

PRÁTICAS EXPERIMENTAIS SIMULADAS COMO ALTERNATIVA PARA AULAS EXPERIMENTAIS

Wladimir Mattos Albano ¹
Cristina Maria Carvalho Delou ²

RESUMO

É comum ouvir pessoas reclamando das dificuldades encontradas nas disciplinas das ciências exatas, principalmente a Química, que já foi refrão de música por ser odiada. Entretanto, os professores e pesquisadores da área de ensino de Química apontam como principais dificuldades de aprendizagem às relacionadas com a infraestrutura, como falta de laboratórios, de aulas experimentais e de reagentes, e, mesmo podendo contar com alguns desses elementos, ainda se deparam com aulas descontextualizadas e sem sentido para o aluno, que busca uma interação com o seu mundo, que seja relacionado com alguma coisa que eles assistem na televisão ou veem na vida real, como uma profissão ou ofício. Existem muitas alternativas para materiais e equipamentos de laboratório que se utilizam de materiais recicláveis e de baixo custo, contudo não há alternativas para a falta de reagentes e insumos e há poucas alternativas e propostas de se simular algumas tarefas ligadas a profissões, tais como, enfermeiros, químicos, peritos, entre outras. Por isso, buscamos responder a essa questão com uma metodologia que pode ser aplicada em escolas e espaços que não possuem laboratórios ou equipamentos e utiliza materiais caseiros, encontrados em qualquer loja de alimentos e recursos simples, tais como copos de plástico e canudos de papel. Portanto, com intuito de solucionar a falta de reagentes e montar práticas amparadas em contextos profissionalizantes foram elaboradas práticas experimentais simuladas que fazem as vezes das práticas reais.

Palavras-chave: Simulação; Experimentação; Aulas contextualizadas.

INTRODUÇÃO

É muito comum ouvir as pessoas reclamando das dificuldades em aprender as disciplinas das ciências exatas, com destaque para a Química, que ganhou um refrão musical por ser “odiada” (RUSSO, 1987).

Entretanto, se perguntar-se o que é difícil há um hiato na resposta, que geralmente vem seguido da expressão genérica: “tudo”.

Analisando alguns artigos de revisão encontrados na literatura, é possível ter-se um panorama das principais dificuldades apontadas para o ensino-aprendizagem de Química, e ter uma ideia das dificuldades relacionadas a essa disciplina.

Entre as dificuldades apontadas estão o fato de o aluno não compreender os fenômenos e conceitos científicos por causa da ausência de contextualização dos conteúdos trabalhados em

¹ Doutorando no Programa de Pós-graduação em Ensino em Biociências e Saúde, Fiocruz/RJ, mattosalbano@gmail.com;

² Professora Colaboradora no Programa de Pós-graduação em Ensino em Biociências e Saúde, Fiocruz/RJ, cristinadelou@id.uff.br;

sala de aula (VENTURA, 2018), ou seja, eles não conseguem fazer relação entre o que aprendem na escola com as atividades relacionadas ao seu cotidiano (GONÇALVES; GOI, 2018). Não há uma boa interação entre o aluno, o professor e o cotidiano, deixando o conteúdo com uma abordagem tradicional e memorística (BARROS, 2015), o que torna o conteúdo maçante e desinteressante para os alunos (MIRANDA; SOUZA; RAMOS, 2018).

Neste contexto, a disciplina é apresentada de forma muito conservadora e fazendo uso de muitos termos que acabam dificultando o entendimento (GUERRA *et al.*, 2019), e é caracterizada como difícil, monótona, conteudista, que exige memorização e muitas vezes não é contextualizada (DELAMUTA *et al.*, 2021)

A Química é uma ciência experimental, e como tal, a “falta de hábito ao uso do laboratório de Ciências é responsável por algumas das dificuldades que os alunos têm para chegar a uma resolução adequada de um problema” (GOI; BORBA, 2019, p. 180), e por isso “a importância de a teoria estar sempre vinculada à prática, pois possibilita ao aluno obter um conhecimento mais elevado do que está sendo ensinado” (FERREIRA *et al.*, 2019).

O que é confirmado por Miranda, Souza e Ramos (2018, p. 78), principalmente com relação às escolas públicas: “as escolas públicas sofrem um *déficit* significativo no ensino da Química, em decorrência da dificuldade em relacionar a teoria com a prática, pois muitas não têm um laboratório adequado e, quando têm, faltam materiais fundamentais para sua utilização”

Partindo do pressuposto de que se não se pode resolver **todos** os problemas, mas pode-se resolver **alguns** deles, o objetivo desse trabalho é mostrar uma solução viável para tentar remediar o problema da falta de aulas práticas experimentais e, ainda que na presença delas, da falta de contextualização.

Ensino baseado em simulação

A simulação pode ser definida como “uma técnica de ensino que se fundamenta em princípios do ensino baseado em tarefas e se utiliza da reprodução parcial ou total destas tarefas em um modelo artificial, conceituado como simulador” (PAZIN FILHO; SCARPELINI, 2007).

Simular não é somente reproduzir ou representar a realidade para realizar estudos, esse é objeto do designer do modelo de simulação, para que o modelo estudado seja considerado uma simulação ele deve permitir a adição de inferências, ou seja, além de reproduzir a realidade ele deve permitir a criação de elementos que vão além da representação da realidade e dos modelos mentais (NERSESSIAN, 2002; NERSESSIAN, 2009).

Existem vários tipos de simulação com diferentes finalidades (PANASSOL; GARCIA, 2021; SANTANA; PAIVA; MAGRO, 2020) e suas características estão descritas no Quadro 1.

Quadro 1 - Tipos de simulação e suas características

Tipo	Objetivo	Desenvolvedor	Operador	Exemplo
Treinamento	Treinamento de habilidades e prevenção de perdas e riscos	Treinador ou simulador	Profissional/ Trainee/ Estagiário	Simulador de voo
Reprodução simulada	Produção de provas em locais de crime (Artigo 7º do Código de Processo Penal)	Autoridade Policial/ Ministério Público/ Perito/ Juiz	Perito	Simulação do caso do “casal Nardoni”
Didática	Ensino-aprendizagem e treinamento de habilidades e prevenção de perdas e riscos	Instrutor/ Tutor/ Monitor/ Professor	Aluno/ Aprendiz/ Trainee/ Estagiário	Manequim simulador de pacientes
Interativa	Permitir a interação e interferência do operador	Simulador/ Operador	Profissional/ Trainee/ Estagiário/ Perito/ Aluno/ Aprendiz	Simulador de provas e testes industriais
Demonstração	Permitir a interação ou não sempre sem interferência	Simulador	Profissional/ Trainee/ Estagiário/ Perito/ Aluno/ Aprendiz	Simulador de demonstrações comerciais

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Os modelos de simulação de origem e uso anatômico foram os primeiros a serem desenvolvidos. Na China, em 1027, o médico imperial Wang Wei-Yi padronizou o ensino da acupuntura e tinha duas estátuas de bronze modeladas, chamadas de *Copper Man* para ensinar anatomia de superfície e localização de pontos de acupuntura por simulação, onde os simuladores continham órgãos e 354 orifícios abertos no corpo em que as agulhas de acupuntura deveriam ser inseridas, de modo que os modelos eram cobertos com cera e preenchidos com um líquido que gotejava quando a agulha era removida indicando que um aprendiz tinha localizado o ponto corretamente (SCHNORREMBERG, 2008; OWEN, 2012), sua imagem está ilustrada na Figura 1.

Figura 1 - Estátua de bronze, *Copper Man*, utilizada em simulações de acupuntura na China em 1027

Fonte: Schnorremberg (2008).

O Ensino Baseado em Simulação (EBS), também denominado de Educação Baseada em Simulação, é uma estratégia pedagógica cuja abordagem é centrada no aluno e fundamentada em teorias cognitivas de aprendizagem, principalmente as construtivistas, com atividades que incluem a discussão, autorreflexão e o questionamento (JEFFRIES, 2007; AEBERSOLD, 2018).

O EBS é frequentemente utilizada nas áreas de cuidados da saúde pelos mais variados motivos, entre eles, a indisponibilidades de locais para treinamento e capacitação, os riscos associados aos pacientes na validação de procedimentos, o fato de trabalhar “ex vivo” (com manequins ou simulacros inanimados ou virtuais e não com pacientes reais, vivos), o custo elevado de equipamentos, pessoal e materiais envolvidos etc., condições fundamentais para garantir que o profissional irá trabalhar em um ambiente seguro e sem riscos para ele e seus pacientes (ALINIER; ORIOT, 2022).

Mas, de que modo podemos tentar resolver o problema da falta de práticas experimentais e aulas descontextualizadas a partir de práticas desenvolvidas com base no EBS?

METODOLOGIA

Práticas experimentais simuladas a partir de materiais de baixo custo e plantas medicinais

Existe uma grande variedade de artigos científicos que relatam a elaboração de equipamentos construídos com materiais de baixo custo, de modo que no Quadro 2 há uma breve ilustração de alguns.

Quadro 2 - Experiências elaboradas a partir de materiais de baixo custo

Experimento	Referência
Espectroscopia	MARQUES; CAVALCANTI, 2022
Arraste a vapor	VALENTIM; SOARES, 2018
Destilação	SARTORI <i>et al.</i> , 2009
Espectrofotometria	OLIVEIRA; LEITE, 2016
Pilhas/Eletroquímica	HIOKA <i>et al.</i> , 2000
Extração de óleos essenciais	GUIMARÃES; OLIVEIRA; ABREU, 2000

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Embora os artigos relacionados aos materiais e equipamentos sejam numerosos, é ínfimo e incipiente o número de trabalhos que aventaram a possibilidade de se contornar o problema dos reagentes, haja vista que preparar o(s) reagente(s) envolve os custos de cada produto que o compõe, além da técnica de suas etapas de elaboração, o que gera custos elevados.

Entretanto, existe uma possibilidade de aproveitar as experiências elaboradas com equipamentos construídos a partir de material reciclado e de baixo custo e utilizar extratos de plantas medicinais para simular reagentes.

Análise de toque e simulação

Análise de toque é uma técnica analítica com testes em escalas semi micro e ultra micro, que utiliza equipamentos simples e processos de execução em um tempo mínimo, buscando atingir a sensibilidade e seletividade máxima com o mais reduzido número de operações físicas e químicas e com o procedimento mais simples possível (JUNGREIS, 2006).

Na prática os testes de análise de toque são feitos com uma gota de solução reagente dispensada sobre a amostra que se pretende analisar, utilizando tubos de ensaio, placas de toque ou papel de filtro impregnado (DOMÉNECH-CARBÓ; DOMÉNECH-CARBÓ, 2021), tratando-se, portanto, de processos simples, mas que trazem um grande valor educativo e científico agregados, tendo em vista que para cada resultado obtido existe uma explicação científica que envolve os conceitos relacionados com todo o fenômeno (ESPINOLA, 2004).

A principal característica dos testes é a possibilidade de visualização de cor, seja por sua formação ou mudança de uma cor para outra, o diferencial é o aspecto colorimétrico, o que oportuniza uma enorme variedade de experimentos químicos (ESPINOLA, 2004) que podem ser simulados.

A ideia é aproveitar extratos aquosos ou extrato secos pulverizados de plantas medicinais que contém antocianinas, tais como uva, hibisco, repolho roxo e pata de vaca, entre outras, aproveitando que se comportam como indicadores universais de pH quando adicionadas soluções de diferentes pH (GUIMARÃES; ALVES; ANTONIOSI FILHO, 2012), variando suas cores dentro do espectro visível (vermelho, laranja, amarelo, verde, azul), conforme Figura 2.

Figura 2 - Cor dos extratos de Hibisco, Pata de vaca e Uva em função do pH da substância adicionada



Fonte: Adaptado de SILVA; BRITO; GONÇALVES (2018).

A partir disso, basta escolher o tipo de teste que se quer simular, elaborar um enredo de contextualização e montar o experimento.

Experimentos simulados por simuladores de extratos de plantas medicinais por análise de toque

Descreve-se duas situações simuladas para as carreiras de enfermeiro e perito criminal, onde os alunos serão imersos em um contexto de profissionalização.

1) Enfermeiro

Entre muitas práticas experimentais que podem ser simuladas temos as análises clínicas efetuadas e analisadas por enfermeiros como triagem de pré-testes para orientação no tratamento de doenças.

Elementos: Técnica de simulação fictícia utilizando os princípios da análise semi micro baseada na mudança de pH, simulada em pedaços de caixa de ovos vazias, replicando a realidade do método imunoenzimático, que ocorre na análise de amostras de proteínas imobilizadas em poços de microplacas usando anticorpos específicos e enzimas como marcadores.

Método: Simular testes de condições clínicas de algumas doenças utilizando as propriedades do extrato de repolho roxo (Tabela 1).

Tabela 1 - Doença, quadro clínico, pH da amostra e cor obtida pela adição de repolho roxo

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

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Materiais: 1) extrato de repolho roxo obtido pela infusão de 30 g do vegetal picado em 150 mL de água por 15 minutos; 2) materiais domésticos para variar o pH: limão (pH=2); vinagre (pH=3), água (pH= 6-7), bicarbonato de sódio (pH=8) e água sanitária (pH=10-11);

Operacional: 1) frascos conta-gotas de plástico e copos plásticos; 2) copos plásticos; 3) caixa de ovos; 4) algodão.

Desenvolvimento: Usando a caixa de ovos vazias, corte pedaços, os “poços” (espaços onde são colocados os ovos) são preparados com algodão embebido em extrato de repolho roxo, e usando o primeiro como controle. Com o auxílio do frasco conta gotas, os alunos adicionam algumas

gotas do material doméstico de diferentes pH em cada poço. Em questão de segundos as cores de cada poço onde são adicionados os materiais apresentam as cores correspondentes à variação do extrato de repolho roxo no pH da substância adsorvida no poço.

2) Perito criminal

No contexto das perícias criminais é possível simular análises em drogas, sangue, venenos, metais, entre outras práticas reais. Seguiremos com a descrição da análise de amostras suspeitas de conter sangue, coletadas em cenas de crime.

Elementos: Técnica de simulação fictícia utilizando os princípios da análise semi micro baseada na mudança de pH em amostras contendo repolho roxo ou substância de pH preestabelecido, replicando a realidade do método de análise colorimétrica a partir de uma reação entre o reagente e a amostra.

Método: Simular testes de identificação de sangue e amostras coletadas em cenas de crime (Tabela 2).

Tabela 2 - Exemplos descritivos de testes de sangue utilizando extrato de repolho roxo como reagente simulador de resultados

TESTE DE SANGUE (REAGENTE)	RESULTADO POSITIVO	DESCRIÇÃO DA SIMULAÇÃO Extrato aquoso de repolho roxo
Leuco Malaquita	verde	Adicionar água sanitária (pH=11)
Adler-Ascarelli	azul	Adicionar sal amoníaco (pH=8)
Kastle-Meyer	rosa	Adicionar vinagre (pH=2)
Van Deen	azul	Adicionar sal amoníaco (pH=8)

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Materiais: 1) extrato de repolho roxo obtido pela infusão de 30 g do vegetal picado em 150 mL de água por 15 minutos; 2) materiais domésticos para variar o pH: limão (pH=2); vinagre (pH=3), água (pH= 6-7), bicarbonato de sódio (pH=8) e água sanitária (pH=10-11).

Operacional: 1) frascos conta gotas de plástico; 2) copos plásticos; 3) amostras de cotonete, algodão e tecido contendo supostamente sangue.

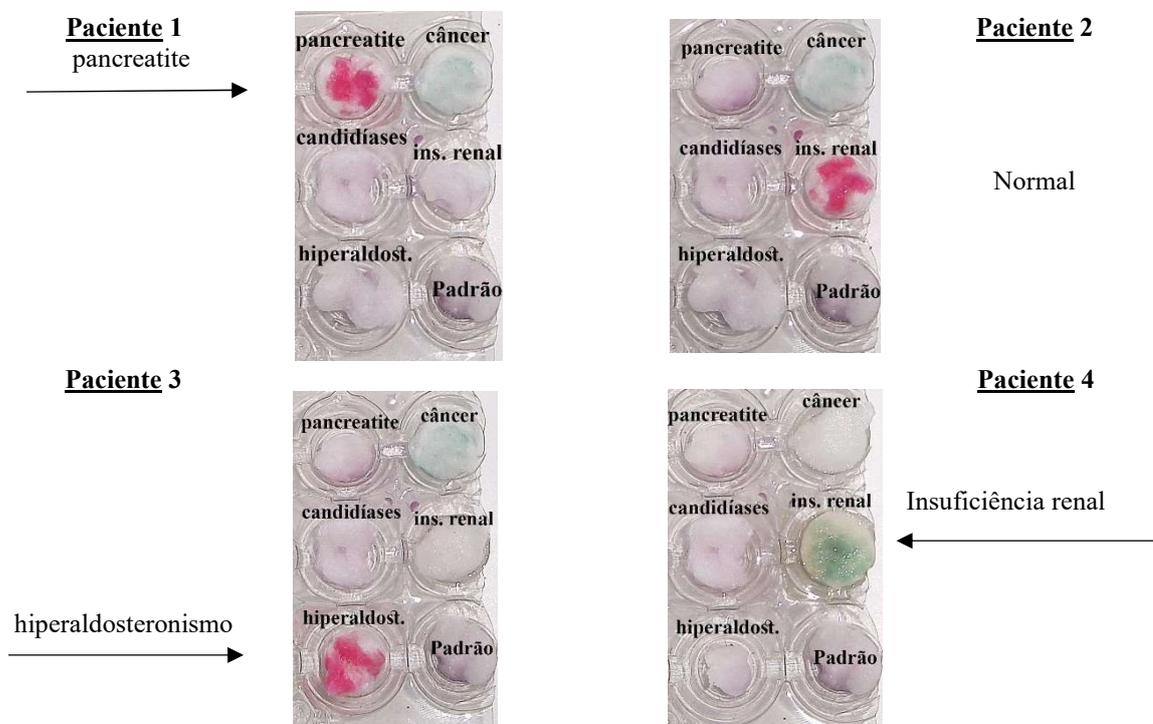
Desenvolvimento: Os alunos recebem amostras de algodão (embebidas em extrato de repolho roxo) coletas em “cenas de crime” e são instruídos a proceder análises a partir de uma marcha sistemática de identificação sorológica como descrito na Tabela 2 (pela adição dos materiais domésticos).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

1) Enfermeiro

Os resultados obtidos na prática estão ilustrados na Figura 3.

Figura 3 - Resultados obtidos pela adição de repolho roxo e substâncias de diferentes pH nos poços da placa e de acordo com as doenças estabelecidas



Fonte: Elaborado pelos autores.

2) Perito criminal

A Figura 4 ilustra os resultados obtidos na prática.

Figura 4 – Resultados obtidos com amostras de diferentes pH e extrato de repolho roxo

AMOSTRA	Teste	Padrão	Cor no cotonete
	ORIENTAÇÃO		
cotonete	Leuco Malaquita	verde	
cotonete	Adler-Ascarelli	azul	
cotonete	Kastle-Meyer	rosa	
cotonete	Van Deen	azul	

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tanto as metodologias de elaboração de materiais de baixo custo, quanto as metodologias de simulação, são consagradas pela prática, o que se implementa nesse trabalho

é a possibilidade de se juntar ambas de modo a construir práticas experimentais para solucionar três pontos principais:

a) A falta de laboratórios e de reagentes

O uso de materiais alternativos, de práticas simples e de processo de baixo custo, sobretudo o uso de plantas medicinais que simulam reagentes, são alternativas viáveis e disponíveis para a realização de experimentos sem laboratórios e sem reagentes.

b) A falta de contextualização

Ao se realizar práticas simuladas imersas em contextos profissionalizantes, como enfermeiro clínico, médico socorrista, perito criminal, analista farmacêutico, entre outros, abre-se a possibilidade de reproduzir uma experiência profissional tal como será um dia vivenciada na profissão escolhida, permitindo que o aluno fique imerso no universo da profissão, experimentando as mesmas sensações que um profissional experimenta na vida real.

c) A fragmentação

A partir das práticas simuladas é possível unificar a compreensão de todos os fenômenos envolvidos no contexto do experimento. Isso corresponde a dizer que ao se contextualizar uma experiência profissionalizante, o aluno irá compreender, a partir da imersão, todos os elementos que compõe a situação, possibilitando uma meta análise e compreensão dos fatos, sejam eles de qualquer natureza disciplinar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma das maiores dificuldades do processo de ensino-aprendizagem de ciências é a falta de compreensão dos conceitos abstratos e das transformações e mudanças pelas quais as substâncias e as matérias passam para produzir os fenômenos.

Grande parte dessa falta de compreensão é devida a falta de aulas práticas experimentais, além de aulas desinteressantes do ponto de vista metodológico, que desmotivam os alunos e, conseqüentemente, o professor, que passa a “depositar a matéria” como forma de despejar o conteúdo programático.

Uma solução alternativa é realizar práticas simuladas e construir um ambiente de imersão, de natureza profissionalizante, escolhendo uma carreira qualquer, que aborde práticas experimentais reproduzíveis a partir de materiais simples, de baixo custo e plantas medicinais como reagentes.

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.
- ALINIER, G.; ORIOT, D. Simulation-based education: deceiving learners with good intent. **Advances in Simulation**, v. 7, n. 8, p. 1-13, 2022.
- BARROS, C. F. **Jogos no ensino de Química**: um estado da arte sobre a revista Química nova na escola. 2015. Monografia (Licenciatura em Química) – Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.
- DELAMUTA, B. H., COELHO NETO, J.; SANCHEZ JUNIOR, S. L.; ASSAI, N. D. S. O uso de aplicativos para o ensino de Química: uma revisão sistemática de literatura. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v.7, e 145621, 2021.
- DOMÉNECH-CARBÓ, M. T.; DOMÉNECH-CARBÓ, M. T. Spot tests: past and presente. **Chem Texts**, v. 8, n. 4, p. 1-66, 2021.
- ESPINOLA, A. Fritz Feigl: sua obra e novos campos tecno-científicos por ela originados. **Quím. nova**, v. 27, n. 1, p. 169-176, 2004.
- FERREIRA, B. N.; SOUTO, E. B.; SILVA, L. M. B.; RAULINO, A. M. D.; SANTOS, J. C. O. A importância das aulas experimentais no ensino de Química: uma revisão integrativa. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS, 4., 2019, Campina Grande. **Anais...**Campina Grande: CONAPESC, 2019.
- GOI, M. E. J.; BORBA, F. I. M. O. metodologia de resolução de problemas articulada à experimentação no ensino de ciências: Uma revisão de literatura realizado no Encontro Nacional de Ensino de Química. **Revista Ciências & Ideias**, v. 10, n.2, p. 169-189, 2019.
- GONÇALVES, R.P.N.; GOI, M. E. J. Uma revisão de literatura sobre o uso da experimentação no ensino de Química. **Comunicações Piracicaba**, v. 25, n. 3, p. 119-140, 2018.
- GUERRA, M. H. F. S.; VASCONCELOS, A. K. P.; SAMPAIO, C. G.; SALDANHA, G. C. Ensaio sobre os Obstáculos Epistemológicos presentes em estratégias metodológicas no Ensino de Química, uma revisão da bibliografia. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 7, p. e15871113, 2019.
- GUIMARÃES, P. I. C.; OLIVEIRA, R. E. C.; ABREU, R. G. Extraíndo óleos essenciais de plantas. **Quím. nova esc.**, n. 11, p. 45-46, 2000.

- 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. **Quím. nova**, v. 35, n. 8, p. 1673-1679, 2012.
- HIOKA, N.; SANTIN FILHO, O.; MENEZES, A. J.; YONEHARA, F. J.; BERGAMASKI, K.; PEREIRA, R. V. Pilhas de Cu/Mg construídas com materiais de fácil obtenção. **Quím. nova esc.**, n. 11, p. 40-44, 2000.
- 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.
- MARQUES, A. V. L.; CAVALCANTI, H. L. B. Construção de um espectroscópio alternativo para o ensino do modelo atômico de Bohr e linhas espectrais de elementos. **Quím. nova esc.**, v. 44, n. 1, p. 4-8, 2022
- MIRANDA, S. E. O.; SOUZA, M. D.; RAMOS, K. A. O estado da arte do lúdico aplicado ao ensino de Química no Brasil. **Revista Ciranda**, v. 1, n.2, p. 77-89, 2018.
- NERSESSIAN, N. J. The cognitive basis of model-based reasoning in science. In: CARRUTHERS, P.; STICH, S.; SIEGAL, M. (Eds.). **The cognitive basis of science**. Cambridge: Cambridge Press, 2004, p. 133-153.
- NERSESSIAN, N. J. How Do Engineering Scientists Think? Model-Based Simulation in Biomedical Engineering Research Laboratories. **Topics in Cognitive Science**, v. 1, p. 730–757, 2009.
- OLIVEIRA, P. C. C.; LEITE, M. A. P. Espectrofotometria no Ensino Médio: Construção de Um Fotômetro de Baixo Custo e Fácil Aquisição. **Quím. nova esc.**, v. 38, n. 2, p. 181-184, 2016.
- OWEN, H. Early Use of Simulation in Medical Education. **Simulation in Healthcare**, v. 7, n. 2, p. 102-116, 2012.
- PANASSOL JÚNIOR, J. C.; GARCIA, C. M. Voo de Instrução: Importância do uso ed simulador de voo para a formação de piloto. **R. bras. Av. civil. ci. Aeron.**, Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 164-191, maio. 2021.
- PAZIN FILHO, A.; SCARPELINI, S. Simulação: Definição. **Medicina**, Ribeirão Preto, v. 40, n. 2, p. 162-166, abr./jun. 2007.
- RUSSO, Renato. **Química**. Legião Urbana. Que País é este. São Paulo: EMI, 1987, faixa 5.

SANTANA, B. S.; PAIVA, A. A. M.; MAGRO, M. C. S. Skill acquisition of safe medication administration through realistic simulation: an integrative review. **REBEEn**, v. 73, n. 5, p. 1-9, 2020.

SARTORI, E. R.; BATISTA, E. F.; SANTOS, V. B.; FATIBELLO-FILHO, O. Construção e Aplicação de um Destilador como Alternativa Simples e Criativa para a Compreensão dos Fenômenos Ocorridos no Processo de Destilação. **Quím. nova esc.**, v. 31, n. 1, p. 55-57, 2009.

SCHNORRENBERGER, C. C. Anatomical Roots of Chinese Medicine and Acupuncture. **Schweiz Z Ganzheitsmed**, v. 25, p. 110-118, 2013.

SCHNURR, M. A.; MACLEOD, A. (Eds.). **Simulations and Student Learning**. Toronto: University of Toronto Press, 2021.

SILVA, A. F. S.; BRITO, L. M.; GONÇALVES, J. L. S. Extratos vegetais: uma alternativa à Fenolftaleína no Ensino de Química Analítica. **Revista Processos Químicos**, v. 12, n. 23, p. 37-41, 2018.

VALENTIM, J. A.; SOARES, E. C. Extração de Óleos Essenciais por Arraste a Vapor: Um Kit Experimental para o Ensino de Química. **Quím. nova esc.**, v. 40, n. 4, p. 297-301, 2018.