

COLÉGIO PEDRO II
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA,
EXTENSÃO E CULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU –
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE QUÍMICA

Daniel Lima Marques de Aguiar

PROPOSTA DE UM GUIA DIDÁTICO INTERDISCIPLINAR
NA INTERFACE DA QUÍMICA E DA ARTE

Rio de Janeiro
2026

Daniel Lima Marques de Aguiar

PROPOSTA DE UM GUIA DIDÁTICO INTERDISCIPLINAR NA INTERFACE DA QUÍMICA E DA ARTE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação Lato Sensu – Curso de Especialização em Ensino de Química, ofertado pela Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Química.

Orientador(a): Dr. Mauro Braga França

Rio de Janeiro

2026

COLÉGIO PEDRO II
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E CULTURA
BIBLIOTECA PROFESSORA SILVIA BECHER
CATALOGAÇÃO NA FONTE

A283 Aguiar, Daniel Lima Marques de
Proposta de um guia didático interdisciplinar na interface da química e da arte / Daniel Lima Marques de Aguiar. – Rio de Janeiro, 2026.

29 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Química) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura.

Orientador: Mauro Braga França.

1. Química - Estudo e ensino. 2. Fotografia – Conservação e restauração. 3. Pintura. 4. Base Nacional Comum Curricular. I. França, Mauro Braga. II. Colégio Pedro II. III Título.

CDD 540

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Simone Alves – CRB-7: 5692.

Daniel Lima Marques de Aguiar

PROPOSTA DE UM GUIA DIDÁTICO INTERDISCIPLINAR NA INTERFACE DA QUÍMICA E DA ARTE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação Lato Sensu – Curso de Especialização em Ensino de Química, ofertado pela Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Química.

Aprovado em 19 de março de 2026.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Mauro Braga França
Colégio Pedro II
Orientador

Prof. Me. Marco Antônio Valente
Colégio Pedro II

Prof. Me. Patrick Andersson Barreto Frasão
Colégio Pedro II

Rio de Janeiro
2026

Dedico este trabalho ao Prof. Ricardo Bicca de Alencastro (*in memoriam*), um dos meus orientadores de doutorado, pelo exemplo – sempre expresso em poucas palavras – de amor à Química, de paixão pela docência, de humanidade expandida e, sobretudo, pelo rigor científico.

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Deus, pela vida que tenho – mas não mereço – e pela vitalidade de sempre querer estudar um pouco mais.

Ao meu orientador, o Prof. Mauro Braga França, pela oportunidade de orientação na área da educação e, sobretudo, pelas aulas transformadoras e inspiradoras.

À Milena Barbosa Barreto e Maria Eduarda Barreto Marques de Aguiar, minha esposa e filha, pela compreensão das minhas ausências e, sobretudo, pelo amor diário.

Aos meus pais – D. Ilza e Sr. Gercy, minha base –, que, mesmo avançados na idade, se mantêm vibrantes com cada conquista.

Ao restante da minha família capixaba, pela admiração a mim lançada e pelos sorrisos que alimentam meu espírito e me confortam a alma.

Aos amigos da Escola de Belas Artes, mais especialmente do Departamento de Artes e Preservação, pela convivência diária e pelas boas trocas.

À Escola de Belas Artes da UFRJ, por me adotar e por permitir que a Química floresça, enquanto campo do saber, no seio da mais antiga e tradicional instituição de ensino e produção artística da América Latina. Obrigado, bicentenária!

Bonjour les enfants!

(Ricardo Bicca de Alencastro, *in memoriam*)

RESUMO

AGUIAR, Daniel Lima Marques de Aguiar. **Proposta de um guia didático interdisciplinar na interface da Química e da Arte**. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Química) – Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Colégio Pedro II, Rio de Janeiro, 2025.

Embora a elaboração de produtos educacionais que propõem a contextualização da Química para o Ensino Médio seja relativamente frequente, não é comum que esses materiais tenham como ponto de articulação o patrimônio cultural. Este trabalho se propõe a apresentar um guia didático interdisciplinar (GDI), desenvolvido no âmbito da Pós-Graduação em Ensino de Química do Colégio Pedro II, para desenvolver competências e habilidades da BNCC, em estudantes do ensino médio, em duas áreas distintas e articuladas: Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (CHS) e Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT). As atividades propostas pelo GDI envolvem, em essência, o estudo e a confecção de uma pintura artística, além da análise dessa obra a partir de uma fotografia de infravermelho. O GDI reúne um conjunto de instruções e orientações, incluindo a manufatura de uma câmera fotográfica especial de baixo custo e o suporte teórico-metodológico sobre todos os procedimentos propostos.

Palavras-chave: fotografia; conservação-restauração; pintura a óleo; BNCC

ABSTRACT

AGUIAR, Daniel Lima Marques de Aguiar. **Proposta de um guia didático interdisciplinar na interface da Química e da Arte**. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Química) – Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Colégio Pedro II, Rio de Janeiro, 2025.

Although the development of educational products aimed at contextualizing Chemistry in high school is relatively frequent, it is uncommon for such materials to take cultural heritage as their central articulating axis. This study proposes the presentation of an interdisciplinary didactic guide (IDG), developed within the Graduate Program in Chemistry Education at Colégio Pedro II, designed to foster competencies and skills established by the BNCC among upper secondary students in two distinct yet interconnected areas: Applied Human and Social Sciences and Natural Sciences and Their Technologies. The activities proposed in the IDG essentially involve the study and creation of an artistic painting, as well as the analysis of this artwork through infrared photography. The IDG brings together a set of instructions and guidelines, including the construction of a low-cost specialized photographic camera and theoretical–methodological support for all the proposed procedures.

Keywords: photography; conservation; oil painting; BNCC

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Esquema para a coleta de dados fotográficos com a webcam modificada	17
Figura 2 -	Processo de construção do Guia Didático Interdisciplinar na interface da Química e da Arte, em andamento	21
Figura 3 -	Detalhes do Guia Didático Interdisciplinar	22
Figura 4 -	Processo de preparação da câmera especial. (A) – Webcam padrão. (B) Detalhe da remoção da lente da webcam. (C) Detalhe do sensor CMOS – <i>Charge metal-oxide-semiconductor</i> e (D) - Detalhes da lente e do filtro IRCut (em vermelho)	23
Figura 5 -	Pintura-modelo manufaturada com tinta a óleo, com os respectivos pigmentos usados. Fotografia tirada com um iPhone 14 Pro, com filtro IRCut (48MP, 24mm, f 1.8)	24
Figura 6 -	Demonstração do <i>setup</i> de coleta de dados	25
Figura 7 -	Resultado da análise da pintura modelo com diferentes filtros de fótons de IV e com a lâmpada halógena (fonte de fótons de IV) ligada e desligada	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Eixos temáticos do currículo de Química do Ensino Médio do Colégio Pedro II. Os eixos temáticos que receberam sugestões de abordagem estão marcados com um asterisco (*)	20
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CHS – Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

CMOS – *Charge metal-oxide semiconductor*

CNT – Ciências da Natureza e suas Tecnologias

CPII – Colégio Pedro II

CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

EM13CNT101 – Competência 01 da primeira habilidade da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, aplicável ao ensino médio do primeiro ao terceiro ano.

GDI – Guia Didático Interdisciplinar

HD – *High definition*

IRR – *Infrared Reflectography*

PB15:3 – *Pigment blue nº 15:3*

PG7 – *Pigment green nº 7*

PO20 – *Pigment orange nº 20*

PR108 – *Pigment red nº 108*

PR112 – *Pigment red nº 112*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	METODOLOGIA	16
2.1	Análise da BNCC, do currículo do Colégio Pedro II e estruturação do GDI .	16
2.2	Atividades propostas para o GDI	16
2.2.1	Construção de uma câmera especial para a análise.	16
2.2.2	Manufatura da pintura-modelo e da pintura-cópia	16
2.2.3	Análise fotográfica da pintura-modelo.....	17
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
3.1	Análise da BNCC, do currículo do Colégio Pedro II e estruturação do GDI .	18
3.2	Construção de uma câmera especial.....	23
3.3	Manufatura da pintura-modelo	24
3.4	Análise fotográfica da pintura-modelo.....	25
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
5	REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

A contextualização no Ensino de Ciências tem sido amplamente discutida nos últimos anos, podendo ser defendida como uma forma de viabilizar o acesso a uma educação cidadã, significativa e que tenha reflexos no cotidiano do estudante (WARTHA et al., 2013). Esse conceito, *per se*, encerra questões muito particulares do indivíduo, uma vez que tem como premissa o dia a dia do estudante e a significância que um determinado tema tem para ele. Desse modo, é provável que determinadas estratégias didáticas, adequadas para um determinado perfil social, não sejam eficientes quando aplicadas em outro grupo da sociedade e, por isso, é desejável que professores tenham, à sua disposição, variadas ferramentas e opções de contextualização para o ensino.

No caso da Química, observa-se, no Brasil, que os grupos de investigação têm se esforçado para municiar os professores do Ensino Fundamental e Médio com boas ideias de contextualização, como bem comprovam os anais da reunião da Sociedade Brasileira de Química e os trabalhos do Congresso Brasileiro de Química (SBQ, 2024; ABQ, 2024). Observa-se, entretanto, uma predominância dos temas na área de fármacos, combustíveis e meio ambiente, direta ou indiretamente. De forma diametralmente oposta, trabalhos que associam Ensino de Química à cultura, às artes e a temas correlatos ainda são incipientes. Nesse contexto, associar o ensino de Química ao campo do patrimônio artístico-cultural desponta como uma estratégia que permite, além do desenvolvimento dos conceitos científicos, a democratização da cultura e da herança brasileira.

Não obstante seja uma área do conhecimento autônoma, com seus próprios princípios e epistemologia, a preservação do patrimônio artístico-cultural tem uma série de interfaces e tangências com as ciências naturais, notadamente, com a Química, a Física e a Biologia. Por isso, embora seja pouco explorada com finalidade didática, a preservação patrimonial pode ser potencialmente trabalhada de forma a articular diferentes competências e habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Na área das Ciências Naturais e suas Tecnologias, por exemplo, o estudo da Química através da sua interface com o patrimônio cultural favorece a compreensão de conceitos através de fenômenos concretos, visualmente significativos e culturalmente enriquecidos. Por exemplo, os fenômenos oxidativos da superfície das esculturas em bronze – uma liga metálica de Cu e Sn – podem ser usados para

ensinar a Lei de Hess, através das energias de formação dos óxidos de cobre (CuO e Cu_2O). Da mesma forma, a corrosão das esculturas de mármore (CaCO_3) pela chuva ácida parece um bom contexto para o ensino do conceito de coeficiente de solubilidade e da poluição ambiental. Em linha, no âmbito das pinturas, é possível associar os diferentes minerais – usados como pigmentos – ao reconhecimento das funções inorgânicas; e contextualizar as propriedades físicas e químicas de diferentes técnicas de pintura – óleos, têmperas, aquarelas etc. – ao estudo das ligações químicas e das interações intermoleculares.

No campo das obras de arte, entretanto, é difícil que alguma discussão ocorra sem que sejam mencionados os impactos econômicos e midiáticos das operações de compra e venda. Segundo a Associação Brasileira de Arte Contemporânea, o mercado de arte mundial movimentou, em 2023, cerca de 31 bilhões de dólares, sendo o Brasil responsável por, aproximadamente, 0,9% dessas transações (ABACT, 2024). Dessa forma, por conta do alto valor agregado e mobilidade, alguns tipos de arte, especialmente as pinturas de cavalete, são alvo da ação de falsificadores, que intentam auferir lucros exorbitantes com a confecção de simulacros. É bem verdade que, em vários casos, as falsificações são grosseiras e distinguíveis aos olhos de um especialista treinado, mas, em outros, a qualidade técnica dos falsários exige que se lance mão de uma série de análises forenses, fortemente centradas nas propriedades físicas e químicas dos materiais artísticos. É comum, dessa forma, que sejam utilizados métodos analíticos classicamente discutidos nas formações superiores em Química (como, por exemplo, cromatografias, espectroscopias e espectrometria de massas) na análise para autenticação de obras de arte.

De fato, o uso de ferramentas analíticas que representam a vanguarda tecnológica depende de investimentos irreais no contexto das escolas brasileiras, além de exigir do analista uma série de conceitos que não são trabalhados no ensino médio. Por isso, o uso da refletografia de infravermelho (IRR, do inglês *Infrared reflectography*), na autenticação de obras de pinturas de cavalete, pode ser uma boa alternativa para se trabalhar, ainda que de forma introdutória, os últimos avanços técnico-científicos da análise de obras de arte, por dois motivos principais: (i) diferente de uma análise espectroscópica ou cromatográfica, que exige do analista treinamento e conhecimento avançado para dar sentido aos sinais do espectro/cromatograma, uma análise de IRR tem como resultado uma imagem, que pode ser explorada, inicialmente, por analistas neófitos; e (ii) é possível construir uma câmera de IRR de

baixo custo, a partir de uma modificação simples de uma webcam, conforme demonstrado por Smith e colaboradores (2009).

Por todo supracitado, o presente trabalho tem por objetivo central a construção de um Guia Didático Interdisciplinar (GDI), que propõe a contextualização dos conteúdos formais da Química, no âmbito da preservação patrimonial, sobretudo no aspecto de investigação forense de pinturas de cavalete através da refletografia de infravermelho próximo. Em essência, o GDI aqui proposto trata de atividades didáticas sequenciais, a serem desenvolvidas por estudantes do Ensino Médio e, preferencialmente, conduzidas por professores de Artes e de Química, em conjunto, de forma a desenvolver competências e habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), tanto na área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (CHS), como na de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT). Por fim, a estrutura do GDI intenta apresentar aos professores de Química na Educação Básica, um conjunto de orientações sobre o conteúdo, além do suporte teórico-metodológico sobre as atividades didáticas e os procedimentos propostos.

2 METODOLOGIA

2.1 Análise da BNCC, do currículo do Colégio Pedro II e estruturação do GDI

O produto educacional foi planejado a partir da análise das competências e habilidades do Ensino Médio, descritas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), nas áreas de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (CHS) e Ciências Naturais e suas Tecnologias (CNT). Em sequência, o currículo de Química dos três segmentos do Ensino Médio do Colégio Pedro II foi usado como modelo e analisado para a determinação do fluxo formativo e da estrutura do GDI. Após essas análises, a concepção do Guia Didático Interdisciplinar foi iniciada a partir de 5 premissas gerais, apresentadas:

- (I) Propor atividades didáticas de baixo custo e alto impacto, que possam ser replicadas em diversas realidades escolares;
- (II) Introduzir aos estudantes o mercado de arte, o problema das falsificações e a possível participação da Química/física nas análises de autenticação forense;
- (III) Demonstrar como é feita a construção de uma pintura à óleo e analisar a importância dessa técnica pictórica para a arte brasileira;
- (IV) Apresentar os materiais (orgânicos e inorgânicos) das pinturas à óleo e a interação desses com diferentes comprimentos de onda, de modo a permitir uma discussão sobre os conteúdos formais da Química no Ensino Médio;
- (V) Prover subsídio pleno ao docente atuante no Ensino Médio, do ponto de vista teórico-metodológico sobre as atividades didáticas e os procedimentos propostos no GDI.

2.2 Atividades propostas para o GDI

2.2.1 Construção de uma câmera especial para a análise.

A proposta de construção de uma câmera especial foi feita com base na modificação de uma webcam genérica, em uma adaptação direta da publicação original de Smith et al. (2009). A remoção do filtro de fótons de infravermelho (filtro IRCut) foi realizada a partir da remoção da lente da webcam e com o auxílio de uma lâmina de bisturi descartável.

2.2.2 Manufatura da pintura-modelo e da pintura-cópia

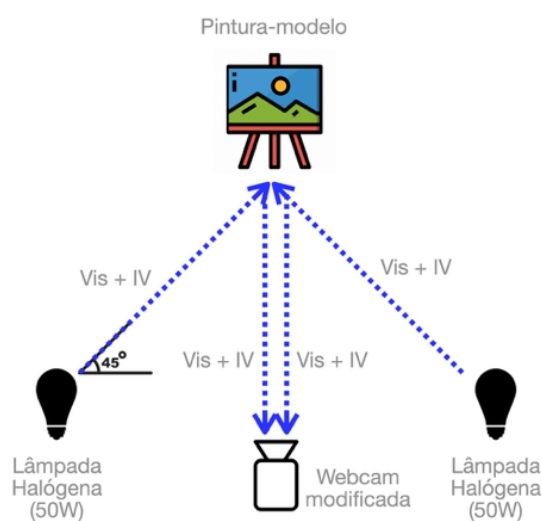
No GDI, foi estabelecida a confecção uma pintura-modelo em uma tela preparada. O

procedimento de manufatura da tela-modelo prevê que o professor de Artes assine a tela usando um lápis e que, na sequência, faça um desenho geométrico livre com tinta a óleo recobrimdo a assinatura totalmente. Recomenda-se que o docente utilize tinta óleo em sua manufatura, com os seguintes pigmentos/corantes: Azul de Ftalocianina (PB 15:3), Vermelho de Cádmio (PR108), Vermelho Chinês (PR112), Laranja de Cádmio (PO20) e Verde Permanente Escuro (PG7), conforme o índice de cor. A proposta do GDI é que os estudantes façam uma cópia da obra feita pelo professor, deduzindo os componentes da pintura e usando as tintas de forma livre.

2.2.3 Análise fotográfica da pintura-modelo

A estrutura da coleta fotográfica foi feita seguindo o esquema mostrado na Figura 1.

Figura 1– Esquema para a coleta de dados fotográficos com a webcam modificada.



Fonte: O autor, 2025.

Os dados fotográficos foram coletados usando uma webcam modificada, conforme descrito por Smith et al. (2009), e a câmera foi controlada por um notebook Dell Vostro 1320, rodando Ubuntu 24.03.3 LTS, com o uso do software gratuito GUVView. A iluminação da cena foi feita a partir de duas lâmpadas halógenas Kian® 50W (MR16), posicionadas a 45° da pintura-modelo. Para efeito de comparação, também foram coletados dados fotográficos com o filtro de infravermelho (IRCut).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise da BNCC, do currículo do Colégio Pedro II e estruturação do GDI

A análise das habilidades e competências das áreas de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (CHS) e de Ciências Naturais e suas Tecnologias (CNT) da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) demonstrou que as premissas gerais do trabalho encontravam amparo pleno no texto normativo.

A primeira competência específica da área de CHS determina que os estudantes do Ensino Médio devem, entre outras coisas, ser capazes de analisar processos culturais (local, regional, nacional e internacional) em diferentes tempos, a partir, inclusive, de processos científicos e tecnológicos. Nesse contexto, a proposta do GDI, de usar o patrimônio artístico-cultural para o desenvolvimento dessa competência específica, é amparada, sobretudo, se observada a quarta habilidade (EM13CHS104), que trata da análise de objetos e vestígios da cultura material, o que remete, de imediato, às obras de arte. Da mesma forma, a premissa geral de usar pinturas para explorar o patrimônio artístico é amparada pela BNCC, uma vez que, na área de Linguagens/Arte, tanto na Educação Infantil como no Ensino Fundamental – primeiro e segundo segmento –, essa forma de expressão artística é tratada, nas EI03TS02, EF15AR04, EF69AR05, respectivamente. Vale à pena ressaltar que, no caso do Ensino Médio, os conteúdos relacionados às pinturas são abordados de forma tangencial, mas aparecem em várias oportunidades como testemunhas da história, além de serem observadas nos movimentos artísticos – modernismo, surrealismo etc.

A primeira competência específica da área de CNT determina que os estudantes do Ensino Médio sejam capazes de analisar processos tecnológicos, com base nas interações entre matéria e energia, para propor ações que melhorem as condições de vida. Nesse contexto, a análise Química/Física de pinturas emerge como uma boa ideia, sobretudo considerando que energia é uma propriedade dos fótons – em diferentes comprimentos de onda. Dessa forma, as áreas de CHS e CNT são atendidas ao propor a análise de pinturas com o uso de radiação eletromagnética. De fato, a primeira habilidade da primeira competência da área de CNT (tecnicamente, EM13CNT101) cita que o estudante de Ensino Médio deve ser capaz de analisar, com ou sem o uso de dispositivos digitais, as transformações e conversões de sistemas que envolvam quantidade de energia para realizar previsões. Nesse contexto, a análise de pinturas de cavalete, a partir de

fotografias especiais, emerge com uma abordagem capaz de atender as duas áreas supracitadas da BNCC, uma vez que promove, em uma única atividade didática, o estudo das pinturas e a análise das obras utilizando a interação entre matéria e a energia radiante.

A análise da BNCC demonstrou, com clareza, que a proposta do GDI pode ser uma alternativa aplicável no âmbito da Educação Básica, não obstante a aplicabilidade da proposta a um currículo escolar real ainda fosse necessária. Por isso, na sequência de estruturação do GDI, os eixos temáticos do currículo de Química do Ensino Médio do Colégio Pedro II foram utilizados para testar a proposta do GDI em um currículo escolar real.

O resultado da análise curricular demonstrou que é possível estabelecer contexto em todos os anos do Ensino Médio, sobretudo com os conteúdos de Relações da Química a partir da vertente CTSA e Funções inorgânicas (1ª série), com os conteúdos de Funções orgânicas (2ª série) e de Polímeros (3ª série). Além disso, foram formuladas sugestões de abordagem para cada eixo temático selecionado. As informações relacionadas à adaptação da proposta do GDI ao currículo de Química do Ensino Médio do Colégio Pedro II foram resumidas na Tabela I.

Tabela 1 – Eixos temáticos do currículo de Química do Ensino Médio do Colégio Pedro II. Os eixos temáticos que receberam sugestões de abordagem estão marcados com um asterisco (*).

Série	Eixos temáticos	Sugestões de abordagem
1	- Relação da Química com CTSA* - Estudo do Átomo - Tabela e Propriedades Periódicas - Ligações Químicas - Funções Inorgânicas e suas transformações*	- Apresentação da Química no combate ao crime organizado. - Introdução ao uso da Refletografia como ferramenta de investigação científica no âmbito das pinturas para análise de detalhes invisíveis aos olhos humanos. - Estudo das funções inorgânicas dos pigmentos usados na camada pictórica.
2	- Radioatividade - Química Orgânica – Histórico e Estrutura - Representação e Quantificação da Matéria - Química Orgânica – Funções Orgânicas (hidrocarbonetos, compostos oxigenados)* - Quantificação da Matéria – Estequiometria - Química Orgânica – Funções Orgânicas (compostos nitrogenados e halogenados) - Soluções	- Estudo da formação dos filmes finos pigmentados de óleo a partir das reações radiculares dos triacilgliceróis. - Estudo das funções orgânicas oxigenadas dos triacilgliceróis envelhecidos. - Apresentação de variações de pinturas: Têmperas proteicas para o estudo de produtos nitrogenados. - Introdução ao uso da Refletografia como ferramenta de investigação científica no âmbito das pinturas para análise de detalhes invisíveis aos olhos humanos.
3	- Química Orgânica – Estrutura e Transformação - Termoquímica e Fatores que alteram a velocidade de uma reação - Cinética e Equilíbrio Químico - Oxidações, Polímeros e biomoléculas* - Eletroquímica	- Estudo da formação dos filmes finos pigmentados de óleo a partir das reações radiculares dos triacilgliceróis – polimerização. - Introdução ao uso da Refletografia como ferramenta de investigação científica no âmbito das pinturas para análise de detalhes invisíveis aos olhos humanos.

Fonte: O autor, 2025.

A partir dessas análises, o GDI aqui apresentado foi confeccionado e dividido em sete capítulos – listados a seguir –, de modo a fornecer ao docente, um material didático que seja culturalmente enriquecido, mas sem deixar o conteúdo químico de lado:

Capítulo 1 - O mercado de Arte

Capítulo 2 - As pinturas

Capítulo 3 - A Química das pinturas

Capítulo 4 - A análise das pinturas

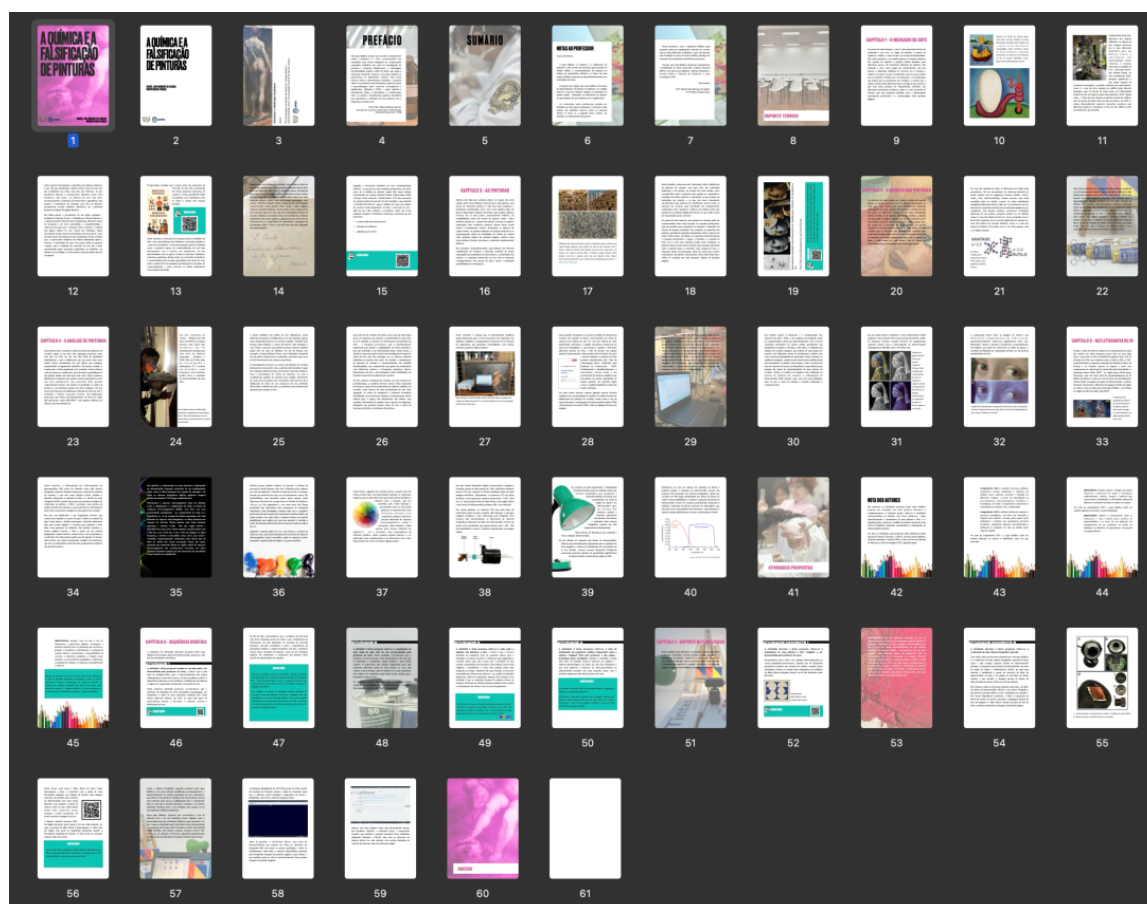
Capítulo 5 - A refletografia de IR

Capítulo 6 - Sequência didática

Capítulo 7 - Suporte metodológico

A Figura 2 ilustra o processo de construção do Guia Didático Interdisciplinar, em andamento, e a Figura 3 exibe, em maior detalhe, algumas das páginas do GDI. Como nome fantasia do GDI, os autores escolheram "A Química e a falsificação de pinturas".

Figura 2 – Processo de construção do Guia Didático Interdisciplinar na interface da Química e da Arte, em andamento.



Fonte: O autor, 2025.

Figura 3 – Detalhes do Guia Didático Interdisciplinar.



Pinturas de Tarsila do Amaral (óleos sobre tela). Ao lado: *Vendedor de Frutas* (Movimento Pau-Brasil, 1925 | 108x84 cm) e abaixo: *Urutu* (Movimento Antropofágico, 1928 | 60x72cm). Ambas as obras pertencem à exposição permanente do Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro (MAM-RJ). Fonte: <https://www.tarsiladoamaral.com.br/>





É importante frisar que, diferente dos objetos utilitários, os objetos de arte sempre encerram em si uma dimensão simbólica que, em muitas vezes, é **sobrepassa** sua materialidade. Nesse contexto, é comum, sobretudo no âmbito da arte contemporânea, que objetos banais, ou uma combinação deles, ganhem significado e que sejam capazes de comunicar mensagens e produzir reflexões aos espectadores, como é o caso da obra exposta no edifício Jorge Moreira Machado, sede da Escola de Belas Artes, na Universidade Federal do Rio de Janeiro (autor desconhecido, 2019), Figura acima. A Obra de Arte exposta no hall de entrada do edifício-sede da Escola de Belas Artes do Rio de Janeiro, em 2019. O artista (desconhecido) amarrou borrachas escolares com diferentes palavras e pendurou a obra em um edifício recém acometido por um incêndio

CAPÍTULO 3 - A QUÍMICA DAS PINTURAS

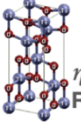
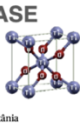
As variações de uma pintura em relação a outra, não param apenas na técnica pictórica e/ou no número de camadas de cada uma, mas também são bem refletidas nos materiais empregados em cada camada. Por exemplo, o tecido de uma tela pode ter diferentes origens, sendo mais comumente obtido de linho ou de algodão. Em mesmo sentido, a camada de cola, pode ter origem vegetal (e.g. cola de coqueiro) ou ter sido obtida a partir de proteínas animais - coelho, queijo, pele, boi, peixe etc., a depender da escola artística, do recorte temporal e as características únicas de cada artista. É bem verdade que as variações dos materiais das camadas mais profundas de uma pintura não são raras, do mesmo modo que os desenhos de obras originais guardam, sob a camada de tinta, o estilo único de cada artista, com os traços, os arrependimentos e os estudos próprios de cada criador.

No caso das camadas de tinta, as diferenças são ainda mais perceptíveis. Há um sem-número de minerais possíveis de serem usados com de pigmentos brancos (BaSO_4 , CaCO_3 , CaSO_4 , ZnO , $2\text{PbCO}_3\cdot\text{Pb(OH)}_2$, dentre outros), uma tinta vermelha pode ser obtida a partir de várias substâncias inorgânicas diferentes (Pb_3O_4 , HgS , etc.) ou mesmo ter sua cor derivada de transições eletrônicas de moléculas orgânicas (e.g. rodamina). Em mesmo sentido, estruturas cristalinas diferentes de um mesmo composto podem ter cor distinta como é o caso dos óxidos de ferro II - Fe_2O_3 (vermelho ocre) e $\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ (amarelo ocre) ou serem pigmentos de mesma cor, mas com índices de refração distintos, como é o caso dos brancos de titânio - TiO_2 -rutílio, com $\eta \sim 2,9$ e TiO_2 -anatase, com $\eta \sim 2,5$ (figura abaixo).

ANATASE

$\eta \sim 2,5$

Estruturas cristalinas dos polímeros da titânia (TiO_2) usados como pigmentos artísticos brancos.



RUTÍLO

$\eta \sim 2,9$

CAPÍTULO 6 - SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência de atividades discentes proposta neste Guia didático prevê quatro aulas (40 minutos/cada), duas para cada um dos professores envolvidos.

ATIVIDADE 1

A atividade 1 desta proposta resume-se em uma aula a ser desenvolvida pelo professor de Artes. A ideia é que a aula trate de assuntos-chave para o desenvolvimento das etapas subsequentes: O mercado de arte; A técnica da pintura a óleo e a importância dela para a arte brasileira; A falsificação de pinturas e a figura do conservador-restaurador e do perito de arte.

Nesta primeira atividade proposta, recomenda-se que o professor da disciplina de Artes encaminhe, previamente, aos estudantes o vídeo de uma entrevista realizada pelo Canal Futura (QR-code abaixo), em 2017, no qual uma junta de especialistas discute o mercado, o restauro, perícia e falsificações de arte.

**SAIBA MAIS**

SUPER DICA

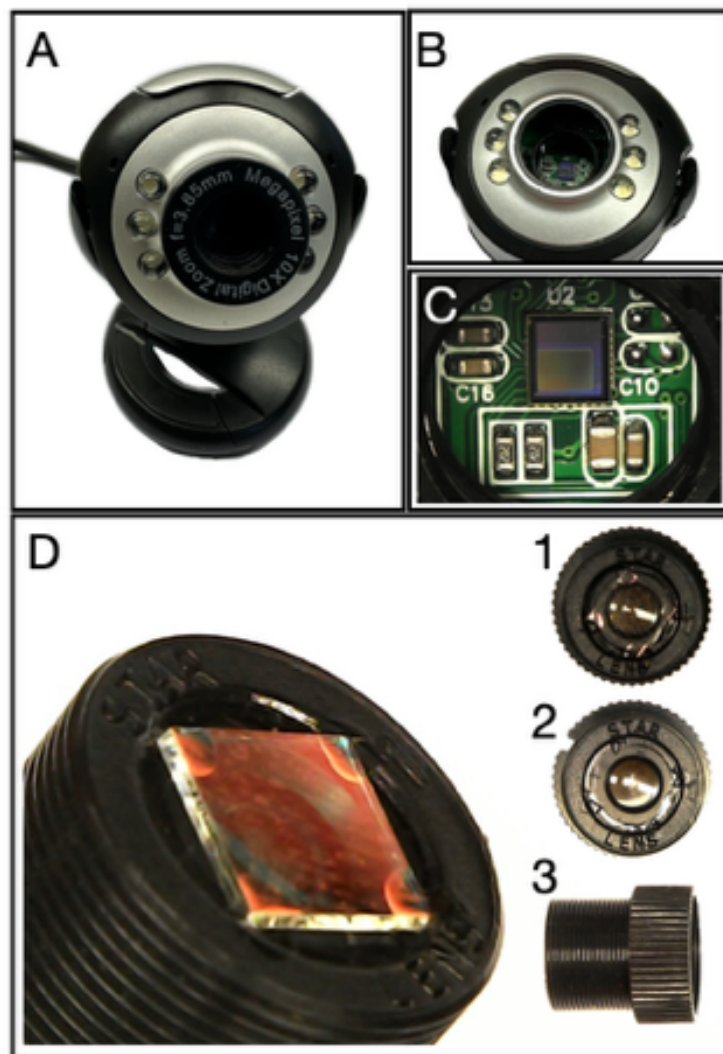
Para tornar a atividade 1 mais rica e interessante, o regente pode utilizar uma metodologia ativa chamada *aprendizagem baseada em investigação* (IBL - inquiry-based-learning) na qual os estudantes promovem uma construção ativa do conhecimento através da formulação de perguntas e sondagem de problemas.

Neste trabalho, um modelo de inteligência artificial (ChatGPT) foi provocado a criar uma sugestão de aula para atividade 1, que será disponibilizada nos anexos deste guia didático. Vale a pena ressaltar, entretanto, que há várias formas de desenvolver o conteúdo e que devem ser levadas em consideração o ritmo de aprendizado de cada turma, além da própria identidade do regente.

3.2 Construção de uma câmera especial

A Figura 4 ilustra o processo de adaptação de uma webcam genérica a partir da proposta de Smith *et al.* (2009). Embora a construção da câmera fotográfica especial pareça uma tarefa complexa, sacar a lente e o filtro de fótons de infravermelho (IRCut) da webcam é simples e não demanda nenhuma prática específica. Vale à pena ressaltar que *webcams* como as da Figura 4 custam por volta de R\$ 25,00 - 30,00 (MERCADO LIVRE, 2025), atendem perfeitamente à demanda do GDI, mas têm qualidade fotográfica limitada, geralmente 720p, *i.e.*, qualidade HD.

Figura 4 – Processo de preparação da câmera especial. (A) Webcam padrão. (B) Detalhe da remoção da lente da webcam. (C) Detalhe do sensor CMOS – *Charge metal-oxide-semiconductor* e (D) Detalhes da lente e do filtro IRCut (em vermelho).



Fonte: O autor, 2025.

3.3 Manufatura da pintura-modelo

Um exemplo de manufatura da pintura-modelo está demonstrado na Figura 5. Para efeito de exemplificação, a assinatura citada na metodologia (seção 2.2.2) foi substituída por “CPII” no modelo (visível na Figura 7). Por ser uma pintura a óleo, vale à pena ressaltar que é importante respeitar o tempo de cura para cada cor, sendo recomendável que a pintura seja manipulada apenas quando estiver polimerizada. O custo para a manufatura de uma tela-modelo e, por conseguinte, das telas-cópia é relativamente baixo, variando com o número de cores usadas. Em média, uma tela preparada custou R\$ 10,00 (variando com o tamanho), o mesmo preço de cada bisnaga de tinta a óleo, aproximadamente.

Figura 5 – Pintura-modelo manufaturada com tinta a óleo, com os respectivos pigmentos usados. Fotografia tirada com um iPhone 14 Pro, com filtro IRCut (48MP, 24mm, f 1.8).



Fonte: O autor, 2025.

3.4 Análise fotográfica da pintura-modelo

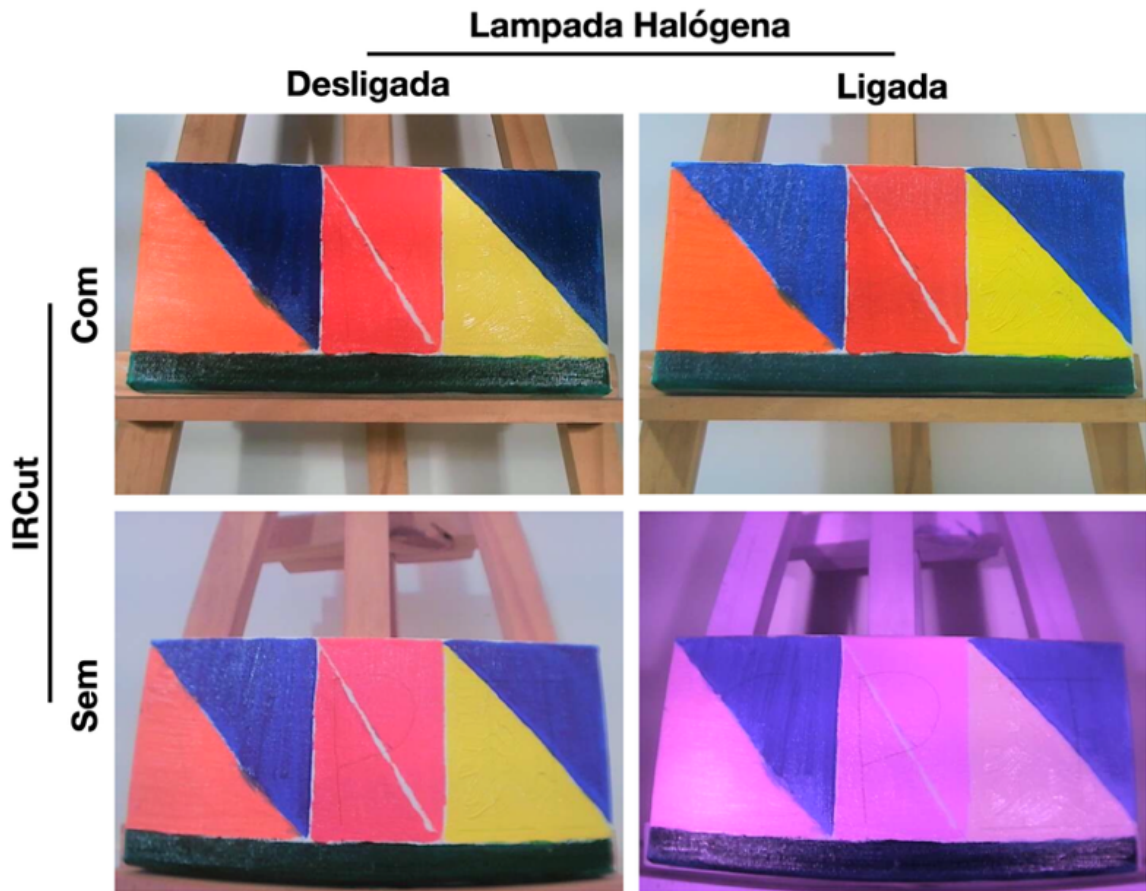
A Figura 6 apresenta o resultado da montagem do esquema de coleta de dados proposto por Smith e colaboradores (2009). Em mesmo sentido, a Figura 7 apresenta o resultado da coleta de fotografias com e sem o uso do filtro IRCut e com e sem o uso das lâmpadas halógenas, fontes de infravermelho. É possível observar que, independentemente das lâmpadas halógenas estarem ou não ligadas, com o filtro IRCut, a webcam não consegue observar o desenho subjacente à camada de pintura. Em sentido contrário, quando o filtro IRCut é removido, sempre é possível observar o desenho subjacente, que fica mais evidente quando as lâmpadas halógenas estão ligadas. Vale à pena ressaltar que, conforme demonstra a Figura 5, não é possível observar o desenho subjacente a olho nu.

Figura 6 – Demonstração do *setup* de coleta de dados.



Fonte: O autor, 2025.

Figura 7– Resultado da análise da pintura modelo com diferentes filtros de fótons de IV e com a lâmpada halógena (fonte de fótons de IV) ligada e desligada.



Fonte: O autor, 2025.

De forma simplificada, Smith e colaboradores (2009) substituem o filtro IRCut – que bloqueia a chegada de fótons de infravermelho no sensor CMOS por um filtro IRPass (87C) – que bloqueia fótons de visível, mas deixa passar fótons de infravermelho, produzindo assim uma imagem de infravermelho próximo. Neste trabalho, por uma questão de simplificação de processos, nenhum filtro IRPass é utilizado, sendo a imagem resultante formada por uma mistura de fótons de infravermelho e fótons de visível.

De fato, a análise fotográfica especial proposta pelo GDI baseia-se na comparação da tela-modelo, feita pelo docente e com a assinatura subjacente à camada pictórica, e da tela-cópia, confeccionada pelos estudantes a partir de uma observação superficial da obra, de forma similar ao que poderia ser realizado por um falsário de obras de arte. Dessa forma, espera-se discutir a improsperidade do crime de falsificação de obras de arte, à luz de ferramentas avançadas de análise de materiais, e.g. refletografia de infravermelho médio. Em adição, o professor do

Ensino Médio poderá apoiar-se no contexto do trabalho para discutir os conteúdos formais elencados na Tabela 1, de acordo com a série do estudante. Destaca-se, nesse caso, a aplicação de óxidos como pigmentos, a natureza orgânica de alguns corantes e a natureza polimérica dos filmes de óleo. Soma-se a isso, ainda, a vasta possibilidade de conexão, a partir deste trabalho, entre as disciplinas de Química, Física, Biologia, Arte e Literatura, o que contribui para a formação de cidadãos mais críticos e atuantes.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em essência, o Guia Didático Interdisciplinar intenta apresentar aos docentes do Ensino Médio, um tema gerador estabelecido na interface entre a Química e a Arte, de forma a contextualizar atividades pedagógicas desse nível educacional em observância às competências e habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) das áreas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e de Ciências Humanas e Sociais. Além disso, as atividades propostas fomentam a interdisciplinaridade do conhecimento, articulando, em uma única sequência didática, diversos professores. Em paralelo, as atividades propostas pelo GDI almejam oferecer aos estudantes da Educação Básica, um ambiente escolar culturalmente enriquecido e uma compreensão de que a Química é uma ciência concreta, com aplicações em diversas áreas do conhecimento.

5 REFERÊNCIAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ARTE CONTEMPORÂNEA (ABACT). *Pesquisa setorial do mercado de arte ABACT 2024*. São Paulo: Act Arte; ABACT; ApexBrasil, 2024. Disponível em: <https://latitudebrasil.com/wp-content/uploads/2025/02/250122-Act-PesquisaSetorial2024-Resumo-Executivo.pdf>. Acesso em: 12 out. 2025.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE QUÍMICA (ABQ). *Anais do 62º Congresso Brasileiro de Química*. São Paulo: ABQ, 2024.
3. MERCADO LIVRE. *Minicâmera para PC webcam com microfone: filmar fotos e vídeos, cor preto*. Disponível em: <https://www.mercadolivre.com.br/mini-cmera-para-pc-webcam-com-microfone-filmar-fotos-videos-cor-preto/p/MLB39025952>. Acesso em: 12 out. 2025.
4. SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA (SBQ). *Anais da 47ª Reunião Anual da*

Sociedade Brasileira de Química. Maceió: SBQ, 2024.

5. SMITH, Gregory D.; NUNAN, Elizabeth; WALKER, Claire; KUSHEL, Dan. Inexpensive, near-infrared imaging of artwork using a night-vision webcam for chemistry-of-art courses. *Journal of Chemical Education*, Washington, v. 86, n. 12, p. 1382–1388, 2009.
6. WARTHA, Edson José; SILVA, Erivanildo Lopes da; BEJARANO, Nelson Rui Ribas. Cotidiano e contextualização no ensino de Química. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 84–91, maio 2013.

APÊNDICE A – GUIA DIDÁTICO INTERDISCIPLINAR EM ANDAMENTO

Para acessar o guia didático interdisciplinar, acesse o QR-Code abaixo ou solicitado a um dos autores.

