

PERITO POR UM DIA: APRENDENDO QUÍMICA EM UM CONTEXTO PROFISSIONALIZANTE

Wladimir Mattos Albano ¹
Cristina Maria Carvalho Delou ²

RESUMO

Uma das críticas mais contundentes ao processo de ensino-aprendizagem de Química no Ensino Médio se refere a falta de contextualização das aulas, que seguem uma metodologia tradicional com fórmulas, memorizações, giz e quadro negro, divorciadas da realidade cotidiana e sem nenhuma conexão com o mundo que o aluno experimenta e conhece. Entre os obstáculos que inviabilizam aulas contextualizadas temos a falta de laboratórios, espaços, equipamentos, materiais e reagentes, a falta de apoio aos professores – que não dispõem de tempo e ajuda para montar as aulas -, e a falta de metodologias e práticas didáticas que aproximem a disciplina da realidade vivida pelos alunos. O objetivo deste trabalho e da pesquisa aqui desenvolvida é apresentar uma metodologia que prescindia de laboratórios, espaços, equipamentos, materiais e reagentes, podendo ser executada na mesma sala que se ministra aulas, com materiais de baixo custo, alternativos e/ou reciclados, de fácil execução, cujas práticas demandam pouca logística e não necessitam de apoio, pois os próprios alunos atuam como auxiliares do professor, são desenvolvidas no tempo destinado a aula, e, principalmente, para resolver o problema da descontextualização, trazendo uma metodologia ativa que utiliza uma profissão, a de perito ou analista químico, em um ambiente de imersão, onde cada aluno será um profissional capaz de receber uma amostra e, a partir de uma marcha sistemática, com orientação e participação do professor, realizar testes que irão identificar e responder, em cada etapa, os processos químicos envolvidos. Diante desse ambiente os alunos se sentirão parte de um contexto profissionalizante, cujo quadro apresentado remete a um ofício real, que ocorre no dia a dia, ao mesmo tempo em que ele tem contato com a prática, e necessita aprender para evoluir no experimento, de todos os processos químicos envolvidos em cada etapa, que serão justificados em um relatório, ou laudo, que deverá ser entregue ao final.

Palavras-chave: Metodologias ativas; Aulas simuladas; Práticas contextualizadas

INTRODUÇÃO

A Química é uma disciplina estereotipada como “difícil” (ROCHA; LIMA, 2015), mas é necessário comprovar essa afirmação e expor quais são as reclamações que a justificam.

Uma reclamação recorrente é de que o conteúdo da matéria é exposto de modo que o aluno memorize fórmulas e informações, o que torna o processo de ensino-aprendizagem desmotivante (FLOR, CASSIANI, 2012; CHAVES; MEOTTI, 2019; SILVA, 2020).

Pesquisadores relatam que a falta de aulas práticas é decorrente da falta de espaços, laboratórios, materiais, equipamentos e reagentes, principalmente em escolas públicas

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;

(MESQUITA, 2015; PINHEIRO *et al.*, 2017), e dificulta muito o aprendizado da teoria (LIMA *et al.*, 2017; SIMÕES; SILVA, 2020).

Ramos *et al.* (2016) relatam que os alunos reclamam de aulas tradicionais, que só usam o quadro negro e o giz, divorciadas do mundo real e descontextualizadas, desenvolvidas feito “receita de bolo” (SANTOS; MENEZES, 2020, p. 182), tudo isso é endossado por outros autores (MARCHETTI, 2021; SILVA FILHO, 2021).

O objetivo deste trabalho, e de nossa, pesquisa, é desenvolver uma metodologia aplicável às condições de qualquer escola, que não possui laboratórios, materiais, equipamentos e reagentes, que não necessite de muita preparação e que facilite a compreensão dos conceitos envolvidos a partir de práticas contextualizadas e dirigidas de forma que o aluno se sinta imerso e participe ativamente.

Ensino Baseado em Simulação

Simulação possui várias definições, uma delas é: “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” (GABA, 2004).

A simulação é uma técnica que se utiliza de ambientes de imersão, como estratégia de ensino proporciona um cenário controlado e com experiências reais, onde o aluno pode refletir sobre seus erros e acertos e desenvolver habilidades e atitudes, adquirindo um aprendizado prático significativo (REIGADA, 2020).

Essa estratégia é centrada ativamente no aluno, o professor pode participar como instrutor, avaliador e ator, e seus fundamentos são norteados pelas teorias cognitivistas de aprendizagem (JEFFRIES, 2007; AEBERSOLD, 2018)

Aulas simuladas podem ser utilizadas no âmbito de qualquer disciplina em qualquer curso de ensino médio, como ilustrado na Quadro 1.

Quadro 1 – Exemplos de aulas simuladas para disciplinas do Ensino Médio

Disciplina	Metodologia adotada	Referência
Matemática	Uso do Geogebra na modelagem de gráficos de resistores ôhmicos para alunos do ensino médio.	DOI: 10.55908/RGCV16N3-010
História	Simulação da Conferência de Berlim de 1884/1885	DOI: 10.46636/recital.v1i2.53
Geografia	Simulador de chuvas móvel como ferramenta para promoção da educação ambiental	DOI: 10.5902/2236499468972
Biologia	Simulação da tipagem sanguínea para estudo dos grupos sanguíneos	DOI: 10.48017/dj.v8i1.2490

Química	Ensino de Química Orgânica com o uso dos objetos de aprendizagem Atomlig e simulador construtor de moléculas	DOI: 10.22410/issn.1983-0378.v40i2a2019.2334
Física	Proposta didática para o estudo da evolução do modelo atômico	DOI: 10.36661/2595-4520.2022v5n3.12823

Fonte: Elaborado pelos autores.

Neste trabalho foi utilizada uma metodologia desenvolvida para aulas simuladas cujo contexto envolve um ambiente de imersão onde os alunos serão analistas químicos/peritos, receberão uma amostra e realizarão procedimentos químicos envolvendo reações de equilíbrio químico e pH, assim como mudança de cores perceptíveis, e a partir dos resultados irão elaborar um laudo, ou relatório científico, e entregar para o professor com suas observações.

Foi adotado um exemplo de kit de análise montado com materiais alternativos e elaborada uma aula de análise de substâncias ilícitas para introduzir o aluno em ambiente de imersão de perícia criminal com análises químicas.

METODOLOGIA

A aula seguiu um perfil baseado nos seriados que os alunos assistem na televisão nas séries de investigação criminal (ROCHA *et al.*, 2021), para que o aluno se sinta familiarizado e imerso no mesmo ambiente que ele está acostumado a ver e interprete o seu o personagem favorito.

A análise de toque (FEIGL; ANGER, 1966, 1972) foi adotada como técnica para simular análises colorimétricas, com mudança de cor perceptíveis, por ser uma técnica simples, de extrema acuidade e que utiliza apenas um tubo de ensaio, ou recipiente plástico, um reagente e uma amostra.

Foi montado um kit de análise (Kit do perito) para simular um processo de identificação de cloridrato de cocaína, substância entorpecente ilícita, utilizando um enredo de amostra apreendida em cena de crime e um “suspeito detido”, que pode ser idealizado ou retirado de algum noticiário, para dar ênfase.

O kit é descrito no Quadro 2.

Quadro 2 – Descrição dos materiais e métodos de procedimentos para preparação dos kits

Material estrutural
1 caixa de papelão (o tamanho de sua escolha)
Frascos conta-gotas de plástico (5-10 mL)
Tubos ou frascos ou copos plásticos contendo as amostras (tampados)
Par de luvas (recomendável para dar um tom mais realístico)
Material químico
Água destilada
Solução aquosa de extrato de repolho ou repolho roxo em pó

Material caseiro: vinagre, limão, amônia caseiro (bicarbonato de amônia dissolvido em água), sal, talco, açúcar etc.

Instruções

O **material estrutural** pode ser encontrado no comércio local em papelarias, lojas de essências e materiais de perfumaria, e na Internet com facilidade.

O **material químico** pode ser encontrado no comércio local em supermercados ou lojas que vendem alimentos e materiais de limpeza, e na Internet com facilidade. As plantas podem ser encontradas em feiras, quintais, bancas de jornais, farmácias e na Internet.

Montagem

Arrume tudo dentro da caixa de papelão, colando etiquetas com o nome de cada reagente e coloque as amostras secas misturadas com o repolho roxo (se usar o extrato espere secar) nos recipientes tampados (com tampa ou fita adesiva). Distribua os kits de acordo com a disponibilidade do material, que pode ser individual ou em grupos.

Modo de fazer amônia caseira

Dissolva 80-100 g bicarbonato de amônia (sal de amônia usado como fermento em alimentos) com 150 mL de água destilada (o cheiro é irritante, use uma máscara), em um recipiente com tampa, e mexa até dissolver (fica incolor), tampe bem tampado e guarde.

Modo de fazer o extrato de repolho

O extrato pode ser feito picando 15-20 g de repolho roxo em 150-200 mL de água destilada e aquecido até fervura por 5 minutos, depois coado e guardado em um pote tampado na geladeira.

Validade

Água destilada (informações do fabricante na embalagem).

Plantas medicinais (informações do vendedor, geralmente 1 ano se armazenada em recipiente bem vedado e local seco e isento de umidade).

Extratos de planta (1 mês se armazenado em frasco esterilizado com álcool, bem vedado e seco e em local refrigerado).

Material caseiro é de acordo com a validade impressa.

Fonte: Elaborado pelos autores.



O aluno recebe o kit e as orientações de procedimento, anotando os resultados obtidos em cada etapa para utilizar na elaboração do laudo ou relatório, tudo sob a orientação do professor, mas efetuado exclusivamente pelo aluno.

Análise de amostra de droga simulada: cloridrato de cocaína

O teste funciona da seguinte maneira, trata-se de um teste colorimétrico rápido para determinação qualitativa de cocaína pela reação com tiocianato de cobalto (teste de Scott). O teste deve ser realizado com o reagente com o reagente de Scott original e modificado para que forneça resultados preliminares sobre a presença de cloridrato de cocaína ou da cocaína em forma de base livre.

O aluno recebe um kit contendo os reagentes e algumas amostras para analisar, conforme ilustrado no Quadro 3.

Quadro 3 – Materiais do kit recebido pelo aluno contendo reagentes e amostras simulados

REAGENTES	AMOSTRAS
<p>Teste de Scott original: Etapa 1) A- Tiocianato de cobalto dissolvido em água (2% p/v) e diluído em glicerina (1:1) = <u>amônia caseira</u>; Etapa 2) B- HCl concentrado = <u>suco de limão</u>; Etapa 3) C- clorofórmio = <u>amônia caseira + óleo essencial</u>.</p> <p>B) Teste de Scott modificado: Etapa 1) A1- Tiocianato de cobalto (2% p/v) dissolvido em ácido acético 10% e diluído em glicerina (1:1) = <u>amônia caseira</u>; Etapa 2) B1- HCl 10% = <u>suco de limão</u>; Etapa 3) C1- clorofórmio = <u>amônia caseira + óleo essencial</u></p>	<p>Amostras de materiais sólidos (sal, açúcar, talco etc.) contendo extrato de repolho ou repolho sólido.</p> <p style="text-align: center;">COMPONENTES DO KIT</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>A B C</p> <p>Scott original</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>A1 B1 C1</p> <p>Scott modificado</p> </div> </div>

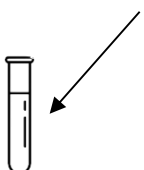
Fonte: Elaborado pelos autores.

Após a conferência do kit o aluno recebe as instruções para o procedimento, conforme ilustrado na Figura 1.


Figura 1 - Procedimentos que serão realizados pelos alunos para analisar as amostras recebidas

Etapa 1


1) Você receberá um tubo de ensaio contendo a amostra sólida ou líquida para análise




2) Adicionar 5 gotas do tiocianato de cobalto (A) ao tubo de ensaio contendo a amostra



3) Agitar o tubo com movimentos circulares e observar se há formação de cor




4) Observar a cor formada no tubo de ensaio após 20 s e se há formação de cor **azul turquesa**




Etapa 2


1) Caso **não haja** formação de cor azul na etapa anterior adicione 5 gotas do ácido (B) e observe



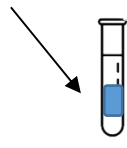
2) Agitar o tubo com movimentos circulares



3) Caso **haja** formação de cor azul na etapa anterior, adicionar ácido (B) ao tubo de ensaio até desaparecer a cor (5-10 gotas)

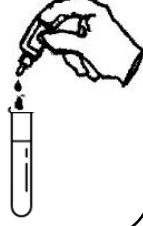


4) Pode ser que a cor azul formada no tubo de ensaio não desapareça, não tem problema, anote esse resultado

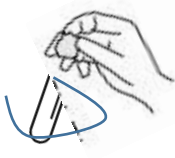


Etapa 3

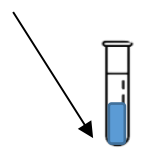
1) Adicione 5 gotas de clorofórmio (C) ao tubo contendo a amostra




2) Agitar o tubo com movimentos circulares



3) Caso a cor azul tenha **desaparecido** na etapa anterior observe se ela torna a se formar na camada inferior



4) Pode ser que a cor azul formada no tubo de ensaio não tenha desaparecido, na fase anterior e permaneça ou forme outra cor, anote esse resultado



Repetir todas as operações descritas utilizando o reagente de Scott modificado
Anotar todos os resultados obtidos em cada etapa para elaborar o laudo

Fonte: Elaborado pelos autores.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como funciona o teste real?

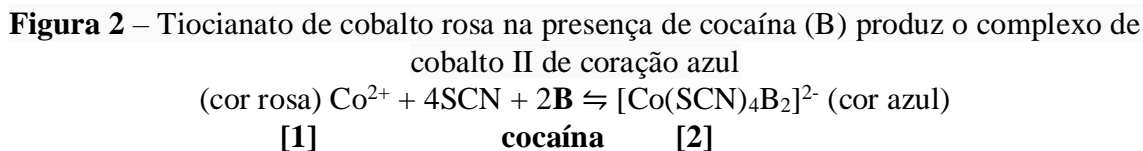
O teste real deve reproduzir os resultados ilustrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados positivos para cloridrato de cocaína e crack (base livre)

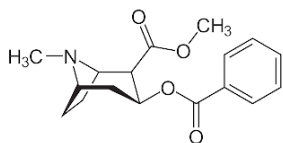
SUBSTÂNCIA	RESULTADO COM TESTE DE SCOTT ORIGINAL			RESULTADO COM TESTE DE SCOTT MODIFICADO		
	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Cocaína. HCl	azul	desaparece	azul	azul	desaparece	azul
*Cocaína (95%)	branco	não muda	azul	azul	não muda	azul

Fonte: Elaborado pelos autores. *base livre (crack)

Esse é um teste simples, que 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 2).



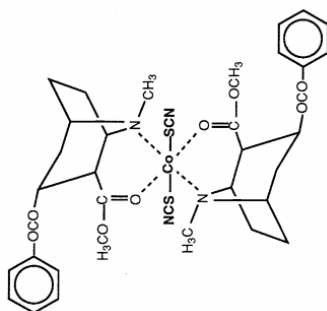
Cocaína (B):



Fonte: Elaborado pelos autores.

Uma possível estrutura para o complexo formado foi proposta por Oguri *et al.* (1995) na Figura 3.

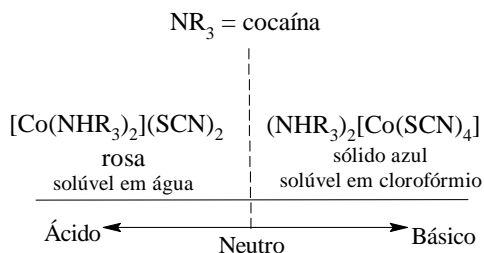
Figura 3 – Estrutura proposta para o complexo cobalto-cocaína (azul) formado na reação de Scott



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 4).

Figura 4 – Representação do equilíbrio químico formado entre as fases aquosa e orgânica



Fonte: Elaborado pelos autores.

O que ocorre é que o cloridrato de cocaína (cocaína-HCl) possui acidez suficiente para formar o complexo cobalto-cocaína (precipitado de cor azul) em ambas as reações, de Scott original (meio aquoso) e de Scott modificado (meio ácido) e depois que o meio é novamente acidificado o equilíbrio é deslocado à formação do tiocianato inicial (líquido rosa), mas quando se adiciona clorofórmio o equilíbrio é deslocado e na fase orgânica (clorofórmio) e há formação do complexo cobalto-cocaína (azul) na camada inferior.

Já a base livre, que não é um sal e tem o par de elétrons do nitrogênio desimpedido, não possui força para formar o complexo na reação com tiocianato em meio aquoso (reação de Scott original), e mesmo após a adição de ácido clorídrico ainda não há formação perceptível e a cor azul só é percebida depois da adição de clorofórmio. Na reação com Scott modificado, como o tiocianato é dissolvido em meio acético (ácido) há a formação do complexo cobalto-cocaína (azul), entretanto quando se adiciona ácido o equilíbrio não é alterado e a reação não é deslocada para o composto inicial (cobalto rosa), por isso a cor permanece azul, e quando se adiciona o clorofórmio o complexo cobalto-cocaína (azul) é deslocado para a camada orgânica (inferior).

Como funciona a simulação?

Para simular os testes de Scott foram utilizados extratos de plantas contendo antocianinas, como o repolho roxo, que funcionam como indicador de pH universal, ou seja, elas mudam de cor toda vez que o pH é alterado com adição de substâncias ácidas ou básicas em uma escala de 1 até 14.

Para simular as mudanças em função do pH da substância adicionada foram utilizados extrato de repolho seco e moído, tendo em vista que essa planta varia seu pH de acordo com a adição de substâncias ácidas e básicas (Figura 5).




Figura 5 – Cor do indicador extrato de repolho em função do pH

pH	2	4	6	8	10	12	14
Cor	Red	Purple	Blue	Green	Yellow	Orange	Pink

Fonte: Elaborado pelos autores.

Assim, pela adição de amônia caseira (bicarbonato de amônia dissolvido em água) consegue-se um pH em torno de 8 no extrato de repolho moído simulando a cor azul (Etapa 1), com o suco de limão cujo pH é 2-3 consegue-se acidificar o extrato de repolho até um meio neutro de pH=6 simulando a cor rosa claro (Etapa 2) e com a adição novamente de amônia caseira e óleo essencial ($d < 1$), esse último para simular o sistema de fases clorofórmio/água e formar duas fases, e a formação da cor azul na camada inferior simulando a reação positiva (Etapa 3). Os resultados estão ilustrados na Tabela 2.

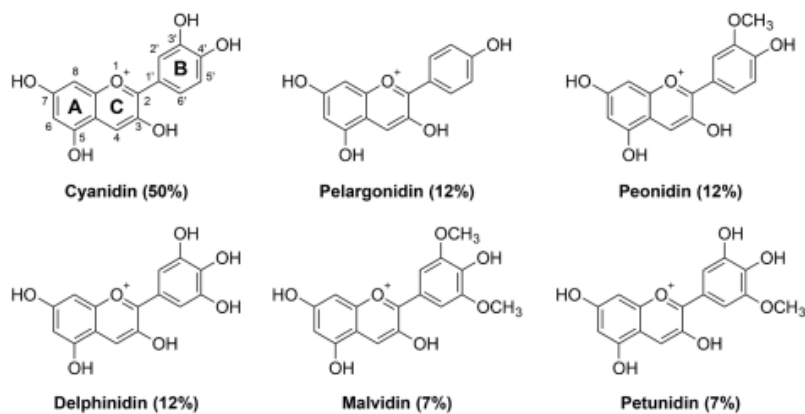
Tabela 2 – Amostras de cotonetes com resultados positivos e separação de fases

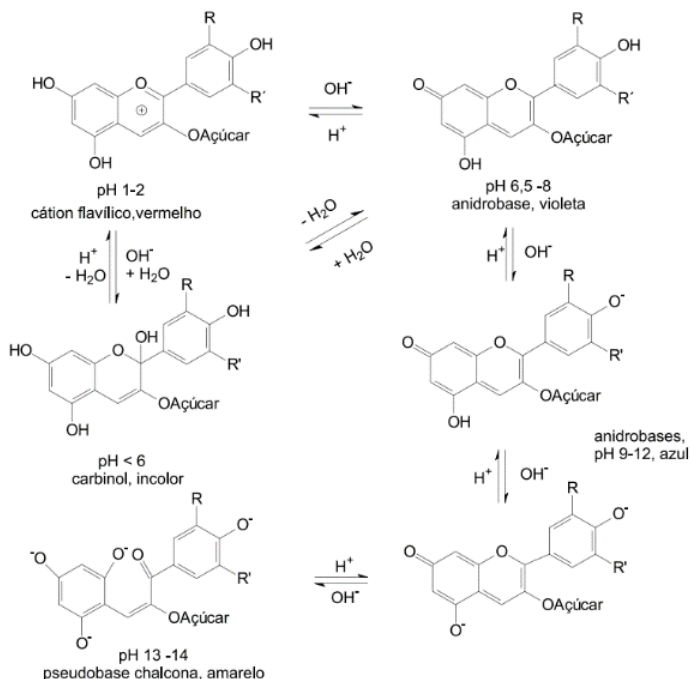
Amostras	Substâncias adicionadas ao extrato de repolho		
	pH=8 (bicarbonato) azul	pH=2 (limão) rosa	pH=8 (bicarbonato) azul
positivas			
Separação de fases			
			
	Água	→	
	Clorofórmio	→	

Fonte: Elaborado pelos autores.

As antocianinas presentes nesses extratos são as responsáveis por essa propriedade e suas principais estruturas estão ilustradas na Figura 6. Os mecanismos pelos quais as antocianinas realizam a mudança de cor são baseados nas estruturas de ressonância resultantes das ações dos íons na mudança de pH em função do equilíbrio, conforme Terci e Rossi (2002), e estão ilustrados na Figura 6.

Figura 6 – Estruturas das antocianinas mais comuns e a abundância com que ocorrem no vegetal e mecanismo pelos quais as antocianinas realizam a mudança de cor baseados nas estruturas de ressonância e de acordo com o pH





Fonte: QUINA; BASTOS (2015); TERCI; ROSSI (2002).

Portanto, a simulação é 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 contêm antocianinas, que funcionam como indicadores universais, e materiais caseiros de limpeza, higiene e alimentação com pH conhecido.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi demonstrado um exemplo de aula simulada em um contexto de análise de substâncias ilícitas, contudo o leque de opções é enorme, podendo-se variar entre perito (análises de sangue, toxicológicas, tintas em caligrafia etc.), analista químico (reações colorimétricas de análise de substâncias orgânicas, açúcares, aldeídos, alcaloides etc.) e laboratorista (exames clínicos diversos em laboratório hematológico), e simular outras carreiras nas áreas biológicas (biologia, enfermagem, medicina etc.), exatas (física, estatística, matemática etc.) e humanas (geografia, história, literatura etc.).

Os resultados são aulas contextualizadas enriquecedoras e motivacionais, onde o protagonista é o aluno e o professor é um gestor do conteúdo.

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.
- CAMPOS, C. S.; OLIVEIRA, E. N. A.; CEZÁRIO, A. F. R.; OLIVEIRA, M. C. O que diz o aluno sobre as aulas experimentais de química: uma análise das suas enunciações. **Res., Soc. Dev.**, v. 8, n. 4, e4084923, 2019.
- CHAVES, J.; MEOTTI, P. R. M. Dificuldades no Ensino Aprendizagem e Estratégias Motivacionais na Disciplina de Química no Instituto Federal do Amazonas- *Campus Humaitá*. **Revista EDUCAmazônia**, v. 22, n. 1, p. 206-224, 2019.
- FEIGL, F.; ANGER, V. **Spot Tests in Organic Analysis**. Amsterdam: Elsevier, 1966.
- FEIGL, F.; ANGER, V. **Spot Tests in Inorganic Analysis**. Amsterdam: Elsevier, 1972.
- FLOR, C. C.; CASSIANI, S. Estudos Envolvendo Linguagem E Educação Química No Período De 2000 a 2008 - Algumas Considerações. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 1, p. 181–193, 2012.
- GABA, D. M. The future vision of simulation in health care. **Qual Saf Health Care**, v. 3, n. 1, p. 2–10, 2004.
- JEFFRIES, P. R. (Ed.). **Simulation in Nursing Education: From Conceptualization to Evaluation**. New York: NLN, 2007.
- LIMA, L.; SANTOS, J. F.; SILVA, D. E.; SANTOS, M. E. N. S.; XAVIER, K. A. Dificuldades de aprendizagem no ensino de Química de alunos do 2º ano do Ensino Médio da escola E. E. E. F. M. Prof. Antônio Oliveira. *In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO E DOCÊNCIA DA UEPB*, 6., 2017, Campina Grande. **Anais...Campina Grande**, 2017.
- 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.
- MESQUITA, E. C.; OLIVEIRA, A. I. D.; ABADIA, G. J. S.; CARVALHO, C. V. M. Experimentação no ensino de Química: abordagem a partir da verificação de dificuldades de aprendizagem. *In: CONGRESSO ESTADUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IF GOIANO*, 4., 2015, Goiânia. **Anais...Goiânia**, 2015.
- OGURI, K.; WADA, S.; ETO, S.; YAMADA, H. Specificity and Mechanism of the Color Reaction of Cocaine with Cobaltous Thiocyanate. **Jpn. J. Toxicol. Environ. Health**, v. 41, n. 4, p. 274-79, 1995.
- PINHEIRO, T. S.; SANTOS, C. R.; SILVA, R. R.; SILVA, R. R. Dificuldade de aprendizagem em Química no 2º ano do Ensino Médio na escola estadual Padre Aurélio Góis em Junqueiro –

Alagoas. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE PRÁTICAS EDUCATIVAS, 1., 2017, Campina Grande. **Anais...**Campina Grande: Editora Realize, 2017.

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.

RAMOS, J. F.; SOUZA SILVA, A. P.; MEDEIROS FILHO, F. C.; BARRETO, R. C. L. Dificuldades encontradas no ensino médio na disciplina de Química na Escola Estadual José Vitorino de Medeiros – Sossego/PB. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 3., 2016, Natal. **Anais...**Natal: Editora Realize, 2016.

REIGADA, C. R. **Simulação**: metodologia ativa de ensino inovadora no curso técnico em Enfermagem. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciências da Saúde), Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2020.

ROCHA, J. A.; LIMA, J. P. M. Estereótipos sobre a Química de alunos do ensino médio de uma escola pública do Estado de Sergipe. **Scientia Plena**, Sergipe, v. 11, n. 6, p. 1-12, jun., 2015.

ROCHA, J. A. P.; SILVA, J. V. N.; SOARES, L. C.; ANGELO, E. A. Jogo geneticsy e a identificação genética de pessoas: eu também posso ser um CSI. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, v. 5, n. 1, p. 19-35, 2021.

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.

SILVA, F. J. **Dificuldades de aprendizagem e a inserção de situações problema como ferramenta de ensino de cinética química**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química), Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeiras, 2020.

SILVA FILHO, S. S. **As dificuldades de aprendizagem na disciplina de Química e sua relação com os aspectos didáticos**: um estudo de caso. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química), Instituto Federal Goiano, Urutaí, 2021.

SIMÕES SILVA, K. **Práticas Sustentáveis e Contextualizadas para o Ensino de Química**: uma análise a partir de revisão bibliográfica. 2020. Monografia (Pós-graduação Lato Sensu em Formação de Professores e Práticas Educativas) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2020.

TERCI, D.B.L.; ROSSI, A.V. Indicadores naturais de pH: usar papel ou solução? **Quím. Nova**, v. 25, n. 4, p. 684-688, 2002.
