ocorre reação química? Explique sua resposta.

3) Os corantes podem ser representados de forma simplificada pela fórmula molecular, que indica o número de átomos de cada elemento químico na molécula. As fórmulas moleculares da tartrazina, indigotina e azul brilhante FCF são, respectivamente: $C_{16}H_9N_4Na_3O_9S_2$, $C_{16}H_{10}N_2O_2$ e $C_{37}H_{34}N_2Na_2O_9S_3$. Com o auxílio de uma tabela periódica, calcule a massa molar destes corantes.

Atividade 1: Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde

Utilizando estes valores, calcule a concentração molar de cada corante nas soluções corantes Amarelo Damasco, Azul Aniz e Verde Hortelã.

Corante	Massa molar (g/mol)	Amarelo Damasco		Azul Aniz		Verde Hortelã	
		Concentração (%)	Concentração (mol/L)	Concentração (%)	Concentração (mol/L)	Concentração (%)	Concentração (mol/L)
Tartrazina (C ₁₆ H ₉ N ₄ Na ₃ O ₉ S ₂)		0,02		–	–	0,01	
Indigotina (C ₁₆ H ₁₀ N ₂ O ₂)		–	–	0,004		–	–
Azul Brilhante (C ₃₇ H ₃₄ N ₂ Na ₂ O ₉ S ₃)		–	–	0,013		0,01	

4) Qual a diferença entre corantes artificiais e naturais?

Atividade 1: Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde

5) Faça uma pesquisa sobre possíveis corantes naturais que poderiam ser utilizados para substituir os corantes artificiais tartrazina e azul brilhante FCF.

6) Por que a indústria de alimentos prefere utilizar corantes artificiais ao invés de naturais?

BIBLIOGRAFIA

PONS, J. A. M. Fisicoquímica de las claras de huevo “a punto de nieve”. **Anales de la Real Sociedad Española de Química**, Madri, ES, n.2, p. 48-53, 2020.

FRANCISCO JUNIOR, W. E.; FRANCISCO, W. Proteínas: hidrólise, precipitação e um tema para o ensino de química. **Química Nova na Escola.**, São Paulo, SP, n. 24, p. 12-16, 2006.

FONTES DAS IMAGENS

Rótulo dos corantes: Montagem a partir dos rótulos dos corantes pela autora.

Estrutura dos corantes alimentícios: Catálogo da Sigma Aldrich (<https://www.sigmaaldrich.com/catalog>).

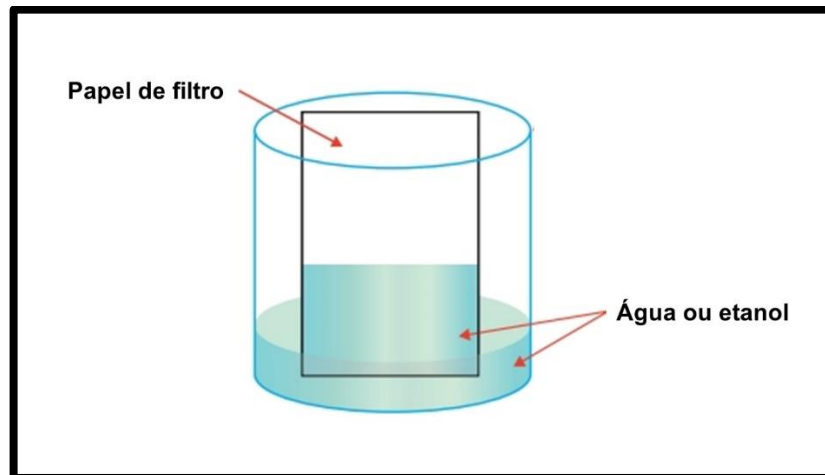
Transformação da clara do ovo em clara em neve: Montagem a partir de fotos registradas pela autora.

Aminoácido e reação de condensação de dois aminoácidos: FRANCISCO JUNIOR, W. E.; FRANCISCO, W. Proteínas: hidrólise, precipitação e um tema para o ensino de química. **Química Nova na Escola.**, São Paulo, SP, n. 24, p. 12-16, 2006.

Aluno: _____ Ano: _____ Data: ___ / ___ / ___

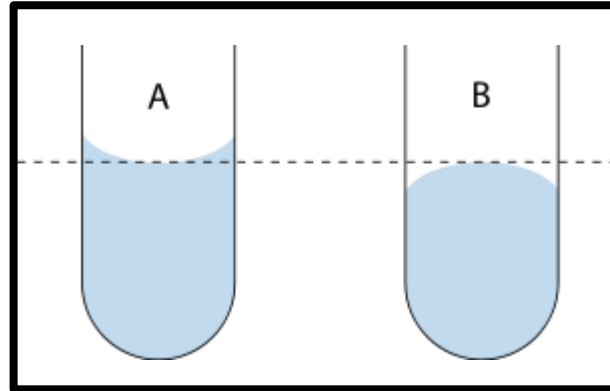
AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

- 1) Quando introduzimos a extremidade de um papel de filtro em um líquido (água ou álcool por exemplo) contido em um recipiente, observamos que com o passar do tempo o líquido percorre o papel no sentido contrário ao da gravidade, conforme ilustrado na figura abaixo. Você sabe explicar porque isso acontece?



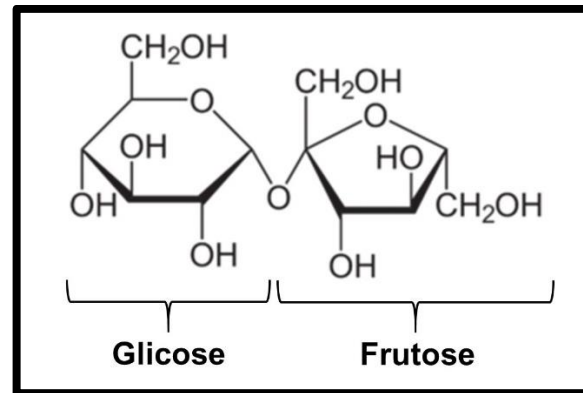
2) Você conseguiria citar exemplos de situações do cotidiano ou da natureza que se baseiam no fenômeno mostrado no item anterior?

3) Observe a figura abaixo, em que os líquidos A e B estão contidos em tubos de ensaio de vidros. Você sabe explicar porque a forma dos meniscos nos dois líquidos é diferente?



INTRODUÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO

A sacarose, popularmente conhecida como açúcar de mesa, é um carboidrato natural encontrado em frutas, vegetais e grãos. Ela é adicionada a muitos alimentos processados, como: doces, sorvetes, cereais matinais, alimentos enlatados, refrigerantes e outras bebidas adoçadas. A sacarose, conforme mostrado abaixo, é composta por uma molécula de glicose e outra de frutose.



A sacarose é extraída da cana-de-açúcar ou da beterraba. Ela possui um sabor muito doce e, em temperatura ambiente, é um sólido branco cristalino, solúvel em água. Sua fórmula molecular é $C_{12}H_{22}O_{11}$ e ela se forma por meio de uma reação de condensação dos carboidratos glicose e frutose, que resulta na perda de uma molécula de água, de forma semelhante à reação de condensação entre dois aminoácidos.

O açúcar pode ser encontrado nos supermercados na forma de pequenos cubos de açúcar, geralmente vendidos em potes. Estes são considerados mais convenientes do que usar açúcar de mesa porque podem ser pegos com a mão, uma vez que mantêm

sua forma até serem misturados aos líquidos. Apesar de serem comumente chamados de cubos (sólidos geométricos que possuem todas as arestas do mesmo tamanho), na verdade eles são paralelepípedos, como mostrado na figura a seguir.



A primeira patente de cubos de açúcar foi concedida em 23 de janeiro de 1843 a Jakub Kryštof Rad. Ele era gerente de uma fábrica de açúcar onde atualmente é a República Tcheca. Nesta época, o açúcar era vendido por pão ou torrão, que exigiam ferramentas adequadas para retirar pedaços utilizáveis. Na figura seguinte é apresentado um pão de açúcar e um dispositivo que era utilizado para retirar pedaços de açúcar dele.

Um dia, a esposa de Jakub cortou o dedo enquanto desagregava um pão de açúcar, o que o motivou a inventar um método para pulverizar o açúcar e transformá-lo em cubos do tamanho de uma colher de chá.



Neste experimento, o objetivo é conferir coloração aos cubos de açúcar fazendo uso dos corantes alimentícios de cor amarela, azul e verde, os mesmos utilizados na atividade anterior. A seguir é apresentada uma situação-problema que você deverá tentar solucionar junto com os seus colegas de turma.

A mãe de Clara tinha um novo desafio. Desta vez, o cliente solicitou que ela fizesse uma bandeira estilizada do Brasil com cubos de açúcar para ficar sobre a mesa da festa, na frente do bolo. Para isso, ela solicitou que Clara propusesse uma forma prática para colorir os cubos de açúcar uniformemente nas cores amarela, azul e verde. Vocês poderiam auxiliar Clara em mais este desafio?

EXPERIMENTO

1. Objetivo: Colorir cubos de açúcar com as cores da bandeira do Brasil.

2. Materiais: Soluções de corantes alimentícios de diferentes cores (preferencialmente amarelo, azul e verde); cubos de açúcar; pratos descartáveis; conta-gotas; uma seringa descartável de capacidade mínima de 5 mL; copos descartáveis e álcool 70.

3. Sequência experimental:

- 3.1. Siga as orientações do professor para a realização do experimento.
- 3.2. Forme grupos com os seus colegas. Cada grupo deve ser constituído por no máximo 5 membros.
- 3.3. Cada grupo irá receber dois cubos de açúcar, um prato descartável e um conta gotas.
- 3.4. A turma juntamente com a professora definirá a conduta que cada grupo irá usar para colorir um dos cubos de açúcar com uma das soluções corantes sem diluição ou com a solução corante diluída em água (corante que será utilizado, introdução da solução corante pela parte superior ou inferior). Neste caso, o número de gotas para colorir os cubos variará entre 5 e 15 gotas. Elas deverão ser aplicadas em etapas e o cubo deverá ser virado no processo de adição para garantir uma coloração uniforme.
- 3.5. O outro cubo será colorido da mesma forma que o anterior, porém utilizando uma solução diluída em álcool 70° INPM. Neste caso o número de gotas poderá variar entre 10 e 20 gotas.

3.6. Após a realização do experimento a cargo do seu grupo, preencha a tabela abaixo com as suas observações e compartilhe com os seus colegas.

Grupo	Solução corante	Forma de adição	Número de gotas	Observações
1	Amarelo Damasco sem diluição ou diluída em água	Parte superior do cubo		
	Amarelo Damasco diluída com álcool 70	Parte superior do cubo		
2	Amarelo Damasco sem diluição ou diluída em água	Parte inferior do cubo		
	Amarelo Damasco diluída com álcool 70	Parte inferior do cubo		
3	Azul Aniz sem diluição ou diluída em água	Parte superior do cubo		
	Azul Aniz diluída com álcool 70	Parte superior do cubo		
4	Azul Aniz sem diluição ou diluída em água	Parte inferior do cubo		
	Azul Aniz diluída com álcool 70	Parte inferior do cubo		
5	Verde Hortelã sem diluição ou diluída em água	Parte superior do cubo		

	Verde Hortelã diluída com álcool 70	Parte superior do cubo		
6	Verde Hortelã sem diluição ou diluída em água	Parte inferior do cubo		
	Verde Hortelã diluída com álcool 70	Parte inferior do cubo		

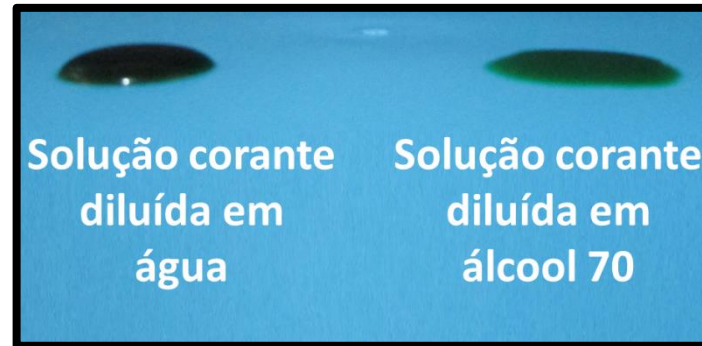
Aluno: _____ Ano: _____ Data: ___ / ___ / _____

RELATÓRIO SOBRE O EXPERIMENTO REALIZADO

1) Explique porque a solução de corante é capaz de percorrer o cubo de açúcar.

2) Se você pudesse dar um conselho à Clara sobre como colorir os cubos de açúcar, o que você sugeriria? Qual forma recomendaria que a solução corante fosse adicionada? Qual solvente recomendaria como diluente: água ou álcool 70° INPM? Explique sua resposta.

3) Na figura abaixo, observa-se a solução corante Verde Hortelã diluída em água (à esquerda) e diluída em álcool 70° INPM (à direita) em uma superfície azul de poliestireno (PS). Explique porque o aspecto das duas soluções em contato com a superfície é diferente.



4) Qual seria o problema se Clara optasse por colorir os cubos utilizando a solução aquosa? E se optasse pela solução diluída com álcool 70° INPM?

BIBLIOGRAFIA

<https://www.ecycle.com.br/sacarose/>

<https://imbibemagazine.com/history-of-the-sugar-cube/>

<https://www.middleschoolchemistry.com/lessonplans/chapter5/lesson4>

FONTES DAS IMAGENS

Papel de filtro dentro de um recipiente com água ou etanol: Imagem adaptada de <https://www.indagacao.com.br/2019/11/enem-2019-questao-131.html>

Tubos de ensaio contendo água e mercúrio: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Menisco_\(!%C3%ADquido\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Menisco_(!%C3%ADquido))

Estrutura da sacarose: Imagem adaptada de <https://www.todoestudo.com.br/quimica/sacarose>

Pote de açúcar e cubo de açúcar com medidas das arestas: Imagem adaptada a partir de foto registrada pela autora.

Pão de açúcar e dispositivo para cortá-lo: https://pt.wikipedia.org/wiki/P%C3%A3o_de_a%C3%A7%C3%BAcar



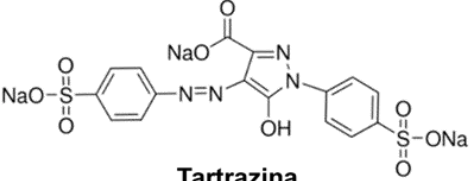
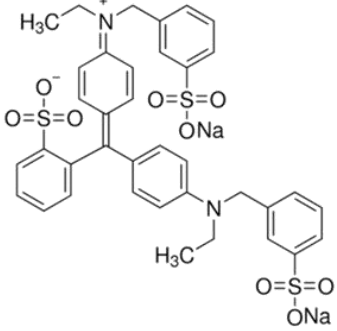
Soluções corantes diluídas em água e álcool 70: Imagem adaptada a partir de foto registrada pela autora.

Atividade 3: É possível separar os corantes tartrazina e azul brilhante FCF?

Aluno: _____ Ano: _____ Data: ____ / ____ / ____

AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

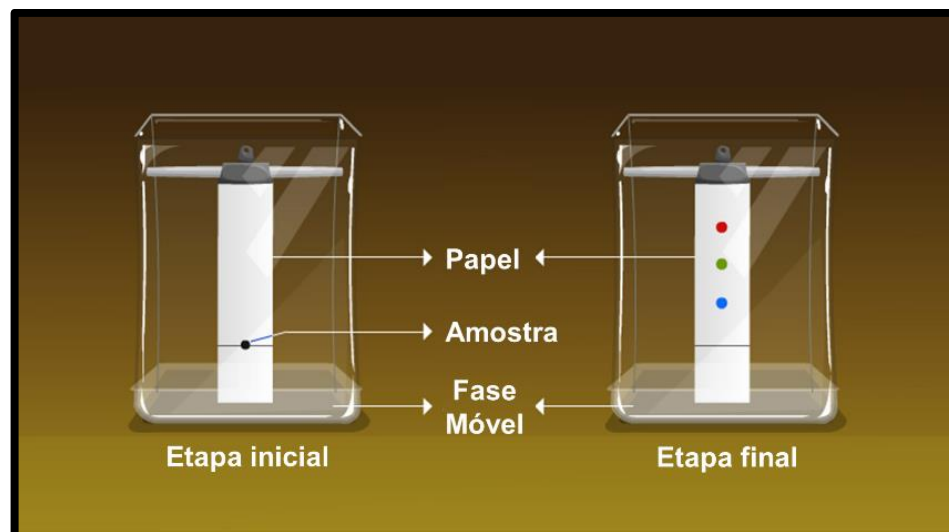
- 1) A solução Verde Hortelã é constituída pelos corantes tartrazina e azul brilhante FCF. Você acha que é possível separar estes dois corantes? Explique a sua resposta.

<p>CORANTE ARTIFICIAL LÍQUIDO VERDE HORTELÃ</p>  <p>7 896523 1100388</p> <p>APLICAÇÃO: Em licores, refrescos, refrigerantes, iogurtes, sorvetes, balas, caramelos, coberturas de bolos e doces em geral.</p> <p>UTILIZAÇÃO: 1g (1 colher de café) para quilo ou litro de produto.</p> <p>ATENÇÃO: Após aplicado, evitar aquecimento excessivo, exposição por longo tempo a luz solar intensa, evitar alimentos de elevada acidez, para evitar alterações rápidas na capacidade de coloração do corante.</p> <p>COMPOSIÇÃO: Água, álcool etílico e corantes artificiais tartrazina (INS 102) 0,01% e azul brilhante FCF (INS 133) 0,01%.</p> <p>ALÉRGICOS: PODE CONTER DERIVADOS DE SOJA. NÃO CONTÉM GLÚTEN.</p> <p>FABRICADO POR: DUAS RODAS INDUSTRIAL LTDA. CNPJ: 84.430.149/0008-77</p> <p>DISTRIBUÍDO POR:  JUNCO INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA CNPJ: 66.312.653/0001-14 R. Lineu Anterino Mariano, 505 Industrial - 38402-346 - Uberlândia/MG - Brasil www.junco.com.br</p> <p>ATENÇÃO: MATERIAL INFLAMÁVEL.</p> <p>34 3292 0800 ATENÇÃO@JUNCO.COM.BR</p>	 <p>Tartrazina</p>  <p>Azul brilhante FCF</p>
--	--

INTRODUÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO

A cromatografia em papel é uma técnica de partição líquido-líquido que se baseia na diferença de solubilidade dos constituintes de uma amostra entre duas fases imiscíveis, sendo uma delas a água presente no papel de filtro. Este é constituído por celulose e é capaz de absorver até 22% de água. É a água absorvida no papel que atua como fase estacionária líquida e que interage com a fase móvel, também líquida. Neste tipo de cromatografia, a amostra é aplicada sobre uma linha que está cerca de 2 cm acima da base do papel, que recebe o nome de linha de base. Em seguida, o papel é suspenso em uma câmara de cromatografia contendo a fase móvel que se desloca por capilaridade pelo papel. Então, os componentes da amostra são retidos de forma seletiva no papel de acordo com suas diferentes partições nas duas fases. A tira de papel assim desenvolvida é chamada de cromatograma.

As manchas dos componentes coloridos da amostra separados no papel são visíveis em alturas diferentes em relação à linha de base do cromatograma.



Atividade 3: É possível separar os corantes tartrazina e azul brilhante FCF?

Neste experimento, pretende-se separar os constituintes de uma solução corante. A seguir é apresentada uma situação-problema para que você busque uma solução com o auxílio de seus colegas de turma.

Clara era apaixonada pela Química. Desde o momento em que ajudou a sua mãe a colorir um merengue de verde, misturando as soluções corantes amarela e azul para resultar em uma solução verde, uma dúvida a intrigava: se ao misturar duas soluções corantes, obtém-se uma solução de cor diferente das originais, seria possível separar os componentes coloridos de uma solução corante? Você poderia auxiliar Clara a responder esta pergunta?

EXPERIMENTO

1. **Objetivo:** Empregar a técnica de cromatografia para separar os corantes tartrazina e azul brilhante FCF.
2. **Materiais:** Solução corante verde; palito de dente; álcool 46,2° INPM; álcool 70° INPM; 1 seringa descartável de capacidade 20 mL; copos descartáveis; filtros de papel utilizados para o preparo de café; 1 canudo; 1 lápis; 1 recipiente para simular a câmara cromatográfica.
3. **Sequência experimental:**
 - 3.1. Siga as orientações do professor para a realização do experimento.
 - 3.2. Forme grupos com os seus colegas. Cada grupo deve ser constituído por no máximo 5 membros.
 - 3.3. Se houver apenas um recipiente para ser utilizado como câmara cromatográfica, os grupos deverão fazer um revezamento para utilizá-lo.
 - 3.4. Cada grupo deverá recortar um filtro de papel na forma de um retângulo de 14 cm x 3 cm.
 - 3.5. Com o auxílio de um lápis, deve-se fazer uma linha a 2 cm de distância de uma das bases do retângulo, onde se dará a aplicação da amostra.
 - 3.6. Para a realização do experimento recomenda-se que sejam testadas quatro fases móveis: (1) 20 mL de álcool 46,2° INPM; (2) mistura de 20 mL de álcool 46,2° INPM com 10 mL de vinagre de álcool; (3) 20 mL de álcool 70° INPM e (4) mistura de 20 mL de álcool 70° INPM com 10 mL de vinagre de álcool. Cada grupo pode ficar responsável por testar uma fase móvel
 - 3.7. Para a preparação das misturas e transferência das fases móveis para o recipiente onde as cromatografias serão realizadas, pode-se empregar uma seringa de 20 mL.

Atividade 3: É possível separar os corantes tartrazina e azul brilhante FCF?

- 3.8. O corante Verde Hortelã deve ser aplicado no centro na linha base definida no papel de filtro com o auxílio de um palito de dente. Para isso, basta colocar algumas gotas do corante em um copo descartável, tocá-las com o palito de dente e, na sequência tocar o papel com o palito no centro da linha base. Em alguns casos esse processo deve ser repetido mais uma ou duas vezes.
- 3.9. Em seguida, o papel deve ser fixado em um canudo e introduzido no recipiente que desempenhará a função de câmara cromatográfica, tomando-se o cuidado para que o papel seja colocado em contato com a fase móvel, e garantindo que essa não toque a linha de base.
- 3.10. A fase móvel percorrerá o papel de filtro por capilaridade eluindo dos componentes da amostra de corante.
- 3.11. No final do processo será obtido o cromatograma que deverá ser analisado juntamente com os demais cromatogramas

RELATÓRIO SOBRE O EXPERIMENTO REALIZADO

- 1) Explique os resultados obtidos por você e sua turma no experimento realizado para separar os constituintes coloridos do corante Verde Hortelã (discuta os resultados com base nas diferenças entre as estruturas dos dois corantes, as fases móveis utilizadas e o fator de retenção).

BIBLIOGRAFIA

DEGANI, A. L. G.; CASS, Q. B.; VIEIRA, P. C. Cromatografia um breve ensaio. São Paulo. **Química nova na escola**, v. 07, n.7, mai.1998. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc07/actual.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2019.

OLIVEIRA, G. A.; SILVA, F. C. Cromatografia em papel: reflexão sobre uma atividade experimental para a discussão do conceito de polaridade. **Química nova na escola**, São Paulo, v.39, n.2, mai. 2017. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39_2/08-RSA-22-16.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2019.

amrita.olabs.edu.in,. (2013). Paper Chromatography. Retrieved 14 July 2021, from
amrita.olabs.edu.in/?sub=73&brch=8&sim=133&cnt=1

amrita.olabs.edu.in,. (2014). Paper Chromatography. Retrieved 14 July 2021, from
amrita.olabs.edu.in/?sub=79&brch=17&sim=124&cnt=1

FONTES DAS IMAGENS

Cromatografia em papel: Imagem adaptada de Adaptada de <http://amrita.olabs.edu.in/?sub=79&brch=17&sim=124&cnt=1>