

# PROPOSTA DE AULAS PRÁTICAS COTIDIANIZADAS DE QUÍMICA PARA ESTUDANTES DE GRADUAÇÃO EM CONSERVAÇÃO-RESTAURAÇÃO DE BENS CULTURAIS

## *PROPOSAL OF EVERYDAY CHEMISTRY PRACTICAL CLASSES FOR UNDERGRADUATE STUDENTS OF CONSERVATION-RESTORATION OF CULTURAL HERITAGE*

João Cura D'Ars de Figueiredo Junior<sup>1</sup> [joaac@eba.ufmg.br]

Camilla Henriques Maia de Camargos<sup>2</sup> [camillahmcamargos@gmail.com]

Carina Gonçalves Bessa<sup>1</sup> [carina.g.bessa@gmail.com]

Ana Carolina Motta Rocha Montalvão<sup>1</sup> [acmmontalvao@gmail.com]

Virgínia Ribeiro da Silva<sup>1</sup> [virna\_quimica@yahoo.com.br]

*1 Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG*

*2 Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP*

### RESUMO

A Conservação-Restauração de Bens Culturais é uma profissão interdisciplinar, envolvendo disciplinas das áreas artísticas, humanísticas e de exatas, como a Química. A formação do profissional dessa área exige um currículo interdisciplinar, no qual cada disciplina possa dialogar com as demais, pautando-se também em uma abordagem interdisciplinar. Em relação à disciplina de Química, propôs-se um curso experimental de suporte à disciplina teórica para auxiliar o aprendizado dos estudantes. O processo de produção das aulas experimentais partiu inicialmente de uma abordagem teórica na qual os pressupostos de aprendizagem significativa, cotidianização do ensino de Química e teoria de perfil conceitual foram utilizados. Os temas das aulas práticas foram escolhidos em uma abordagem interdisciplinar usando tópicos do contexto de bens culturais, como pigmentos, aglutinantes, tinta a óleo, papel, esculturas em pétreos e metal. Foram propostos experimentos químicos que permitissem conhecer as propriedades desses materiais, sua deterioração e restauração. Os tópicos foram organizados visando a uma mudança conceitual significativa pelos estudantes. A análise dos relatórios de aulas práticas e discussões em sala de aula prática e teórica permitiram observar qualitativamente uma melhor compreensão, por parte dos estudantes, da função da Química na área de Conservação – Restauração e sua importância no exercício da profissão.

**PALAVRAS-CHAVE:** Conservação-Restauração de Bens Culturais; Ensino de Química; Cotidiano.

### ABSTRACT

*Conservation-Restoration of Cultural Heritage is an interdisciplinary profession which encompasses disciplines of the artistic, humanistic, and life science fields, such as Chemistry. The training of professionals in this area requires an interdisciplinary curriculum in which the disciplines can dialogue between themselves also using an interdisciplinary approach. Regarding the discipline of Chemistry, an experimental course was proposed to support the theoretical classes aiming at helping students' learning. The elaboration process of the*

*experimental classes started initially from a theoretical approach in which the assumptions of significant learning, teaching everyday chemistry and conceptual profile theory were used. The themes of the practical classes were chosen in an interdisciplinary approach using topics from the context of cultural heritage such as pigments, binders, oil paint, paper, stone and metal sculptures and metal. The chemical experiments were proposed in a way they would allow the understanding of the properties of these materials, their deterioration and restoration. The topics were organized aiming at a significant conceptual change by the students.*

**KEYWORDS:** *Conservation-Restoration of Cultural Heritage; Chemistry teaching; Daily life.*

## INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

As realizações da humanidade, materiais e imateriais, tornam-se um registro de nossa vivência e, ao mesmo, tornam-se nosso patrimônio. De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO): "O patrimônio é o nosso legado do passado, do que nós vivemos hoje e passaremos para as futuras gerações." (UNESCO, 2020). Dentro do patrimônio mundial, temos o patrimônio cultural, formado pelos bens culturais que são monumentos (obras artísticas, arquitetônicas e arqueológicas), os conjuntos (grupos de construções) e os locais de interesse (obras do homem e da natureza) (UNESCO, 1972). Esse patrimônio está sujeito a degradações naturais (como a corrosão de metais e mármore de esculturas por ação da chuva ácida ou outros agentes), sociais e econômicas, o que gera a necessidade de existir o saber, técnicas e profissionais dedicados à sua conservação para que eles possam ser passados para as futuras gerações.

Em 2008, foi criado, na Universidade Federal de Minas Gerais, o bacharelado em Conservação e Restauração de Bens Culturais, que é ofertado pelo Departamento de Artes Plásticas da Escola de Belas Artes. A Conservação é definida, de acordo com o Conselho Internacional de Museus – Comitê de Conservação (ICOM-CC), como:

A Conservação consiste em todas as medidas e ações destinadas a salvaguardar o patrimônio cultural tangível e, ao mesmo tempo, garantir sua acessibilidade às gerações presentes e futuras. Conservação abrange conservação preventiva, conservação e restauração corretiva. Todas as medidas e ações devem respeitar o significado e as propriedades físicas do item de patrimônio cultural (ICOM-CC, 2020, Tradução nossa)<sup>1</sup>.

O profissional formado por esse curso é responsável pelos procedimentos de conservação e restauração que permitem a manutenção do máximo de significado de um bem cultural material atendendo às necessidades e orientações discutidas pela UNESCO (ECCO, 2011). Esses procedimentos não são triviais, porque o bem cultural, quando percebido em toda sua integridade e, principalmente, quando é contemplado como um objeto que representa o passado e será mantido como legado para as próximas gerações, torna-se complexo. Essa complexidade consiste na sua divisão em aspectos histórico, estético e material, que são uma aproximação simples da teoria de Cesare Brandi, que foi um dos teóricos da Conservação–Restauração (KÜHL, 2007). A formação do conservador – restaurador é então interdisciplinar, pois esse profissional deve lidar com saberes de diversas áreas em função dos aspectos do bem cultural. O aspecto estético é abordado pelas Artes e Filosofia. O aspecto histórico é tratado pela disciplina de História, mas também contempla a Sociologia, e, por fim, o aspecto material é abordado, em sua maior parte, pela Química, recebendo também contribuições da área de Ciências Biológicas, Física e Engenharias. O restaurar, em si, não

<sup>1</sup> Conservation - all measures and actions aimed at safeguarding tangible cultural heritage while ensuring its accessibility to present and future generations. Conservation embraces preventive conservation, remedial conservation and restoration. All measures and actions should respect the significance and the physical properties of the cultural heritage item.

consiste apenas em usar materiais para resolver danos em obras danificadas, o que presumiria apenas um conhecimento de suas propriedades. Como esses materiais interferem na estética da obra ou mudam sua história, ou seja, as alterações que esta sofreu durante sua existência, eles não devem ser analisados apenas por suas propriedades químicas e físicas para o restauro. Para exemplificar esta parte, podemos citar a situação dos produtos de corrosão, pátinas, formadas em obras em metal. Caso essas pátinas sejam passivadoras, que reduzem ou impedem a corrosão, o conservador-restaurador decide por mantê-las na obra pela proteção química e pela estética do "antigo" que fornecem às obras. Por isso é comum ver obras restauradas em bronze com uma coloração esverdeada oriunda da pátina passivadora. Em obras em que a pátina não é passivadora, permitindo o avanço do processo de corrosão, o restaurador decide por removê-la e aplicar produtos que venham a inibir a corrosão posterior da obra.

O currículo do curso de Conservação-Restauroação reflete as necessidades presentes na formação do profissional e é por isso também interdisciplinar. Ele é tema de discussão de diversos órgãos ligados à preservação do patrimônio cultural. Um desses é o ICOM-CC, que definiu, em 1984, pela primeira vez, a definição da profissão de Conservador-Restaurador em nível internacional. Outra instituição importante para a formação do profissional é a European Confederation of Conservator-Restorers' Organisations (E.C.C.O.), que foi estabelecida em 1991 para promover a educação e pesquisa em Conservação-Restauroação. Em 1997, considerando as premissas e diretrizes da E.C.C.O., foi fundada a European Network for Conservation-Restoration Education (ENCoRE), que possui, entre suas funções, a harmonização da educação em Conservação-Restauroação em nível universitário e equivalente (ENCoRE, 2014). Todos esses órgãos baseiam muitas das suas atividades no Documento de Pavia<sup>2</sup>, que recomenda várias ações para o profissional da área, entre elas: "o desenvolvimento da troca interdisciplinar entre os conservadores-restauradores e os expoentes das áreas de humanidades e ciências naturais tanto no ensino quanto na pesquisa" (ENCoRE, 1997, Tradução nossa)<sup>3</sup>.

Para que a interdisciplinaridade seja bem conduzida, as disciplinas do curso devem dialogar umas com as outras e procurar vislumbrar, em alguns momentos, os diversos aspectos da obra de arte. Dessa forma, a disciplina de Química, que consiste no foco deste artigo, deve apresentar uma abordagem interdisciplinar. Além de essa abordagem ser uma demanda do curso de Conservação-Restauroação, ela é necessária para esta disciplina em qualquer nível de ensino, já que a Química é, em si, considerada de muito difícil aprendizagem por parte dos estudantes. De acordo com Bulte (2006, p.1063), "muitos estudantes experimentam o currículo de Química como abstrato, difícil de aprender e não relacionado ao mundo em que eles vivem (Tradução nossa)"<sup>4</sup>.

Na grade curricular do curso de Conservação Restauroação há uma disciplina teórica criada com a abordagem interdisciplinar. A disciplina é denominada Fundamentos Científicos da Restauroação e lida com as propriedades químicas de materiais artísticos e de restauroação para a sua compreensão em si, assim como de seus processos de deterioração e restauroação. A compreensão da deterioração em termos de suas reações químicas permite ao restaurador controlar os reagentes e variáveis que levam ao processo. Por exemplo, pode-se citar o amarelecimento de vernizes baseados em resinas terpênicas, como damar e copal. O processo

<sup>2</sup> O Documento de Pavia consiste em um conjunto de orientações para a formação do profissional de Conservação – Restauroação. Entre estas orientações encontram-se a interdisciplinaridade, a formação dos profissionais em nível universitário, o balanço entre prática e teoria no ensino e a pesquisa acadêmica. O documento vislumbra o ensino na Europa mas suas orientações podem ser seguidas mundialmente.

<sup>3</sup> The development of interdisciplinary exchange between conservator-restorers and exponents of the humanities and the natural sciences both in teaching and in research.

<sup>4</sup> Many students experience the chemistry curriculum as abstract, difficult to learn, and unrelated to the world in which they live.

trata de uma fotooxidação que pode ser atenuada pela exibição das obras com esses vernizes em ambiente com iluminação controlada, o que é muito comum em museus, ou ainda pela adição de antioxidantes na formulação dos vernizes (FIGUEIREDO, 2012).

Os tópicos abordados na disciplina são assuntos como: solventes aplicáveis em rotinas de restauração como a limpeza de obras de arte; reações de polimerização e de deterioração de materiais pictóricos (tintas e pigmentos), de vernizes e de materiais celulósicos (papel – documentos, desenhos e pinturas); estrutura e reações de deterioração de materiais pétreos (esculturas e objetos em pedra sabão, mármore); conformação e reações de corrosão de metais (esculturas e objetos em metal).

Para que o ensino de Química seja o mais significativo possível, os tópicos discutidos não são organizados por tópicos de Química em si, mas, sim, pelos materiais empregados em arte e restauro, como tintas, vernizes, adesivos, papel, rochas e metais para esculturas. Dentro de cada um desses tópicos, a Química necessária à compreensão de cada material é abordada, por exemplo, a Química de Polímeros para tintas ou a Eletroquímica para obras de arte em metal. Como em sua maioria os estudantes buscam o curso de Conservação–Restauração pela sua forte identidade com as Artes e, ademais, como o currículo da graduação contempla uma disciplina denominada “Técnica e Materiais de Bens Culturais”, que é uma disciplina lecionada no primeiro período, propõe-se que os materiais de arte fazem parte de um saber prévio. Essa abordagem está de acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa proposta por Ausubel (BRAATHEN, 2003), que prevê maior probabilidade de o ensino ser mais significativo ao considerar o saber prévio do aluno, conhecimento subsunçor (GUIMARÃES, 2009). No processo dessa abordagem ocorre a mudança conceitual do saber prévio do estudante pela soma dos novos saberes, no nosso caso os conceitos químicos. Três níveis do status dessa mudança conceitual podem ser racionalizados pelo método de Hewson ampliado por Braathen (BRAATHEN, 2003), a saber: Inteligibilidade, Plausibilidade e Utilidade. Na Inteligibilidade, o estudante entende o que o educador fala, ele adquire conceitos com pouca interligação entre si e os subsunçores. Na Plausibilidade, o aprendizado é mais significativo, pois há um maior número de conceitos interligados. Na Utilidade, o estudante percebe uma utilidade para o que está aprendendo e se torna apto a aplicar o conhecimento aprendido. Isto ocorre devido a uma boa conexão entre os conceitos aprendidos e os subsunçores e consiste no ideal do ensino de Química na Conservação–Restauração, já que se pretende que o profissional dessa área seja capaz de interagir com os bens culturais sabendo avaliar a deterioração e métodos de restauro com base no comportamento da matéria da qual é feito.

Mesmo com a abordagem significativa, a disciplina de Fundamentos Científicos da Restauração é completamente teórica, sem qualquer experimentação em toda sua extensão. Todos os conceitos de Química são abordados através de modelos, teorias e linguagem química. Isso consiste em um problema no ensino, porque a fenomenologia química pode ser considerada muito abstrata se for discutida apenas através da linguagem científica. Roque (2008) afirma que:

As dificuldades de aprendizagem da linguagem da química estão associadas à distinção em relação à linguagem comum, à sua especificidade quase hermética e, muito provavelmente, às dificuldades em se estabelecer as necessárias relações entre os entes químicos do mundo microscópico e do macroscópico (ROQUE, 2008, p.922).

É importante também trazer a esta discussão a noção de que a linguagem química é repleta de signos. Sendo todo signo uma soma de seu significante (forma gráfica) e seu significado (conceito), podemos observar que muitos significados em Química podem ser percebidos na experimentação. Desse modo, a experimentação é fundamental para um bom aprendizado, além de ela despertar interesse no aluno independente de seu nível de



aprendizagem, seja pela curiosidade inata do ser humano, seja por seu caráter lúdico (GIORDAN, 1999).

Em relação às próprias diretrizes do ENCORE (2014), há a necessidade de essa experimentação se encontrar presente na formação do Conservador–Restaurador, com enfoque nos materiais constituintes do patrimônio cultural.

Como uma prática de conservação-restauração envolve a aplicação direta e indireta da ação física com respeito aos objetos do patrimônio cultural, é necessário gerar, como uma parte essencial do processo educacional, experiências práticas em relação aos objetos originais assim como estudos práticos das propriedades e interação dos seus constituintes materiais (ENCORE, 2014, p.5, tradução nossa)<sup>5</sup>.

Desse modo, pode-se inferir que uma abordagem dos experimentos a partir do cotidiano do trabalho da Conservação – Restauração atende às diretrizes do ENCORE, assim como auxilia na melhoria da aprendizagem, despertando o maior interesse dos alunos, de acordo com Santos e Mortimer (1999).

Sobre o interesse dos alunos, podemos destacar também, no discurso dos professores, que há uma forte correlação entre motivação do aluno e estudo de aspectos do cotidiano. Neste sentido, podemos perceber que apesar de a abordagem de conceitos científicos relacionados aos fatos do cotidiano não necessariamente resultar no aprofundamento da formação para a cidadania, ela significa um avanço em relação às práticas pedagógicas tradicionais, ao propiciar um maior envolvimento do aluno, o que pode levá-lo a um melhor rendimento escolar (SANTOS E MORTIMER, 1999, p.6).

A estratégia de se usar o cotidiano no Ensino de Química também faz parte da abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Ao usar temas de Química do dia a dia, a apreensão do conhecimento pelo estudante pode ser facilitada.

Nesta perspectiva, a abordagem CTS, que retrata aspectos da Ciência, Tecnologia e Sociedade, visa contribuir para a formação do estudante cidadão, propiciando uma mudança na forma de pensar e abordar os conhecimentos científicos dentro da sala de aula, aproximando-os da vida real que acontece no dia a dia (CASTRO e MIRANDO JUNIOR e LIU, 2019, P.193).

Em virtude do que foi discutido acima, esta pesquisa tem a seguinte pergunta norteadora: "Pode-se obter uma aprendizagem significativa de Química, para estudantes de Conservação–Restauração, tendo o auxílio de atividades práticas cotidianizadas?". Desse modo, o objetivo da pesquisa consistiu na criação de uma disciplina prática interdisciplinar de Química, com ênfase em procedimentos de conservação e restauro, em materiais constituintes do patrimônio cultural e que acompanhasse a disciplina teórica de Fundamentos Científicos da Restauração. Essa disciplina foi denominada Laboratório de Fundamentos Científicos da Restauração. Os pressupostos para a sua criação foram norteados pelo que foi discutido anteriormente. Procurou-se que os diversos conceitos a serem aprendidos devessem: abordar de forma interdisciplinar tópicos curriculares voltados para a formação do profissional e contemplar o conhecimento prévio dos estudantes. Algo importante a ser discutido a respeito desse conhecimento prévio é o de que este se encontra, muitas vezes, nas áreas de Artes e Conservação–Restauração e apresenta discussões diferentes da área de Química. Esses

<sup>5</sup> As conservation-restoration practice involves the application of direct or indirect physical action with respect to objects of cultural heritage, it is necessary to deliver, as an essential part of the educational process, practical experiences in relation to original objects as well as practical studies of the properties and interactions of their constituting materials.

conceitos podem entrar em conflito, gerando obstáculos à aprendizagem. Um modo de evitar esse conflito consiste em harmonizar os conceitos, ou seja, permitir que o estudante saiba trabalhar com eles dentro de um perfil conceitual de Mortimer:

O perfil conceitual toma por base a ideia de que as pessoas podem exibir diferentes formas de ver e representar a realidade a sua volta e que a construção de novas ideias possa ocorrer independentemente das idéias [sic] prévias. Cada uma das zonas no perfil pode estar relacionada com uma perspectiva filosófica específica, baseada em diferentes compromissos epistemológicos e características ontológicas também distintas (AMARAL e MORTIMER, 2001, p.11).

Cada conceito assume uma região no perfil conceitual chamada de "Zona Conceitual". O cuidado é não tentar impor o saber da Química com os das áreas de Artes e Conservação-Restauração, mas permitir uma interação dialógica e interativa que leve à aprendizagem do saber químico. Ainda, de acordo com Amaral e Mortimer (2001):

Assim a estruturação das ideias através de um perfil conceitual poderá facilitar ao aluno a compreensão de que os conceitos foram pensados de maneiras diferentes no curso de seu desenvolvimento e que podem ser compreendidos diferentemente em contextos diversos (AMARAL e MORTIMER, 2001).

Trabalhou-se, então, com a premissa de que dentro do perfil conceitual do estudante de Conservação-Restauração haveria uma zona conceitual artística, outra de Conservação-Restauração e outra Química, além de outras inerentes a cada indivíduo.

## MÉTODOLOGIA E RESULTADOS

A pesquisa desenvolvida foi qualitativa, caracterizando-se como bibliográfica na revisão da literatura com roteiros de práticas de Química. Apresentou caráter descritivo ao analisar as percepções dos estudantes em relatórios destes das aulas práticas assim como em discussões nas aulas (Silveira e Gerhardt, 2009). Os relatórios foram fontes de dados por possuírem questionários dos conteúdos lecionados além de itens, como discussão dos resultados e conclusão, que faziam parte deles. Foram analisadas a presença de termos químicos para a explicação de fenômenos macroscópicos assim como a presença de relações de causalidade. Os estudantes que tiveram as aulas práticas faziam parte do terceiro período do Bacharelado em Conservação e Restauração de Bens Culturais.

O levantamento bibliográfico foi realizado em textos com experimentos para aulas práticas de Química como Bogford e Summerlin (1998), Metrohm (2017), Ferreira e Cristóvão e Candeias (2003), Mateus (2001) e Gentil (2003) e de informações sobre os materiais de bens culturais como Mills e White (1994) e Mayer (1999). A produção das aulas práticas passou por três momentos: escolha do tema, escolha e cotidianização dos experimentos e, o último, adaptação dos experimentos. Todos os tópicos discutidos foram organizados na forma de apostila, que é distribuída aos alunos no início da disciplina.

### Escolha do tema

A escolha do tema passou pelo critério de materiais estudados no curso teórico de Fundamentos Científicos da Restauração. Foram escolhidos: pigmentos, aglutinantes, óleos secativos (pintura a óleo), papel, materiais pétreos e metais. Cada um dos temas é apresentado inicialmente, discutindo-se suas propriedades como materiais artísticos e de restauro (o material é considerado artístico quando é empregado na construção da obra de arte e é considerado de restauro quando é empregado para tratar danos). Nessa discussão,

procura-se ilustrar obras artísticas feitas dos materiais e também mostrar danos que elas sofreram. Este momento busca o conhecimento subsunçor do estudante e todo o cuidado de discussão dialógica e interativa para a construção da zona conceitual química, como discutido na introdução deste artigo. Em um segundo momento, apresentam-se as propriedades desses materiais do ponto de vista químico, seguindo com reações de deterioração e processos de restauro. Por fim, apresentam-se os experimentos que serão realizados e como estão relacionados a toda discussão.

Como exemplo do trabalho com o perfil conceitual dos alunos pode-se citar a prática de "óleos secativos". Essa prática começa com um texto explicando a técnica de pintura a óleo, quando os artistas começaram a empregá-la e por que eles denominaram um conjunto de óleos como secativos. Aqui há uma particularidade interessante no conceito artístico de "óleo secativo". Ele surge na história quando se observou que alguns óleos mudavam de fase líquida para sólida, ao que os artistas atribuíam como uma secagem, ou seja, perda de solvente. O que realmente ocorre é uma polimerização (MILLS, 1994) devido à presença de ácidos graxos poli-insaturados, principalmente os ácidos linoleico e linolênico em alguns óleos, como o de linhaça. Essa discussão é apresentada aos estudantes de modo que o conceito de "óleo secativo" fizesse parte da zona conceitual artística e o conceito de "polimerização" fizesse parte da zona conceitual química. A divisão em zonas conceituais foi realizada pelo professor e não pelos estudantes em si. Ainda na discussão, apresentou-se que a "secagem" trabalha com as diferentes fases do óleo e que a "polimerização", além de explicar também as diferentes fases, se estende para explicar danos de deterioração das tintas a óleo, como a formação de leves fraturas nas pinturas (craquelês) que podem evoluir para desprendimento de tinta da obra. As fraturas surgem porque a polimerização gera redes poliméricas tridimensionais, altamente reticuladas, que tornam os filmes de tinta extremamente rígidos e quebradiços. Observa-se também que, devido à construção do perfil conceitual, há uma contribuição ao aspecto significativo e se espera que os vários conceitos contribuam para que a mudança conceitual alcance o nível de utilidade de Hewson e Braathen, como também foi discutido na introdução deste artigo.

A escolha dos temas também buscou visualizar as propriedades químicas discutidas teoricamente e que poderiam ser trabalhadas em aula, considerando a facilidade de execução e o tempo de uma aula experimental. De acordo com Guimarães (2009), as práticas podem ser voltadas para a visualização ou resolução de problemas. Optamos pelas duas abordagens na seleção, mas foi dada mais ênfase ao aspecto da visualização. O quadro 1 mostra os tópicos de Conservação – Restauração e de Química que são abordados em cada aula.

QUADRO 1 – Tópicos de Conservação – Restauração e de Química abordados em cada aula prática

TÓPICO GERAL	TÓPICOS DE CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO	TÓPICOS DE QUÍMICA	EXPERIMENTOS
Pigmentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poder de cobertura;</li> <li>- Tintas;</li> <li>- Propriedades óticas de tinta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reações de precipitação;</li> <li>- Medidas de sólidos e líquidos;</li> <li>- Filtração simples e a vácuo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obtenção do pigmento Malaquita;</li> <li>- Obtenção do pigmento Azul da Prússia;</li> <li>- Preparação de tinta à têmpera de ovo.</li> </ul>
Aglutinantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Função dos aglutinantes nas tintas, flexibilidade, rigidez e relação com a deterioração.</li> <li>- Aglutinantes sintéticos e naturais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Polímeros e reação de polimerização por condensação;</li> <li>- Ligações cruzadas de cadeias poliméricas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obtenção de espuma de poliuretano;</li> <li>- Obtenção de poliéster linear e reticulado;</li> <li>- Obtenção de polímero natural: caseína.</li> </ul>

Óleos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tintas a óleo: propriedades e deterioração;</li> <li>- Formação de craquelês e desprendimento de pinturas de óleos;</li> <li>- Limpeza e remoção de tintas à óleo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Insaturação em compostos orgânicos;</li> <li>- Reação de polimerização por adição;</li> <li>- Catálise;</li> <li>- Índice de iodo;</li> <li>- Saponificação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Saponificação de óleos;</li> <li>- Óleo secativo na presença de um secante de cobalto (catalisador);</li> <li>- Avaliação qualitativa de insaturações: reação com iodo.</li> </ul>
Papel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produção do papel: processo Kraft;</li> <li>- Lignina como agente de deterioração;</li> <li>- Amarelecimento do papel;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Carboidratos;</li> <li>- Ácidos e bases;</li> <li>- Hidrólise;</li> <li>- Foto oxidação;</li> <li>- Ligação de Hidrogênio inter e intramoleculares;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obtenção do papel a partir de madeira;</li> <li>- Amarelecimento do papel;</li> <li>- Água no papel.</li> </ul>
Pétreos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Decaimento salino;</li> <li>- Deterioração de rochas carbonáticas por chuva ácida;</li> <li>- Consolidação por água de cal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formação de cristais;</li> <li>- Soluções saturadas;</li> <li>- Carbonatação;</li> <li>- Chuva ácida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deterioração por Decaimento Salino: Recristalização;</li> <li>- Deterioração por meio ácido;</li> <li>- Consolidação de pétreos por água de cal.</li> </ul>
Metais	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Corrosão metálica;</li> <li>- Inibidores de corrosão.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reações de oxirredução;</li> <li>- Potenciais padrão de redução;</li> <li>- Cinética química.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deterioração de Metais por Oxi-Redução;</li> <li>- Inibidores de Corrosão para Proteção de Obras em Metal.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelos autores.

### Escolha e Cotidianização dos Experimentos

Após o primeiro momento, tem início a escolha e cotidianização dos experimentos, quando há uma seleção de práticas que possam atender aos temas escolhidos. Uma leitura do quadro 1 permite observar que todos os tópicos de Química apresentados podem ser estudados a partir de práticas já utilizadas em aulas experimentais. O importante é selecionar aquelas que possam ser cotidianizadas na Conservação – Restauração, ou seja, como apresentado na introdução, que possam fazer referência direta aos tópicos dessa disciplina.

Um exemplo de cotidianização foi o que utilizou uma reação de carbonatação na prática de "Materiais Pétreos". Esculturas em mármore ou dolomita podem deteriorar através de um processo chamado de decaimento salino (FIGUEIREDO JUNIOR, 2012) que é comum também em edificações. Esse processo consiste na entrada de soluções salinas supersaturadas nos materiais pétreos através de ação capilar. Uma vez dentro desses materiais, ocorre a recristalização dos sais que geram pressão suficiente para causar fraturas internas. O processo pode avançar ao ponto no qual as obras perdem resistência mecânica e quebram. Na Restauração, as fraturas internas nesses materiais são preenchidas com dispersões ou pastas de hidróxido de cálcio que carbonatam em reação com dióxido de carbono atmosférico. Na prática, os alunos são cotidianizados com este procedimento de restauração e realizam o procedimento de fornecer dióxido de carbono da exalação da respiração pelo simples ato de borbulhar com a boca e um canudo em uma solução de hidróxido de cálcio a fim de observarem a precipitação de carbonato de cálcio.

Um segundo exemplo dessa proposta é o que ocorreu com o experimento conhecido como tinta invisível. Este consiste em se escrever, ou desenhar, em uma folha de papel com uma solução de ácido fraco, como ácido acético, que é a tinta invisível. Após a secagem da solução, o texto e/ou desenho não é mais visto, tornando-se "invisível". Por fim, a folha de papel é aquecida, o que pode ser feito sobre uma chapa térmica ou ferro de passar roupa, e



o texto e/ou desenho se torna visível por conta da mudança de coloração do papel, passando de branco para marrom. O que ocorre é a transformação inicial da celulose em hidrocélulose por hidrólise ácida com a solução de ácido fraco. No segundo momento, o aquecimento, a hidrocélulose é oxidada à oxicélulose responsável pela cor marrom (FIGUEIREDO, 2012). O aquecimento acelera a reação e ocorre preferencialmente com hidrocélulose em relação à celulose. Para a prática proposta para o curso de Conservação–Restauração, o experimento não é citado como “tinta invisível”, mas, sim, abordado como “amarelecimento do papel”, que faz parte do conhecimento subsunçor do estudante de Conservação–Restauração habituado com o estado de documentos e obras em papéis envelhecidos. O interessante desse tipo de abordagem é que, durante as aulas, alguns alunos se lembram do experimento da “tinta invisível” e questionam se este é o mesmo experimento. A mudança de enfoque gera uma nova visualização do experimento.

Um último exemplo de cotidianização é o da prática sobre papel que tem a celulose como substância química em estudo. Nessa prática, o texto introdutório discute a conservação de obras e documentos em papel e a diferença de estado de conservação dependente da fonte deste: trapo (tecido feito de algodão) e linho ou madeira. O papel obtido de madeira é mais deteriorado do que o papel de trapo ou linho devido à presença de lignina, cujo teor era muito significativo em documentos e obras de arte mais antigas (FIGUEIREDO, 2012). A prática escolhida foi a produção de papel a partir de serragem. Ela consistiu em uma simulação do processo industrial Kraft (BOGFORD, 1988) que se baseia na desagregação dos constituintes da madeira, para a obtenção da celulose, através da reação com hidróxido de sódio e sulfeto de sódio. Como o sulfeto de sódio é uma substância de uso controlado e de risco à saúde, nós o substituímos por tioureia, que é uma fonte de sulfeto em meio básico.

Entre todas as etapas do processo Kraft, pode-se citar a obtenção do licor negro após a reação com o licor branco (solução de hidróxido e sulfeto de sódio). Esse licor negro é rico em componentes da madeira, entre esses a lignina. Sendo assim, a prática permite aos estudantes compreenderem a diferença química na constituição do algodão e madeira e a compreensão do processo de separação que acabava por deixar o papel com um teor apreciável de lignina, o que resultou no avançado grau de deterioração de obras e documentos de papel feitas a partir de madeira antes dos meados do século XX (FIGUEIREDO, 2012).

### **Adaptação dos Experimentos**

O último momento de produção das aulas, a adaptação dos experimentos, ocorre apenas em algumas situações. Nessa etapa houve a necessidade de se alterar procedimentos já comuns em aulas experimentais para atender os tópicos de Conservação–Restauração, assim como adequar ao tempo das aulas experimentais. Na prática de óleos secativos há um exemplo da adaptação de experimentos. A polimerização dos óleos “secativos” depende das suas insaturações. Uma medida da insaturação de um óleo pode ser dada pelo índice de iodo.

O índice de iodo (IV) é uma medida do número total de ligações duplas presentes em gorduras e óleos. É expressado como o “número de gramas de iodo que reagirá com as ligações duplas em 100 gramas de gorduras ou óleos”. (METROHM, 2017).

Todo o procedimento para a medida do índice de iodo necessita de um bom treino de técnicas laboratoriais, assim como demanda um tempo de aula experimental que extrapolaria os objetivos da aula prática que visa observar outras qualidades dos óleos. O aspecto quantitativo vai além do objetivo da aula, que era visualizar a presença de insaturações como propriedade para a polimerização. Desse modo, o procedimento de índice de iodo foi simplificado para atender um caráter qualitativo. No experimento proposto, utiliza-se um óleo secativo e não secativo com uma solução de lugol e adição de amido como indicador. O

resultado obtido é a presença de coloração azulada do complexo amido-iodo no óleo não secativo indicando iodo em excesso e nenhuma alteração de cor no óleo secativo indicando a total reação do iodo com as insaturações. O resultado desse ensaio permite aos alunos reconhecer a presença de insaturações no estado final dos óleos e associá-las à polimerização.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se, qualitativamente, a melhora do processo ensino-aprendizagem pelos estudantes, nos relatórios redigidos e nas discussões em sala de aula, tanto prática quanto teórica. Houve um aprimoramento no uso de termos químicos corretamente associados aos seus significados, assim como uma melhor compreensão de causalidade entre aspectos microscópicos e macroscópicos. Em relação à prática de óleos secativos, por exemplo, uma estudante afirmou, após a prática, que ela acreditava que se "adicionava alguma coisa ao óleo para ele secar (polimerizar)". O importante aqui é que a mesma aluna já havia estudado o tema na aula teórica e, somente após a prática, percebeu a polimerização do óleo como uma propriedade química das suas insaturações. Aspectos microscópicos como as insaturações se tornaram mais factíveis para os alunos. Outro exemplo ocorreu na prática de materiais pétreos, na qual uma estudante disse se sentir "surpresa" ao perceber como a velocidade de deterioração de uma escultura em mármore pode ser lenta devido à superfície de contato. Nessa prática, os estudantes fizeram a reação de uma peça de mármore, carbonato, com ácido clorídrico e, na sequência, fizeram a mesma reação com pó de mármore, observando que o desprendimento gasoso foi mais vigoroso no segundo momento. A estudante terminou por concluir "porque as obras ficam no relento e ninguém toma uma atitude até que ela esteja destruída: a reação é lenta e só se percebe seus efeitos a longo prazo."

Os pressupostos teóricos de aprendizagem significativa, perfil conceitual e cotidianização foram norteadores da produção das aulas práticas. Como previsto por esses pressupostos teóricos, estas aulas da disciplina Laboratório de Fundamentos Científicos da Restauração corroboraram para o aprendizado significativo dos conteúdos ministrados, o que foi observado qualitativamente pelo comportamento dos estudantes que se mostraram mais seguros com os tópicos de Química lecionados e apresentaram um melhor desempenho na disciplina teórica. A organização das práticas de acordo com esses pressupostos também foi fundamental para uma estrutura sistematizada das mesmas.

Por fim, a elaboração de uma disciplina de Química, em nível universitário, para um curso cujo profissional depende dessa disciplina, mas que recebe grande resistência dos estudantes, principalmente nos períodos iniciais, é desafiadora. O desafio, porém, pode ser trabalhado através das experiências de outros educadores que deixaram um legado de teorias de ensino que facilitam o processo.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. . Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. In: **III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2001, Atibaia. III ENPEC - Atas, 2001. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/enpec/iii-enpec/o123.htm>. Último acesso em: 16 de abril de 2020
- AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, 1(3). Recuperado de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4154>. Último acesso em: 16 de abril de 2020
- KÜHL, B. Cesare Brandi e a teoria da restauração. **Pós. Revista Do Programa De Pós-Graduação Em Arquitetura E Urbanismo Da FAUUSP**, (21), 197-211. <https://doi.org/10.11606/issn.2317-2762.v0i21p197-211>

BOGFORD, C. L.; SUMMERLIN, L. R. **Chemical activities: teacher edition**. Washington: American Chemical Society, 1988.

BRAATHEN, C. O processo de ensino aprendizagem em disciplinas básicas do terceiro grau. Belo Horizonte. **Educação & Tecnologia**, v.8, n.1, p.34-41, jan./jun. 2003. Recuperado de: <https://periodicos.cefetmg.br/index.php/revista-et/article/view/53/47>. Último acesso em: 16 de abril de 2020

CASTRO, Maria do Carmo de; MIRANDO JUNIOR, Pedro; LIU, Andrea Santos. Abordagem CTS: Uma Análise dos Anais dos Encontros Nacionais de Ensino de Química, de 2012 a 2018. **Revista Ciências & Ideias**, v.10, n. 3, p. 191 – 205, 2019. Recuperado de: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/reci/article/view/1175>. Último acesso em: 15 de janeiro de 2021

ECCO. **Competences for acces to the conservation-restoration profession**. Suíça, 2011. Disponível em: [http://www.ecco-eu.org/fileadmin/assets/documents/publications/ECCO\\_Competences\\_EN.pdf](http://www.ecco-eu.org/fileadmin/assets/documents/publications/ECCO_Competences_EN.pdf) . Último acesso em: 16 de abril de 2020

ENCORE. **The Document of Pavia**. 1997. Disponível em: <http://www.encore-edu.org/Pavia.html?tabindex=1&tabid=188>. Último acesso em: 16 de abril de 2020

ENCORE. **On Practice in Conservation Restoration Education**. Dinamarca. 2014. Disponível em: <http://www.encore-edu.org/PracticePaper2014.html>. Último acesso em: 16 de abril de 2020

FERREIRA, T.; CRISTOVÃO R., CANDEIAS A.E. Síntese e caracterização de pigmentos, um projecto laboratorial de Química na Arte. **Química – Boletim da Sociedade Portuguesa de Química**. n. 90, p.61-64, set. 2003. Recuperado de: <https://www.spq.pt/magazines/BSPQuimica/615/article/30001152/pdf>

FIGUEIREDO JUNIOR, J.C.D. Química aplicada à conservação e restauração de bens culturais: Uma introdução. Belo Horizonte: São Jerônimo, 2012.

GENTIL, V. **Corrosão**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 2003.

GIORDAN, M. O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências. São Paulo. **Química Nova na Escola**, n. 10, p.43-49, nov. 1999. Recuperado de: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/pesquisa.pdf>. Último acesso em: 16 de abril de 2020

GUIMARÃES, C.C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. São Paulo. **Química Nova na Escola**, v.31, n. 3, ago. 2009. Recuperado de: [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31\\_3/08-RSA-4107.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_3/08-RSA-4107.pdf). Último acesso em: 16 de abril de 2020

ICOM-CC. **Terminology to characterize the conservation of tangible cultural heritage**. 2020. Disponível em: [http://www.icom-cc.org/242/about/terminology-for-conservation/#.Xo5Sn\\_1KjIU](http://www.icom-cc.org/242/about/terminology-for-conservation/#.Xo5Sn_1KjIU). Último acesso em: 16 de abril de 2020

MATEUS, A. L. **Química na cabeça**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2001.

Mayer, R. **Manual do Artista de Técnicas e Materiais**. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

METROHM. **Aplicação de titulação termométrica: determinação direta do índice de iodo (IV) em óleos e gorduras**. 2017. Disponível em: <https://www.metrohm.com/pt-br/empresa/noticias/news-iodine-value-in-fats-and-oils/>. Último acesso em: 16 de abril de 2020

MILLS, J.S; WHITE, R. **The organic chemistry of museum objects**. London: Butterworth-Heiemann, 1994.

ROQUE, N.F.; SILVA, J. L. P. B. A linguagem química e o ensino da química orgânica. São Paulo. **Química Nova**, v.31, n.4, p. 921-923, abr. 2008. Recuperado de:

[http://static.sites.s bq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/Vol31No4\\_921\\_33-ED08026.pdf](http://static.sites.s bq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/Vol31No4_921_33-ED08026.pdf). Último acesso em: 16 de abril de 2020

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. A Dimensão social do ensino de Química: um estudo exploratório da visão de professores. In: **II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 1999, Valinhos. II ENPEC - Atas, 1999. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/ii-enpec/trabalhos/A57.pdf>. Último acesso em: 08 de dezembro de 2020

SILVEIRA, Denise Tolfo; GERHARDT, Tatiana Engel (eds.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. Recuperado de: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>. Último acesso em: 07 de dezembro de 2020.

UNESCO. **A Convenção para a Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural**. 1972. Disponível em: <https://whc.unesco.org/archive/convention-pt.pdf>. Último acesso em: 16 de abril de 2020

UNESCO. **World Heritage**. 2020. Disponível em: <https://whc.unesco.org/en/about/>. Último acesso em: 16 de abril de 2020



Revista  
Ciências & Ideias