

ÍNDIGO: ATIVIDADE EXPERIMENTAL EM COMEMORAÇÃO AOS 150 ANOS DA CALÇA JEANS

Indigo: experimental activity in celebration of the 150th anniversary of jeans

Gabriel Almeida Mendonça da Silva¹, Luiza Melo de Aguiar Lira², José C. Barros^{5*}

¹ Mestrando em Química na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ/Brasil). Instituto de Química, UFRJ. Avenida Athos da Silveira Ramos, nº 149, Bloco A, Centro de Tecnologia, Cidade Universitária, Rio de Janeiro, RJ, CEP 21941-909.

² Doutoranda em Química na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ/Brasil). Instituto de Química, UFRJ. Avenida Athos da Silveira Ramos, nº 149, Bloco A, Centro de Tecnologia, Cidade Universitária, Rio de Janeiro, RJ, CEP 21941-909.

³ Doutor em Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ/Brasil). Professor da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ/Brasil). Instituto de Química, UFRJ. Avenida Athos da Silveira Ramos, nº 149, Bloco A, Centro de Tecnologia, Cidade Universitária, Rio de Janeiro, RJ, CEP 21941-909.

Submetido em: 21.08.2025; Aceito em: 08.10.2025; Publicado em: 27.11.2025.

***Autor para correspondência:** jbarros@iq.ufrj.br

Resumo: Este artigo tem como objetivo realizar uma atividade experimental sobre o corante índigo para disciplinas de Química Orgânica Experimental em cursos de graduação em química, em comemoração aos 150 anos da calça jeans. A abordagem escolhida para introduzir o tema foi a contextualização histórica, possibilitando discussões sociais essenciais e aproximando os estudantes da atividade, ao mesmo tempo em que estimula um estilo de ensino de química que se afasta dos moldes tradicionais. A atividade foi elaborada para que os estudantes pudessem se envolver plenamente com o experimento, tornando a aprendizagem atraente e prazerosa. Em seguida, foi realizada uma pesquisa qualitativa por meio da análise de conteúdo de Bardin, utilizando questionários discursivos para investigar o papel de uma aula experimental na perspectiva dos estudantes. Os resultados indicam que uma atividade experimental lúdica é viável e que a contextualização histórica desempenha um papel fundamental no ensino.

Palavras-chave: Experimentação, índigo, contextualização histórica, análise de conteúdo de Bardin

Abstract: This article aims to carry out an experimental activity on indigo dye for experimental organic chemistry courses in undergraduate chemistry, in celebration of 150th years of jeans. The chosen approach to introduce the theme was historical contextualization, enabling essential social discussions and bringing students closer to the activity, while encouraging a style of chemistry teaching that deviates from traditional molds. The activity was designed so that students could fully engage in the experiment, making learning attractive and joyful. Qualitative research was then conducted through Bardin's content analysis using discursive questionnaires to investigate the role of an experimental class from the students' perspective. The results indicate that a playful experimental activity is feasible and that historical contextualization plays a fundamental role in teaching.

Keywords: Experimentation, indigo, historical contextualization, Bardin's content analysis.

INTRODUÇÃO

A Química embora presente no cotidiano de todas as pessoas requer conceitos por vezes tão complexos que tornam a tarefa de ensino um desafio para professores tanto da educação básica quanto nos demais níveis de ensino (SCHNETZLER, 2002; SILVA & MARCONDES, 2010). Por essa razão, o campo do ensino de Química vem buscando estratégias para contribuir com que esta disciplina se torne mais facilmente compreensível e até mesmo mais prazerosa para os estudantes. Entre essas estratégias, é possível mencionar a utilização de atividades experimentais como forma de engajar os alunos nas aulas, aumentando o interesse pela disciplina (GIORDAN, 1999; HODSON, 1994; GALIAZZI & GONÇALVES, 2004). No entanto, não basta realizar um experimento para que o aluno compreenda o conteúdo e se interesse pela aula: é necessário também que a proposta da aula dialogue com conhecimentos prévios, vivências e realidades dos estudantes (AUSUBEL, 1980; VYGOTSKY, 1998; MORTIMER & MACHADO, 2000).

Assim, foi desenvolvida uma atividade experimental lúdica e contextualizada, apoiada em elementos da História das Ciências, para uma aula de corantes em uma turma de Química Orgânica Experimental do curso de Licenciatura em Química, a qual será apresentada a seguir.

Os 150 anos da calça jeans e a importância histórica dos corantes

O ano de 2023 foi marcado pelos 150 anos do depósito da patente da calça jeans (DAVIS & STRAUSS, 1873), amplamente conhecida e utilizada em todo o mundo, que tem como uma de suas principais características seus inconfundíveis tons de azul, provenientes do corante índigo, também conhecido como anil.

Originalmente desenvolvida por Levi Strauss e Jacob Davis, a calça Jeans foi pensada inicialmente para atender mineradores, servindo como equipamento de trabalho, por conta da sua costura fortificada com rebites de cobre e alta durabilidade. Rapidamente ganhou gosto popular pelo seu design arrojado, e se transformou em instrumento de rebeldia e moda (FARIAS & SANTIN FILHO, 2020).

No Brasil, o jeans movimenta um grande mercado, sendo uma peça indispensável no guarda-roupa e compatível com todos os estilos (IEMI, 2023). É parte marcante da vida contemporânea, sendo utilizada cotidianamente nos mais diversificados nichos sociais, inclusive como Equipamento de Proteção Individual - EPI em laboratórios de Química.

A cor azul, tão marcante na calça jeans, vem de um corante com grande importância histórica – o índigo. Há relatos do uso deste corante desde os romanos, que importavam da Índia o corante que era obtido a partir de plantas *Indigofera*, sendo um dos principais produtos das grandes navegações (MELLO & SUAREZ, 2012).

Os corantes, de um modo geral, desempenharam um papel de destaque, desde as expedições em busca de especiarias até a extração e comercialização da brasileína derivada do pau-brasil (*Paubrasilia echinata*). Embora os corantes extraídos de plantas já fossem utilizados há séculos, a inauguração da era dos corantes sintéticos foi marcada pela síntese bem-sucedida da mauveína por William Henry Perkin (1838 – 1907) em 1856. Já a síntese do corante índigo é datada de 1903, a partir do processo industrial da companhia alemã *Farbwerke Hoechst* (MELLO & SUAREZ, 2012).

Atualmente, a utilização dos corantes se dá em diversas áreas: na construção civil com as tintas; nas gráficas com as fotografias; no setor alimentício, para melhorar a aparência de alguns alimentos; no setor de cosméticos, em maquiagens, sabonetes, cremes; no setor têxtil, através do tingimento de tecidos, calçados e acessórios; no setor farmacêutico, com os corantes adicionados aos medicamentos; e finalmente, e obviamente, na arte.

Nos últimos cem anos, uma enorme quantidade de compostos químicos coloridos foi produzida artificialmente, sendo que cerca de 10.000 são produzidos em escala industrial. Avalia-se, também, que 2.000 tipos de corantes são disponibilizados para atender às demandas de indústrias têxteis [...]. (FERREIRA *et al.*, 2018, p. 249)

Dada a importância dos corantes para os mais variados setores da sociedade, atualmente e ao longo de toda a história, torna-se então um tema interessante para articular a História das Ciências (HC) com a Química. Inspirados pela comemoração dos 150 anos da calça jeans, o corante índigo foi escolhido como ponto de partida para a elaboração de uma atividade experimental dentro de uma aula de Química Orgânica Experimental que pode contribuir para uma formação de profissionais para além dos conteúdos tradicionais desta disciplina.

Atividades experimentais contextualizadas

As atividades experimentais têm grande importância no ensino de Química, seja para motivar os alunos, ao verem a Química tomando forma, ou para contribuir para que o aluno tenha uma melhor compreensão de algum conceito através da concretude de um experimento (GIORDAN, 1999; HODSON, 1994; GALIAZZI & GONÇALVES, 2004).

No entanto, uma atividade experimental realizada de forma isolada, sem contextualização, pode reforçar uma visão tecnicista e positivista das Ciências, que não é interessante para a formação de um aluno, principalmente para os que serão professores no futuro (HODSON, 1994; MORTIMER & MACHADO, 2000; SCHNETZLER, 2002).

A utilização da HC no ensino pode ser extremamente benéfica para o aluno pois humaniza a ciência, aproximando o conteúdo do seu cotidiano (MATTHEWS, 1995; *apud* MOURA, 2021, p.1158). Isso proporciona sentido ao conteúdo à medida que insere o conhecimento de maneira palpável e decodificada. É possível também tornar a aula mais reflexiva à medida que questões podem ser inseridas na realidade da sociedade, além de torná-la mais interessante para os alunos.

Outro ponto de interesse ao se aproximar a realidade do aluno das atividades experimentais é a possibilidade de um maior reconhecimento próprio do sujeito no experimento realizado. Este é um contraponto direto a como as aulas experimentais tendem a ser alheias ao conhecimento social do aluno.

Nestas atividades são apresentadas ou relembradas teorias e, espera-se que durante a prática o aluno possa compreendê-las. Desta maneira, a atividade torna-se menos rica à medida que o aluno realiza um procedimento seguindo um roteiro já estabelecido que não fornece envolvimento e questionamento aos alunos.

Considerando o apresentado, o objetivo deste trabalho foi a elaboração de uma atividade experimental contextualizada, utilizando elementos da História da Ciência, dentro de uma disciplina de Química Orgânica Experimental II do curso de Licenciatura em Química em uma universidade. Para tanto, foi proposta uma adaptação de uma conhecida rota sintética do corante índigo a partir da síntese de Baeyer-Drewsen e posterior redução ao leucoíndigo para possibilitar a aplicação nos tecidos utilizando-se a técnica *tie-dye*.

Em tradução livre *tie-dye* é amarrar e tingir. Esta técnica consiste em amarração de um tecido seguido pelo seu tingimento para obter peças com estampas irregulares e únicas, dando liberdade criativa ao autor.

A utilização da técnica *tie-dye* junto à História da Ciência em uma atividade experimental pode contribuir tanto para o ensino teórico quanto para a imersão do aluno na atividade, pois nela são reconhecidas as relações entre Química e a sociedade (MORTIMER & MACHADO, 2000; SCHNETZLER, 2002), bem como o aluno tem seu espaço para criar arte com um produto de seu trabalho em laboratório, o corante índigo. Além disso, neste trabalho são propostas alterações com base na literatura da síntese a fim de introduzir elementos do dia a dia do aluno para o laboratório e, com isso, aproximá-lo do experimental.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa aqui apresentada é composta de duas partes fundamentais: o desenvolvimento da síntese do corante índigo, adaptado para a realidade do laboratório de Química Orgânica da Universidade utilizando elementos do cotidiano e a aplicação da atividade experimental contextualizada realizada pelos alunos inscritos na disciplina.

A atividade experimental foi aplicada com participação direta dos pesquisadores (observação participante). Esse trabalho é constituído por uma aula elaborada e ministrada na disciplina de Química Orgânica Experimental II de um curso de Licenciatura em Química em 2023. A aula foi composta por três partes, sendo uma contextualização histórica, a realização do experimento e, por fim, a aplicação do produto da síntese, que é o corante índigo.

Realizou-se também uma pesquisa qualitativa, em forma de questionário, a fim de verificar as concepções dos estudantes sobre o papel de uma aula experimental e se são reconhecidos aspectos de ludicidade na abordagem proposta. O questionário visou verificar a relação dos alunos com a aula experimental analisando suas concepções através da seguinte pergunta: “Na sua concepção, qual o papel da aula experimental no ensino de Química?”. Nela, buscou-se averiguar a importância da aula experimental para os alunos da graduação, o seu papel para o ensino de Química e a visão epistemológica acerca da experimentação. Participaram da pesquisa de questionário vinte e cinco alunos do ensino superior, de ambos os sexos e de diferentes idades, de forma voluntária e anônima.

Para a análise dos resultados, utilizou-se como referencial a Análise de Conteúdo de Bardin (BARDIN, 1977). As categorias refletem as intenções da investigação do analista e correspondem às características das respostas analisadas. Buscou-se a homogeneidade da categorização, ou seja, todos os dados foram analisados levando em consideração os mesmos parâmetros, que são: o discurso dos alunos; o significado das palavras utilizadas, e o contexto em que a resposta está inserida.

Tratando de uma análise qualitativa, o pesquisador tem influência direta nas categorias geradas, por isso, palavras e frases-chave foram utilizadas para respaldar as categorias originadas, proporcionando maior confiabilidade para o método.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados serão apresentados em duas partes: a elaboração da síntese do corante índigo e a discussão acerca da atividade experimental realizada com os estudantes.

É importante ressaltar que para que uma atividade experimental possa ser utilizada em aulas na graduação, é necessário observar alguns aspectos, como: toxicidade dos materiais utilizados, tempo para a realização da síntese, materiais disponíveis no laboratório, além de, claro, ser pertinente com o conteúdo a ser trabalhado e dialogar com o cotidiano dos alunos, para melhor aproveitamento da atividade didática. Por essa razão, foi necessário realizar adaptações na síntese do índigo já conhecida na literatura, adequando-a à realidade do laboratório no qual ocorreram as atividades, que será descrita a seguir:

Preparação de índigo, leucoíndigo e *tie-dye*

a) Índigo

Em um tubo de polipropileno que contém tampa rosqueada (tubo Falcon) de 50 mL são dissolvidos 50 mg de 2-nitrobenzaldeído (0,33 mmol) em 1 mL de acetona. Em seguida são adicionados 1,75 mL de água e 0,25 mL de solução de NaOH 2M. O tubo de polipropileno é fechado com sua tampa e agitado manualmente, com ocasional alívio da pressão por 10 min, tempo durante o qual a mistura se torna amarela e então roxa escura. O índigo formado neste processo será diretamente empregado na próxima etapa, sem isolamento.

b) Leucoíndigo

Sobre a mistura reacional obtida anteriormente são adicionados ao mesmo tubo de polipropileno 3g de D-glicose (ou alternativamente uma colher de chá de xarope de glicose comercial) e 10 mL de solução de NaOH 2M. A mistura então obtida é colocada em banho-maria a 80°C por 20 minutos, com ocasional alívio da pressão no tubo, tempo após o qual a mistura inicialmente roxa se torna cor de caramelo/castanho escura característica do leucoíndigo e do açúcar caramelizado.

c) Tingimento de tecidos segundo padrões *tie-dye*

Retalhos de tecido de algodão foram cortados em dimensões aproximadas de 15 x 15 cm com tesoura para que seja feito o tingimento. Os retalhos são dobrados e amarrados com barbantes ou elásticos para a realização da técnica *tie-dye*.

Os retalhos de tecido são então mergulhados no tubo de polipropileno contendo solução do leucoíndigo para tingimento uniforme. Alternativamente, a solução de leucoíndigo é gotejada utilizando pipetas Pasteur sobre os tecidos dobrados e amarrados para obter tingimento segundo diversos padrões *tie-dye*. Os tecidos são deixados em repouso expostos ao ar por 10 minutos, tempo para que ocorra a oxidação do leucoíndigo ao índigo. Os tecidos são então lavados ao serem mergulhados em um béquero contendo água a temperatura ambiente, com subsequente descarte apropriado da água utilizada para lavagem.

Alteração no procedimento experimental e seus motivos

As sínteses do corante índigo e do leucoíndigo para tingimento de tecidos foram adaptadas para laboratórios de Química Orgânica Experimental a partir do capítulo de livro (SIMÃO, 2017, p. 363-364). No procedimento original, a reação é conduzida em duas etapas: primeiro o índigo é produzido em um balão de fundo redondo utilizando solução de hidróxido de sódio 2M, acetona e 2-nitrobenzaldeído. Esse processo não necessita de aquecimento e leva 40 minutos para ser concluído. A segunda etapa é o tingimento de algodão. Para isso, o índigo é filtrado e seco sob aquecimento de 100-120°C por 30 minutos, e então é feita uma pasta com a utilização de etanol e o sólido é reduzido pelo uso de uma solução aquosa de ditionito de sódio. Por fim, o algodão é imerso na solução e permanece por 1h sob aquecimento de 50°C (SIMÃO, 2017, p. 363-364).

Nesta metodologia e em outras tradicionalmente usadas em laboratórios de graduação, o tempo consumido para a prática ocupa as duas horas de aula de laboratório, e frequentemente esta síntese se desenrola em duas aulas separadas – a primeira para preparação do índigo que é posto a secar, e a segunda para redução a leucoíndigo e tingimento de tecido.

A primeira modificação implementada foi a substituição da vidraria convencional por recipientes dedicados que poderiam ser utilizados apenas para esta atividade. Foi escolhido então o tubo de polipropileno contendo tampa rosqueada (tubo Falcon), aumentando a segurança pelo uso de plástico, facilitando limpeza e evitando contaminação do material do laboratório com o corante. O agitador magnético foi eliminado e a homogeneização dos meios reacionais foi realizada manualmente a partir da agitação do tubo de polipropileno (Figura 1). Na etapa de *tie-dye* pipetas Pasteur dedicadas foram também utilizadas.

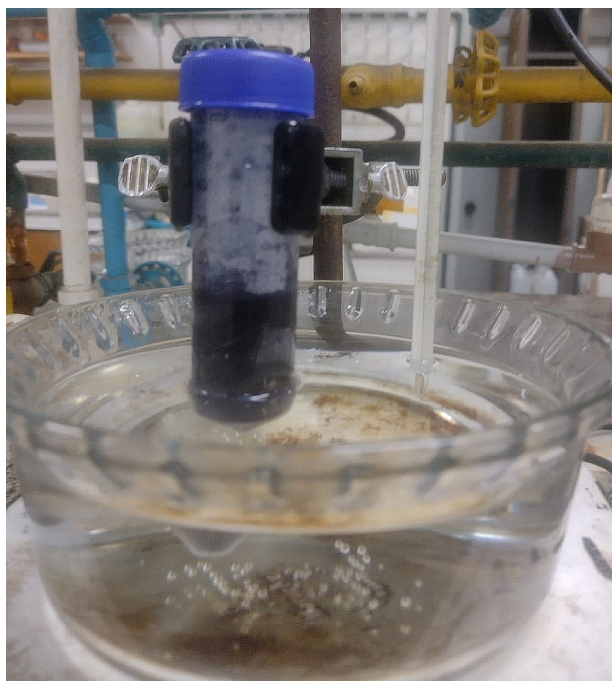


Figura 1. Aparelhagem utilizada. Fonte: Autoria própria.

Em seguida, houve a eliminação da etapa de isolamento do corante, ou seja, houve a realização *one-pot* da preparação do índigo, seguida pela do leucoíndigo e o tingimento dos tecidos. A sequência de procedimentos *one-pot* não necessitou de etapa de isolamento do corante sólido, filtração, secagem, troca ou limpeza de vidrarias, portanto permitiu realização de toda atividade numa única sessão de aula.

A terceira modificação foi na escala das reações, portanto a quantidade requerida de 2-nitrobenzaldeído foi diminuída em 95% em relação ao procedimento original (de 1g para 50mg), o que diminuiu sobremaneira o consumo de reagentes, consequentemente o custo e a geração de rejeitos.

Adicionalmente, houve substituição do agente redutor ditonito de sódio por açúcar redutor na etapa de redução do índigo a leucoíndigo. Inspirados nos relatos da literatura (KOGA *et al.*, 2008), inicialmente foi utilizada D-glicose comercial, e finalmente xarope de glicose comercial. Além do benefício ambiental do uso da glicose em substituição a ditonito de sódio que gera rejeitos de sulfato, o uso do xarope de glicose mostrou-se ainda superior na etapa de redução possivelmente pela maior facilidade de dissolução do açúcar no meio reacional.

Baseado na intensidade da coloração azul obtida no tecido, as quantidades de glicose foram aumentadas em relação ao procedimento original para facilitar a redução de índigo a leucoíndigo.

Nas condições otimizadas propostas neste trabalho, o índigo é formado rapidamente no tubo de polipropileno a temperatura ambiente após adição dos reagentes e permanece em suspensão. Na segunda etapa, a adição de D-glicose ou notavelmente do xarope de glicose comercial após 20 minutos a 80°C resultou em dissolução do índigo e mudança da cor do meio reacional de roxo para amarelo/castanho. A solução de leucoíndigo é relatada na literatura como de coloração amarelada quando ditonito de sódio é empregado, e o teor castanho foi atribuído a caramelização dos açúcares redutores no processo.

A terceira etapa, ou seja, aplicação em tecidos pela técnica *tie-dye*, foi inspirada num roteiro de tingimento têxtil utilizando esta técnica (PIOVEZAN, 2017, p.3). Na aplicação do leucoíndigo nos tecidos e posterior oxidação pela exposição ao oxigênio do ar do leucoíndigo a índigo, foi observada a presença da coloração caramelo proveniente dos açúcares (Figura 2), porém após lavagem do tecido com água corrente os açúcares são dissolvidos e resta apenas a coloração azul intensa do índigo (Figura 3).



Figura 2. Aplicação do leucoíndigo ao tecido empregando técnica *tie-dye*. Fonte: Autoria própria.



Figura 3. Tingimento com índigo. Fonte: Autoria própria.

A experimentação do índigo feita *one-pot* permite diversas abordagens e aplicações para os alunos. É possível inserir a discussão de Química Verde, Química no Cotidiano, História da Química e outros conteúdos importantes para a alfabetização científica do estudante de Química. Já no campo teórico, as reações de condensação aldólica, equilíbrio químico, tautomeria e reação de oxirredução podem ser abordados. O equilíbrio químico é facilmente observado pelos alunos quando o leucoíndigo é oxidado após o tingimento e retorna o corante, essa característica é demonstrada pela coloração azul. Já os outros aspectos da síntese não são tão evidentes, uma vez que não se fez testes de caracterização química ou física das amostras.

Relato da elaboração e aplicação da aula experimental

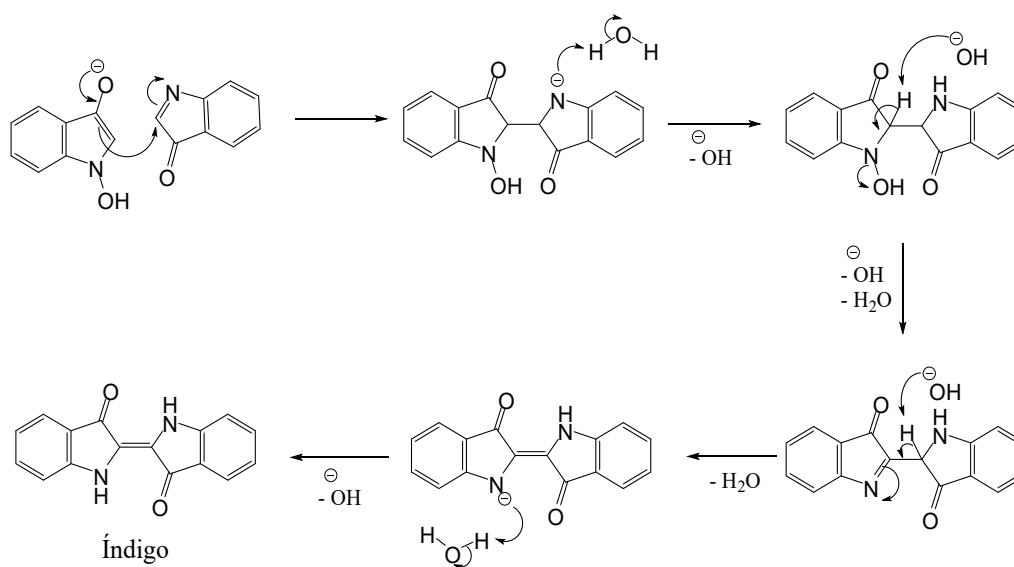
A etapa de elaboração e aplicação da aula experimental foi baseada na utilização da contextualização histórica como eixo norteador. Em uma aula experimental de Química tradicional para a graduação, preza-se categoricamente pelo ensino da técnica e dos mecanismos reacionais envolvidos, e, nesse sentido, há pouco espaço para trabalhar temas de importância histórica e social.

No entanto, uma aula sobre o corante índigo e sua síntese possibilita revisitar a história e impactos na sociedade, (i) suas primeiras aparições no antigo Egito (SCHAEFER, 2014); (ii) A relevância do conhecimento tradicional dos povos originários e a necessidade de preservação de sua cultura (VANUCHI & BRAIBANTE, 2020); (iii) A relação entre a segunda revolução industrial e o primeiro corante sintético (OLIVEIRA & SZCZERBOWSKI, 2009); (iv) aspectos ambientais que os corantes trouxeram e trazem para a sociedade; (v) métodos de extração e síntese de corantes orgânicos.

Todos esses aspectos foram abordados com os alunos participantes desta pesquisa. Com este panorama, os alunos puderam ter um vislumbre da relevância do tema. Questões ambientais como a exploração do Pau-Brasil até sua quase extinção e poluição de matrizes hídricas suscitaram discussões importantes para formação de profissionais mais humanizados.

Após ocorrer o ataque pelo carbânion, forma-se uma ligação carbono-carbono. Em seguida, há uma série de prototropismos com formação de água e sua desprotonação até a formação de um intermediário dicetona. Posteriormente, o grupo nitroso ($R-NO$), que é um bom eletrófilo, é atacado pelo carbono do enolato em uma ciclização que fornece a 2-acetil-hidroindol-3-ona. O grupo acetila deste intermediário sofre ataque de um ânion hidroxila para posteriormente eliminar ácido acético e um enolato que é rapidamente convertido na indol-3-ona.

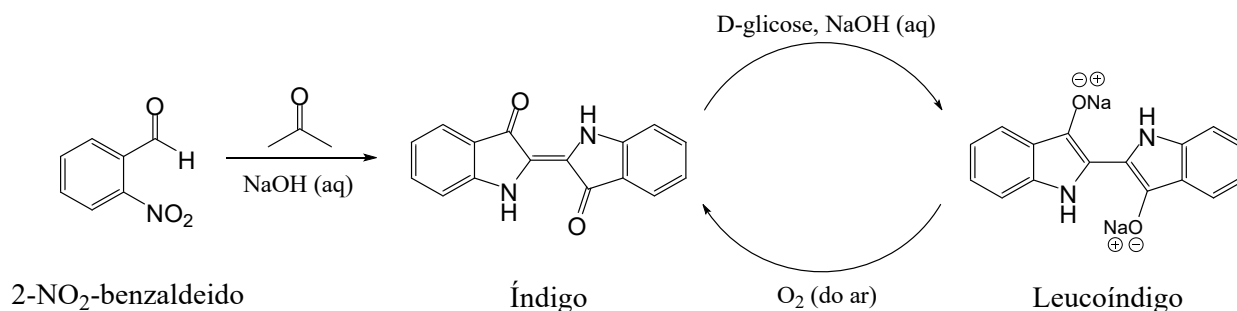
A segunda etapa é a formação do índigo através da reação entre a indolona e seu enolato precursor, como demonstra o esquema a seguir (Esquema 2):



Esquema 2. Esquema de intermediários: formação do índigo. Fonte: Autoria própria.

É importante ressaltar que ocorre uma dimerização nesta etapa do Esquema de intermediário pela formação da ligação carbono-carbono, com sucessivas desprotonações até a formação do índigo.

Depois de trabalhar os aspectos da síntese do índigo, os alunos foram introduzidos ao conceito de corante vat, sua dificuldade de solvatação, portanto a necessidade de transformação em forma solúvel para utilização. Isso abriu margem para discussão sobre corantes (solúveis) e pigmentos (insolúveis). Para isso, o Esquema 3 foi utilizado para ilustrar como o índigo poderia ser transformado em sua forma solúvel leucoíndigo, que aumenta o alcance do corante ao possibilitar que ultrapasse as camadas do tecido por estar solúvel, gerando assim maior capacidade de interação química com as fibras de celulose, e depois o leucoíndigo é oxidado novamente ao índigo pelo oxigênio do ar (SAIKHAO *et al.*, 2018).



Esquema 3. Preparação de índigo e redução a leucoíndigo. Fonte: Autoria própria.

Análise de Conteúdo dos questionários

A Análise de Conteúdo de Bardin permite que sejam analisados fragmentos discursivos que podem ser categorizados a partir da observação de palavras-chave, verbos e outros elementos. Observando-se os questionários, a análise das respostas discursivas proporcionou as seguintes categorias para as questões:

- Relação experimentação e teoria – demonstravam a expectativa de encontrar nas aulas laboratoriais o respaldo teórico visto nas disciplinas complementares.
- Desenvolvimento de habilidades e técnicas laboratoriais – respostas que visam a aprendizagem de habilidades e técnicas laboratoriais para o preparado de um profissional mais capacitado;
- Química no cotidiano – associação entre o cotidiano do aluno com a prática realizada em laboratório;
- Experimentação e ludicidade – relacionaram a atividade experimental à motivação, ao engajamento e interesse pela disciplina.

Tais categorias serão apresentadas e discutidas nos tópicos a seguir em conjunto com as respostas dos alunos, sendo eles referenciados com a letra “A”.

a) Relação experimentação e teoria

Essa categoria demonstra que para os alunos existe a necessidade em trabalhar aspectos teóricos durante o processo de experimentação. Para eles, a teoria é indissociável da prática, sendo a atividade experimental uma ferramenta para facilitar sua compreensão de teorias trabalhadas em sala de aula, como demonstram os recortes a seguir:

A4 – “(...) apesar de também podermos trabalhar com conhecimento teórico, somos muito conhecidos pela prática, os experimentos e produções”.

A11 – “(...) é do dado experimental que buscamos explicar através das teorias”.

A21 – “Estabelecer a conexão entre teoria e prática”.

Por sua vez, alguns alunos apresentam uma visão de que a atividade experimental é utilizada como via de comprovação da teoria, ou seja, a realização da experimentação e sua observação valida o conteúdo ensinado nas disciplinas teóricas correspondentes. Possuem essas características as respostas:

A9 – “(...) comprovar as reações estudadas na teoria e ter uma experiência na indústria Química”.

A20 – “Relacionar conceitos teóricos de uma disciplina com a prática. Além de realizar experimentos para descobrir e fomentar novas teorias. A prática em uma via de mão dupla com a teoria”.

Nesse contexto, os alunos compreendem que a experimentação tem o papel de auxiliar no processo de aprendizagem do conteúdo teórico, atuando como elucidativa e, sobretudo, tornando tangível e observável a teoria. Como demonstram as respostas a seguir:

A8 – “Transformar visível, tudo o que é ensinado na teoria”.

Porém, faz-se necessário ressaltar que a prática não comprova uma teoria. Essa é uma correlação comum já que em uma aula prática a observação é o instrumento de aprendizado, porém, não há observação imparcial e as práticas não permitem a aplicação de um método científico uma vez que são guiadas inteiramente pelo professor regente.

b) Desenvolvimento de habilidades e técnicas laboratoriais

Se enquadram nessa categoria as respostas que visam a aprendizagem de habilidades e técnicas laboratoriais para o preparo de um profissional mais capacitado, seja para lidar com procedimentos experimentais ou para fins educativos.

Porém, é fundamental ressaltar que o ensino de Química em regime experimental deve ir além do tecnicismo, caso isso não seja realizado, torna-se apenas um ensino para formação de profissionais técnicos para atendimento de demanda do mercado (MAGALHÃES *et al.*, 2012).

As respostas que se enquadram nessa categoria demonstraram a importância das aulas experimentais para o preparo de sua vida profissional, sendo um caminho para o aprendizado de habilidades e técnicas específicas de laboratório, como a utilização de vidrarias, a segurança no trabalho e o aprendizado de novas reações orgânicas. A seguir, respostas que evidenciam essa categorização:

A5 – “O papel da aula experimental é aplicar as técnicas aprendidas e possibilitar um mergulho prático no mundo da Ciência, uma porta de entrada para o método científico no laboratório.”.

A24 – “Fundamental, o profissional em Química deve saber todos os instrumentos e também de aspectos envolvidos na segurança laboratorial, visto que possivelmente o mesmo trabalhará em laboratórios no futuro. Além disso, acredito que a prática faça/auxilie bastante na fixação de conhecimento”.

Dessa forma, evidencia-se que os alunos compreendem a aula experimental como um caminho para a formação profissional, através do ensino de habilidades necessárias para seu crescimento individual.

c) Química no cotidiano

Nessa categoria há a expectativa do aluno de uma associação entre o seu cotidiano com a prática realizada em laboratório. Através da resposta, o estudante demonstra o desejo de relacionar a química vista na sala de aula e nas aulas experimentais com o seu dia a dia, tornando a aula mais interessante.

Para esses alunos, é papel da atividade experimental que a química aprendida em laboratório se comunique com o seu cotidiano, fazendo com que o processo de aprendizagem seja “acessível e palpável”. Entende-se que a aproximação do conteúdo com o que é familiar ao estudante facilita a transmissão de conhecimento pois é inserido a partir de uma percepção prévia do aluno e, ao trabalhar sobre um objeto conhecido, as transformações tornam-se mais evidentes. Logo, as respostas que melhor se enquadram nessa categoria são:

A18 – “(...) tentar correlacionar a disciplina estudada com coisas relevantes presentes no dia a dia”.

A15 – “Conseguir colocar a Ciência de forma mais acessível e palpável, dessa maneira, relacionando a presença da Química no dia a dia daquele indivíduo”.

A17 – “Fundamental para auxiliar os estudantes do ensino médio no aprendizado de Química, no que se refere à Química Orgânica e obtenção dos produtos que são utilizados no dia a dia; ou seja, aproxima a química no dia a dia dos alunos”.

Segundo Chassot e colaboradores, a química do cotidiano “pode ser caracterizada como a aplicação do conhecimento químico estruturado na busca de explicações para a facilitação da leitura dos fenômenos químicos presentes em diversas situações na vida diária” (CHASSOT *et al.*, 1993).

Dito isto, o interesse dos alunos para uma química voltada para suas experiências diárias da margem para o desenvolvimento de aulas experimentais com conteúdo em que o sujeito se identifica possibilitando a evolução de um conhecimento concreto para um formal (CHASSOT *et al.*, 1993).

d) Experimentação e motivação

Observou-se que alguns alunos relacionaram a atividade prática à motivação, ao engajamento e interesse pela disciplina, tornando a prática mais interessante.

Para os alunos que se enquadraram nessa categoria, as atividades experimentais têm o papel de aproximar o estudante do conteúdo de maneira divertida e prazerosa. Intui-se que, para eles, a prática deve facilitar o aprendizado teórico por meio da “beleza” dos experimentos.

As respostas que se enquadram nesta categoria são:

A1 – “O papel da aula experimental como um todo é de, não só consolidar a teoria com a prática, mas também despertar a curiosidade dos alunos, pois a Química tem diversas matérias difíceis, como em diversos outros cursos, mas também, experimentos que literalmente crescem os olhos e isso é muito interessante”.

A2 – “Facilitar a aprendizagem e torná-la mais lúdica”.

A3 – “Favorece uma relação interdisciplinar entre o conteúdo experimental e o teórico proporcionando ao aluno uma maior concepção e afinidade com as ideias trabalhadas”.

A7 – “Acredito que seja fundamental, uma vez que, a Química possui a possibilidade de encantar e chamar atenção através dos experimentos, fazendo o aluno ter interesse pela disciplina”.

A15 – “Conseguir colocar a Ciência de forma mais acessível e palpável, dessa maneira, relacionando a presença da Química no dia a dia daquele indivíduo”.

Dessa forma, evidencia-se que os alunos acreditam que a aula experimental trabalhada por meio do lúdico pode aproximar o aluno da atividade realizada, atrair sua atenção, torná-lo parte ativa do experimento e, com isso, levá-lo a um aprendizado eficiente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de um tema norteador presente no cotidiano, tal como a calça jeans, facilitou o engajamento dos alunos na atividade experimental proposta, por contribuir para a conexão entre os conceitos trabalhados em aula com o dia a dia dos estudantes. Utilizar os elementos da História das Ciências faz com que os alunos compreendam que a Química está em constante evolução e contribui para a formação dos licenciados em Química, fornecendo elementos que poderão ser levados para a sala de aula durante o exercício de suas profissões.

A partir das concepções dos alunos, analisadas através da coleta de dados dos questionários, é possível compreender de que maneira os estudantes da graduação entendem as aulas experimentais. Foi observado que há a expectativa de que seja possível aprender mais sobre a teoria através do experimento, o que nem sempre se concretiza no laboratório quando a aula experimental é realizada de forma tradicional. Há também uma expectativa centrada em uma visão tecnicista do papel de uma aula experimental, quando os alunos esperam aprender sobre técnicas e manuseio de materiais e vidrarias. Embora seja uma visão coerente, já que de fato os alunos manipulam os materiais, são múltiplas as possibilidades de técnicas a serem trabalhadas em laboratórios de Química, sendo limitadas as possibilidades em um laboratório de graduação.

No entanto, ao mesmo tempo que visões tecnicistas da atividade experimental e com finalidade de comprovação da teoria na prática foram observadas, os estudantes também esperam que as atividades experimentais tornem o aprendizado mais lúdico e relacionado com o cotidiano, o que pode facilitar a compreensão e apreensão do que é aprendido em uma aula experimental. A ludicidade aparece aqui como uma forma de motivação, engajamento e encantamento dos alunos, que certamente contribui para que conceitos que podem ser maçantes e difíceis sejam aprendidos de forma mais prazerosa.

Neste trabalho, a rota experimental desenvolvida para a síntese do corante índigo e sua posterior aplicação utilizando-se a técnica do *tie-dye* mostrou-se satisfatória, tendo sido replicada por todos os alunos participantes da pesquisa com sucesso.

Por fim, considera-se então que a ludicidade dentro do ensino de Química não deve limitar-se a jogos e brincadeiras, ou às séries iniciais, crianças e jovens, podendo também ser utilizada em atividades para alunos da graduação com um bom potencial para a aprendizagem de conceitos e técnicas de laboratório.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, DP. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano; 1980.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução: Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. 1a ed. Lisboa: Edições 70; 1977.
- CHASSOT, A; SCHROEDER, OE; PINO, DCJ; SALGADO, MDT; KRÜGER, V. Química do cotidiano: pressupostos teóricos para a elaboração de material didático alternativo. **Espaços da Escola**, 3(10), 47-53, 1993.
- DAVIS, JW; STRAUSS, L, inventors: DAVIS, JW, assignee. Improvement in fastening pocket-openings. **US patente 139,121A**. 1873 Mai 20.
- FARIAS, TLS; SANTIN FILHO, O. Da cor púrpura ao blue-jeans: uma abordagem histórica da ciência nas salas de recursos multifuncionais. **Experiências em Ensino de Ciências**, 15(3), 59-89, 2020.

- FERREIRA, WM; ROCHA, LB; SANTOS, LD; SANTOS, BLSR; PITANGA, AF. Corantes: Uma abordagem com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) usando processos oxidativos avançados. **Química Nova na Escola**, 40(4), 249-257, 2018.
- FERREIRA, L. Formação de professores e ludicidade: reflexões contemporâneas num contexto de mudanças. **Revista de Estudos em Educação e Diversidade**, 1(2), 410-431, 2020.
- GALIAZZI, MC; GONÇALVES, FP. A natureza do trabalho experimental no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, 10(2), 287-298, 2004.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, 10, 43-49, 1999.
- HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, 12(3), 299-313, 1994.
- IEMI – Inteligência de Mercado. **Tecidos índigo e brim e vestuário jeanswear no Brasil** [Internet]. 2023 Disponível em: <<https://iemi.com.br/tecidos-indigo-e-brim-e-vestuario-de-jeanswear-no-brasil/>>. Acesso em: 26 jun. 2024.
- KOGA, N; OLIVEIRA, A; SAKAMOTO, K. Green Chemical Experiment: Indigo Dyeing. **The Chemical Educator**, 13(6), 344-347, 2008.
- LUCKESI, C. Educação, ludicidade e prevenção das neuroses futuras: uma proposta pedagógica a partir da biossíntese. In: LUCKESI, Cipriano (Org.). **Ludopedagogia**. Salvador: Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, 2000. v. 1, p. 10-41. Disponível em: <https://luckesi002.blogspot.com/2020/09/07-educacao-ludicidade-e-prevencao-das_10.html>. Acesso em: 26 jun. 2024.
- LUCKESI, CP. Desenvolvimento dos estados de consciência e ludicidade. In: **Interfaces da Educação**, Cadernos de Pesquisa – Núcleo de Filosofia e História da Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação, UFBA, v. 2, n. 1, p. 9-25, 1998.
- MAGALHÃES, M; CARDOSO, T; SOARES, M; MESQUITA, N. As licenciaturas em química nos institutos federais do estado de Goiás: um perfil de formação dos professores formadores. In: XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI). **Anais do XVI ENEQ/X EDUQUI**, Salvador, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/view/7682/5453>>. Acesso em: 26 jun. 2024.
- MATTHEWS, M. História, Filosofia e ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, dez. 1995.
- MELLO, VM; SUAREZ, PAZ. As Formulações de tintas expressivas através da História. **Revista Virtual de Química**, 4(1), 2-12. 2012.
- MORTIMER, EF; MACHADO, AH. Contextualização no ensino de ciências: o que é e por que fazer. **Química Nova na Escola**, 12, 4-9, 2000.
- MOURA C. Para que História da Ciência no ensino? Algumas direções a partir de uma perspectiva sociopolítica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, 4(3), 1155-1178, 2021.
- OLIVEIRA, A; SZCZERBOWSKI, D. Quinina: 470 anos de história, controvérsias e desenvolvimento. **Química Nova**, 32(7), 1971-1974, 2009.
- PIOVEZAN, M. **Roteiros de Aulas Práticas**. Instituto Federal do Rio de Janeiro. Santa Catarina: Lages, v. 1.2, 2017. Disponível em: <https://docente.ifsc.edu.br/marcel.piovezan/MaterialDidatico/QAM/Apostila%20QAM%20e%20NBA_2017_v12.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2024.
- SAIKHAO, L; SETTHAYANOND, J; KARPKIRD, T; BECHTOLD, T; SUWANRUJI, P. Green reducing agents for indigo dyeing on cotton fabrics. **Journal of Cleaner Production**, 197(4), 106-113, 2018.
- SCHAEFER, B. **Natural Products in the Chemical Industry**. 2. ed. Berlin: Springer-Verlag; 2014.
- SCHNETZLER, RP. Concepções sobre o ensino de química: implicações na formação de professores. **Química Nova na Escola**, 15, 13-18, 2002.
- SILVA, RR; MARCONDES, MER. Dificuldades de aprendizagem em Química: causas e implicações. **Química Nova na Escola**, 32(2), 112-118, 2010.
- SIMÃO, D. Synthesis of Indigo and Dyeing Process. In: AFONSO, CAM; CANDEIAS, NR; SIMÃO, DP; TRINDADE, AF; COELHO, JAS; TAN, B; FRANZÉN, R. **Comprehensive Organic Chemistry for the Laboratory**, Cambridge: RSC; 2017. p. 363-365.
- VANUCHI, V; BRAIBANTE, M. O uso de corantes naturais por algumas comunidades indígenas Brasileiras: Uma possibilidade para o ensino de Química articulado com a lei 11.645/2008. **Revista Debates em Ensino de Química**, 7(2), 54-74, 2020.
- VIESCA, F; GÓMEZ, R; BERROS, M. On the Mechanism of Baeyer-Drewsen Synthesis of Indigo. **American Journal of Chemistry**, 6(1), 18-22. 2016.
- VYGOTSKY, LS. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 6a. ed. São Paulo: Martins Fontes; 1998.