

## **Experimentos químicos em sala de aula utilizando recursos multimídia: uma proposta de aulas demonstrativas para o ensino de Química Orgânica**

**Renato Arthur Paim Halfen, Aloir Antonio Merlo, Daniele Trajano Raupp e Sônia Marlí Bohrz Nachtigall**

Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil. E-mails: [halfen@ufrgs.br](mailto:halfen@ufrgs.br), [aloir.merlo@ufrgs.br](mailto:aloir.merlo@ufrgs.br), [daniele.raupp@ufrgs.br](mailto:daniele.raupp@ufrgs.br), [sonia.nachtigall@ufrgs.br](mailto:sonia.nachtigall@ufrgs.br)

**Resumo:** A experimentação em sala de aula é um importante componente para o ensino. Porém, em locais onde não existem laboratórios ou com infraestrutura precária, aliando dificuldades para aquisição de reagentes e contratação de pessoal de apoio, o uso de recursos multimídia tem se tornado progressivamente uma ferramenta de ensino importante em disciplinas da área das ciências. O presente estudo tem por objetivo apresentar a proposta de oito atividades experimentais demonstrativas, com projeção ao vivo de suas imagens, utilizando recursos multimídia para conteúdo de química orgânica, tendo como pressuposto que a compreensão dos processos químicos pode ser facilitada pela visualização de experimentos que auxilia na aprendizagem dos conceitos teóricos a partir da vivência dos fenômenos. Essa estratégia, além de permitir a visualização, possibilita a interação dos estudantes tornando-se agentes ativos do processo de aprendizagem. Com essas demonstrações, um grande grupo de estudantes pode ser atingido, utilizando pequenas quantidades de reagentes e materiais e promovendo discussões que auxiliam na compreensão de conceitos básicos da disciplina. As respostas dos estudantes, após a realização dos experimentos, indicam que a metodologia é eficiente, pois todos são capazes de visualizar os fenômenos e, em sua maioria, interpretar adequadamente seus significados.

**Palavras chave:** ensino de Química, experimentação, recursos didáticos, aulas demonstrativas, TIC.

**Title:** Chemical experiments in the classroom using multimedia resources: a proposal of demonstrative classes for the teaching of Organic Chemistry

**Abstract:** Classroom experimentation is an important component of teaching. However, in places where there are no laboratories or poor infrastructure, combining difficulties in obtaining reagents and hiring support staff, the use of multimedia resources has progressively become an important teaching tool in science subjects. The present study aims to present the proposal of eight demonstrative experimental activities, with live projection of their images, using multimedia resources for organic chemistry content, if the understanding of chemical processes can be facilitated by the visualization of experiments that Helps in learning the theoretical concepts from the experience of phenomena. This strategy,

besides allowing the visualization, enables the interaction of the students becoming active agents of the learning process. With these demonstrations, a large group of students can be reached by using small quantities of reagents and materials and promoting discussions that help in understanding the basic concepts of the discipline. The students' answers after the experiments indicate that the methodology is efficient, since everyone is able to visualize the phenomena and, in the majority, to interpret their meanings properly.

**Keywords:** Chemistry teaching, experimentation, didactic resources, demonstrative classes, ICT.

### **Introdução**

De acordo com Grisolia e Grisolia (2009), existem múltiplos enfoques de origem construtivista que diferem entre si nas posições sobre a origem e a construção do conhecimento e com relação às teorias psicológicas e à epistemologia das ciências. Entretanto, todos os enfoques coincidem em um ponto: a educação deve ser dirigida a auxiliar os alunos a aprender, tendo a capacidade de questionar a própria aprendizagem através de uma autonomia crescente durante a atividade acadêmica, fornecendo ferramentas intelectuais e sociais que permitam uma formação contínua durante toda a existência. Segundo esses autores, em relação à aprendizagem de ciência, pressupõe-se que o fundamental não é disponibilizar conhecimentos absolutos e inquestionáveis, mas promover situações de aprendizagem que os levem a ser capazes de analisar outros modelos, comparar e concluir com mudança de atitudes. Dessa maneira, rompe-se com o método tradicional de transmissão passiva e cumulativa de conteúdos e se passa a um novo modelo com uma concepção construtivista do processo de ensino-aprendizagem.

Como alternativa para contornar essas dificuldades propõe-se, neste trabalho, o uso de experimentos demonstrativos dinâmicos em sala de aula, dos quais os estudantes participam, auxiliando na sua construção e condução, de acordo com um roteiro previamente estabelecido, uma vez que é preciso a utilização de atividades experimentais que superem a simples aplicação de protocolos estruturados e tenham foco em estabelecer uma conexão clara entre teoria e prática (Hodson, 1994).

Dessa forma, descreve-se a aplicação de oito atividades experimentais demonstrativas, com projeção ao vivo de suas imagens, utilizando recursos multimídia para conteúdos específicos de química orgânica, tendo como pressuposto que a compreensão dos conceitos químicos pode ser facilitada pela visualização de experimentos, o que auxilia a aprendizagem dos conceitos teóricos a partir da vivência e observação dos fenômenos.

### **Fundamentação teórica**

Um fator importante para o aprendizado é a compreensão da química em diferentes níveis. Tradicionalmente classificam-se esses níveis como um triplete: o *nível macroscópico*, corresponde às representações mentais adquiridas a partir da experiência sensorial direta; o *nível microscópico (submicro)*, correlacionado às representações abstratas, com as entidades

pequenas (ou seja, átomos, íons, moléculas); e o *nível simbólico*, que expressa os conceitos químicos a partir de fórmulas, equações, entre outros, e suas incorporações em equações químicas quantitativamente equilibradas para a descrição de um fenômeno macro (Gilbert e Treagust, 2009; Johnstone, 1991). De acordo com a situação a ser resolvida, utiliza-se um ou outro nível de representação ou a combinação deles (Stains e Talanquer, 2007). A capacidade de usar múltiplas representações para o mesmo conceito e a capacidade de alternar facilmente de um sistema de representação para outro é essencial para o sucesso do pensamento científico. Pesquisadores constataram que essa capacidade é um fator principal na distinção entre novatos e especialistas na forma de compreender a química (Kozma e Russel, 1997).

A ideia de que o conhecimento químico pode ser representado de três maneiras principais tornou-se paradigma no ensino de química, servindo tanto de base para inúmeros marcos teóricos, que orientam a pesquisa em ensino na área, quanto para novas visões e interpretações. Johnstone (1991, 2000), por exemplo, utiliza os termos *macroquímica* para se referir às entidades e fenômenos tangíveis e visíveis no mundo e *subquímica* para se referir a modelos particulados de matéria, definindo o nível representacional como o nível simbólico. Tudo isso baseado na sua observação de que químicos especialistas podem utilizar pelo menos três níveis diferentes: *Descritivo e funcional*: nível em que os fenômenos são experimentados, observados e descritos; *Representacional*: o nível em que os sinais são usados para representar e comunicar conceitos e ideias; *Explicativo*: o nível em que os fenômenos são explicados. (Johnstone, 1982). Dentro do mesmo paradigma, Ben-Zvi, Eylon e Silberstein (1988) consideraram três níveis distintos de descrição da matéria: o *macroscópico* (dos fenômenos), o *atômico-molecular* (uma partícula única) e o *multi-atômico* (muitas partículas). Independente do marco teórico há um consenso de que, infelizmente, a maior parte do ensino de química está focada no par submicro-simbólico do triplete, ou seja, no nível representacional e explicativo, deixando de lado o nível macro que pode ser associado ao nível descritivo e funcional (Talanquer, 2011).

A experimentação permite, no âmbito do ensino e da aprendizagem, a fusão dos universos microscópico e macroscópico e também do simbólico na medida em que sua função seja a de fazer com que a teoria – níveis microscópico e simbólico – se adapte à realidade numa dimensão visível – nível macroscópico (Pauletti, Rosa e Catelli, 2014). Dessa forma, transita-se pelos níveis descrito e funcional por meio de atividades práticas e pelos níveis representacional e explicativo comumente utilizados nas atividades teóricas.

Ademais, a pesquisa no ensino de química demonstra que a atividade experimental é um elemento importante para o aprendizado quando se dispõem de condições adequadas. A experimentação contribui para o desenvolvimento de capacidades como: verificação de hipóteses, compreensão de um problema, simplificação e modelagem de problemas, formulação de hipóteses e elaboração de resultados (Takahashi e Cardoso, 2011).

Algumas características de atividades experimentais, consideradas

marcantes para os estudantes, são: a) a inserção da atividade experimental em um contexto mais amplo que o conteúdo disciplinar; b) a necessidade de superar visões empiristas da experimentação, vista como simples possibilidade de teorização a partir da prática; c) a importância do diálogo oral e escrito, permeando a explicitação do conhecimento do grupo, a construção de argumentos e a validação desses argumentos, contribuindo para o enriquecimento das teorias dos participantes sobre o fenômeno em estudo; d) a surpresa dos resultados como modo de confrontar os diversos argumentos dados para justificar os resultados observados (Galiazzi, Gonçalves, Seyffert, Hennig e Hernandez, 2005). Um dos maiores desafios que os professores encontram, ao fazer uso dessa metodologia, é relacionar os conteúdos teóricos (nível representacional e explicativo) com as atividades experimentais (nível descritivo e funcional), permitindo a integração dos diferentes níveis e levando a um aprendizado consistente. Outras dificuldades incluem um número muito grande de estudantes com relação ao espaço físico no laboratório disponível e à falta de recursos financeiros para a compra de reagentes e equipamentos. Além disso, alguns experimentos exigem o armazenamento de quantidades apreciáveis de reagentes, bem como um cuidado especial na disposição dos resíduos ao final da aula, sendo inadequados do ponto de vista da segurança. Assim, a possibilidade de realização de trabalhos experimentais em muitas escolas, e até mesmo em cursos de Graduação, é limitada.

Como forma de estimular o conhecimento, alguns educadores propõem o uso de demonstrações de experimentos em sala de aula (Meyer, 2003). As demonstrações são valiosas porque conseguem envolver os estudantes de uma forma direta, permitindo que superem algumas das dificuldades encontradas nas aulas experimentais em laboratório como, por exemplo, o consumo de grandes quantidades de reagentes. Demonstrações simples e interessantes criam ligações mentais convincentes entre o aprendizado prévio e o novo conhecimento. Uma demonstração, conduzida no início da aula, chama quase imediatamente a atenção do estudante para um determinado assunto. Essa demonstração pode ser conduzida de modo a envolver e instigar os estudantes a descobrir o que está acontecendo. O ponto de partida para uma investigação, iniciada pelo estudante, é uma grande oportunidade de aprendizagem (Kolb, 1987). A observação de um evento inesperado leva os estudantes a se questionar, a investigar causas e a tirar conclusões que expliquem o que foi observado por Schwahn e Oaigen (2009). Além disso, as demonstrações proporcionam aos professores flexibilidade para a criação de experiências e permite abordar uma variedade de diferentes situações de aprendizagem (Gadek, 1986). Alunos desmotivados geralmente aprendem de forma visual ou através de uma participação mais ativa; por isso, são os primeiros a se beneficiarem da atração que uma atividade de demonstração desperta (Mateus, Figueiredo e Reis, 2009). O uso desses modelos de ensino de química está ressurgindo nos círculos da educação como uma estratégia de ensino essencial nas salas de aula (Ligon, 1987). As demonstrações criam oportunidades para os professores modelarem estratégias cognitivas. Um professor que pensa em voz alta convida os estudantes a observar como ele lida com a perplexidade. O professor pode demonstrar o processo, propor questões que levem progressivamente a explicações e a conceitos subjacentes. Para os estudantes, ouvir e observar um professor "no local do experimento" é

estimulante e envolvente e convida-os a acompanhar e participar da solução de problemas. O professor pode usar essas mesmas oportunidades de demonstração para modelar procedimentos laboratoriais corretos e seguros, economizando tempo de aula e promovendo o envolvimento do estudante nos futuros trabalhos de laboratório. No outro extremo da escala cognitiva, as demonstrações oportunizam o desenvolvimento de habilidades de pensamento de nível superior cruciais como análise, caracterização, avaliação e síntese. Experiências pessoais anteriores, muitas vezes, permitem que evoluam no entendimento de determinadas situações de aprendizagem novas (Kolb, 1987). Isso é especialmente importante na compreensão dos princípios abstratos da Química (Gadek, 1986). Esse aprendizado acumulativo tem sido relacionado à melhoria significativa do processo de ensino em relação ao desempenho de estudantes quando comparados com contextos semelhantes em que não foram realizadas demonstrações (Mateus, Figueiredo e D'ávila, 2009). Por fim, as demonstrações ajudam os professores a desenvolver habilidades na resolução de problemas. De que forma? Usando a observação pessoal e experiência para construir novas ideias e conceitos-chave. Essas "observações experimentais" dão ordenamento e significância aos detalhes e excitam a mente para considerar o que está sendo observado. Essa "liberdade" incentiva os estudantes e professores a trabalharem juntos para fazer perguntas e buscar soluções. Ensino e aprendizado, baseado no experimento, evitam duas dificuldades: a perda de tempo e de energia, minimizando a aceitação cega de explicações de livros didáticos (Braibante, Braibante, Trevisan e Pazinato, 2010), que leva a um processo de memorização de conceitos desconexos, que sufocam tentativas de entendimento mais profundo de uma disciplina (Kolb, 1987).

#### *Temas abordados nos experimentos*

Inicialmente, na sequência dos experimentos propostos, serão abordados conceitos que envolvem a Química Orgânica como funções orgânicas, ácidos e bases, reações redox, entre outros. Roque e Silva (2008) afirma que, para os estudantes, a Química Orgânica é frequentemente um tema difícil e exaustivo, devido à enorme quantidade de estruturas e reações diferentes que "precisam ser memorizadas". Para o aprendizado da Química Orgânica o estudante precisa estar em um estágio de desenvolvimento cognitivo formal cuja maioria deles ainda não se encontra quando frequentam e concluem o Ensino Médio e estão aptos a ingressar no Ensino Superior (O'Dwyer e Childs, 2014). Nessa fase, a maior parte deles ainda opera no estágio concreto do desenvolvimento cognitivo. Esse é um dos fatores que contribui para as dificuldades experimentadas por muitos no aprendizado da Química Orgânica. Por isso, é muito importante que os estudantes tenham bastante interesse e uma atitude positiva com relação a essa ciência. Porém, embora a Química Orgânica esteja intrinsecamente relacionada com a vida, muitos professores têm dificuldades em contextualizar os conteúdos curriculares dessa disciplina em suas aulas.

Oliveira e Bisnsfeld (2016) relatam situações reais em que seus alunos não conseguem relacionar a função orgânica com o nome do composto ou com sua estrutura. Existem casos em que o estudante só consegue identificar a função a partir do sufixo do nome do composto como, por

exemplo, *al* para aldeídos, *ol* para álcoois e *ona* para cetonas. Ainda há confusão entre as funções porque “elas são parecidas” (álcool x aldeído, aldeído x ácido carboxílico). Nesse sentido, há demonstração de experimentos em que um tipo de função dá uma resposta positiva frente ao reagente, enquanto que outra não dá, permite distingui-las e, através da representação de suas estruturas, fixar suas diferenças em muitos aspectos: nomenclatura, estrutura e propriedades químicas.

Outro tema que é abordado nos experimentos são os conceitos de ácidos e bases. De acordo com Souza e Silva (2018), muitos estudantes apresentam dificuldades na aprendizagem dos conceitos de ácidos e bases. Uma das causas pode estar relacionada com o tipo de abordagem, empregada nos livros didáticos, que costuma acontecer de forma cumulativa e progressiva, desconsiderando o contexto em que elas foram originalmente desenvolvidas. O tema “ácidos e bases” faz parte de muitas situações cotidianas como, por exemplo, quando se ingere um antiácido para amenizar a acidez estomacal ou quando partes de monumentos históricos são destruídos pela ação da chuva ácida (Zapp, Nardini, Coelho e Sangiogo, 2016). Se os estudantes forem capazes de entender como e por que uma reação ácido-base acontece, poderão explicar muitos desses eventos, bem como isso servirá de base para explicar uma infinidade de outras reações químicas (Cooper, Kouyoumdjian e Underwood, 2016).

Também é contemplado nos experimentos apresentados um assunto de fundamental importância, se relacionado às reações de oxidação/redução. Inúmeras reações químicas, envolvendo esses processos, são encontradas no nosso cotidiano: pilhas e baterias movimentam calculadoras, carros, brinquedos, rádios, etc.; para combater a corrosão, as pratarias são polidas, as grades de ferro são pintadas e os pregos são galvanizados; os circuitos de computadores são cobertos por finas camadas de ouro ou prata; e assim por diante (Mendonça, Campos e Jófili, 2004).

De Jong, Acampo e Verdonck (1995) classificam as reações redox como um dos tópicos da química mais difíceis em termos de ensino e aprendizagem. Para os estudantes, é difícil compreender a oxidação e a redução como reações complementares, identificar os agentes oxidantes e redutores, bem como compreender que reações redox são definidas como perda e ganho de oxigênio (Klein e Braibante, 2017).

Um tema de suma importância para a disciplina de Química Orgânica refere-se aos “compostos aromáticos”, associado ao aspecto do conceito de “ressonância”. Para abordar esse tópico, foi selecionado um experimento sobre corantes azóicos. Esse experimento tem como objetivo discutir a cor relacionando-a ao sistema de anel conjugado. De acordo com Silva, Wouters e Camillo (2008), para se enxergar um objeto colorido, este deve ser capaz de absorver a radiação eletromagnética na região visível do espectro eletromagnético que ocorre na faixa de comprimentos de onda entre 400 e 700 nanômetros, aproximadamente. A cor observada é a cor complementar à absorvida no espectro. Entretanto, para que o composto orgânico responsável pela coloração apresentada pelo tecido seja capaz de absorver tal radiação eletromagnética, é necessário que sua estrutura química possibilite a ocorrência de ressonâncias eletrônicas. Simplificadamente, pode-se dizer que é necessária a presença de ligações

duplas, conjugadas e grupos que interfiram na densidade eletrônica do anel aromático na estrutura química do corante. Com o Experimento procura-se explicar o fenômeno da ressonância e suas propriedades na absorção da luz.

#### *Experimentos filmados x Experimentos ao vivo*

A investigação do aprendizado de conceitos científicos, com o auxílio das TICs, tem sido destaque nos últimos anos (Raupp, Serrano e Martins, 2010). De acordo com Santos e Greca (2005), existem numerosas investigações sobre o uso de estratégias, baseadas em ferramentas multimídia, em diversas áreas do conhecimento. Em sua maioria, os autores indagam sobre qual recurso didático é o mais adequado para determinados propósitos educacionais e, nesse sentido, as novas tecnologias de desenvolvimento de *softwares* educativos apresentam várias vantagens. Entre essas se encontra a flexibilidade de adaptação às necessidades individuais, permitindo o desenvolvimento do processo de aprendizagem mais construtivo e criativo. Também se observa o aumento da motivação para aprender, além da promoção do desenvolvimento de atividades colaborativas e cooperativas.

A maior disponibilidade de computadores nas escolas e a facilidade de acesso à Internet têm favorecido a popularização do uso de recursos tecnológicos como vídeos, animações e teleaulas, como ferramentas de ensino. Inúmeros grupos de pesquisa, pelo mundo afora, se dedicam a abastecer o mercado com novos recursos computacionais, dedicados ao ensino das ciências e das outras áreas do ensino. Alguns conceitos científicos abstratos como, por exemplo, os modelos atômicos são mais fáceis de serem explorados com o uso de computadores do que com atividades experimentais (Santos, Benedetti, Cavagis e Anunciação, 2016). Entretanto, outros conceitos podem ser satisfatoriamente compreendidos e aprendidos com base em experimentos. De acordo com Galagovsky e Adúriz-Bravo (2001), o uso de experimentos, como recursos didáticos, equivale a um tipo de representação teatral do experimento científico que leva à alfabetização científica. Prosseguindo, os autores afirmam que os experimentos devem ser planejados e comprovados pelo professor, fomentando o raciocínio científico em um ambiente lúdico.

Nesse sentido, o que se propõem aqui é a participação efetiva do estudante na realização de experimentos através das experiências realizadas "ao vivo". A interação com os estudantes é muito importante, pois eles se tornam agentes de sua própria aprendizagem. Pois são convidados a participar em questões relevantes que surgem à medida que o experimento se desenvolve, permitindo que ele seja modificado e repetido, como ocorre nas aulas experimentais tradicionais. Tais dificuldades, longe de serem limitantes da aprendizagem, estimulam a imaginação dos estudantes que podem propor novas formas de execução das atividades, reforçando o interesse e a fixação dos conceitos que estão sendo estudados.

#### **Contexto da pesquisa**

O Centro de Estudos Costeiros, Limnológicos e Marinhos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Ceclimar/UFRGS), ligado ao Instituto de

Biociências, situa-se no município de Imbé, no litoral do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Em 2006, o Ceclimar ampliou suas ações através da criação de um curso de graduação em Ciências Biológicas, com ênfases em Biologia Marinha e Costeira e em Gestão Ambiental Marinha e Costeira, em parceria com a Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS).

Através de processo seletivo, 40 estudantes ingressam anualmente nesses cursos. No segundo semestre de ambos os currículos é oferecida a disciplina "Química Geral e Orgânica". O objetivo da disciplina é "Apresentar conceitos de química, abrangendo aspectos inorgânicos, orgânicos e físico-químicos que permitam auxiliar à compreensão dos processos que ocorrem nos sistemas biológicos". A ementa da disciplina, disponível para consulta no portal da UFRGS na internet, é a seguinte:

Estudo dos aspectos fundamentais da estrutura atômica. Tabela periódica dos elementos e ligações químicas, com vistas à sua aplicação aos processos biológicos. Propriedades físicas e químicas dos compostos orgânicos com vistas à sua aplicação no estudo de biomoléculas e substâncias de interesse biológico.

No plano de ensino dessa disciplina constam 70 horas de atividades teóricas e 20 horas de atividades práticas. A disciplina é ministrada por professores do Instituto de Química da UFRGS, distante cerca de 100 km do local, na cidade de Porto Alegre. O presente trabalho foi proposto para equacionar as atividades práticas e teóricas dessa disciplina, tendo em vista que o Ceclimar só possui um laboratório de ciências, o qual não apresenta infraestrutura adequada para a realização de experimentos de química e também não comporta um número superior a dez estudantes simultaneamente. A metodologia proposta foi testada em duas turmas de aproximadamente 40 estudantes cada, em dois semestres letivos.

### **Metodologia**

A estratégia metodológica desse estudo é caracterizada por pesquisa de métodos mistos, pois se trata de uma abordagem com foco nas questões investigativas relacionadas à compreensão do contexto analisado (Dal-Farra e Fetters, 2017). Trata-se de um estudo de caso exploratório, pois essa é uma fase preliminar que tem como finalidade proporcionar mais informações sobre o assunto, utilizando-se o estudo realizado com um grupo de alunos (Prodanov e Freitas, 2013).

A metodologia da pesquisa foi constituída por duas etapas. A primeira envolveu o planejamento e aplicação dos experimentos (Anexo 1) e as adaptações necessárias para a prática demonstrativa, usando-se os recursos multimídia. Numa segunda etapa, após a realização das aulas, os estudantes responderam um questionário (Anexo 2). Os dados coletados foram analisados pelo método de análise de conteúdo. Esse método foi escolhido por ser um procedimento clássico para analisar o material textual, possibilitando identificar percepções do sujeito por meio das etapas de pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados – a inferência e a interpretação (Bardin, 1977).

#### *Caracterização da amostragem*

Após a definição da sequência didática, o estudo exploratório foi realizado

com duas turmas (32 e 34 estudantes respectivamente) da disciplina Química Geral e Orgânica, do curso de Ciências Biológicas: Ênfases Biologia Marinha e Costeira e Gestão Ambiental Marinha e Costeira. Esse curso de graduação é ofertado em turno integral, na modalidade bacharelado, presencial, com viés profissionalizante e, ao mesmo tempo, científico. A referida disciplina ocorre na primeira etapa (semestre do curso). A faixa etária variou entre 17 e 40 anos. A grande parte (85%) não é morador da cidade, bem como os professores que lecionam no curso; sendo assim, as aulas ocorrem de forma condensada, objetivando melhor aproveitamento. A referida disciplina apresenta uma carga horária de 6h/a por semana durante 20 semanas.

A metodologia apresentada nesse artigo contou com três etapas, distribuídas em aulas ao longo de 3 semanas, tendo seis períodos consecutivos de cinquenta minutos por semana, totalizando assim 18h/a.

### *Equipamentos utilizados*

Para o desenvolvimento das atividades é utilizado um sistema constituído por uma câmera filmadora, acoplada a um projetor multimídia através de um cabo com conexão RCA (Figura 1). Neste trabalho foi utilizada uma câmera de vídeo Sony 65X intelli zoom.

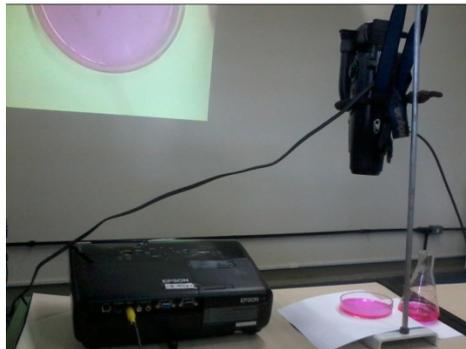


Figura 1.- Filmadora acoplada a um projetor multimídia.

Alternativamente, pode-se utilizar uma câmera fotográfica ou um aparelho celular, conectados ao projetor multimídia por meio de um cabo apropriado (Figuras 2 e 3).



Figura 2 – Câmera fotográfica acoplada a um projetor multimídia.



Figura 3 – Cabo mini-HDMI para VGA.

Além desses equipamentos, é necessário utilizar um espaço adequado. As atividades experimentais podem ser realizadas em uma mesa, com alguma iluminação. A câmera deve ser fixada de modo que fique com o foco centrado a uma distância apropriada do experimento (Figura 4). Uma vantagem das câmeras filmadoras é que, em geral, elas são dotadas de "Zoom", o que permite aproximar ou afastar a imagem do foco dos experimentos.



Figura 4.- Mesa com kit de reagentes.

Os experimentos são realizados ao vivo, sendo as imagens projetadas para uma tela por meio do projetor multimídia.

#### *Detalhamento das atividades*

A utilização da projeção de imagens, que refletem os experimentos feitos em tempo real, permite que em sala de aula, visualize-se claramente o experimento que está sendo feito. Caso o professor simplesmente fizesse a demonstração na sala de aula, à frente dos estudantes, certamente os que estivessem sentados mais ao fundo da sala não conseguiriam visualizá-lo com detalhes.

Cabe ao professor planejar os experimentos de forma que eles estejam diretamente relacionados com os conteúdos teóricos que estão sendo apresentados. O processo se dá de uma forma interativa quando alguns dos estudantes são convidados a realizar as experiências sob a supervisão do professor. Em geral, à medida que o experimento é executado, surgem indagações por parte da plateia que visualiza, na tela de projeção, o que está sendo executado. Nesses momentos o professor instiga a curiosidade, propõe novas questões e incentiva a formularem proposições. Pode, finalmente, dar explicações sobre o que está sendo demonstrado e confrontar com as respostas propostas. Conforme Schwahn e Oiagen (2009) a aula experimental, não deve ser resumida apenas a um aparato experimental sofisticado, deve-se privilegiar a organização, discussão e análise, o que irá promover a interpretação dos fenômenos e a troca de informações entre os que estão participando da aula.

Considerando as atividades realizadas dessa forma, que se diferenciam das realizadas em um laboratório de ensino, onde há disponibilidade de

muitos recursos de segurança, é pertinente se ater a algumas características específicas. Desse modo, é recomendável realizar experimentos que:

- a) Sejam de curta duração e fácil visualização, como reações que produzam cor ou precipitados.
- b) Utilizem recipientes simples (copos de béquer, vidros de relógio, etc.).
- c) Necessitem de pequenas quantidades de reagentes e solventes.
- d) Tenham baixo custo de execução.
- e) Produzam produtos de fácil descarte nos quais se utilizem embalagens adequadas.
- f) Não necessitem de reagentes químicos que acarretam perigos de queimadura, explosão, chamas, fumaça ou odor desagradável.
- g) Tenham relação com as coisas do cotidiano, despertando o interesse dos estudantes.
- h) Sejam didaticamente significativos.

Experimentos propostos no presente estudo

Visando atender às recomendações apresentadas anteriormente, foi selecionado um conjunto de experimentos a serem executados em sala de aula, os quais serão detalhados no Anexo 1 deste texto. Esses experimentos são os apresentados no Quadro 1.

Aula	Conteúdo	Experimento
1	Identificação de funções orgânicas	1. Identificação de compostos carbonilados. 2. Identificação de álcoois primários
2	Conceitos de ácidos e bases	3. Determinação de pH 4. Decomposição do bicarbonato de sódio em meio ácido 5. Comparação da acidez de diferentes funções orgânicas
3	Reações de oxidação/redução.	6. Reações de oxidação com vinagre. 7. Redução de metais com geração de hidrogênio
	Dienos e polienos	8. Síntese de um corante azo.

Quadro 1.- Organização das atividades experimentais.

#### *Finalização da atividade*

Após a realização de todos os experimentos, foi distribuído um questionário de avaliação, para que apresentassem as suas observações a respeito dos experimentos e de suas conclusões. Algumas questões eram objetivas, solicitando apenas a marcação de uma alternativa correta, enquanto que outras questões eram dissertativas, exigindo que expressassem suas impressões e conclusões de forma espontânea. Esse questionário foi respondido por todos (Figura 5).



Figura 5.- Estudantes em sala de aula.

### Resultados e discussão

No quadro 2 são apresentados os percentuais de respostas obtidas para as primeiras duas questões (objetivas). *Questão 1.* Em relação à demonstração sobre identificação de compostos carbonilados (aldeídos e cetonas), com fenil-hidrazina, você conseguiu perceber o que ocorreu e compreender a aplicação dessa reação? *Questão 3.* Em relação à demonstração da oxidação de álcoois, com dicromato de potássio, você conseguiu perceber o que ocorreu e compreender a aplicação dessa reação?

	Questão 1	Questão 3
a) Sim, percebi e compreendi sua aplicação.	82%	90%
b) Sim, percebi, mas não compreendi sua aplicação.	18%	5%
c) Não visualizei, mas entendi a explicação.	0%	5%
d) Não visualizei, nem entendi a explicação.	0%	0%
	100%	100%

Quadro 2.- Respostas questões 1 e 3.

Com relação à identificação das funções aldeído e cetona, verificou-se que 82% afirmaram perceber e compreender a formação de um precipitado de cor laranja, o que confirma a presença dos grupos carbonila no acetaldeído e na acetona, utilizando o reagente de Brady (uma solução de 2,4-dinitrofenilhidrazina). No enquanto, 18% perceberam o que ocorreu, mas não compreenderam a aplicação da reação.

A questão relacionada com a identificação de álcoois primários e secundários, através de reações de oxidação, mostrou um bom percentual de estudantes que conseguiram perceber a mudança da cor, laranja para verde, após adição do dicromato de potássio, e também compreenderam sua aplicação. Apenas 5% visualizaram a reação sem compreendê-la.

Portanto, a realização do experimento, de forma demonstrativa, atingiu seu objetivo, pois todos conseguiram visualizar a reação. É esperado que nem todos consigam compreender sua aplicação, pois isso também pode ocorrer em atividades experimentais, realizadas pelos próprios estudantes em laboratório. Muitas vezes observa-se que os mesmos realizam o experimento de acordo com o roteiro recebido, mas nem sempre

compreendem exatamente o que está acontecendo ou onde se aplicam as observações feitas.

Na Questão 2 (Quadro 3) os estudantes foram indagados: Em relação à demonstração da identificação da presença de açúcar em uma fruta, assinale qual foi a sua percepção?

	Questão 3
a) Na fruta encontramos açúcar que possui um grupo carbonila e forma um precipitado quando reage com uma amina aromática.	95%
b) Na fruta não encontramos açúcar, mas se forma um precipitado quando reage com uma amina aromática.	5%
c) Não entendi a demonstração.	0%
d) Não percebi nenhuma diferença significativa na demonstração.	0%
	100%

Quadro 3.- Respostas questão 3.

Essa pergunta buscava avaliar a compreensão dos estudantes em relação ao experimento de identificação da presença de açúcar em uma fruta. Os resultados indicam que 95% deles compreenderam que existe açúcar na fruta e que esse pode ser detectado com o teste de Brady, da mesma forma que se faz a detecção da carbonila em compostos carbonilados puros, como o acetaldeído e a acetona. O teste consiste na adição da 2,4-dinitrofenilhidrazina, que produz um precipitado de cor laranja, ao reagir com grupos carbonila de aldeído ou cetona, presentes no açúcar da fruta.

Entretanto, verificou-se que cerca de 5% dos marcaram a resposta B, indicando que, embora tenham verificado a precipitação, eles não conseguiram compreender que a fruta continha açúcar. É interessante observar que nenhum estudante marcou as respostas C e D; portanto, novamente todos conseguiram observar a ocorrência da reação, embora alguns não tenham compreendido totalmente o que aconteceu. Apesar de analisarem o nível macroscópico durante a demonstração, percebe-se a dificuldade de alguns estudantes em compreender a aplicação, ou seja, em relacionar a visualização da prática com as reações orgânicas propriamente ditas. Essa dificuldade pode ser atribuída ao nível de abstração, envolvido na relação entre os diferentes sistemas representacionais. Frequentemente, estudantes apresentam dificuldades na compreensão dos fenômenos físicos e químicos nos níveis microscópico e simbólico (Andreu e Recena, 2007; Kozma e Russel, 1997).

Os experimentos seguintes se relacionavam com os conceitos de acidez e basicidade e a utilização de reações ácido/base em processos de isolamento de compostos.

*Questão 4.* Indagados a respeito da solubilidade do ácido benzoico, em água, e sobre o efeito da adição de solução de NaOH, as respostas apresentadas podem ser agrupadas da seguinte forma: 65% compreenderam o que ocorreu e relacionaram o experimento com os conteúdos teóricos de ácidos e bases; 22% deles compreenderam parcialmente o que ocorreu e relacionaram parcialmente com os conteúdos teóricos; 4% observaram a formação do sal, mas não conseguiram

relacionar com os conteúdos teóricos, enquanto que 9% não quiseram responder à questão.

A seguir são transcritas respostas dos estudantes que ilustram cada um desses grupos de respostas:

“O ácido benzóico não se solubilizou ao ser adicionado à água, mas formou grumos. Porém, mostrou-se solúvel quando foi feita a adição lenta de uma base, o que permitiu sua transformação em um sal, tornando-se gradualmente solúvel na água”.

“Após a adição de uma base, formou-se um sal solúvel”.

“Para que o ácido benzóico ficasse solúvel, era necessário o contato com uma base”.

“Em contato com água, o ácido benzóico se dissolve”.

Então, de modo geral, verificou-se que a demonstração cumpriu com seu objetivo, permitindo a elaboração de conclusões corretas para a maior parte dos estudantes.

*Questão 5.* Essa pergunta relacionava-se à experiência com anilina e a sua solubilidade em meio ácido, tendo-se questionado quais suas percepções a respeito. As respostas mostraram diferentes graus de compreensão em relação ao que aconteceu no experimento, como se pode observar nas respostas a seguir:

“Verifiquei que a anilina era um óleo insolúvel em água, mas, ao se adicionar ácido, ela se transformou em um sal e se solubilizou totalmente”.

“A anilina é um óleo natural que, em meio ácido, se solubiliza”.

“Para que um ácido ou base seja solúvel em água, é preciso reagir com outro para formar sal”.

“Apesar de simples, o experimento explica bem a solubilidade da anilina na água”.

*Questão 6.* Indagados sobre suas observações, quanto ao experimento utilizando suco de limão e bicarbonato de sódio, 87% dos estudantes responderam que o ácido cítrico, presente no limão, decompôs o bicarbonato, formando sal e liberando gás carbônico, responsável pelo enchimento do limão. 7% responderam apenas que se formava um sal, liberando gás carbônico e 6% apenas observaram a formação de gás. Em suma, o experimento foi bem visualizado e bem compreendido.

*Questão 7.* Com relação ao experimento em que foi feita a reação do etanol, do fenol e do ácido acético com o sódio, 80% afirmaram que o ácido acético foi o mais reativo, 15% afirmaram que foi o fenol e 5% que foi o etanol. As justificativas variaram:

“O ácido acético libera hidrogênio com mais intensidade”.

“O ácido acético reage mais rapidamente”.

Conclui-se que pode ter ocorrido uma falha na visualização do experimento, que levou a uma conclusão equivocada para 20% dos estudantes.

*Questão 8.* Com relação ao experimento envolvendo as reações do vinagre com metais, quando ocorre o escurecimento do meio, 90% afirmaram que ocorria a formação de acetato de ferro, que era o responsável pelo escurecimento, 7% afirmaram que se formava óxido de ferro e este era o responsável pelo escurecimento. 3% dos estudantes não souberam responder.

*Questão 9.* Quando perguntados sobre a reação entre o ácido clorídrico e o papel alumínio, todos observaram a corrosão do papel, porém as explicações foram diversificadas: 50% explicaram que o ácido e o metal formaram um sal, liberando hidrogênio, 30% equacionaram corretamente a reação, explicando a liberação do gás e 20% observaram a evolução do gás, mas não souberam explicar.

Ao utilizar a equação química para responder o questionamento, percebe-se claramente a capacidade dos estudantes em alternar adequadamente entre os diferentes níveis representacionais. Conforme comentado anteriormente, pode-se afirmar que a atividade prática possibilitou, a partir do nível macroscópico, caracterizado pela observação do fenômeno (visualização da reação de corrosão), aos estudantes utilizarem a teoria abordada na atividade teórica, com foco no nível representacional (compreensão e montagem da equação), para explicar o fenômeno observado (Pauletti, Rosa e Catelli, 2014).

*Questão 10.* Essa questão buscava verificar o entendimento em relação ao experimento da formação de sais de diazônio para obtenção de um corante. Verificou-se que o maior percentual de estudantes (35%) foi o do grupo que compreendeu parcialmente o experimento, sem saber relacionar perfeitamente aos conteúdos teóricos de amins e corantes. 26% deles compreenderam bem o experimento, relacionando-o com os conteúdos teóricos e também 26% visualizaram que ocorreu, mas não souberam relacionar com a teoria. Os demais não entenderam nada, ou não quiseram responder a questão.

A seguir são transcritas respostas que ilustram cada um dos grupos:

"Formam-se dois anéis nessa reação, aumentando o número de ligações duplas".

"A anilina se combina com o fenol, aumentando o número de ligações insaturadas e se tornando colorida".

"Conforme forem trocados os fenóis, a cor mudará".

"Formam-se dois anéis que se combinam e produzem cor".

Entende-se que o tópico relacionado ao fenômeno da formação da cor, devido à extensão da conjugação, precisaria ter sido mais trabalhado na atividade teórica, para maior compreensão do fenômeno no nível representacional. Sem a base do nível representacional eles foram incapazes de relacionar o fenômeno observado no nível macroscópico.

*Questão 11.* Nessa questão foi solicitado que os estudantes expressassem suas percepções a respeito do uso de experimentos por meio de filmadora e projetor multimídia. A maior parte dos estudantes manifestou-se positivamente em relação à metodologia adotada, pois perceberam que os experimentos tornaram significativos conteúdos que, de

outra forma, seriam vistos apenas na abordagem teórica e demandariam maior grau de abstração para sua compreensão. Isso pode ser observado, por exemplo, nas seguintes respostas:

“Ótima percepção! Sistemática perfeita para o ensino de química”.

“Acho que as aulas com power point são interessantes para mostrar algumas imagens e curiosidades, mas as aulas com uso da câmera e data show faz com que tenhamos maior contato com as experiências químicas”.

“Maior facilidade de observação dos experimentos”.

“Boa visibilidade das reações químicas propostas”.

“A proposta de reações em sala de aula permite que gravemos melhor os conteúdos”.

“Aula com experimentação é muito bom, pois conseguimos ver na prática o que realmente ocorre durante as reações”.

“As aulas mais interessantes que assisti até agora”.

“Adorei as aulas com reações práticas, nos fornece uma melhor noção e facilita o entendimento”.

Por outro lado, alguns manifestaram que ainda assim encontraram dificuldades, como nesse caso: *“Para mim a observação fica bem melhor, mas para compreender fica um pouco mais difícil, pois tenho pouca base em química”*. Entretanto, é possível que esse estudante tivesse até mais dificuldades caso não fossem feitos os experimentos demonstrativos, pois ele mesmo admite que lhe falta conhecimentos básicos em relação à química.

Novamente o pouco domínio do nível representacional e explicativo impede que a atividade de visualização do fenômeno seja corretamente interpretada, dificuldade que impacta à capacidade de alternar entre os níveis, considerada fundamental para o sucesso do pensamento científico em Química (Kozma e Russel, 1997).

E, ainda, um estudante expressou-se da seguinte forma: *“É interessante e dá para visualizar bem, mas acredito que no laboratório seria melhor”*. Concorda-se plenamente com esse estudante, entretanto a proposta foi idealizada justamente porque não havia condições de infraestrutura no local de funcionamento do curso para que os próprios estudantes realizassem os experimentos em laboratório.

*Questão 12.* A questão 12 tinha por objetivo verificar a receptividade dos estudantes em relação ao tipo de proposta didática utilizada. Verificou-se que quase todos apresentaram uma resposta positiva, considerando que as aulas se tornaram mais interessantes e discordando das afirmações de que atribuíam características negativas para a proposta. Um dos estudantes não respondeu à questão.

Enfim, percebe-se que os experimentos demonstrativos, utilizando recursos multimídia, possuem diversas vantagens, à medida que possibilitam “[...] ilustrar ou construir diversos tipos de conhecimentos, descrevendo os sistemas químicos em uma escala macroscópica de fácil visualização aos estudantes, onde percepção e impacto visual se tornam

importantes, possibilitando uma interação entre as transformações químicas e os conceitos vistos em sala de aula” (Silva, 2007, p.1). Assim, tem-se a relação entre os diferentes níveis nos quais o conhecimento químico e compreensão do mundo são gerados.

### **Conclusões**

A realização de atividades experimentais em sala aula, com uso de câmera de vídeo, acoplada a projetor multimídia, oferece uma alternativa ao professor no sentido de dinamizar as aulas, dando liberdade de realizar diferentes experimentos usualmente feitos em laboratório. As aulas práticas sempre auxiliam na construção da ponte entre os fenômenos observados na escala macroscópica e os conteúdos teóricos, provocando curiosidade e envolvimento dos estudantes, os quais, em sua grande maioria, ficam entusiasmados com os experimentos e se manifestam favoráveis ao uso dessa metodologia. A metodologia utilizada permite atingir uma plateia com grande número de estudantes, com mais conforto e segurança, sendo que há sensível redução de custo de material, tempo e pessoal envolvidos em comparação aos experimentos realizados em laboratório. Os experimentos propostos mostraram-se adequados, pois todos os estudantes foram capazes de visualizá-los, interagindo com o professor durante sua realização, compreendendo os conceitos básicos expressos nesses experimentos, podendo-se transitar entre os diferentes níveis representacionais da química.

### **Referências bibliográficas**

Andreu, M. P., e Recena, M. C. P. (2007). Influência de um objeto de aprendizagem nas concepções de estudantes do ensino médio sobre ebulição da água. *CINTED-UFRGS, Novas Tecnologias na Educação*, 5(2).

Bardin, L. (1977). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições, 70.

Ben-Zvi, R., Eylon, B., e Silberstein, J. (1988). Theories, principles and laws. *Education in Chemistry*, 25(3), 89-92.

Braibante, H. T. S., Braibante, M. E. F., Trevisan, M. C., e Pazinato, M.S. (2010). *Retroprojetor como bancada e laboratório de Química*. Santa Maria: Editora Pallotti.

Cooper, M. M., Kouyoumdjian, H., e Underwood, S. M. (2016). Investigating Students'. Reasoning about Acid–Base Reactions. *Journal of Chemical Education*, 93(10), 1703–1712.

Dal-Farra, R. A., e Fetters, M. D. (2017). Recentes avanços nas pesquisas com métodos mistos: aplicações nas áreas de educação e ensino. *Acta Scientiae*, 19(3), 466-492.

De Jong, O., Acampo, J., e Verdonk, A. (1995). Problems in teaching the topic of redox reactions: actions and conceptions of chemistry teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(10), 1097-1110.

Gadek, F. J. (1986). Rear view mirrors for more effective overhead projector use. *Journal of Chemical Education*, 63(12), 1114.

Galiazzi, M. C., Gonçalves, F. P., Seyffert, B. H., Hennig, E. L., e Hernandez, J. C. (2005). Uma sugestão de atividade experimental: a velha

vela em questão. *Química Nova na Escola*, 21(5), 25-28.

Galagovsky, L., e Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías em la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 231-242. Recuperado de <http://reec.educacioneditora.org/>.

Gilbert, J. K., e Treagust, D. F. (2009). *Multiple representations in chemical education* (Vol. 4). Dordrecht: Springer.

Grisolía, M., e Grisolía, C. V. (2009). Integración de elementos didácticos y del diseño em el software educativo hipermedial "Estequiometría. Contando masas, moles y partículas". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(2), 440-465. Recuperado de <http://reec.educacioneditora.org/>.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313.

Johnstone, A. H. (1982). Macro- and micro-chemistry. *School Science Review*, 64, 377-379.

Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75-83.

Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry-logical or psychological? *Chemistry Education Research and Practice*, 1(1), 9-15.

Klein, G. S., e Braibante, M. E. F. (2017). Reações de oxi-redução e suas diferentes abordagens. *Química Nova na Escola*, 39(1), 35-45.

Kolb, K. E. (1986). Comparison of chemical oxidation of alkanes, alkenes, and alcohols on the overhead projector. *Journal of Chemical Education*, 63(11), 977.

Kolb, D. (1987). Introduction to overhead projector demonstrations. *Journal of Chemical Education*, 64(4), 348-351.

Kozma, R. B., e Russell, J. (1997). Multimedia and understanding: Expert and novice responses to different representations of chemical phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(9), 949-968.

Ligon, W.F. (1987). Fractal structures obtained by electrodeposition of silver at an air-water interface. *Journal of Chemical Education*, 64(12), 1053-1056.

Mateus, A. L., Figueiredo, P. H., e D'ávila, R. D. (2009). *Ciência na tela: experimentos no retroprojeto*r (1ª Ed.). Belo Horizonte: Editora UFMG.

Mendonça, R. J., Campos, A. F., e Jófili, Z.M. (2004). O conceito de oxidação-redução nos livros didáticos de Química Orgânica do Ensino Médio. *Química Nova na Escola*, 20, 45-48.

Meyer, L. S., Panee, D., Schmidt, S., e Nozawa, F. (2003). Using demonstrations to promote student comprehension in Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 80(4), 431-435.

O'Dwyer, A., e Childs, P. (2014). Organic Chemistry in Action! Developing an Intervention Program for Introductory Organic Chemistry To

Improve Learners' Understanding, Interest, and Attitudes. *Journal of Chemical Education*, 91(7), 87-993.

Oliveira, A. P. S., e Bisnsfeld, S. C. (2016, julho). Contribuições do Jogo Didático na Aprendizagem de Funções Orgânicas no Ensino Médio. *XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química, ENEQ*, Florianópolis, SC, Brasil.

Palma, M. H. C., e Tiera, V. A. O. (2003). Oxidação de metais. *Química Nova na Escola*, 18(11), 52-54.

Pauletti, F., Rosa, M. P. A., e Catelli, F. (2014). A importância da utilização de estratégias de ensino envolvendo os três níveis de representação da Química. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 7(3).

Prodanov, C. C., e de Freitas, E. C. (2013). Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico (2ª Edição). Rio Grande do Sul: Editora Feevale.

Raupp, D., Serrano, A., Martins, T. L. C., e Souza, B. C. D. (2010). Uso de um software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica: um estudo de caso baseado na teoria de mediação cognitiva. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 18-34. Recuperado de <http://reec.educacioneditora.org/>.

Roque, N. F., e Silva, J. L. P. (2008). A linguagem química e o ensino da química orgânica. *Química nova*, 31(4), 921-923.

Rossi, R. D. (2013). What does the acid ionization constant tell you? An Organic Chemistry student guide. *Journal of Chemical Education*, 90(2), 183-190.

Santos, F. M. T., e Greca, I. M. (2005). Promovendo aprendizagem de conceitos e de representações pictóricas em Química com uma ferramenta de simulação computacional. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(1), 1-25. Recuperado de <http://reec.educacioneditora.org/>.

Santos Jr., J. B., Benedetti-Filho, E., Cavagis, A. D. M., e Anunciação, E. A. (2016). Um estudo comparativo entre a atividade experimental e a simulação por computador na aprendizagem de eletroquímica. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 15(2), 312-330. Recuperado de <http://reec.educacioneditora.org/>.

Schwahn, M. C. A., e Oaigen, E. R. (2009, novembro). Objetivos para o uso da experimentação no ensino de química: a visão de um grupo de licenciandos. *VII Encontro nacional em pesquisa em educação e ciência (ENPEC)*, Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), Florianópolis, Brasil.

Silva, F. F. S. (2007, abril). Experimentos demonstrativos no ensino de química: uma visão geral. *I Congresso Norte Nordeste de Química (CNTQ)*, Associação Norte-Nordeste de Química (ANNQ), Natal, Anais, Natal.

Silva, F. M., Wouters, A. D., e Camillo, S.B.A. (2008). Visualização Prática da Química Envolvida nas Cores e sua Relação com a Estrutura de Corantes. *Química Nova na Escola*, 28(8), 46-48.

Solomon, S. D., e Rutkowsky, S.A. (2010). Dissolving carboxylic acids

and primary amines on the overhead projector. *Journal of Chemical Education*, 87(4), 398–399.

Souza, R. C., e Silva, F. C. (2018). Discutindo o contexto das definições de ácido e base. *Química Nova na Escola*, 40(1), 14-18.

Stick, R. V., Mocerino, M., e Franz, D.A. (1996). Azo dyes. *Journal of Chemical Education*, 73(6), 540-541.

Stains, M., e Talanquer, V. (2008). Classification of chemical reactions: Stages of expertise. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(7), 771-793.

Takahashi, E. K., e Cardoso, D. C. (2011). Experimentação remota em atividades de ensino formal: um estudo a partir de periódicos Qualis A. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 11(3), 185-208.

Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: the many faces of the chemistry "triplet". *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195.

Vogel, A. I., Tatchell, A. R., Furnis, B. S., Hannaford, A. J., e Smith, P. W. G. (1996). *Vogel's textbook of practical Organic Chemistry* (2ª Edição). Londres: Ed. Prentice-Hall.

Zapp, E., Nardini, G. S., Coelho, J. C., e Sangiogo F. A. (2016). Estudo de Ácidos e Bases e o Desenvolvimento de um Experimento sobre a "Força" dos Ácidos. *Química Nova na Escola*, 37(4) 278-284.

Wilmo, E. F. J., e Dochi, R. S. (2006). Um experimento simples envolvendo oxi-redução e diferença de pressão com materiais do dia a dia. *Química Nova na Escola*, 23(5), 49-51.

## **Anexo 1.- Roteiros dos experimentos realizados**

### *1.- Identificação de aldeídos e cetonas (Vogel, 1996)*

O objetivo desse experimento é caracterizar as funções carboniladas aldeído e cetona, através da utilização do reagente 1,4-dinitro-fenil-hidrazina. Compostos carbonilados estão presentes nos açúcares. Inicialmente, são colocados 1 ml de acetaldeído e 1 ml de acetona, respectivamente, em duas placas de Petri. A seguir, são adicionadas a cada placa de Petri algumas gotas do reagente de 1,4-dinitro-fenil-hidrazina. Rapidamente se observa a formação de dois sólidos de coloração amarela, que confirmam a presença dos grupos carbonila de aldeído e cetona nos recipientes.

Com o objetivo de distinguir outras funções que contém carbonila, mas que diferem na reatividade, tais como ácidos carboxílicos, ésteres e amidas, realiza-se outro experimento colocando 1 ml de acetato de etila em uma placa de Petri, e adiciona-se a esse material 1 gota do reagente de 1,4-dinitro-fenil-hidrazina. Como não se observa a formação de precipitado, é possível discutir as diferenças estruturais e de reatividade dos compostos.

Na sequência, esmaga-se um pedaço de banana em um béquer, adiciona-se água e se aquece levemente a mistura para favorecer a dissolução. Após alguns minutos, cerca de 2ml do sobrenadante são transferidos para uma placa de Petri e a esse material são adicionadas algumas gotas do reagente de 1,4-dinitro-fenil-hidrazina. Novamente se observa a formação de um precipitado de cor laranja intenso, caracterizando a presença de grupos carbonila de aldeído ou cetona, presentes no açúcar da fruta.

Na discussão do experimento, pode-se fazer analogia com a identificação da presença de glicose no sangue.

### *2- Identificação de álcoois por uma reação de oxi-redução (Kolb, 1986)*

Nesta demonstração busca-se caracterizar a função álcool, pela reação com o dicromato de potássio. Álcoois primários e secundários mudam a cor da solução de dicromato de potássio, de laranja ( $\text{Cr}^{+6}$ ) para verde ( $\text{Cr}^{+3}$ ), devido à redução do átomo de cromo com conseqüente oxidação do álcool (Figura 6). Essa reação permite discutir o tema oxi-redução de compostos orgânicos. Também, ilustra a reação originalmente utilizada nos bafômetros para avaliar o teor de álcool consumido pelos motoristas. Permite, ainda, diferenciar álcoois de outras funções orgânicas não oxidáveis, tais como hidrocarbonetos, cetonas, ácidos carboxílicos, haletos, etc.

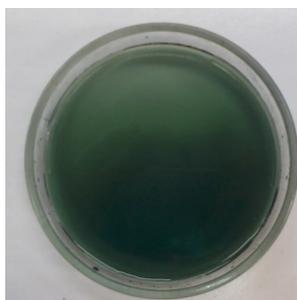


Figura 6. Álcoois primários e secundários mudam a cor do dicromato de potássio de laranja para verde.

### *3. Avaliação do pH em reações ácido/base (Solomon, 2010)*

Nesta sequência de experimentos utiliza-se papel de tornassol azul, que muda para vermelho em pH ácido, e o papel de tornassol vermelho que muda para azul

em meio básico.

Inicialmente coloca-se um pouco de ácido benzóico em uma placa de Petri e adiciona-se água para dissolver a maior quantidade possível. A presença de grumos indica a baixa solubilidade do ácido benzóico na água. Ao colocar o papel de tornassol azul em contato com essa solução, o papel muda para vermelho, caracterizando sua acidez. Quanto mais intensa a cor, maior a acidez. A seguir, adiciona-se lentamente gotas de solução de NaOH, agitando-se com um bastão de vidro. Observa-se que os grumos de ácido benzóico presentes desaparecem, devido à formação de uma espécie mais solúvel em água, o benzoato de sódio. A solução de NaOH pode ser adicionada até que o meio mude a cor do papel de tornassol vermelho para azul, indicando meio básico. Essa reação pode ser utilizada para ilustrar as reações de saponificação.

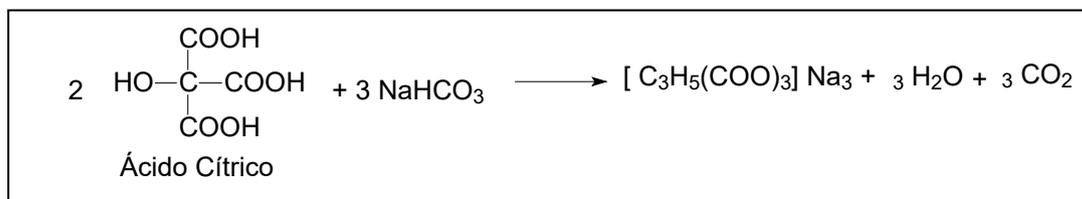
Na continuação, coloca-se um pouco de anilina (líquida) em uma outra placa de Petri e adiciona-se água. Observa-se a formação de fases, devido à insolubilidade da anilina (apolar) na água (polar). A seguir, adicionam-se gotas de solução diluída de HCl, agitando com um bastão de vidro. A partir de um certo volume de HCl adicionado, verifica-se a solubilização da anilina, com o desaparecimento das fases, formando um meio totalmente homogêneo, devido à formação do sal cloridrato de anilina. Tais experiências também são úteis para explicar como separar compostos ácidos ou básicos insolúveis, presentes em um meio, através da sua transformação em sais solúveis, com posterior reversão e regeneração da forma ácida ou básica anterior (Figura 7).



Figura 7. Solubilidade do "sal de anilina" em água.

#### 4. Decomposição do bicarbonato de sódio em meio ácido (Palma e Tiera 2003)

Em um balão ou frasco de vidro de gargalo estreito, colocar 5 ml de uma solução de bicarbonato de sódio a 50% e adicionar o suco de um limão. Observar a formação de bolhas de gás carbônico. Adaptar um balão de aniversário na saída do recipiente e verificar que o mesmo se infla com o gás formado. A Figura 8 ilustra o procedimento. A equação da reação está representada na Equação 1.



Equação 1. Decomposição do bicarbonato de sódio na presença do ácido cítrico do limão.

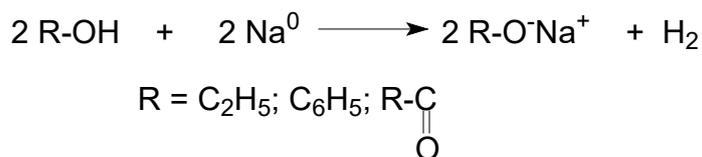


Figura 8. Experimento da decomposição do bicarbonato de sódio com suco de limão.

#### 5. Comparação de acidez entre diferentes funções orgânicas (Rossi, 2013)

Neste experimento é possível avaliar o grau de acidez de diferentes compostos relacionando-o com o tempo necessário para consumir certa massa de sódio. A reação que ocorre é mostrada na Equação 2.

Inicialmente são colocados 0,5g de etanol, fenol e ácido acético em três copos de béquer diferentes. O fenol deve ser dissolvido em diclorometano. A cada um dos béqueres é adicionado 0,02g de sódio metálico, previamente cortado e limpo. Observa-se a reação e avalia-se a reatividade pelo tempo que demora para o pedaço de sódio ser consumido.



Equação 2. Reação dos compostos próticos com sódio metálico.

#### 6. Reação de oxidação-redução com vinagre (Wilmo e Dochi 2006)

Em um recipiente de vidro ou plástico de aproximadamente 500mL colocar alguns objetos enferrujados (parafusos, pregos, etc.) e cobrir com vinagre. Armazenar o recipiente coberto por pelo menos 24h. Durante esse tempo, o ácido acético presente no vinagre remove a ferrugem (ferro oxidado) e deixa o líquido turvo. Esse é um processo lento que forma um sal de estrutura complexa representado pela fórmula  $[\text{Fe}_3\text{O}(\text{OAc})_6(\text{H}_2\text{O})_3]^{+2}$ .

#### 7. Produção do gás hidrogênio (Silva, Wouters e Camillo 2018)

O gás hidrogênio é um poderoso combustível de foguetes, que pode ser produzido quando um ácido reage com um metal. Neste experimento colocam-se aproximadamente 2g de papel alumínio rasgado em tiras em um béquer e adicionam-se lentamente, com o auxílio de uma pipeta, cerca de 5 ml de ácido clorídrico. Adapta-se um balão de aniversário à boca do béquer, prendendo-o com um barbante. Observa-se que o balão vai lentamente se enchendo de gás hidrogênio. Quando o balão está com um volume apreciável de gás, esse pode ser removido e fechado com um barbante. Verifica-se que o mesmo flutua no ar, porque o gás  $\text{H}_2$  é menos denso do que o ar. Deve-se ter muito cuidado com a proximidade a chamas, pois esse conteúdo é muito inflamável. A equação da reação está mostrada na Equação 3.



Equação 3. Obtenção de hidrogênio a partir do alumínio e ácido clorídrico.

#### 8. Síntese de um corante azóico (Stick, Mocerino e Franz. 1996)

Colocar em um béquer cerca de 2 ml de anilina e 1 ml de HCl concentrado. Misturar bem. Acrescentar 2 mL de água para diluir e resfriar o béquer em um banho de gelo. Adicionar, gota a gota, 2 ml de uma solução aquosa contendo aproximadamente 100 mg de nitrito de sódio. Agitar com bastão de vidro, tomando o cuidado de não deixar a temperatura subir. Finalmente, dividir o conteúdo desse recipiente, colocando metade em um béquer contendo um pouco de fenol e a outra metade em um béquer contendo um pouco de 1-naftol (ou algum outro fenol), mantidos em banho de gelo. Observa-se a formação de corantes com colorações diversas.

Para testar a utilização desses corantes, pode-se colocar um pedaço de fio de lã branco dentro das soluções, observando a mudança de cor (Figura 9).

A realização desse experimento permite discutir sobre a obtenção de corantes sintéticos, suas aplicações, reações de aminas e fenóis, sistemas de ligações duplas conjugadas e sua relação com a luz e as cores.



Figura 9.- Fio de lã sendo tingido pelo corante azóico.

#### Anexo 2.- Questionários

*Questão 1.* Em relação à demonstração sobre identificação de compostos carbonilados (aldeídos e cetonas), com fenil-hidrazina, você conseguiu perceber o que ocorreu e compreender a aplicação dessa reação?

- Sim, percebi e compreendi sua aplicação.
- Sim, percebi, mas não compreendi sua aplicação,
- Não visualizei, mas entendi a explicação.
- Não visualizei, nem entendi a explicação.

*Questão 2.* Em relação à demonstração da identificação da presença de açúcar em uma fruta, assinale qual foi a sua percepção?

- Na fruta encontramos açúcar, que possui um grupo carbonila e forma um precipitado quando reage com uma amina aromática.
- Na fruta não encontramos açúcar, mas forma-se um precipitado quando reage com uma amina aromática.
- Não entendi a demonstração.
- Não percebi nenhuma diferença significativa na demonstração.

*Questão 3.* Em relação à demonstração da oxidação de álcoois com dicromato de potássio, você conseguiu perceber o que ocorreu e compreender a aplicação dessa reação?

- Sim, percebi e compreendi sua aplicação.
- Sim, percebi, mas não compreendi sua aplicação,
- Não visualizei, mas entendi a explicação.
- Não visualizei, nem entendi a explicação.

*Questão 4.* Em relação à experiência com o ácido benzóico e sua solubilidade, qual foi a sua percepção?

*Questão 5.* Em relação à experiência com a anilina e sua solubilidade em meio ácido, qual foi sua percepção?

*Questão 6.* Na reação do suco de limão com bicarbonato de sódio, o que você observou?

*Questão 7.* Em relação à demonstração experimental na qual foram feitas as reações do etanol, fenol e ácido acético com sódio, a qual dos compostos você atribui maior reatividade? No que se baseia a sua afirmação?

*Questão 8.* Ao se colocar vinagre em presença de metais observa-se que com o passar do tempo ocorre uma reação produzindo uma solução escura. Que reação ocorre?

*Questão 9.* Na demonstração experimental com ácido clorídrico e papel alumínio o que você observou? Que reação você proporia para explicar o que ocorreu?

*Questão 10.* Em relação ao experimento da síntese de um corante, qual foi o seu entendimento?

*Questão 11.* Qual foi a sua percepção do uso de experimentos com uso de uma filmadora e um projetor multimídia?

*Questão 12.* Assinale a resposta mais adequada em relação à sua percepção sobre a realização de demonstrações químicas em sala de aula.

- As aulas se tornaram mais interessantes e mais motivadoras.
- As aulas ficaram mais divertidas, mas não contribuíram de maneira significativa com minha aprendizagem.
- Os experimentos não acrescentaram informações mais relevantes do que aquelas que são encontradas nos livros.
- Considero uma perda de tempo.