

**ENSINO BASEADO EM SIMULAÇÃO:
UMA ESTRATÉGIA DE ENSINO ALTERNATIVA PARA AULAS
EXPERIMENTAIS DE QUÍMICA**

**SIMULATION-BASED TEACHING:
AN ALTERNATIVE TEACHING STRATEGY FOR
EXPERIMENTAL CHEMISTRY CLASSES**

**ENSEÑANZA BASADA EN SIMULACIÓN:
UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA ALTERNATIVA PARA LAS
CLASES DE QUÍMICA EXPERIMENTAL**

Wladimyr Mattos Albano

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1934-4244>

Cristina Maria Carvalho Delou

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9206-6004>

Resumo: Na pandemia de COVID-19 as escolas tiveram que ser fechadas, o ensino se tornou remoto e a regra era o isolamento social, enquanto uma vacina era desenvolvida para ser aprovada e distribuída, o que durou todo o ano letivo de 2020 e prejudicou o de 2021. Muitas metodologias foram utilizadas para suprir a deficiência causada pela falta de aulas presenciais, porém nem todos dispunham de Internet ou de computador em casa, piorando ainda mais uma situação que já era ruim. Não se pode deixar de observar que as aulas teóricas são mais fáceis de serem ministradas online do que aulas práticas experimentais, principalmente se tratando de Química. Assim, nossa pesquisa começou com uma leitura das principais dificuldades apontadas pelos pesquisadores em artigos publicados na literatura, e busca de uma estratégia de ensino e uma metodologia que pudesse ser executada fora da escola, sem o professor, partindo de técnicas e procedimentos simples, com materiais caseiros e com um contexto motivacional, ligado a uma profissão. A partir do Ensino Baseado em Simulação, que se utiliza da técnica da simulação, com o uso de simuladores, foram elaboradas aulas experimentais, que demonstraram ser a alternativa ideal. Adaptamos a técnica de análise de toque e utilizamos como simuladores o extrato de repolho roxo e uma solução aquosa de cloreto férrico, junto com materiais caseiros, para simular resultados reais em práticas químicas. Os resultados foram aulas contextualizadas por profissões e seus respectivos ofícios, que podem ser realizadas em qualquer situação, de modo remoto, presencial ou híbrido.

Palavras-chave: metodologia alternativa; práticas simuladas; aulas experimentais.

Abstract: In the COVID-19 pandemic, schools had to be closed, teaching became remote and social isolation was the rule, while a vaccine was developed to be approved and distributed, which lasted throughout the 2020 school year and jeopardized that of 2021. Many methodologies were used to overcome the deficiency caused by the lack of face-to-face classes, but not everyone had Internet access or a computer at home, making an already bad situation even worse. One cannot fail to observe that theoretical classes are easier to be taught online than experimental practical classes, especially when it comes to Chemistry. Thus, our research began with a reading of

the main difficulties pointed out by the researchers in articles published in the literature, and a search for a teaching strategy and a methodology that could be carried out outside the school, without the teacher, starting from simple techniques and procedures, with homemade materials and with a motivational context, linked to a profession. From Simulation-Based Teaching, which uses the simulation technique, with the use of simulators, experimental classes were elaborated, which proved to be the ideal alternative. We adapted the touch analysis technique and used red cabbage extract and an aqueous solution of ferric chloride as simulators, together with homemade materials, to simulate real results in chemical practices. The results were classes contextualized by professions and their respective trades, which can be carried out in any situation, remotely, in person or in a hybrid way.

Keywords: alternative methodology; simulated practices; experimental classes.

Resumen: En la pandemia del COVID-19 hubo que cerrar las escuelas, la enseñanza se volvió remota y el aislamiento social fue la regla, mientras se desarrollaba una vacuna para ser aprobada y distribuida, que duró todo el ciclo escolar 2020 y comprometió el 2021. Muchas metodologías fueron solía superar la carencia causada por la falta de clases presenciales, pero no todos tenían acceso a Internet o una computadora en casa, lo que empeoraba una situación que ya era mala. No se puede dejar de observar que las clases teóricas son más fáciles de impartir en línea que las clases prácticas experimentales, especialmente cuando se trata de Química. Así, nuestra investigación se inició con una lectura de las principales dificultades señaladas por los investigadores en artículos publicados en la literatura, y una búsqueda de una estrategia de enseñanza y una metodología que pudiera llevarse a cabo fuera de la escuela, sin el docente, a partir de simples técnicas y procedimientos, con materiales caseros y con un contexto motivacional, vinculado a una profesión. A partir de la Enseñanza Basada en Simulación, que utiliza la técnica de simulación, con el uso de simuladores se elaboraron clases experimentales, que resultaron ser la alternativa ideal. Adaptamos la técnica de análisis táctil y utilizamos extracto de col lombarda y una solución acuosa de cloruro férrico como simuladores, junto con materiales caseros, para simular resultados reales en prácticas químicas. Los resultados fueron clases contextualizadas por profesiones y sus respectivos oficios, que se pueden realizar en cualquier situación, a distancia, presencial o de forma híbrida.

Palabras clave: metodología alternativa; prácticas simuladas; clases experimentales.

INTRODUÇÃO

Os anos de 2020 e 2021 ficaram marcados na história por causa da pandemia de COVID-19 que causou uma das maiores mobilizações científicas de que se tem conhecimento para o desenvolvimento de uma vacina eficaz. Por conta dessa emergência sanitária as atividades escolares presenciais ficaram paralisadas em 99,3% das escolas em nosso país, conforme o Censo Escolar realizado em 2020 (INEP, 2020).

Para remediar os efeitos deste imprevisto implementaram-se aulas remotas, nos modos assíncrono e síncrono, de forma a suprir a urgência (RONDINI; PEDRO; DUARTE, 2020). Contudo, é fato que o contato proximal com alunos e professores facilita o processo de ensino-aprendizagem (VIGOTSKI, 2007), mas isso não impede que se desenvolvam aulas teóricas de forma remota, pelo contrário, a realidade mostra que essa modalidade atende cursos de todos os níveis nos estados brasileiros, e tem crescido numericamente (INEP, 2021).

Entretanto, quando se trata de aulas experimentais a situação é oposta, pois mesmo em tempos sem pandemia as aulas experimentais são preteridas por falta de laboratórios, materiais e reagentes (VENTURA, 2018; GONÇALVES; GOI, 2020) ou ministradas com

a aplicação de metodologias tradicionais descontextualizadas (SANTOS; SOUZA, 2019). Ademais, é muita responsabilidade para o professor instruir e supervisionar uma aula experimental de forma não presencial, quando se trata de um aluno manipular reagentes e equipamentos. Outro obstáculo é o fato de que entregar a cada aluno um kit com reagentes e equipamentos requer logística, segurança e treinamento, portanto, é dispendioso.

Para piorar, levantamentos revelaram que parte dos alunos não tinha acesso nenhum a Internet (26%) e a maioria acessavam as aulas por celular (64%) por não ter computador em casa (BRASIL, 2020), ou seja, sequer as aulas remotas teóricas podiam ser assistidas.

Após a pandemia e o isolamento social, o modelo híbrido de ensino (OLIVEIRA et al., 2021) persistiu, e, de fato, embora o processo de ensino-aprendizagem tenha mudado (BATISTA; SCHUHMACHER, 2021), os problemas descritos continuaram (ALMEIDA et al., 2019; COELHO, 2021; MARCHETTI, 2021).

Neste artigo descrevemos uma estratégia pedagógica que satisfizesse as condições dispostas no Quadro 1, elaborado a partir do conhecimento das principais dificuldades relatadas na literatura para o processo de ensino-aprendizagem de química no Ensino Médio, descritas como falta de aulas práticas experimentais (falta de laboratórios, equipamentos, materiais e reagentes), aulas descontextualizadas e metodologias tradicionais (ALMEIDA et al., 2019; SANTOS; MENEZES, 2020; COELHO, 2021; MARCHETTI, 2021).

Quadro 1 – Requisitos para a estratégia pedagógica pesquisada

REQUISITOS					
Execução Técnica	Metodologia	Equipamentos	Laboratório	Reagentes	Supervisão
Procedimentos de fácil execução, resultados confiáveis e reproduzíveis	Procedimentos simples e reproduzíveis, que podem ser escritos em um manual e executados fora da escola	Materiais caseiros, reciclados, de baixo custo	Não necessita	Plantas medicinais, produtos caseiros e água, que não geram resíduos tóxicos	Não necessita de supervisão presencial para sua execução

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

REFERENCIAL TEÓRICO

1. ENSINO BASEADO EM SIMULAÇÃO

O Ensino Baseado em Simulação (EBS), ou Educação Baseada em Simulação, tem como característica a criação de um ambiente imerso composto de aulas simuladas que reproduzem de forma fiel a realidade (AEBERSOLD, 2018). A seguir faremos um breve resumo de sua história e de suas características principais.

1.1 Simulação

Conforme Gaba (2004) “A simulação é uma técnica – não uma tecnologia – para substituir ou amplificar experiências reais por experiências guiadas que evocam ou replicam aspectos substanciais do mundo real de uma maneira totalmente interativa”.

Para efeitos de nomenclatura: a) **simulação** é uma técnica utilizada para simular uma situação realística; b) **simulador** é um modelo artificial, físico ou virtual, que representa a tecnologia que executa a simulação; e, c) o **aprendiz** é o operador (aluno, estagiário, praticante etc.) da simulação (COOPER; TAQUETI, 2004; GABA, 2004).

Sua utilização com fins educacionais data de mais de 2.500 anos (COELHO; VIEIRA, 2018). Os modelos anatômicos foram os mais desenvolvidos e utilizados ao longo dos anos. Alguns exemplos se encontram na Figura 1.

Figura 1 - Exemplos de modelos anatômicos utilizados em simulações pedagógicas



Fontes: A) Vitae y Muerte, Fonte: Disponível no endereço eletrônico https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ngv_veracruz_testa_con_vita_e_morte_300-600_dc.jpg. B) Copper Man, Fonte: Schnorremberg (2013). C) Fonte: Modelo anatômico de 1601 e D) Venus Anatomica em (Markovic e Markovic-Zekovic, 2010). E) Máquina de parto du Coundray (<https://basicmedicalkey.com/simulation-in-obstetrics-gynecology-and-midwifery/>). F) Mrs. Chase, Fonte: Nickerson e Pollard (2010). G) Resusci-Anne Fonte: Cooper e Taqueti (2004). H) Simulador de Paciente Humano - Laboratório de Simulação Clínica e Habilidades da Escola de Enfermagem Aurora de Afonso Costa (EEAC/UFF).

Aulas simuladas e simuladores pedagógicos são frequentes em currículos, disciplinas, práticas experimentais e teóricas nos cursos da área da saúde, como enfermagem (COOPER; TAQUETI, 2004; NEHRING; LASHLEY, 2009; NICKERSON; POLLARD, 2010) e medicina (GABA; DeANDA, 1988), assim como nas mais diversas áreas, tais como Biologia, Direito, Engenharia (todas), Estatística, Física, Geografia, Química, entre outras (LUNCE, 2006; SCHNURR; MACLEOD, 2021).

1.2 Ensino Baseado em Simulação como estratégia pedagógica

O EBS é uma estratégia pedagógica centrada ativamente no aluno e que utiliza fundamentos do construtivismo, das teorias cognitivas de aprendizagem em destaque (JEFFREIS, 2007; AEBERSOLD, 2018). Uma aula simulada obedece a três fases (Quadro 2).

Quadro 2 – As fases da aula simulada

Fase	Descrição e objetivos
Pre-briefing	Cenário que assume o viés de um contrato de confidencialidade, postura e comportamento, onde o aluno deve consentir antes de iniciar a atividade, criando um clima de veracidade, comprometimento, realidade e fidelidade e suspender a descrença em face de parâmetros em que o nível de fidelidade da simulação seja inferior ao esperado (DIEKMANN; GABA; RALL, 2007).
Briefing	Contexto subconjunto da simulação, um atendimento inicial, informações sobre determinada prática ou informações iniciais que remetam as situações reais (ALINIER; ORIOT, 2022).
Debriefing	O <i>debriefing</i> fornece o fórum para a discussão e aprendizagem ativa, compartilhando comportamentos e desempenhos, refletindo sobre as ações e obtendo uma melhor compreensão sobre a lógica subjacente desses comportamentos, permitindo uma evolução de aprendizagem significativa que impacta positivamente na mudança de comportamento e desempenho (ORIOT; ALINIER, 2018; INACSL, 2021).

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Um curso com aulas simuladas pode ser estruturado seguindo seis etapas (SCHNURR; MACLEOD, 2021), descritas no Quadro 3.

Quadro 3 – Descrição resumida das seis etapas do ciclo de desenvolvimento de aulas simuladas

Etapas	Função	Descrição resumida
1	Conceituando a simulação	Deve-se começar com o professor conceituando de que modo a atividade atingirá os objetivos de aprendizagem do curso.
2	Criação do ambiente imersivo	Deve-se criar um ambiente de modo que o aluno seja capaz de acreditar em suas premissas, promovendo o seu entusiasmo em participar.
3	Integrando a tecnologia	A tecnologia deve ser adequada para que a simulação consiga atingir seus principais objetivos de aprendizagem, no sentido de que adequação é a que apresenta os melhores resultados, seja ela mais avançada ou não.
4	Avaliação da simulação	A simulação oferece aos alunos a oportunidade de melhorar aprendendo com seus erros e acertos antes de enfrentar uma situação real, integrando seus conhecimentos, praticando habilidades, treinando competências profissionais e treinando tomada de decisões para a vida real.
5	Debriefing	É a reflexão crítica que oportuniza aos alunos um debate e uma introspecção sobre o aprendizado e receber o feedback sobre o seu desempenho.
6	Avaliação dos resultados da aprendizagem	Avaliar se a simulação foi bem-sucedida e adequada, seus pontos fortes e fracos e se os principais objetivos de aprendizagem foram alcançados.

Fonte: Schnurr e Macleod (2021).

Deve-se destacar que, independentemente de serem ou não obrigatórios, os pressupostos são orientadores para a criação do ambiente de imersão com um contexto que traz uma realidade cotidiana para motivar os alunos, oportunizar a discussão e o autoconhecimento, e avaliar erros, acertos e condutas, com intuito de promover e incentivar as habilidades e competências.

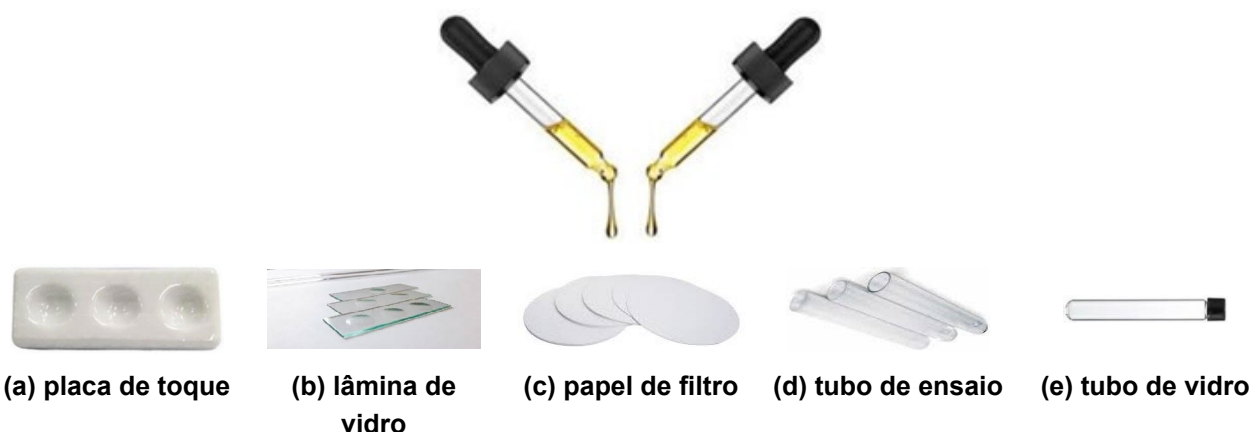
2. ANÁLISE DE TOQUE

Análise de toque (do inglês, *spot tests*) é uma técnica de química analítica que realiza testes em escalas semi micro e ultra micro, utilizando equipamentos simples e processos de execução em um tempo mínimo para atingir a sensibilidade e seletividade máxima com o menor número de operações possíveis (FEIGL; ANGER, 1966).

Sua principal característica é a possibilidade de visualização de cor, por sua formação ou mudança de uma cor para outra, o que oferece uma enorme variedade de experimentos químicos (ESPINOLA, 2004) que podem ser simulados.

Os testes de análise de toque são efetuados se utilizando uma gota do reagente sobre a amostra a analisar (analito), com auxílio dos materiais mais simples possíveis, tais como tubos de ensaio, placas de toque ou papel de filtro impregnado (JUNGREIS, 2006), sendo assim, cada resultado que é obtido demanda uma explicação científica envolvendo os conceitos relacionados (ESPINOLA, 2004), com ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Exemplo ilustrativo dos materiais utilizados em análise de toque



Fonte: adaptado de DOMÉNECH-CARBÓ; DOMÉNECH-CARBÓ, 2021.

Essa técnica é ideal para ser utilizada em experimentos químicos por atender aos requisitos de simplicidade metodológica de fácil execução, material simples e de baixo custo, sensibilidade e reprodutibilidade.

2.1 Aulas simuladas com utilização da análise de toque

Na prática pode-se simular qualquer situação envolvendo processos químicos, de forma realística ou virtual, se utilizando das mais variadas técnicas e procedimentos. Porém, aulas experimentais de química, utilizando a técnica da análise de toque, podem ser simuladas para abordagem de: funções químicas inorgânicas e orgânicas, reações químicas, soluções, cinética química, equilíbrio em meio aquoso, solubilidade, acidez e basicidade em meio aquoso (pH) e reações de análise e identificação de substâncias orgânicas e inorgânicas, entre outras.

Portanto, o número de práticas que podem ser simuladas e contextualizadas é muito grande, como também é grande a variedade de produtos que podem ser utilizados para simular reagentes que variam de cor quando reagidos com outras substâncias.

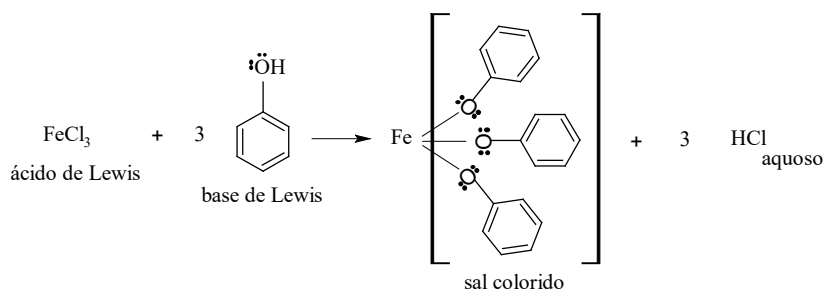
Neste trabalho iremos apresentar dois simuladores que podem ser utilizados em diversas práticas, facilmente encontrados no mercado, simples de serem manipulados e não geram resíduos tóxicos, pois suas concentrações, em meio aquoso, são tão pequenas que os descartes podem ser efetuados na rede pública de esgoto sem a menor preocupação.

3. SIMULADORES

3.1 Solução aquosa de cloreto férrico (FeCl_3) a 0,1% (p/v).

Entre alguns simuladores que utilizam a técnica da análise de toque a partir de reagentes de baixo custo, baixa toxicidade e alta sensibilidade e reprodutibilidade podemos citar a reação de uma solução aquosa de cloreto férrico (FeCl_3) com extratos de plantas que contém compostos fenólicos, tais como flavonoides e taninos, entre outros, gerando sais complexos de diferentes cores (SIMÕES et al., 2019; ALBANO; SANTOS; BASTOS, 2022). A reação está ilustrada na Figura 3.

Figura 3 – Reação entre o cloreto férrico e a substância fenólica produzindo o sal colorido



(*) Quando o composto fenólico for um flavonoide a cor do sal varia de vermelho a verde e quando for um tanino varia de verde (tanino condensado) a azul (tanino hidrolisável), conforme SIMÕES et al., 2019; ALBANO; SANTOS; BASTOS, 2022.

Fonte: ALBANO; SANTOS; BASTOS, 2022.

As cores dos extratos de plantas medicinais variam conforme a solução de cloreto férrico vai sendo adicionada, o experimento está ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Extratos de plantas e suas cores antes (esquerda) e depois (direita) da adição da solução aquosa de cloreto férrico



Legenda: Plantas extraídas: CS (cáscara sagrada), ES (espinheira santa), LH (linhaça), CM (camomila), BB (barbatimão), RM (romã) e cor dos extratos antes (esquerda) e depois (direita) da adição de FeCl_3

Fonte: ALBANO; SANTOS; BASTOS, 2022.

Ao gerar uma cor, ou modificar uma cor original, pela adição de um composto sobre o outro (nesse caso o cloreto férrico pode simular tanto a amostra como o reagente de identificação sobre a substância fenólica) que simula a amostra ou o reagente, o aluno terá a sensação de que a reação é a mesma que se processa na realidade (mesma cor e mesmo aspecto) com o mesmo procedimento, sendo, portanto, um simulador eficaz, pela técnica de análise de toque, que pode ser utilizado para simular inúmeras práticas de testes e exames de análise de toque reais.

3.2 EXTRATO DE REPOLHO ROXO

Outro método de simulação eficaz é usar as propriedades de vegetais que contêm antocianinas, como uva, jambolão, pata de vaca, repolho roxo etc., pois eles se comportam como indicadores universais de pH, mudando de cor de acordo com a variação de diferentes substâncias com variações pH, dentro da escala padrão de pH que vai de 1 a 14 (VAL-CASTILLO, 2020).

Por ser muito fácil de ser encontrado no comércio e apresentar uma variação de cores ideal, o repolho roxo foi escolhido como simulador.

Podem ser obtidas cores que variam do vermelho ao azul (GUIMARÃES; ALVES; ANTONIOSI FILHO, 2012), o que é ideal para simular reações onde as cores dos produtos mudam, como de verde para amarelo ou do vermelho para o azul etc., conforme a adição de outros compostos ácidos, básicos e neutros, como vinagre (pH = 2,8), bicarbonato de sódio (pH = 8) e água (pH = 6,5 -7).

A Figura 5 mostra as cores do extrato de repolho roxo após a adição de várias substâncias de diferentes pH.

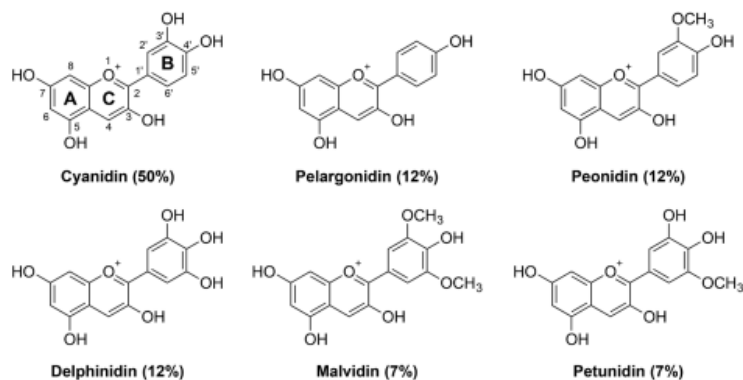
Figura 5 – Variação de cores no extrato de repolho roxo conforme a mudança de pH

pH	2	4	6	8	10	12	14
Cor							

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

As antocianinas presentes nesses extratos são as responsáveis por essa propriedade e suas principais estruturas (QUINA; BASTOS, 2015) estão ilustradas na Figura 6.

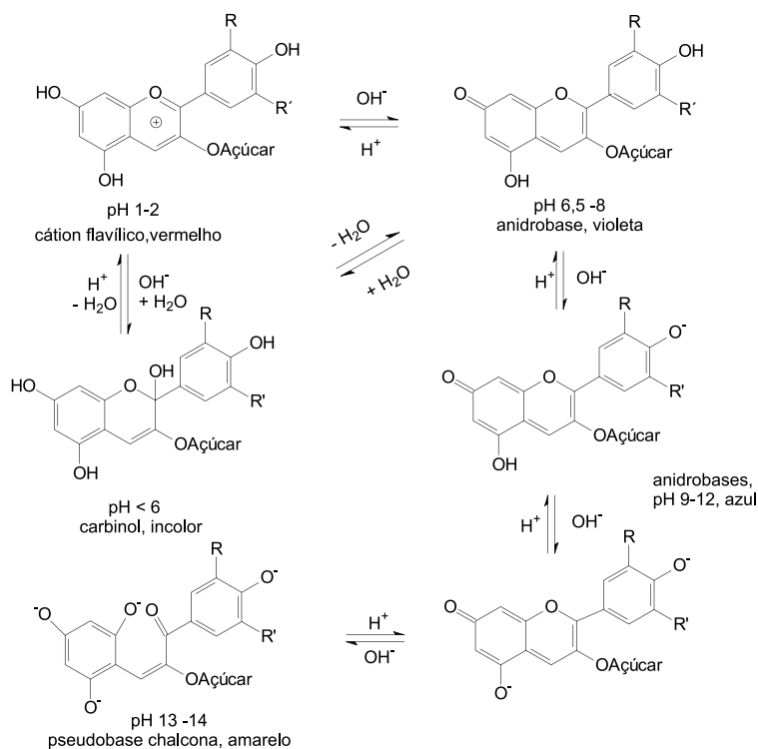
Figura 6 – Estruturas das antocianinas mais comuns e a abundância com que ocorrem no vegetal



Fonte: QUINA; BASTOS (2015).

Os mecanismos pelos quais as antocianinas sofrem a mudança de cor são baseados nas estruturas de ressonância resultantes das ações dos íons na mudança de pH em função do equilíbrio (TERCI; ROSSI, 2002) e estão ilustrados na Figura 7.

Figura 7 – Mecanismo pelos quais as antocianinas realizam a mudança de cor baseados nas estruturas de ressonância e de acordo com o pH



Fonte: TERCI; ROSSI (2002).

Portanto, para simular basta variar as amostras com substâncias que modifiquem ou não em função do pH, e do equilíbrio químico, e simular essa variação utilizando os extratos de vegetais que contém antocianinas, que funcionam como indicadores universais, e materiais caseiros de limpeza, higiene e alimentação com pH conhecido.

METODOLOGIA

1. PREPARAÇÃO DOS REAGENTES SIMULADORES

1.1 Solução de cloreto férrico

Preparação: Pesar 100 miligramas do sal e dissolver em 100 mL de água destilada, guardar em um recipiente plástico. Outro modo de preparação é diluir 2,4 mL de solução de percloroato de ferro 42% em 100 mL de água destilada. O cloreto férrico (utilizado para floculação de fosfatos) pode ser comprado em lojas de materiais para tratamento de água e piscinas e o percloroato em lojas de materiais eletrônicos (solução para limpeza de placas e componentes eletrônicos), e ambos podem ser encontrados na Internet e comprados pelo *e-commerce*.

1.2 Extrato de repolho roxo

Preparação: Adquirir um pedaço de repolho na feira ou supermercado, picotar 30g e adicionar 150 mL de água, levar ao fogo mínimo e deixar ferver por 15 minutos, deixar em repouso por 15 minutos e depois de coado o filtrado é transferido para um recipiente e guardado na geladeira. Prepare-o em no máximo 48 horas antes de usar para evitar a degradação do extrato.

2. AULAS EXPERIMENTAIS DE QUÍMICA UTILIZANDO TÉCNICAS SIMPLES E SIMULADORES DE BAIXO CUSTO

Podemos utilizar os dois simuladores apontados para realizar práticas experimentais por assunto e de modo contextualizado, portanto, para cada assunto estudado será apontado um contexto de uma profissão, para que o aluno possa se sentir imerso em um ambiente onde ele é o ator principal da construção de seu conhecimento, atuando diretamente na condução da prática e produzindo seus resultados, que depois serão comentados e discutidos com o professor na fase de avaliação da prática.

Descreveremos uma prática para cada assunto e para cada uma um contexto profissional, deixando em aberto um grande número de outras práticas que podem ser desenvolvidas pelo mesmo método, utilizando a mesma metodologia aqui aplicada. As aulas foram ilustradas a partir de quadros com sequências didáticas e metodológicas para facilitar sua compreensão.

2.1 Aula 1 – Cinética Química: o estudo dos fatores que influenciam a velocidade das reações químicas

A cinética, a partir de experimentos que demonstram os fatores que influenciam a velocidade das reações químicas, pode ser estudada em um contexto profissionalizante descrito no Quadro 4.

Quadro 4 – Sequência didática e metodológica da Aula de Cinética: fatores que influenciam a velocidade das reações químicas

Elementos	Metodologia
Público	• Alunos do Ensino Médio (todos os anos).
Modalidade	• Presencial, Remota ou Híbrida.
Objetivos	• Mostrar aos alunos os principais fatores que influenciam a velocidade das reações a partir da análise de fenômenos cotidianos.
Tempo (duração)	• 30 a 50 minutos.
Conteúdos específicos	• Influência da temperatura, da superfície de contato e da concentração das substâncias na velocidade das reações.
Contexto (Ambiente de imersão)	• Trata-se de um dentista que deve decidir que substância utilizar, em que estado físico, temperatura e concentração, para que a velocidade de secagem seja ideal, de maneira que o molde que irá fazer nos pacientes não seque muito rápido nem muito lentamente. Portanto, ele testa as substâncias em diferentes concentrações, temperaturas e superfícies de contato.
Materiais	• 1) repolho roxo picado e extrato de repolho roxo; 2) materiais domésticos para variar o pH: limão (pH= 2), vinagre (pH=3), bicarbonato de sódio (pH=8), água sanitária (pH=10); 3) frasco conta-gotas de plástico; 4) copos e/ou recipientes plásticos de 300 mL, 600 mL e 1 L.
Desenvolvimento	<ul style="list-style-type: none"> • Separe um pouco de repolho roxo picado (sólido), divida o extrato de repolho em dois frascos e guarde um no congelador e separe os materiais domésticos por pH, envase os líquidos nos frascos conta-gotas e use os copos plásticos para realizar os experimentos. • Aqueça o extrato de repolho e coloque no copo plástico, coloque em outro copo o repolho roxo bem gelado (não deixe congelar), e prossiga adicionando os produtos domésticos, cada um de uma vez, no copo com extrato quente e no copo com extrato gelado, observando e anotando o tempo de mudança de cor em cada um, caso consiga cronometrar, anote. • Pegue o repolho picado que foi separado e coloque um pouco em 4 copos, adicione os produtos domésticos e anote o que foi observado. Adicione um pouco de extrato de repolho em um recipiente de 300 mL e preencha o volume com água, em outro recipiente de 600 mL dobre o volume com água e, caso tenha mais um recipiente eleve o volume com água até 1 L. Adicione os produtos domésticos em cada recipiente e observe, anotando tudo. • Elabore um laudo com o que foi anotado e discuta as considerações com o professor.
Avaliação da aprendizagem	• Contínua, formativa e participativa: os alunos discutem e trocam ideias e experiências entre eles, supervisionados pelo professor.

Fonte: Elaborado pelos autores.

2.2 Aula 2 – Equilíbrio químico: o estudo dos fatores que influenciam no deslocamento do equilíbrio nas reações químicas

O equilíbrio das reações químicas, e os fatores que influenciam o seu deslocamento, pode ser simulado a partir de um contexto que está descrito no Quadro 5.

Quadro 5 - Sequência didática e metodológica da Aula de Equilíbrio: fatores que influenciam no deslocamento

Elementos	Metodologia																											
Público	• Alunos do Ensino Médio (todos os anos).																											
Modalidade	• Presencial, Remota ou Híbrida.																											
Objetivos	• Mostrar aos alunos os principais fatores que influenciam no deslocamento do equilíbrio das reações químicas.																											
Tempo (duração)	• 30 a 50 minutos.																											
Conteúdos específicos	• Influência da temperatura e da concentração das substâncias no deslocamento do equilíbrio das reações.																											
Contexto (Ambiente de imersão)	• Trata-se de um perito criminal que recebe uma amostra de substância com suspeita de ser cloridrato de cocaína e depois de realizar os testes tem que explicar no laudo porque o resultado positivo apresenta a cor azul no começo do teste, torna-se incolor e depois retorna a ser azul.																											
Materiais	• 1) extrato de repolho roxo; 2) materiais domésticos para variar o pH: vinagre (pH=3), bicarbonato de sódio (pH =8), sal de cozinha, açúcar, fubá e farinha (amostras de cocaína); 3) frasco conta-gotas de plástico; 4) caixa de ovo vazia.																											
Desenvolvimento	<ul style="list-style-type: none"> • Etapa 1: Dentro de cada espaço vazio da caixa de ovo coloque um pouco de farinha, sal, açúcar e fubá, depois adicione uma solução de bicarbonato de sódio (bicarbonato de sódio dissolvido em água), conseguindo um pH em torno de 8 no extrato de repolho e simulando a cor azul (Tabela 1). • Etapa 2: Adicione gotas de vinagre, cujo pH=3, até acidificar o extrato de repolho conseguindo um meio neutro de pH=6 simulando a cor rosa claro (Tabela 1). • Etapa 3: Adicione a solução de bicarbonato de sódio e óleo de cozinha ($d < 1$), esse último para simular o sistema de fases clorofórmio/água, formando duas fases distintas, retornando à formação da cor azul na camada inferior, simulando a reação positiva (Tabela 1). • O teste real deve reproduzir os resultados ilustrados na Tabela 1. • Ao final, depois de todos os resultados anotados, elabore um laudo explicando suas considerações e discuta com o professor. <p>Tabela 1 - Resultados positivos para cloridrato de cocaína e crack (base livre)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">SUBSTÂNCIA</th> <th colspan="3">RESULTADO COM TESTE DE SCOTT ORIGINAL</th> <th colspan="3">RESULTADO COM TESTE DE SCOTT MODIFICADO</th> </tr> <tr> <th>Etapa 1</th> <th>Etapa 2</th> <th>Etapa 3</th> <th>Etapa 1</th> <th>Etapa 2</th> <th>Etapa 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cocaína. HCl</td> <td>azul</td> <td>desaparece</td> <td>azul</td> <td>azul</td> <td>desaparece</td> <td>azul</td> </tr> <tr> <td>*Cocaína (95%)</td> <td>branco</td> <td>não muda</td> <td>azul</td> <td>azul</td> <td>não muda</td> <td>azul</td> </tr> </tbody> </table>	SUBSTÂNCIA	RESULTADO COM TESTE DE SCOTT ORIGINAL			RESULTADO COM TESTE DE SCOTT MODIFICADO			Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Cocaína. HCl	azul	desaparece	azul	azul	desaparece	azul	*Cocaína (95%)	branco	não muda	azul	azul	não muda	azul
SUBSTÂNCIA	RESULTADO COM TESTE DE SCOTT ORIGINAL			RESULTADO COM TESTE DE SCOTT MODIFICADO																								
	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3																						
Cocaína. HCl	azul	desaparece	azul	azul	desaparece	azul																						
*Cocaína (95%)	branco	não muda	azul	azul	não muda	azul																						
Avaliação da aprendizagem	Contínua, formativa e participativa: os alunos discutem e trocam ideias e experiências entre eles, supervisionados pelo professor.																											

Fonte: Elaborado pelos autores.

2.3 Aula 3 – Soluções e Solubilidade: o estudo da concentração das soluções químicas

Estudo da concentração das soluções e dos efeitos na solubilidade nos processos químicos, conforme descrito no Quadro 6.

Quadro 6 – Sequência didática e metodológica da Aula de Soluções e Solubilidade: fatores que influenciam a concentração e a solubilidade das substâncias químicas

Elementos	Metodologia
Público	• Alunos do Ensino Médio (todos os anos).
Modalidade	• Presencial, Remota ou Híbrida.
Objetivos	• Mostrar aos alunos os principais fatores que influenciam a concentração e a solubilidades das substâncias químicas e efetuar cálculos de concentração.
Tempo (duração)	• 30 a 50 minutos.
Conteúdos específicos	• Influência da concentração na solubilidade, diluição, densidade, cálculos de concentração, precipitação.
Contexto (Ambiente de imersão)	• Trata-se de um engenheiro químico que deve realizar uma série de experimentos com algumas soluções e observar os resultados para responder como cada substância se comporta, nas condições testadas, dentro de uma tubulação.
Materiais	• 1) solução de cloreto férrico (FeCl_3) 0,1% (p/v); 2) frasco conta-gotas; 3) copos de plástico e recipientes de 10 mL, 100 mL e 1 litro; 4) coador de pano ou papel de filtro e funil de plástico; 5) casca de romã; 6) água.
Desenvolvimento	<ul style="list-style-type: none"> • A prática estuda diversos tópicos, que se correlacionam, ao mesmo tempo, solubilidade, concentração, densidade, cálculos de volume e reações de precipitação. • Para as reações de precipitação devem ser preparadas: 1) 3 alíquotas de 10 mL de solução de cloreto férrico 0,1% (p/v); 2) 100 mL de solução diluída 0,01% (v/v); 3) adicionar 490 mL de água e determinar a concentração (v/v). • Pese cada recipiente utilizado antes (vazio) e depois (cheio) de preparar a solução, calcule a diferença e calcule a densidade: $d=m/v$ (onde, m=massa calculada pela diferença de peso, v=volume da solução). • Peça para calcular a quantidade de água que deve ser adicionada em cada alíquota de 10 mL de FeCl_3 0,1% (p/v) para preparar cada solução. • Depois prepara-se um extrato aquoso (50 mL de água) pela infusão de casca de romã (<i>Punica granatum</i> L.) triturada (5 g), e divide-se o extrato em 3 copos com 10 mL cada, em seguida adicione 10 gotas de cada solução de solução de FeCl_3 preparada (0,1%; 0,01% e 0,002%) e observe a intensidade da cor azul e a quantidade de precipitado formada em cada copo. • Depois de anotadas as considerações, discuta com o professor sobre as quantidades de precipitados e a intensidade de coloração azul em cada solução, de acordo com a concentração de solução aquosa de FeCl_3 que foi adicionada. • Comente sobre a formação dos precipitados, em qual concentração se formou tudo no fundo e em qual se formou no líquido sobrenadante, indicando a diferença de densidade. • Elabore o laudo explicando como as diferentes concentrações, e diferentes volumes, se comportam com relação as suas propriedades químicas e físicas, destacando a causa da densidade calculada ter apresentado valor idêntico para todas as soluções.
Avaliação da aprendizagem	• Contínua, formativa e participativa: os alunos discutem e trocam ideias e experiências entre eles, supervisionados pelo professor.

Fonte: Elaborado pelos autores.

2.4 Aula 4 - Acidez e basicidade em meio aquoso (pH): o estudo do pH das soluções em meio aquoso

No Quadro 7 são descritos os procedimentos para se realizar o estudo do pH em soluções no meio aquoso.

Quadro 7 - Sequência didática e metodológica da Aula de Acidez e Basicidade em meio aquoso (pH): o estudo do pH das soluções em meio aquoso

Elementos	Metodologia																		
Público	• Alunos do Ensino Médio (todos os anos).																		
Modalidade	• Presencial, Remota ou Híbrida.																		
Objetivos	• Mostrar aos alunos as principais características das soluções ácidas e básicas em meio aquoso e a discussão de pH, pK e pKind.																		
Tempo (duração)	• 30 a 50 minutos.																		
Conteúdos específicos	• Influência da concentração na solubilidade, diluição, densidade, cálculos de concentração, precipitação.																		
Contexto (Ambiente de imersão)	• Trata-se de um enfermeiro em um hospital, que no seu plantão recebe várias amostras de urina para analisar e fazer uma triagem, encaminhando cada paciente, de acordo com o seu quadro clínico, para o setor responsável.																		
Materiais	• 1) extrato de repolho roxo; 2) materiais domésticos para variar o pH: limão (pH=2), vinagre (pH=3), água sanitária (pH=10); 3) frasco conta-gotas de plástico; 4) copos plásticos; 5) caixa de ovo vazia; 6) algodão.																		
Desenvolvimento	<ul style="list-style-type: none"> • Prepare as amostras com as substâncias domésticas de diferentes pH. • Prepare os frascos conta gotas enchendo com extrato de repolho. • Use os espaços vazios da caixa de ovos como poços de reação, preencha com pedaços de algodão e prepare-os de modo que um deles seja o padrão (controle) e os demais sejam preenchidos com as amostras de pH variável para simular as diferentes condições clínicas. • Usando o frasco conta-gotas, os alunos adicionam algumas gotas de extrato de repolho roxo em cada poço da placa (não esqueça de anotar tudo) contendo a substância de pH previamente preenchida. • Em questão de segundos as cores de cada poço onde são adicionados os extratos de repolho apresentam as cores correspondentes à variação do extrato de repolho roxo no pH da substância adsorvida no poço. • De acordo com os resultados positivos ou negativos elabore um laudo com os resultados e discuta com o professor. • Os resultados positivos estão descritos na Tabela 2. <p>Tabela 2 – Doença, quadro clínico, pH da amostra e cor obtida pela adição de extrato de repolho roxo</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>DOENÇA</th> <th>QUADRO/pH DA AMOSTRA</th> <th>COR DO EXTRATO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Insuficiência renal</td> <td>Alcalose metabólica/URINA BÁSICA</td> <td>verde</td> </tr> <tr> <td>Hiperaldosteronismo Primário</td> <td>Acidose metabólica/URINA ÁCIDA</td> <td>vermelho</td> </tr> <tr> <td>Candidíases</td> <td>pH vaginal ácido/FLUÍDO ÁCIDO</td> <td>vermelho</td> </tr> <tr> <td>Pancreatite aguda</td> <td>Secreção duodenal ácida/SECREÇÃO ÁCIDA</td> <td>vermelho</td> </tr> <tr> <td>Câncer</td> <td>pH ácido em torno de células/FLUÍDO ÁCIDO</td> <td>vermelho</td> </tr> </tbody> </table>	DOENÇA	QUADRO/pH DA AMOSTRA	COR DO EXTRATO	Insuficiência renal	Alcalose metabólica/URINA BÁSICA	verde	Hiperaldosteronismo Primário	Acidose metabólica/URINA ÁCIDA	vermelho	Candidíases	pH vaginal ácido/FLUÍDO ÁCIDO	vermelho	Pancreatite aguda	Secreção duodenal ácida/SECREÇÃO ÁCIDA	vermelho	Câncer	pH ácido em torno de células/FLUÍDO ÁCIDO	vermelho
DOENÇA	QUADRO/pH DA AMOSTRA	COR DO EXTRATO																	
Insuficiência renal	Alcalose metabólica/URINA BÁSICA	verde																	
Hiperaldosteronismo Primário	Acidose metabólica/URINA ÁCIDA	vermelho																	
Candidíases	pH vaginal ácido/FLUÍDO ÁCIDO	vermelho																	
Pancreatite aguda	Secreção duodenal ácida/SECREÇÃO ÁCIDA	vermelho																	
Câncer	pH ácido em torno de células/FLUÍDO ÁCIDO	vermelho																	

Avaliação da aprendizagem	Contínua, formativa e participativa: os alunos discutem e trocam ideias e experiências entre eles, supervisionados pelo professor.
----------------------------------	--

Fonte: Elaborado pelos autores.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

1 CINÉTICA QUÍMICA: FATORES QUE INFLUENCIAM A VELOCIDADE DAS REAÇÕES

Nessa aula o aluno deve observar e anotar o tempo de reação da formação de cor e sua intensidade, utilizando o repolho roxo de diferentes formas e variando as substâncias, como descrito na Tabela 3. As observações devem ser discutidas com seus colegas sob a supervisão do professor.

Tabela 3 – Resultados observados no experimento de Cinética utilizando repolho roxo

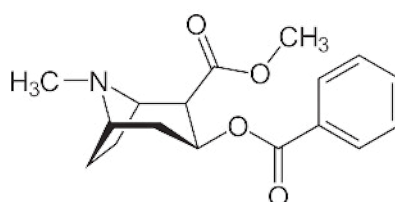
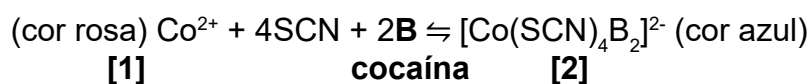
Substrato	Substância, pH e cor	Tempo decorrido/ intensidade da cor
Extrato de repolho a temperatura ambiente	limão (pH=2) vermelho	< (menor) e > (maior)
Extrato de repolho gelado	água sanitária (pH=11) verde	> (maior) e < (menor)
Extrato de repolho (líquido)	vinagre (pH=3) rosa	< (menor) e > (maior)
Repolho picado (sólido)	bicarbonato (pH=8) azul	> (maior) e < (menor)
Extrato de repolho concentrado	limão (pH=2) vermelho	< (menor) e > (maior)
Extrato de repolho diluído	bicarbonato (pH=8) azul	> (maior) e < (menor)

Fonte: Elaborado pelos autores.

2. EQUILÍBRIO QUÍMICO

Esse teste é realizado a partir de uma solução de tiocianato de cobalto [1] de coloração rosa, solúvel em água, mas que na presença de cocaína (B) produz um precipitado de cor azul, um complexo de cobalto [2] insolúvel em água (Figura 8).

Figura 8 – Tiocianato de cobalto rosa na presença de cocaína (B) produz o complexo de cobalto II de coração azul

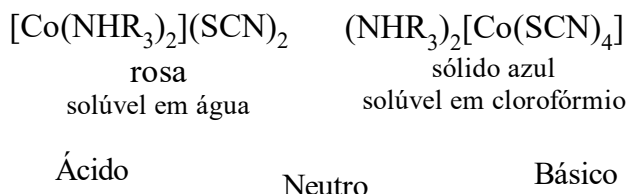
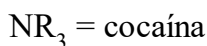


Cocaína (B):

Fonte: Elaborado pelos autores.

Essa reação se comporta conforme o equilíbrio formado entre o tiocianato de cobalto (solúvel) em meio ácido (rosa) e o tiocianato sólido (insolúvel) em meio básico (azul) e permite a extração utilizando o clorofórmio como solvente na fase orgânica para isolar o complexo cobalto-cocaína (solúvel em clorofórmio) e separar da fase aquosa (Figura 9).




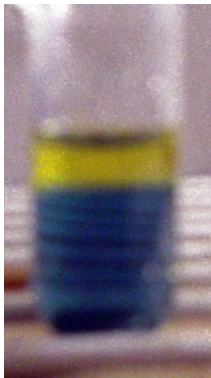
Figura 9 – Ilustração do equilíbrio químico formado entre as fases aquosa e orgânica



Fonte: Elaborado pelos autores.

As amostras que resultarem positivas para os testes deverão apresentar os resultados ilustrados na Tabela 4. Os alunos deverão elaborar um relatório sobre o deslocamento do equilíbrio e seus resultados a partir da reação e seus mecanismos.

Tabela 4 – Amostras de cotonetes com resultados positivos e separação de fases

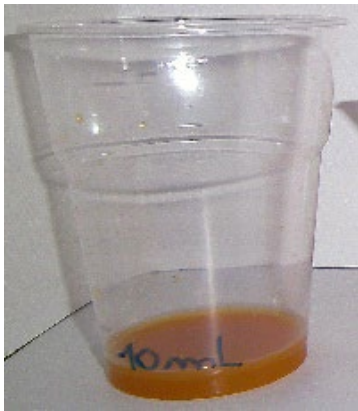





Amostras	Substâncias adicionadas ao extrato de repolho		
	pH=8 (bicarbonato)	pH=2 (limão)	pH=8 (bicarbonato)
	azul	rosa	azul
positivas			
Separação de fases			
<p>Água →</p> <p>Clorofórmio →</p>			

Fonte: Elaborado pelos autores.

3 SOLUÇÕES E SOLUBILIDADE

O objetivo dessa aula é que o aluno observe os efeitos da concentração das soluções sobre a solubilidade dos solutos. A partir da diluição de uma solução concentrada, o aluno deverá anotar suas observações e discutir os resultados, conforme descritos na Tabela 5.

Tabela 5 – Resultados observados com a diluição e cálculos efetuados

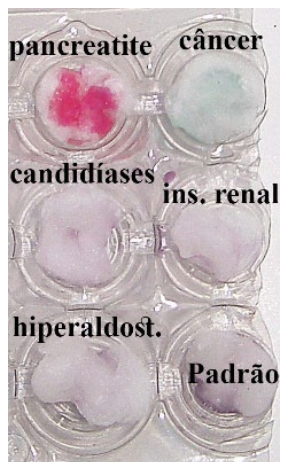
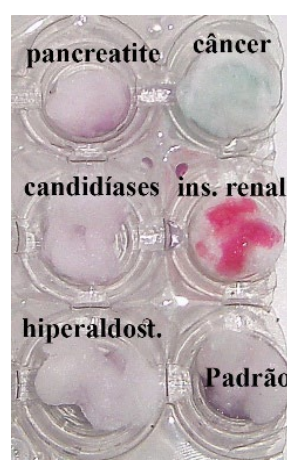
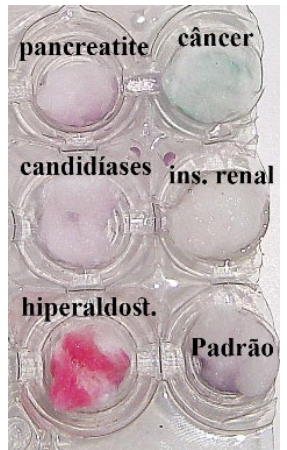
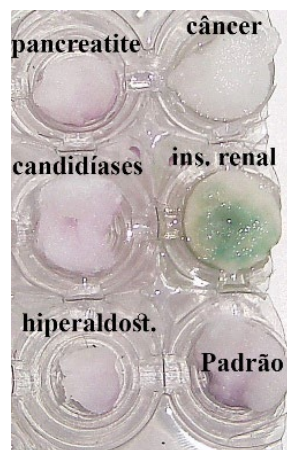
Solução 1	C=0,1% (p/v)	Solução 2	C=0,01% (v/v)	Solução 3	C=0,002% (v/v)
			Extrato de romã + 1	Extrato de romã + 2	Extrato de romã + 3
					

Fonte: Elaborado pelos autores.

4 ACIDEZ E BASICIDADE EM MEIO AQUOSO (PH)

Nessa aula o aluno terá a oportunidade de estudar o comportamento das substâncias ácidas e básicas e o seu pH em meio aquoso, observando a mudança de cor no extrato de repolho roxo, permitindo a discussão do pH, da constante pK e do indicador pKind. Os resultados (Tabela 6) devem ser discutidos com a turma.

Tabela 6 – Resultados por pacientes e indicação de quadros clínicos

<p>Paciente 1 Pancreatite →</p>			<p>Paciente 2</p>
			<p>Normal</p>
<p>Paciente 3</p>			<p>Paciente 4</p>
<p>Hiperaldosteronismo →</p>			<p>← Insuficiência renal</p>

Fonte: Elaborado pelos autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Depois do período pandêmico ficamos focados em desenvolver uma metodologia que atendesse qualquer sistema de ensino em caso ou não de emergência, ou seja, uma alternativa de aulas práticas experimentais que pudesse ser executada fora da escola (remoto), na escola (presencial) e/ou com retirada de material e instruções na escola e execução da prática fora da escola (híbrido).

Efetuada uma revisão na literatura, buscando alternativas e técnicas, chegamos à conclusão de que aulas simuladas e contextualizadas com a imersão em um ambiente profissional, de uma profissão do dia a dia, como dentista, perito criminal, engenheiro químico e enfermeiro, entre outras, seria viável para desenvolver essas aulas alternativas.

Havia o problema dos laboratórios, equipamentos, reagentes, ligados a infraestrutura para dar suporte a aula, mas foi escolhida uma técnica cuja principal característica é a sua simplicidade, a análise de toque (do inglês, *spot tests*). Resolvido o problema de espaço e equipamentos, restou o problema dos reagentes, portanto, o extrato de repolho roxo

e a solução aquosa de cloreto férrico demonstraram ser eficazes em reproduzir de forma simulada os resultados realísticos perquiridos.

Assim, foram desenvolvidas algumas aulas, à guisa de exemplos, tratando de assuntos relacionados ao processo de ensino-aprendizagem de química para o Ensino Médio, em contextos profissionalizantes, que permitem que o aluno as execute fora da escola e depois discuta suas observações com o professor e o resto de seus colegas.

Os materiais utilizados são os mais simples possíveis, o desenvolvimento da prática é simples, e os rejeitos podem ser depositados na rede pública de esgoto, pois não apresentam toxidez. O número de práticas e contextos que podem ser abordados, não só no Ensino Médio, mas também no ensino de ciências para o Ensino Fundamental, é muito grande, tratando-se, portanto, de uma alternativa viável para todos os tempos, sejam de pandemia ou não.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte e apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- AEBERSOLD, M. Simulation-Based Learning: No Longer a Novelty in Undergraduate Education. **OJIN: The Online Journal of Issues in Nursing**, n. 23, n. 2, p. 1-12, 2018. <https://doi.org/10.3912/OJIN.Vol23No02PPT39>.
- ALBANO; W. M.; SANTOS, M. G.; BASTOS, W. G. O estudo da teoria ácido-base de Lewis a partir de reações com substâncias fenólicas de plantas medicinais. **Quím. nova esc.**, v. 43, n. 3, p. 361-366, 2022. <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160278>.
- ALINIER, G.; ORIOT, D. Simulation-based education: deceiving learners with good intent. **Advances in Simulation**, v. 7, n. 8, p. 1-13, 2022. <https://doi.org/10.1186/s41077-022-00206-3>.
- ALMEIDA, A. O.; SILVA, D. X.; SOUSA, I. F.; ALVES, F. A. F. O ensino de Química: dificuldades de ensino-aprendizagem na perspectiva de uma professora da rede pública do município de Maracanaú. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 6., 2019, Fortaleza. **Anais...Fortaleza**: Editora Realize.
- BATISTA, F. M.; SCHUHMACHER. Tempos de pandemia: uma análise da percepção dos alunos com relação a mudança do ensino presencial para o remoto. In: CASTRO, P. A.; SILVA, G. C. C.; SILVA, A. V.; SILVA, G.; CAVALCANTI, R. J. S. **Escola em tempos de conexões**. Campina Grande: Realize, 2022, p. 2029-2047. DOI: 10.46943/VII.CONEDU.2021.03.000.
- BRASIL. SENADO FEDERAL. INSTITUTO DE PESQUISA DATASENADO. **Pesquisa DataSenado**: Educação durante a pandemia. Secretaria de Transparência. Brasília: SENADO FEDERAL, 2020. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/institucional/datasenado/arquivos/cerca-de-20-milhoes-de-brasileiros-tiveram-aulas-suspensas-em-julho-de-2020>. Acesso em 10 de março de 2023.
- COELHO, S. F. F. **Ensino de Química articulado a Educação Ambiental por meio da formulação de pesticida natural**: revisão de literatura. 2021. 44 f. Monografia (Licenciatura em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Macapá, 2021.
- COELHO, G.; VIEIRA, T. História da simulação cirúrgica e sua aplicação em Neurocirurgia. **Sci Med.**, v. 28, n. 1, 2018. <https://doi.org/10.15448/1980-6108.2015.1.19519>.
- COOPER, J. B.; TAQUETI, V. R. A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. **Qual Saf Health Care**, v. 13, n. 1, p. 11–18, 2004. doi: 10.1136/qshc.2004.009886.
- DIECKMAN, P.; GABA, D. M.; RALL, M. Deepening the Theoretical Foundations of Patient Simulation as Social Practice. **Simulation in Healthcare**, v. 2, n. 3, p. 183–193, 2007. <https://doi.org/10.1097/SIH.0b013e3180f637f5>.
- DOMÉNECH-CARBÓ, M. T.; DOMÉNECH-CARBÓ, M. T. Spot tests: past and presente. **Chem Texts**, v. 8, n. 4, p. 1-66, 2021. <https://doi.org/10.1007/s40828-021-00152-z>.
- ESPINOLA, A. Fritz Feigl: sua obra e novos campos tecno-científicos por ela originados. **Quim. Nova**, v. 27, n. 1, p. 169-176, 2004.

FEIGL, F.; ANGER, V. **Spot Tests in Organic Analysis**. Amsterdam: Elsevier, 1966.

FEIGL, F.; ANGER, V. **Spot Tests in Inorganic Analysis**. Amsterdam: Elsevier, 1972.

GABA, D. M. The future vision of simulation in health care. **Qual Saf Health Care**, v. 3, n. 1, p. 2–10, 2004. doi: 10.1136/qshc.2004.009878.

GABA, D. M.; DeANDA, A. B. S. A Comprehensive Anesthesia Simulation Environment: Re-creating the Operating Room for Research and Training. **Anesthesiology**, 69, p. 387-394, 1998. PMID: 3415018.

GONÇALVES, R. P. N.; GOI, M. E. J. Experimentação no ensino de química na educação básica: uma revisão de literatura. **Revista Debates em Ensino de Química**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 136–152, 2020. <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/2627>.

GUIMARÃES, W.; ALVES, M. I. R.; ANTONIOSI FILHO, N. R. Antocianinas em extratos vegetais: aplicação em titulação ácido-base e identificação via cromatografia líquida/espectrometria de massas. **Quim. Nova**, v. 35, n. 8, p. 1673-1679, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422012000800030>.

INACSL. Healthcare Simulation Standards of Best Practice The Debriefing Process. **Clinical Simulation in Nursing**, v. 58, p. 27-32, sep. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2021.08.011>.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Resultados do Questionário Resposta Educacional à Pandemia de Covid-19 no Brasil**. Censo Escolar, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/censo-escolar/orientacoes/situacao-do-aluno>. Acesso em: 12 de março de 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Resultados da segunda edição da pesquisa Resposta Educacional à Pandemia de Covid-19 no Brasil**. Censo Escolar, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/censo-escolar/pesquisas-suplementares/pesquisa-covid-19>. Acesso em: 12 de março de 2023.

JEFFRIES, P. R. (Ed.). **Simulation in Nursing Education: From Conceptualization to Evaluation**. New York: NLN, 2007.

JUNGREIS, E. Spot Test Analysis. In: MEYERS, R. A. (Ed.). **Encyclopedia of Analytical Chemistry: Applications, Theory and Instrumentation**. New York: John, Wiley & Sons, 2006, p. 13609-13625.
LUNCE, L. M. Simulations: Bringing the benefits of situated learning to the traditional classroom. **Journal of Applied Educational Technology**, v. 3, n. 1, p. 37-45, 2006.

MARCHETTI, C. N. **Elaboração e aplicação de Unidade Didática Multiestratégica na disciplina de Química no ensino médio em uma escola estadual: possibilidades e dificuldades**. 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Química), Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2021.

MARKOVIĆ, D.; MARKOVIĆ-ŽIVKOVIĆ, B. Development of Anatomical Models – Chronology. **Acta Medica Medianae**, v. 49, n. 2, p. 56-62, 2010. <http://publisher.medfak.ni.ac.rs/>.

NEHRING, W. M.; LASHLEY, F. R. Nursing Simulation: A Review of the Past 40 Years. **Simulation & Gaming**, v. 40, n. 4, p. 528-552, 2009. <https://doi.org/10.1177/1046878109332282>.

- NICKERSON, M.; POLLARD, M. Mrs. Chase and Her Descendants: A Historical View of Simulation. **Creative Nursing**, v.16, n. 3, p. 101-106, 2010. DOI: 10.1891/1078-4535,16.3.101.
- OLIVEIRA, M. B.; SILVA, L. C. T.; CANZARO, J. V.; CARVALHIDO, M. L. L.; SOUZA, R. R. C. D.; BUSSAD NETO, J.; RANGEL, D. P.; PELEGRINI, J. F. M. O ensino híbrido no Brasil após pandemia do covid-19. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 918-932, 2021. DOI:10.34117/bjdv7n1-061
- ORIoT, D.; ALINIER, G. **Pocket Book for Simulation Debriefing in Healthcare**. Cham: Springer, 2018.
- QUINA, F.H.; BASTOS, E.L. **Chemistry Inspired by the Colors of Fruits, Flowers and Wine**. An Acad Bras Cienc., v. **90**, n. **1**, Suppl. **1**, p. **681-695**, 2018.
- RONDINI, C. A.; PEDRO, K. M.; DUARTE, C. S. Pandemia da COVID-19 e o ensino remoto emergencial: mudanças na prática pedagógica. **Interfaces Científicas -Educação**, v. 10, n. 1, p. 41-57, 2020. DOI: 10.17564/2316-3828.2020v10n1p41-57.
- SANTOS, L.R.; MENEZES, J.A. A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios. **Rev. Eletrônica Pesquiseduca**. v. 12, n. 26, p. 180-207, 2020.
- SANTOS, J. F.; SOUZA, G. A. P. A experimentação nas aulas de química do ensino médio: uma revisão sistemática nos ENEQs de 2008 a 2018. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 1, p. 72-78, 2019. <https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/2393>.
- SCHNORRENBARGER, C. C. Anatomical Roots of Chinese Medicine and Acupuncture. **Schweiz Z Ganzheitsmed**, v. 25, p. 110-118, 2013. <https://doi.org/10.1159/000349905>.
- SCHNURR, M. A.; MACLEOD, A. (Eds.). **Simulations and Student Learning**. Toronto: University of Toronto Press, 2021.
- SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. (Eds.). **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento**. Porto Alegre: Artmed, 2019.
- TERCI, D.B.L.; ROSSI, A.V. Indicadores naturais de pH: usar papel ou solução? **Quim. Nova**, v. 25, n. 4, p. 684-688, 2002.
- VAL-CASTILLO, O. Estudio de sustancias naturales como indicadores de pH. Una propuesta didáctica. **An. Quím.**, v. 116, n. 2, p. 88-98, 2020.
- VENTURA, L. A. **A reciclagem de diferentes materiais como tema gerador**: Uma revisão bibliográfica e uma proposta para o ensino de Química. 2018. 50 f. Monografia (Licenciatura em Química) – Departamento de Ciências Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2018.
- VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. tradução José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. 7ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.