

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA

MATHEUS DE CASTRO E SILVA

**“ATELIÊ DE CIÊNCIAS”: INTEGRAÇÃO ENTRE ARTE E ENSINO DE
QUÍMICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES**

Belo Horizonte - MG

2021

MATHEUS DE CASTRO E SILVA

**“ATELIÊ DE CIÊNCIAS”: INTEGRAÇÃO ENTRE ARTE E ENSINO DE
QUÍMICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional Educação e Docência da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação e Docência.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Penha Souza Silva
(FaE – UFMG)

Belo Horizonte - MG

2021

C355a
T Castro e Silva, Matheus de, 1991-
"Ateliê de ciências" [manuscrito] : integração entre arte e ensino de química na formação inicial de professores / Matheus de Castro e Silva. - Belo Horizonte, 2021.
195 f. : enc, il.

Dissertação -- (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.
Orientadora: Penha das Dores Souza Silva.
Bibliografia: f. 128-138.
Apêndices: f. 139-166.
Anexos: f. 167-195.

1. Educação -- Teses. 2. Professores -- Formação -- Teses.
3. Professores de química -- Formação -- Teses. 4. Química -- Licenciatura -- Teses. 5. Química -- Métodos de ensino -- Teses.
I. Título. II. Silva, Penha das Dores Souza. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 370.71



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA/MP

UFMG

FOLHA DE APROVAÇÃO

“ATELIÊ DE CIÊNCIAS”: INTEGRAÇÃO ENTRE ARTE E ENSINO DE QUÍMICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES

MATHEUS DE CASTRO E SILVA

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA/MP, como requisito para obtenção do grau de Mestre em EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA, área de concentração ENSINO E APRENDIZAGEM.

Aprovada em 29 de janeiro de 2021, pela Banca constituída pelos membros:

Profa. Penha das Dores Souza Silva
Orientadora Faculdade de Educação da UFMG

Profa. Nilma Soares da Silva
UFMG

Profa. Daniele de Sá Alves
UFMG

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradeço aos meus pais pelo respeito às minhas escolhas profissionais e pelo incentivo.

No meu percurso pelo PROMESTRE, pude conviver com diversos profissionais que, de uma maneira ou de outra, influenciaram para que este trabalho tomasse forma. Meu eterno reconhecimento a minha orientadora, Penha, que foi uma companheira de “aventuras” nesse ousado percurso de formação, integrando junto comigo a Química e a Arte. Muito obrigado por instigar o meu melhor e pelos casos que levarei para a vida. Sou muito grato também a todos os professores da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, com os quais tive o prazer de refletir sobre minhas percepções do ensino, da escola e do meu papel como profissional docente.

Sem meus amigos, eu não poderia ter escrito este trabalho. Foram eles que me alertaram dos perigos e das oportunidades, me auxiliaram nas dificuldades e me ampararam nos momentos de queda com uma risadinha no canto da boca. Aos amigos do PROMESTRE, em especial, Karla, Raquel e Ygor, agradeço pelos momentos descontraídos que deixaram o percurso mais leve e acolhedor. Ao Daniel Faria, agradeço por ter me incentivado a dar o passo inicial para mais uma etapa da minha carreira ao me apresentar a FaE. Aos amigos de Sete Lagoas, em especial a Bitá e a Gigi, agradeço por estarem ao meu lado incondicionalmente, dos momentos difíceis às risadas gostosas.

RESUMO

Este trabalho contemplou a construção de uma disciplina optativa de 30 horas denominada “Ateliê de Ciências”, na qual 18 licenciandos em Química e Pedagogia desenvolveram diversas criações artísticas e discutiram aspectos do contexto dos conteúdos científicos. A análise das respostas dos relatos (orais e escritos) e das imagens produzidos pelos licenciandos possibilitou investigar aspectos das produções que podem ser utilizados como contexto para as aulas de Ciências. Partindo do estudo das respostas dos licenciandos a um questionário, mapeamos suas concepções sobre o contexto no ensino de Química, embasadas i) no cotidiano dos alunos, ii) na interação com outras disciplinas e/ou iii) na integração com aspectos históricos, econômicos e sociais do conteúdo científico. Contextualizar uma discussão, segundo os licenciandos, seria uma estratégia para aumentar o interesse dos estudantes, tornando o conhecimento “aplicável”. Baseando-nos nos estudos de Gilbert (2006), cuja proposta é a construção de um evento focal, os licenciandos puderam contextualizar o ensino de Química por meio de um conjunto de atividades envolvendo as artes plásticas. Além disso, foi possível avaliar a influência do Ensino Remoto Emergencial (ERE) no formato da disciplina, dividindo-a em dois momentos: encontros síncronos e atividades assíncronas. Como produto educacional, houve a estruturação de um conjunto de atividades envolvendo diferentes práticas, técnicas e a fruição artística em um contexto de formação inicial de professores de Química e a identificação das possibilidades de integração entre Arte e os conteúdos científicos propostos pelos licenciandos.

Palavras-chave: contextualização no ensino de química, arte, formação de professores.

ABSTRACT

This study is based on the construction of an optional 30-hour course called “Science Studio”, in which 18 graduates in Chemistry and Pedagogy created artistic productions and discussed aspects of the context of scientific content. Analyzing the answers of their oral and written reports and the images produced, we investigate aspects of the productions that may be used as a context for Science classes. Starting from the study of the graduates' answers to a survey, we mapped their conceptions about the context in the teaching of Chemistry, based i) in the students' daily lives, ii) in the interaction with other subjects and / or iii) in the integration with historical, economic and social aspects of scientific content. Contextualizing a discussion, according to the graduates, would be a strategy to increase the interest of students, making knowledge “applicable”. Based on the studies of Gilbert (2006), whose proposal is the construction of a focal event, the graduates were able to contextualize the teaching of Chemistry through a set of activities involving the plastic arts. In addition, we investigated the influence of Emergency Remote Teaching (ERT) in the discipline's format, dividing it into two moments: synchronous meetings and asynchronous activities. As an educational product, there was the structuring of a set of activities involving different practices, techniques and artistic fruition in an initial training for Chemistry teachers context and the identification of the possibilities for integration between Art and the scientific content proposed by the undergraduate students.

Key words: contextualization in chemistry education, art, teacher training.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1: A estrutura de integração entre arte e ensino de ciências proposta por Turkka, Haatainen e Aksela (2017).....	22
Figura 2: Imagem da tela do programa Microsoft Teams.....	37
Figura 3: Imagem da tela do fórum da plataforma Moodle.....	38
Figura 4: Gráfico da frequência de visitas dos licenciandos à espaços relacionados às artes plásticas.....	44
Figura 5: Gráfico dos eventos culturais a que os estudantes regularmente frequentavam antes da pandemia de Covid-19.....	44
Figura 6: Gráfico sobre as percepções dos estudantes sobre contexto e contextualização a partir de suas respostas ao questionário.....	49
Figura 7: Gráfico sobre a importância de uma aula contextualizada segundo os estudantes.....	50
Figura 8: Eduardo Kac. GFP BUNNY (Alba). 2000. Coelho fluorescente verde.....	57
Figura 9: Stelarc e a terceira orelha.....	57
Figura 10: Representação do elemento químico Ferro (Fe).....	63
Figura 11: Representação do elemento químico Argônio (Ar).....	64
Figura 12: Desenho do elemento químico Estrôncio.....	66
Figura 13: Desenho do elemento químico Promécio.....	67
Figura 14: Desenho do elemento químico Lítio.....	68
Figura 15: Desenho do elemento químico Neônio.....	69
Figura 16: Esboços do elemento químico Carbono - Parte 1.....	70
Figura 17: Esboços do elemento químico Carbono - Parte 2.....	70
Figura 18: Desenho finalizado do elemento químico Carbono.....	72
Figura 19: Registro feito pela licencianda de seu processo de criação.....	75
Figura 20: Registro dos degradês feitos pela licencianda.....	76
Figura 21: Desenho negativo com suco de couve criado por uma licencianda da disciplina.....	80
Figura 22: Desenho negativo feito com nanquim.....	81
Figura 23: Fotografias (A e B) e legendas propostas por uma estudante sobre o Trecho 1 (Quadro 7).....	88
Figura 24: Fotografias (A, B, C e D) e legendas propostas por uma estudante sobre trecho retirado de livro didático.....	89
Figura 25: Fotografia e legenda propostos por um estudante sobre o Trecho 2 (Quadro 7).....	91
Figura 26: Fotografia da catedral de Notre-Damme de Rouen, França.....	93

Figura 27: Pinturas a óleo feitas por Monet da catedral de Rouen.	94
Figura 28: Fotografia do processo de modelagem em argila.	94
Figura 29: A classe de desenho. Michael Sweerts, 1656, óleo sobre tela.	95
Figura 30: O estudo do desenho a partir do trabalho e da natureza. Charles Nicolas II Cochin e Benoît Louis Prevost, 1763, gravura a talho doce.	96
Figura 31: Representação tridimensional de uma cadeia polimérica.	98
Figura 32: Representações do polímero de PVC.	99
Figura 33: Representação de modelos do mineral quartzo.	100
Figura 34: Triângulo de Johnstone (A) e os três aspectos do conhecimento químico (B). .	101
Figura 35: Representação das interações do sabão com o vírus Sars-CoV-2 (a), a destruição do vírus (b) e a molécula de sabão (c).	102
Figura 36: Modelo para ligação metálica (a) e para a ligação iônica (b).	103
Figura 37: Etapas do processo de modelagem.	104
Figura 38: Obra da artista brasileira Edith Derdyk.	106
Figura 39: <i>Neither</i> . Doris Salcedo, placas de gesso e aço, 494 x 740 x 1500 cm, 2004.	107
Figura 40: Invenção da Cor – Penetrável – MagicSquare #5 – De Luxe. Hélio Oiticica, obra in situ, 1977.	108
Figura 41: Leandro Gabriel, sem título, 2005.	109
Figura 42: Amilcar de Castro. A Porta, Museu de Arte da Pampulha. Aço SAC.	109
Figura 43: Chris Burden “Beam Drop Inhotim 2008” - Foto: Eduardo Eckenfels.	111
Figura 44: A adivinha (Achille Funi) – 1924 (45,7 x 46,8 cm – óleo sobre madeira).	118
Figura 45: Detalhe da obra “A adivinha” sobre a análise de raios-X.	119
Figura 46: Representações da molécula de AAS pela fórmula de linhas ou bastão (A) e pela <i>Chemical Calligraphy</i> (B).	123

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

QUADROS

Quadro 1: Relação entre as áreas da Arte e as produções na área de Educação e Ensino de Ciências.....	18
Quadro 2: Atributos do contexto e exemplos de acordo com Gilbert (2006).....	33
Quadro 3: Datas das atividades da disciplina "Ateliê de Ciências"	40
Quadro 4: Perguntas e respostas do fórum "Contextos e contextualização no ensino de Ciências".....	45
Quadro 5: Relação de elementos químico a serem abordados na atividade.....	62
Quadro 6: Transcrição dos relatos sobre aspectos científicos e a atividade "A Ciência das tintas e dos pigmentos" indicados pelos estudantes	77
Quadro 7: Trechos selecionados para a produção das fotografias.....	82
Quadro 8: Categorias de análise de imagens	84
Quadro 9: Classificações da categoria Sequência Didática	85
Quadro 10: Classificações da categoria Funcionalidade.....	86
Quadro 11: Classificações da categoria Legendas	86
Quadro 12: Respostas dos licenciandos ao fórum "O que é um modelo científico?".....	92
Quadro 13: Temas propostos para a realização da atividade ModelArte	96
Quadro 14: Atividade sobre autenticação de obras de arte.....	112
Quadro 15: Respostas dos licenciandos às perguntas da atividade.....	114
Quadro 16: Relação de trabalhos de acordo com o conteúdo científico abordado.....	121
Quadro 17: Relação de trabalhos de acordo com a integração com a Arte.....	121

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1. Objetivos	15
1.1.1. Objetivos gerais	15
1.1.2. Objetivos específicos	15
1.2 Justificativa.....	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1. A integração entre Arte e ensino de Ciências.....	17
2.2. Contextualização e contextos no ensino de Ciências/Química.....	28
3. METODOLOGIA	36
3.1. Metodologia da pesquisa (pesquisa-ação)	36
3.2. Metodologia da coleta e análise de dados e contexto da pesquisa.....	36
3.3. Organização da disciplina “Ateliê de Ciências: atividades artísticas para o ensino de Química”	39
3.4. Perfil dos alunos matriculados na disciplina	42
4. PERCEPÇÕES DOS LICENCIANDOS SOBRE CONTEXTO E CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS	45
5. DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES DA DISCIPLINA “ATELIÊ DE CIÊNCIAS” E O ENSINO REMOTO EMERGENCIAL (ERE)	51
5.1. Fórum e discussões sobre “Onde a Arte encontra a Ciência?”	52
5.2. Desenhando os elementos químicos.....	62
5.3. A Ciência das tintas e dos pigmentos e Desenho negativo	74
5.4. Fotografando a Ciência	82
5.5. Os modelos na Arte e na Ciência e ModelArte	92
5.6. Restauro e conservação do patrimônio.....	105
5.7. Análise dos trabalhos finais da disciplina “Ateliê de Ciências”	120
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	125
7. REFERÊNCIAS	128
9. APÊNDICES.....	139
Apêndice A: Questionário a ser aplicado aos alunos da disciplina “Ateliê de Ciências” ..	139

Apêndice B: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) alunos (as) envolvidos (as).....	143
Apêndice C: Transcrição da entrevista realizada com o Prof. Dr. João Cura D'Ars de Figueiredo Júnior	145
9. ANEXOS.....	167
Anexo A: Produto educacional: planejamento das atividades e cronograma da disciplina “Ateliê de Ciências”	167
Anexo B: Seleção das produções dos professores feitas no encontro “Interações Químicas” baseadas na atividade “Desenhando os elementos químicos”	194

1. INTRODUÇÃO

Sei que a arte é irmã da ciência

Ambas filhas de um Deus fugaz

Que faz num momento e no mesmo momento desfaz.

Quanta, Gilberto Gil.

Sempre acreditei que a Ciência fosse mais do que um método duro e inflexível, constituído por “gênios” únicos de cabeça esclarecida. Acho importante considerar que os conhecimentos humanos não estão distanciados por um oceano de ideias, mas conectados por pontes largas e amplas. Curiosamente, meu percurso no Mestrado Profissional da Faculdade de Educação (FaE) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) possibilitou-me a reafirmação de algumas crenças – e a desconstrução de outras. Então, eu propus apostar no que sempre acreditei: na interligação entre os conhecimentos e na busca por uma ponte entre a Arte e o ensino de Ciências. Surpreendentemente, em minhas leituras e investigações para este trabalho, deparei com pesquisadores, professores e educadores que pensavam o mesmo que eu. Recorro, então, a alguns desses autores para traçar um panorama histórico entre a Arte e a Ciência, a fim de discutir suas integrações.

Um dos pesquisadores atuais do papel da arte no ensino de Ciências é o professor da Universidade de Aveiro António Francisco Cachapuz. Ele discute, a partir da ideia que as disciplinas possuem limites que as distanciam, articulações entre áreas do conhecimento baseado no pensamento complexo do filósofo francês Edgar Morin (CACHAPUZ, 2007; 2014). Sob a influência da educação humanista, Cachapuz (2014) afirma que há diversas maneiras de valorizar o diálogo entre a ciência e a arte, tomando ambas como o produto do “potencial criador do Homem fazedor de símbolos, quer seja através da obra-prima [...] ou através da lei de Lavoisier”. Historicamente, o autor propõe essa relação dialógica a partir da “partilha e contextualização dos saberes” que atingiu seu ápice na Renascença, sendo dirimida por influência do positivismo até meados do século XX (CACHAPUZ, 2007).

Segundo Chassot (2004, p. 131-134), o período da Renascença foi de intensa produção nas ciências devido ao perfeccionismo e ao realismo que os artistas buscavam retratar a natureza. Os detalhes das folhagens e gramados nas obras de Albrecht Durer (1471-1528)¹ e Sandro Botticelli (1445-1510) representaram avanços no campo da pintura botânica.

¹ Essa seção não possui o intuito de definir o início e o fim dos períodos históricos citados. Assim, para situar historicamente o leitor, optamos por colocar os anos mais prováveis de nascimento e falecimento das figuras históricas discutidas.

Por influência dos textos de Euclides, Filippo Brunelleschi (1377-1446) projetou prédios auxiliando no desenvolvimento das ciências matemáticas. Chassot (2004) discute que esse período histórico de ampla investigação pode ser denominado de “infância da ciência”, tendo Leonardo da Vinci (1452-1519) como seu maior expoente. Segundo o autor, o célebre artista italiano era “tão dotado para a investigação científica quanto para as artes, tão apaixonado pela pesquisa intelectual quanto pela observação dos fenômenos naturais” (CHASSOT, 2004, p.134). A proposta, desse período, era, então, de que “o artista não tivesse apenas em seu ateliê com seus lápis, pincéis e demais instrumentos artísticos e buscase conhecer mais sobre a natureza, com atenção às diversas áreas da ciência” (SILVA, 2014).

Alguns séculos depois, Auguste Comte (1798-1857), filósofo que estruturou o positivismo clássico a partir de estudos sociais, relegou às Ciências Naturais uma única forma de conhecimento válido: o empirismo (BELTRAN; SAITO; TRINDADE, 2014, p.52). A ciência empírica foi retomada no século XX por filósofos da Ciência, como Gaston Bachelard (1884-1962) e Thomas Kuhn (1922-1996), sendo o último fortemente influenciado pelo “Círculo de Viena”, ocorrido em 1929. Não podemos deixar de ressaltar que, apesar de Bachelard construir alguns conhecimentos da epistemologia das ciências baseados no empirismo, ele critica a separação entre a racionalidade científica e a imaginação poética (BACHELARD, 1996, p. 45). Zanetic (2006a) relata que Bachelard foi um dos pesquisadores que soube “separar as duas culturas [ciência e arte]”, mas ao mesmo tempo, considerou a complementaridade de ambas em termos produtivos.

Segundo Beltran, Saito e Trindade (2014, p.54-55), o ano de 1929, de ocorrência do “Círculo de Viena”, vem como um marco histórico de encontro de filósofos neopositivistas que buscavam, por meio do empirismo e do método lógico de análise, uma nova epistemologia para as ciências baseada na linguagem. A partir desse apanhado histórico, percebemos que o que tenha ocorrido com as Ciências entre a Renascença e o “Círculo de Viena” pode nos dar algumas pistas do distanciamento entre o conhecimento científico e as experimentações artísticas.

Após a Renascença, a humanidade presenciou a emergência do geocentrismo, a ciência experimental de Francis Bacon (1561-1626), a inquisição e o período de “luzes”, assim como a modernidade, período responsável, segundo Ferreira (2010), pelo preconceito de que arte e ciência são “campos opostos e inconciliáveis”. Segundo Willians (2007, p. 60), até o século XVIII a maioria das ciências eram artes, mas a distinção entre essas áreas, “opostas de habilidade e de esforço humanos, com métodos e finalidades fundamentalmente diferentes”, ocorreu no início do século XIX. Um dos responsáveis por essa oposição seria Immanuel Kant (1724-1804) que propôs a categorização da arte na “esfera estética, devendo

ser julgada a partir de parâmetros de beleza, que colocam as obras de arte como objetos de fruição, contemplação e criação artística” (FERREIRA, 2010). A arte, por essa percepção, incorpora valores como o gosto pessoal, o sentimento e a imaginação, afastando-se dos ideais de clareza, objetividade e verdade do conhecimento científico. Esses ideais são baseados em um modelo científico pautado na racionalidade e na eliminação do acidental na investigação, dirimindo a parte subjetiva e humana da pesquisa como uma forma de legitimação de um conhecimento científico produzido a partir do controle de variáveis. O homem, responsável tanto pela ciência quanto pela arte, encontra-se “perdido na divisão cartesiana do conhecimento”, incapaz de “compreender e questionar o mundo, por meio da ciência, da inserção do subjetivo na busca do objetivo” (SILVA; NEVES, 2015). A organização do método proposto por René Descartes (1569-1650) influenciou toda uma produção científica baseada na corrente filosófica que leva seu nome. Segundo Tavares e Hissa (2011, p.127), os alicerces cartesianos da epistemologia da ciência moderna levam ao “seu esvaziamento de mundo, à sua distância dos sujeitos do mundo, assim como à impessoalidade do seu texto desencantado”.

Em se tratando do método científico, outro filósofo, além de Descartes, contribuiu amplamente para sua estruturação, distanciando a ciência do “ocultismo” de seu período histórico: Francis Bacon (1561-1626). O afastamento da ciência de outras práticas cognitivas, como a alquimia, foi um dos processos alicerçados por Bacon, que criticava “a linguagem e os procedimentos assistemáticos e inteiramente subjetivos”, deixando as experiências irreprodutíveis e os resultados fraudáveis (OLIVEIRA, 2010). Segundo Batista (2010), Bacon almejava

superar e substituir os paradigmas escolásticos até então vigentes, os quais filosófica e cientificamente não propiciavam ao ser humano o conhecimento necessário para o efetivo domínio da natureza, razão pela qual se fazia preciso encontrar um novo caminho (método) para a produção de um tipo de conhecimento que fosse, acima de tudo, útil à humanidade (BATISTA, 2010, p. 172-3).

Uma das repercussões do modelo científico proposto por Descartes e Bacon na estruturação da Química foi a construção de uma teoria, no século XVIII, que aglutinasse a grande maioria dos investigadores: o flogisto ou o flogístico (ALFONSO-GOLDFARB et al., 2016, p. 111). Essa teoria seria a porta de entrada para a “Química moderna” por meio de sua refutação por Antoine Lavoisier (1743-1794) que baseava seus trabalhos no método científico construído historicamente sob influência de Descartes e Bacon.

Nota-se, então, que o período moderno, foi um dos perpetuadores de um método próprio das Ciências, que as afastaram de conhecimentos “mágicos” e também das Artes, relegando-as ao estético, ao belo e ao efêmero. Essa visão ignora a expressão artística como “uma forma específica de produção de conhecimento” e “uma dimensão do pensamento da técnica e da atividade produtiva” (FERREIRA, 2010), assim como a ciência. As rupturas epistemológicas entre essas áreas do conhecimento humano geraram ganhos e perdas ao longo de suas histórias e se encontram em xeque com a crise do modelo científico hegemônico, a partir da integração de outras formas de construção do conhecimento.

Considerando as discussões anteriores, este trabalho baseia-se nos conhecimentos históricos produzidos por essas duas áreas trazendo uma proposta para a formação de professores de Química a partir de uma disciplina que integre a Arte e o ensino de Química.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivos gerais

Verificar o potencial da integração da Arte como contexto para o ensino de Química a partir de uma disciplina optativa para os licenciandos do curso de Química da Faculdade de Educação (FaE) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

1.1.2. Objetivos específicos

1. Identificar as concepções dos licenciandos sobre contexto e contextualização no ensino de Química/Ciências;
2. Ofertar uma disciplina no Ensino Remoto Emergencial (ERE) e investigar as possibilidades desse formato;
3. Construir um conjunto de atividades que envolvam o contato dos licenciandos com diferentes práticas e obras artísticas, possibilitando sua fruição;
4. Identificar por meio da análise das produções dos licenciandos e de seus relatos ao longo dos encontros síncronos e, especialmente, no trabalho final da disciplina, as possibilidades apresentadas por eles para integrar Arte e Química/Ciências no ensino.

1.2 Justificativa

“Falar de formação de professores é sempre falar da formação do humano” (FELDMAN, 2013). Esta frase refere-se tanto à formação do professor quanto a sua atuação na formação de seus alunos. Destarte, partindo do entendimento que este trabalho propõe conexões entre os conhecimentos artísticos e científicos para a formação de professores, sua relevância está atrelada ao enriquecimento de experiências no ambiente acadêmico que possam ser transportadas para o ensino básico para de modo a contribuir com a formação do humano.

A concepção de que o ensino pretende transmitir as informações acumuladas pela humanidade, colocando o professor como aquele que domina os conteúdos logicamente organizados e estruturados a serem transmitidos aos alunos, obstaculiza uma aprendizagem que consiga gerar conhecimento e desenvolvimento (LEÃO, 1999). Propomos a conexão entre estudos de diferentes áreas do saber humano, como no caso deste trabalho, podendo resultar em novas perspectivas para a construção de outra realidade e da discussão de sua complexidade.

Ademais, a importância deste trabalho reflete-se no fato de que a pesquisa em formação de professores é infindável e possui contributos de diversas áreas. Contudo, a carência por atividades envolvendo Arte e o ensino de Ciências/Química no ensino superior, pode tornar este trabalho o começo de uma caminhada de pesquisas e investigações.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A integração entre Arte e ensino de Ciências

Parece que ainda não há um consenso na área do ensino de Ciências no sentido de que pode haver uma associação com a Arte. Palavras como “encontros” (ARAÚJO-JORGE, 2004), “entrecruzamentos” (TELLES, 2017), “caminho” (VEEN, 2009; MOURA, 2018), “relações” (FERREIRA, 2012; REIS; GUERRA; BRAGA, 2005; MOREIRA, 2002), “conexões” (ARAÚJO; MORAIS; PAIVA, 2015), “interação” (STAMOVLASIS, 2003; GALVÃO, 2006), “fusão metodológica” (PUGLIERI *et al.*, 2019), “diálogo” (OLIVEIRA; QUEIROZ, 2013; FERREIRA, 2010), “ponte” (ZANETIC, 2006), “aproximação” (ANDRADE *et al.*, 2014; PIETROCOLA, 2004), “articulação” (GUIMARÃES; SILVA, 2016; CACHAPUZ, 2007), “aliança” (DECCACHE-MAIA; MESSEDER, 2016) e “integração” (TURKKA; HAATAONEN; AKSELA, 2017) são utilizadas nas produções para indicar essa associação. Neste trabalho, optamos por tratar essa associação como uma integração, isto é, a forma pela qual as diversas expressões artísticas – literatura, desenho, pintura, teatro, música, escultura, fotografia, quadrinhos, dança e cinema – ajudam na abordagem de conteúdos (REIF; GRANT, 2010). No caso do ensino de Ciências, os conteúdos seriam componentes curriculares, como a transformação de fases de substâncias, a gravitação e a classificação dos seres vivos, assim como tópicos associados à natureza, história e filosofia da Ciência.

António Francisco Cachapuz, professor catedrático da Universidade de Aveiro e pesquisador da integração entre Arte e o ensino de Ciências, deflagra, em seus trabalhos, a carência da área por investigações sobre esse tema (CACHAPUZ, 2007 e 2014). Tal percepção afetou os caminhos deste capítulo que, inicialmente, seria guiado pelas integrações entre Arte e ensino de Química, mas que, devido à quantidade de produções relacionadas, ampliamos para o ensino de Ciências – Biologia, Física e Química. Essa ampliação aumentou o número de produções sobre o tema, necessitando, pois, sua categorização. As categorizações presentes neste trabalho não possuem uma metodologia quantitativa, mas busca um panorama geral do tema das integrações da Arte no ensino de Ciências.

A fim de investigar como as integrações entre Arte e ensino de Ciências são construídas e a sua abrangência, categorizamos as produções da literatura – artigos, dissertações, teses e capítulos de livros - na área de Educação e Ensino de Ciências que tratam do tema. Por ser um tema sob constante investigação e carente de produções, não se utilizaram ferramentas de seleção baseadas no Qualis do periódico ou no período das

publicações. A partir das publicações, as atividades e as práticas no ensino de Ciências podem ser categorizadas a partir da área da Arte escolhida, conforme o Quadro 1.

Quadro 1: Relação entre as áreas da Arte e as produções na área de Educação e Ensino de Ciências

Área da Arte	Produções
Literatura	<p>“Ciência na literatura e literatura na ciência” (GALVÃO, 2006); “Física e literatura: construindo uma ponte entre as duas culturas” (ZANETIC, 2006b); “Poesia na sala da aula de ciências? A literatura poética e possíveis usos didáticos” (MOREIRA, 2002); “O potencial das narrativas como recurso para o ensino de ciências: uma análise em livros didáticos de Física” (RIBEIRO E MARTINS, 2007); “Poetry and alkali metals: building bridges to the study of atomic radius and ionization energy” (ARAÚJO; MORAIS; PAIVA, 2015); “Física e literatura: a estrutura da ponte entre as duas culturas” (DEYLLLOT, 2019); “As renações de Emília no mundo da ciência” (SILVEIRA, 2019); “O que é ciência, Dona Benta? A literatura infantil de Monteiro Lobato na abordagem de questões acerca da natureza da ciência” (GROTO; MARTINS, 2015).</p>
Desenho, pintura, escultura e Arte contemporânea	<p>“Física e pintura: dimensões de uma relação e suas potencialidades no ensino de física” (GOMES; GIORGI; RABONI, 2011); “Química e arte contemporânea: uma abordagem interdisciplinar do tema lixo eletrônico” (GATTI; CARVALHO; AFONSO, 2018); “O ensino de química e arte por meio da temática ‘tintas’: uma abordagem interdisciplinar” (REIS;</p>

	<p>BRAIBANTE, 2018); “A abordagem CTS-Arte nos estudos das estações de tratamento de esgoto: uma prática no ensino fundamental” (ANDRADE <i>et al.</i>, 2014); “Ciência e arte na sala de aula: mediações possíveis entre arte urbana, Joseph Wright e o ensino de óptica geométrica” (SILVA, 2015); “The art and Science of light” (BOPEGEDERA, 2017); “Chemistry and art: removal of graffiti ink from paints grounded in a real-life scenario” (ESSON, SCOTT E HAYES, 2018); “Poetry, and Artistic Illustration: na interdisciplinar approach to teaching and promoting chemistry” (FURLAN; KITSON; ANDES, 2007); “A busca de diálogos entre ciência e arte como forma de construir caminhos de compreensão do pensamento científico” (REIS; GUERRA; BRAGA, 2005).</p>
Teatro, jogos teatrais, dança e música	<p>“Química por meio do teatro” (ROQUE, 2007); “A História e a Arte Cênica como Recursos Pedagógicos para o Ensino de Química - Uma Questão Interdisciplinar” (SÁ; VICENTIN; CARVALHO, 2010); “Teatro de fantoches: experiência psicodramática na formação de professores de química” (ALTARUGIO, 2018); “A contribuição da Arte para a formação inicial de professores de Química” (GUIMARÃES; SILVA, 2016); “O uso da arte como narrativa na abordagem CTS no ensino de ciências” (DECCACHE-MAIA; MESSEDER, 2016); “As relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade na</p>

	Arte de Chico Buarque” (CAMARGO; CAMARGO; SILVA, 2018).
Fotografia	“A fotografia científica no ensino: considerações e possibilidades para as aulas de química” (CUNHA, 2018); “Fotografia no ensino de química: uma proposta didática no contexto da socioeducação” (MARQUES, 2016); “A química da fotografia na perspectiva CTS de ensino” (MARQUES, 2012); “A química da fotografia e a fotografia da química” (SANTOS, 2016); “Teaching photography: interplay between chemical kinetics and visual art” (STAMOVLASIS, 2003).
Quadrinhos, mangás e fotonovela	“As fotonovelas no ensino de química” (FERREIRA; SILVA, 2011); “Utilizando a narrativa sequencial dos mangás para ilustrar conceitos de química” (IWATA; LUPETTI, 2018).
Cinema	“A imagem da ciência no cinema” (CUNHA; GIORDAN, 2009); “Ficção científica e ensino de ciências: para além do método de ‘encontrar erros em filmes” (PIASSI; PIETROCOLA, 2009); “Literatura e cinema no ensino de Física: interfaces entre a ciência e a fantasia” (PIASSI; GOMES; RAMOS, 2017).
História e filosofia da Arte	“Ciência e arte: um “entrelugar” no programa de pós-graduação em ensino em biociências e saúde” (FIGUEIRA-OLIVEIRA; RODRIGUEZ; MEIRELLES, 2012); “Estética e ensinagem na perspectiva da físicoquímica” (EICHLER; EICHLER; PINO, 2018); “A psicologia da arte de Vigotski e algumas notas sobre o químico (e o) artista” (MORI, 2018); “Arte

	<p>e ensino de ciências: a trama da complexidade” (LUCENA, 2013); “Contributos do diálogo entre a ciência e a arte para a educação em ciência no 1º CEB” (FERREIRA, 2008); “Ciência e arte: investigações sobre identidades, diferenças e diálogos” (FERREIRA, 2010); “Curiosidade e imaginação – os caminhos do conhecimento nas ciências, nas artes e no ensino” (PIETROCOLA, 2004); “Ciência e sociedade: retratos da história da termodinâmica na arte” (BORGES; FORATO, 2017); “A busca de diálogos entre ciência e arte como forma de construir caminhos de compreensão do pensamento científico” (REIS; GUERRA; BRAGA, 2017); “O processo criativo de Ampère na elaboração da eletrodinâmica” (GURGEL, 2017); “Artes e ciência: invasões nos espaços tradicionais para percepções além do ordinário” (TELLES, 2017).</p>
<p>Patrimônio artístico, conservação e restauração de bens culturais</p>	<p>“Teaching Polymer Chemistry through cultural heritage” (ALCANTARA-GARCIA; PLOEGER, 2018); “Articulação Ciência-Sociedade através do patrimônio artístico local – atividades e recursos didáticos centrados no Museu Cargaleiro” (PAIXÃO; JORGE; ANTUNES, 2016); “Ensino em ciências e educação para o patrimônio: uma fusão metodológica para o ensino de Química, a preservação patrimonial e a alfabetização científica” (PUGLIERI <i>et al.</i>, 2019).</p>

Como podemos observar, as produções são diversas e abordam diferentes áreas, tanto da Ciência quanto das Artes. A fim de discutir essas produções, Turkka, Haataonen e Aksela (2017) produziram um artigo no qual deflagram a ausência de produções que sistematizem as integrações entre Arte e ensino de Ciências. A partir disso, os autores promoveram uma análise das práticas que integram Arte e ensino de Ciências de 66 professores de Ciências do ensino básico, construindo uma estrutura analítica. Essa estrutura visa caracterizar a integração entre o ensino de ciências e a arte a partir de duas categorias básicas: conteúdo e atividades, divididas em três subcategorias cada (Figura 1).

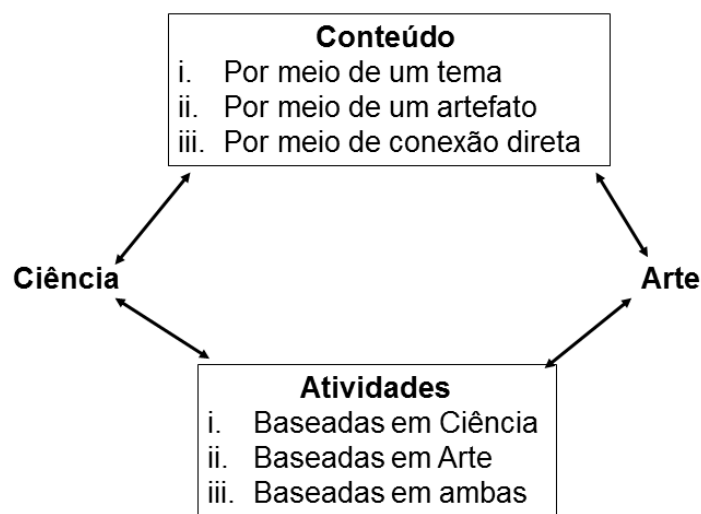


Figura 1: A estrutura de integração entre arte e ensino de ciências proposta por Turkka, Haatainen e Aksela (2017).

A integração, a partir do conteúdo, parte da ligação, direta ou indireta, entre ideias ou conceitos por meio de temas, artefatos ou técnicas. Já a integração a partir da atividade conecta uma atividade em um domínio e um conceito, ideia ou artefato no outro domínio. O modelo de análise permite que algumas atividades pertençam em ambos os parâmetros.

Neste trabalho, iremos utilizar a estrutura analítica proposta pelos autores em artigos e demais produções das áreas de Educação e Ensino que tratem das integrações entre Arte e ensino de Ciências. Apesar dos autores construírem essa estrutura analítica a partir de questionários destinados a professores do ensino básico a fim de investigar suas práticas, acreditamos que o trabalho de Turkka, Haataonen e Aksela (2017) pode ser aplicado em diferentes produções.

A categoria da integração da arte por meio de “Atividades” pode ser identificada nos trabalhos a partir de verbos ou substantivos que indicam atividades pedagógicas, como analisar, desenvolvimento, comparar ou desenho. As subcategorias são:

- i. Atividades baseadas em Ciências: são construídas a partir de práticas científicas, como dosagem e pesagem de pigmentos para estudo de cores (DANIPOG; FERIDO, 2011; KRAISIG; BRAIBANTE, 2017), análise das propriedades e pigmentos de pinturas (NIVENS ET AL., 2010; UFFELMAN, 2007; WELLS; HAAF, 2013) ou estudo dos polímeros utilizados em obras de arte (ALCANTARA-GARCIA; PLOEGER, 2018). As atividades baseadas em Ciências, geralmente, se fundamentam na medida das propriedades de uma obra de arte, ou seja, na análise dos materiais dos bens culturais. Essa análise científica da obra de Arte é uma área de interface entre a história da arte, a Química, a Física, as Ciências da Conservação e Restauração e várias outras (FIGUEIREDO JUNIOR, 2012). Outras atividades baseadas em Ciências envolvem a construção de modelos científicos a partir de técnicas e atividades artísticas, como a representação de modelos atômicos por meio de desenhos e materiais cotidianos (CIPOLLA; FERRARI, 2016) ou de ligações covalentes a partir de miçangas (TURNER, 2016).
- ii. Atividades baseadas em Arte: são construídas a partir do desenvolvimento de uma obra, construção ou técnica artística, como escrever um poema (ARAÚJO; MORAIS; PAIVA, 2015) ou desenhar (MOURA, 2018), fazer uma escultura de gesso ou construir um roteiro de uma animação em *stop motion* (DECCACHE-MAIA E MESSEDER, 2016), de uma peça de teatro (ROQUE, 2007) ou de uma fotonovela (FERREIRA; SILVA, 2011). É comum essas atividades trazerem o conteúdo científico como um tópico da produção artística e explorarem os potenciais da Arte de narrativa, em poemas e roteiros, e de expressão simbólica, em desenhos e pinturas. O potencial narrativo da Arte no ensino de Ciências foi investigado nos trabalhos de Deccache-Maia e Messeder (2016) e Ribeiro e Martins (2007). Em novas configurações curriculares, a narrativa se torna um recurso não apenas das aulas de línguas e começa a ser abordada nas disciplinas científicas. As narrativas podem ser produzidas pelos alunos em sala de aula a partir de um tema científico ou analisadas por eles, levando em conta sua contribuição para as Ciências. Na sala de aula de Ciências, as narrativas podem favorecer a “apresentação de conteúdos científicos e de ideias sobre a Natureza da Ciência num contexto social, histórico e cultural mais amplo” (RIBEIRO; MARTINS, 2007). Além disso, a inclusão das narrativas no currículo de Ciências pode fomentar o interesse dos alunos por conteúdos científicos, além de despertar sua criatividade na elaboração de uma história (DECCACHE-MAIA; MESSEDER, 2016).

- iii. Atividades baseadas em ambas: possuem práticas artísticas e científicas em um mesmo processo pedagógico. Geralmente, são associadas a processos de visualização de alguns fenômenos cotidianos ou experimento científico por meio de desenhos, pinturas e esculturas. Esses foram os motes principais do livro “Descobrimos a Ciência pela Arte: Propostas de Experiências” no qual as autoras propõem a investigação de temas científicos como “Água e Ar”, “Luz e Visão” e “Reação e Matéria” a partir de técnicas de pintura, escultura e desenho (KOHL; POTTER, 2003). Por exemplo, em uma das práticas apresentadas pelas autoras, “Palco Magnético”, há a proposta da construção de um teatro, a partir de uma caixa de sapato, onde os personagens de papel, com um clipe metálico fixado, se movimentariam sob o efeito de um ímã. Ao final da experimentação, Kohl e Potter (2003, p. 93) discutem o fenômeno do magnetismo.

A integração da Arte a partir da categoria “Conteúdo” é observada na relação, direta ou indireta, de um tema ou de um artefato em comum nas Ciências e na Arte ou em uma ligação direta entre os conteúdos das duas áreas. Essa categoria é comumente observada em produções teóricas, envolvendo a história e a filosofia da Arte e das Ciências. Na área da Educação, as investigações desse tipo são embasadas por três autores principais: Edgar Morin (CACHUPUZ, 2007; FIGUEIRA-OLIVEIRA; RODRIGUEZ; MEIRELLES, 2012; GALVÃO, 2006; LUCENA, 2013), Charles Percy Snow (BORGES; FORATO, 2017; FERREIRA, 2012; REIS; GUERRA; BRAGA, 2017; ZANETIC, 2006a e 2006b) e João Zanetic (GROTO; MARTINS, 2015; GURGEL, 2017; MOZENA, 2019; PIASSI; GOMES; RAMOS, 2017). Pela importância das contribuições desses autores à integração entre Arte e Ciências e sua repercussão na área da Educação, é necessário analisar suas publicações de forma mais detalhada.

Edgar Morin é o fundador da teoria filosófica do Pensamento Complexo que, nas palavras do autor, pode ser definida como “o que visa ultrapassar a confusão, o embaraço e a dificuldade de pensar com o auxílio de um pensamento organizador: que separa e que religa” (MORIN, 2015, p.118). Para Morin (2015, p. 119), o pensamento complexo permite “a possibilidade de religar e, ao mesmo tempo, de separar o ser humano da natureza e do cosmo” a partir do diálogo entre duas culturas: a científica e a humanística.

Segundo o autor, o mundo vive em diversas crises que geram desafios no campo do conhecimento, dentre eles o desafio cultural que compreende uma dicotomia entre as culturas das humanidades e das Ciências, desconsiderando um caráter inter, multi e transdisciplinares (MORIN, 2015, p. 128). Enquanto a cultura científica compartimenta as áreas do conhecimento para a realização de descobertas, a cultura humanística “estimula a reflexão

sobre o saber e favorece a integração pessoal dos conhecimentos” (MORIN, 2018, p. 17). Como as Ciências ocuparam um lugar privilegiado na construção de conhecimento, elas formaram, assim, o modo de pensar da sociedade, denominada, então, de “sociedade do conhecimento” (MORIN; DÍAZ, 2016, p. 18). Esse modo de pensar começou a ser questionado a partir da noção de que era “impossível apelar à ciência como portadora de um conhecimento definitivo” (MORIN; DÍAZ, 2016, p. 18), conferindo-a um caráter de incerteza, típico dos sistemas complexos. O entendimento da complexidade das Ciências, assim como suas implicações éticas e sociais, cabe à cultura humanística, sendo patente a integração entre esses campos do saber. O desafio cultural, então, repercutiu na área da Educação como um desafio cognoscivo de sistematização de uma nova epistemologia para “formar um pensamento complexo, que reconheça o que está tecido junto” (MORIN; DÍAZ, 2016, p. 72).

O distanciamento entre as duas culturas também foi tema de uma palestra de C. P. Snow publicado no Brasil com o título de “As duas culturas e uma segunda leitura”. Nele, o físico e romancista inglês deflagra o distanciamento entre dois grupos acadêmicos: os “cientistas” e os “colegas da literatura” (SNOW, 2015, p. 18). Segundo o autor, a polarização é causada pela incompreensão mútua, gerando figuras estereotipadas: os cientistas “inconscientes da condição humana” e os literatos “totalmente desprovidos de previsão” (SNOW, 2015, p. 22). Para Snow (2015, p. 27), o entendimento das Ciências como “cultura”, constituída por “atitudes comuns, padrões e formas de comportamento comuns” é primordial, porém era ignorado por seus contemporâneos do final da década de 1950. Tão grande foram as repercussões de suas constatações, que o autor escreveu um ensaio, “Duas culturas: uma segunda leitura”, no qual discute cada um dos questionamentos levantados por integrantes das duas culturas. Ao final desse ensaio, Snow revela seus desejos em propiciar aos estudantes que “não desconheçam a experiência criativa, tanto na ciência quanto na arte” (SNOW, 2015, p. 128).

No Brasil, a cultura também permeou os estudos do físico e professor sênior do Instituto de Física da Universidade de São Paulo, João Zanetic. Em 1989, Zanetic publica sua tese de doutorado em Educação intitulada “Física também é Cultura”, sob orientação do professor Luiz Carlos de Menezes, abrindo caminhos para diversas publicações e orientações, na busca por integrar a literatura e o ensino de Ciências. Seus estudos de doutoramento focaram, dentre outros objetivos, em “mostrar a física como um rico ‘laboratório’ cultural, muito mais complexo, vivo e mutante, como também sua influência nos pensadores de outras áreas” (ZANETIC, 1989, p. 6). O entendimento da Física como um importante elemento cultural, partícipe da compreensão de mundo e da construção de conhecimentos, inspirou alguns trabalhos, como os dois livros organizados pelo professor André Ferrer Pinto Martins: “Física ainda é cultura?” (2009) e “Física, cultura e ensino de ciências” (2019), que

copilam trabalhos de orientados e colaboradores de Zanetic. Em um desses trabalhos, Mozena (2019) discute a integração entre a Física e a Literatura – “duas culturas” - a partir do potencial imaginativo em ambas. Segundo a autora,

a imaginação sendo entendida como um processo de criação e recriação torna-se importante não apenas para a ciência, mas para todo ato racional, de tal maneira que fica insustentável a separação entre ela e o raciocínio científico (MOZENA, 2019. p. 102).

Citando obras de Pablo Neruda e as gravuras de Escher, a autora relaciona os conhecimentos e técnicas científicas com a forma de produção da Arte e atenta para o fato de que a integração entre “as duas culturas” não deve ocorrer a partir da “transposição ou tradução dos conceitos de uma para a outra” (MOZENA, 2019). A partir desse pressuposto, Mozena defende a experimentação na composição artística e a imaginação nos experimentos científicos.

Além da imaginação, o pensar científico pode ser discutido a partir da personagem Emília, de Monteiro Lobato, segundo o trabalho de Silveira (2019). Proveniente de seu doutorado sob orientação de Zanetic, Silveira (2019) investigou como o “senso prático, aplicativo, inventivo e com base científica” auxiliava a boneca Emília em suas descobertas pelo mundo fantástico construído pelo escritor paulista.

Outros trabalhos foram influenciados pelos estudos de Zanetic, como as integrações entre literatura, cinema e o ensino de Física de Piassi, Gomes e Ramos (2017) e a investigação de Gurgel (2017) sobre o processo criativo de Ampère na eletrodinâmica, mostrando como a Ciência pode ser entendida como uma construção humana, influenciada por períodos históricos e demandas sociais, assim como a Arte.

É importante ressaltar que tanto Morin quanto Snow figuram, geralmente, em produções na área de Educação e Ensino embasando integrações entre a literatura e o ensino de Ciências. Já os estudos de Zanetic embasaram alguns estudos integrando artes plásticas. Ademais, esses autores são citados em diversas produções que integram a Arte e o ensino de Ciências por meio do “Conteúdo”. As subcategorias desse tipo de integração, segundo Turkka, Haataonen e Aksela (2017), podem ser denominadas de:

- i. Integração da Arte por meio de um tema: sugere um tema, tópico, fenômeno ou ideia geral e abrangente que podem ser abordados por ambas as áreas, como simetria, natureza, cor e luz. Esse tipo de integração pode ocorrer em projetos pedagógicos escolares maiores que possuem um tema genérico. O trabalho de Ferreira (2010) na construção de uma disciplina de pós-graduação em Ensino de Ciências do Instituto

Oswaldo Cruz é um exemplo dessa subcategoria. A disciplina “Leituras e reflexões em Filosofia, Ciência e Arte” propõe o estudo de referenciais teórico que uniam a Ciência e a Arte por meio da Filosofia. Logo, o tópico geral seria a Filosofia dentro da qual seriam discutidos temas como método científico, imaginação e criatividade na produção científica e o significado da Arte a partir de obras de Gilles Deleuze.

- ii. Integração da Arte por meio de um artefato: é um tipo de integração baseada em artefatos – máquinas, objetos ou obras de arte - que possuem, simultaneamente, características científicas e artísticas. Por exemplo, o trabalho de Reis, Guerra e Braga (2017) que relaciona desenhos feitos por Galileu e suas descobertas, assim como os processos de representação do espaço a partir de diversos movimentos artísticos como o impressionismo. Já Borges e Forato (2017) propuseram uma interpretação histórica dos acontecimentos científicos que impactaram a sociedade na Primeira Revolução Industrial a partir de pinturas de George Garrard e Willian Turner. No caso desses dois trabalhos, os artefatos seriam as pinturas e os desenhos produzidos em uma determinada época, que permitiram uma associação entre a história e os impactos sociais da Ciência. As propostas dessa subcategoria para a integração entre Arte e ensino de Ciências entendem a visão de mundo como “um complexo processo, por meio do qual diferentes elementos de nossas bagagens culturais se entrecruzam” (GURGEL,2017), distanciando a Ciência de perspectivas empírico-indutivistas.
- iii. Integração da Arte por meio de conexão direta: essa subcategoria é elaborada a partir de dois conceitos, ideias ou domínios principais entre Arte e Ciência que são conectados, sem mediação por artefatos ou temas. Por exemplo, uma conexão entre a série de Fibonacci com música e ondas na Física. Turkka, Haataonen e Aksela (2017) exemplificam que uma disciplina denominada “Música e Som” seria categorizada como uma conexão direta, visto que música é um domínio principal dentro da Arte.

Nota-se que as principais produções que integram a Arte por meio de um artefato envolvem a história da Arte e das Ciências, assim como parâmetros filosóficos e epistemológicos. A partir dessas categorizações é importante frisar que as subcategorias se sobrepõem e, em alguns trabalhos, selecionar apenas uma seria limitar os resultados da publicação. Vale ressaltar que um mesmo trabalho pode ter características de duas ou até das três subcategorias, contudo os trabalhos das categorias “Atividades” e “Conteúdo” não possuem uma relação muito estreita a ponto de haver sobreposições. O que ocorre nos trabalhos dessas categorias é que possuem os mesmos referenciais teóricos, entretanto as propostas pedagógicas de integração entre Arte e ensino de Ciências são distintas. Pelas sobreposições, optou-se por utilizar a ferramenta proposta por Turkka, Haataonen e Aksela

(2017) para um panorama qualitativo das integrações entre Arte e ensino de Ciências, distanciando de estatísticas.

2.2. Contextualização e contextos no ensino de Ciências/Química

A contextualização pode ser entendida, segundo Gilbert (2006) e Ültay e Çalik (2012), como uma estratégia que contribui no enfrentamento de alguns desafios apontados no ensino de Química, tais como:

- a sobrecarga curricular de conteúdos científicos;
- a fraca ligação entre o cotidiano dos alunos, os temas sociais e o currículo de Química;
- as dificuldades dos estudantes em transferir o conhecimento químico para diferentes contextos;
- o envolvimento passivo dos estudantes no processo de aprendizagem;
- a predominância de um ensino enfatizando a memorização de fatos, teorias e regras;
- a incapacidade das configurações curriculares em apresentar, para os estudantes, as razões para estudar Química.

Assim, a contextualização e o contexto se tornaram um imperativo em documentos oficiais e na prática de professores de Ciências. Nessa seção, iremos mostrar como os documentos oficiais tratam a contextualização do ensino de Ciências e quais as diversas concepções dos professores e de produções nas áreas de Educação e Ensino sobre esse tema a fim de associá-lo ao contexto das Artes.

Segundo Kato e Kawasaki (2011), a demanda por um ensino contextualizado vem de encontro à aprendizagem dos conteúdos científicos de forma fragmentada e isolada. Assim, a contextualização se tornou uma máxima nos documentos oficiais. Wartha, Silva e Bejarano (2013), baseando-se em documentos brasileiros, como os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 1998), discutem que a implantação do conceito de “contexto” na sala de aula de Química é proveniente da homologação, pelo Ministério da Educação, de políticas públicas de educação na busca de um ensino médio contextualizado com o cotidiano. Contudo, os autores atentam para o fato do cotidiano ser tratado como um “modismo”, para ensinar somente os conteúdos científicos, negligenciando aspectos sociais e culturais no ensino de Ciências. O cotidiano, então, consta nos livros didáticos como um artifício de motivação dos alunos, levando-os à discussão apenas de conceitos científicos. Essa forma de contextualizar o ensino de Ciências por meio do cotidiano distancia-o de uma proposta problematizadora que propõe “compreender um contexto de estudo para além do conceitual, ou seja, estudar também as possíveis implicações sociais, ambientais e políticas” (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013).

Para compreendermos o processo de contextualização presente nos livros didáticos e nas práticas dos professores, primeiramente, vamos discutir as definições propostas pelo PCNEM. O documento oficial voltado para o ensino de Ciências para o ensino médio – PCN Ensino Médio – contém orientações sobre a construção de metodologias e técnicas de contextualização do conteúdo. Segundo o documento, a contextualização é o caminho para a integração de tópicos de diversas áreas do conhecimento, pois a “forma mais direta e natural de se convocarem temáticas interdisciplinares é simplesmente examinar o objeto de estudo disciplinar em seu contexto real, não fora dele” (BRASIL, 2000, p. 14). Desta forma, os PCNEM propõem o estudo dos conteúdos de Ciências a partir do contexto no qual ele se insere, evocando informações de disciplinas variadas. Por exemplo, as orientações do documento sugerem que se trate de um mesmo problema ambiental sobre a perspectiva da Química, da Física e da Biologia, além de abarcar os fatores éticos e sociais – perspectivas da Geografia e da História - que contribuiriam para aquele contexto.

Mais à frente nos PCNEM, há a explicitação de três conjuntos de competências que devem ser desenvolvidas no ensino de Ciências: representação e comunicação, investigação e compreensão e contextualização sócio-cultural. Novamente, o documento trata a contextualização como um caminho para a interdisciplinaridade, especialmente com a área de Ciências Humanas, apresentando “as ciências e técnicas como construções históricas, com participação permanente no desenvolvimento social, econômico e cultural” (BRASIL, 2000, p. 23). Essa concepção do conhecimento técnico-científico permite o desenvolvimento do contexto a partir de quatro competências: Ciência e tecnologia na história, Ciência e tecnologia na cultura contemporânea, Ciência e tecnologia na atualidade, Ciência e tecnologia, ética e cidadania (BRASIL, 2000, p. 31). Assim, o documento deixa em aberto as possíveis metodologias de contextualização, apresentando diversas trajetórias possíveis: por meio da História e Filosofia da Ciência, do cotidiano de aplicação das tecnologias e das implicações sociais e culturais.

Sobre a contextualização no ensino de Química, primeiramente, é importante analisar as concepções dos professores sobre esse tema. A dimensão histórica e filosófica da contextualização sócio-cultural, presente nos PCNEM, não corresponde à maioria das concepções de professores do ensino básico (CORTEZ; DARROZ, 2017). Além disso, os estudos de Kato e Kawasaki (2011) identificaram as definições de contextualização dos docentes e as agruparam em três categorias: cotidiano do aluno, disciplinas escolares e histórico, social e cultural. Segundo os estudos dos autores, os professores entendem o contexto como os espaços de vivência dos estudantes (cotidiano do aluno), como a integração dos conteúdos científicos de forma interdisciplinar (disciplinas escolares) ou como a historização do objeto de aprendizagem, em uma relação do tipo parte/todo (histórico, social

e cultural). O entendimento da contextualização pelos professores e licenciandos como uma metodologia interdisciplinar é recorrente também nos trabalhos de Cortez e Darroz (2017) e Maffi et al. (2019). Assim, compreender a contextualização como relacionar “os conteúdos de ciências com os conteúdos de outras disciplinas, a fim de proporcionar um entendimento do motivo dos assuntos estarem nos currículos naquele momento” (CORTEZ; DARROZ, 2017) ou “os conhecimentos científicos com a realidade na qual o aluno está inserido, bem como com as outras áreas do conhecimento, fazendo uso, por exemplo, da interdisciplinaridade” (MAFFI ET AL., 2019) é bastante comum nas falas de professores e licenciandos em Ciências.

Segundo Silva e Marcondes (2010), os professores possuem três metodologias de contextualização: i) uma exemplificação, um entendimento ou uma informação do cotidiano, ii) atrelamento de conteúdos científicos com questões tecnológicas e sociais – caracterizando o movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) ou iii) transformação da realidade, com a inserção da prática social no ensino, visando a transformação social. A maioria dos professores caracteriza a contextualização de acordo com a primeira perspectiva, influenciando em seus caminhos didáticos (SILVA; MARCONDES, 2010). A contextualização pelo enfoque CTS representa uma integração entre os conteúdos da Ciência e sua visão do mundo natural, a tecnologia e a ação do homem na natureza e o cotidiano de ação social. A partir dessa integração, o aluno entra em contato com “explicações científicas, planejamento tecnológico e solução de problemas, e também tomada de decisão sobre temas práticos de importância social” (SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p. 66). O movimento CTS e as repercussões nas áreas da Educação e do Ensino de Ciências são diversas, não apenas no processo de planejamento curricular, repercutindo em uma formação cidadã que

precisa tornar os jovens criativos e críticos em relação às realizações da ciência e da tecnologia que, em inúmeras situações, eles próprios ajudaram a criar; precisa ajudá-los a pensar com respeito às aspirações de seus colegas e de todos os cidadãos; precisa torná-los cuidadosos com a sua saúde... e acima de tudo, precisa levá-los a pensar, num processo coletivo, nos resultados e consequências dos artefatos científico/tecnológicos (BAZZO, 2017, p. 157).

Bennett, Lubben e Hogarth (2007) discutem as possíveis integrações entre a contextualização no ensino de Ciências e a abordagem CTS. Segundo esses autores, uma das maneiras de contextualizar o movimento CTS no ensino é a partir de temas sociocientíficos ou controversos. Esses temas envolvem questões delicadas ligadas a controvérsias científicas que envolvem diferentes pontos de vista e posicionamentos éticos, morais, valorativos e sociais, como a biossegurança (COSTA; VENEU, 2018), o uso de defensivos agrícolas/agrotóxicos (FARIA, 2019) e a energia nuclear (SAUCEDO;

PIETROCOLA, 2019). As abordagens de temas sociocientíficos e dos pressupostos do movimento CTS podem ser feitas nas práticas de ensino de Química a partir da contextualização por meio das Artes.

O trabalho de Silveira (2019), por exemplo, discute a potencialidade da Literatura para aprender ciência e sobre o fazer ciência. Deccache-Maia e Messeder (2016), corroborando com o uso de narrativas no ensino de Ciências proposto por Silveira (2019), aproximam a técnica artística da animação *Stop Motion* com a abordagem CTS. Os autores propõem a construção de um curta-metragem a partir de temas sociocientíficos. Os estudantes ficaram envolvidos na construção de cenários e personagens concomitante à elaboração de um roteiro sobre as implicações dos trabalhos de Albert Einstein para a construção da bomba de fissão nuclear.

Outra forma de aproximação do movimento CTS com a Arte pode ser observada no trabalho de Andrade et al. (2014) que utiliza a estratégia CTS-Arte na construção de uma sequência didática para o ensino de Ciências com o objetivo de “proporcionar discussões de caráter político, social, ambiental, ideológico, a fim de permitir, também, o diálogo entre as diferentes culturas”. Havendo uma superação do uso da Arte apenas como forma de motivação para o estudo das Ciências, a abordagem CTS-Arte propõe que os bens culturais sejam entendidos como forma de expressão e de produção de conhecimento.

Essa superação pode ser construída a partir de diferentes abordagens. Vamos analisar, por exemplo, a estratégia proposta por Oliveira e Queiroz (2013), trazida na obra “Educação em Ciências e Direitos Humanos: reflexão-ação em/para uma sociedade plural”. Segundo os autores, a interação entre a Arte e o movimento CTS ocorre a partir do planejamento curricular do professor, mapeando os objetivos epistemológicos, relacionados à Natureza da Ciência e/ou às relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, e os conteúdos científicos que serão o foco da atividade, da aula ou da sequência didática. A Arte – quadro, filme, música etc. – seria, inicialmente, um caminho para abordar um tema social associado a esse conteúdo científico. A obra artística selecionada será uma inspiração para os alunos criarem a sua própria, baseados nas discussões sobre tecnologia e em algum experimento científico. A superação da Arte apenas como motivação para o ensino de Ciências é dada a partir do momento que é proposto aos estudantes a criação artística inspirada em uma obra, fazendo uma integração entre os conhecimentos a partir da contextualização. Desta maneira, o estudo da contextualização torna-se fundamental para outros entendimentos e práticas de ensino problematizadoras.

González (2004), buscando entender práticas problematizadoras no ensino de Ciências, discute três dimensões – histórica, metodológica e sócio-ambiental - que podem ser

consideradas no processo de contextualização. A dimensão histórica se aproxima de estudos sobre a construção das leis, teorias e modelos no ensino, de forma a oportunizar a compreensão do período histórico e cultural de construção do conhecimento científico. Essa discussão introduz a dimensão metodológica que entende o conhecimento científico como incompleto e inacabado, devido aos seus processos históricos. Para o autor, nessa dimensão, deve haver a superação de uma visão dogmática da Ciência, como um conhecimento “acabado e pré-fabricado”, e de um entendimento do ensino tendo o aluno como “mero consumidor e receptor” (GONZÁLEZ, 2004). Essa visão pode ser discutida a partir de um ensino que discuta sobre as Ciências como uma prática humana, não apenas um apanhado de princípios, leis e fenômenos descontextualizados. Para isso, os estudos da História e da Filosofia da Ciência, esclarecendo alguns pontos da natureza desse conhecimento, podem construir outra perspectiva das práticas científicas. Segundo Peduzzi e Raicik (2020), essa perspectiva se baseia na compreensão de que as observações científicas não são neutras, fazendo com que as leis e as teorias que delas derivam sejam criações do intelecto humano e passíveis de mudanças temporais.

As dimensões histórica e metodológica, tratadas por González (2004), permitem uma concepção de Ciência a partir de sua interação com o mundo ao nosso redor e de sua relação com a realidade, perfazendo, assim, a dimensão sócio-ambiental, na qual há atuação social a partir dos conhecimentos científicos. Para tanto, há necessidade de configurações curriculares condizentes com o contexto. Podemos perceber, então, uma multiplicidade de definições e metodologias sobre a contextualização, sendo, portanto, importante delimitar uma estrutura que servirá de base para este trabalho.

Segundo Duranti e Goodwin (1992), apesar de conceitos consolidados possibilitarem ferramentas analíticas apuradas, uma única e precisa definição de contexto e do processo de contextualização pode não ser possível. Assim sendo, os autores analisam o contexto a partir de suas dimensões linguísticas e propõem que ele envolva a justaposição de duas entidades: um evento focal e um campo de ação no qual o evento está inserido (DURANTI; GOODWIN, 1992, p. 3). O evento focal é construído a partir das linguagens verbal e não-verbal e pode ser entendido como o fenômeno a ser contextualizado. Esse processo de contextualização é dado a partir de diferentes modos pelo professor, como a fala, uma figura ou um gesto indicador de um determinado contexto, apresentando o evento focal como um fenômeno multimodal. O contexto, então, torna-se uma estrutura que limita o evento focal e fornece fontes para sua interpretação apropriada (DURANTI; GOODWIN, 1992). O trabalho desses autores contribuiu para discussões do contexto no ensino de Química, como os estudos de John K. Gilbert (GILBERT, 2006; GILBERT; BULTE; PILOT, 2011), que guiaram as investigações deste trabalho. Segundo Gilbert (2006), o contexto no ensino de Química pode ser dividido em quatro

atributos – cenário, ambiente, linguagem e conhecimento prévio. Wilson, Evans e Old (2016) sistematizaram estes atributos na construção de um planejamento de ensino de Química sobre aquecimento global representados a seguir (Quadro 2).

Quadro 2: Atributos do contexto e exemplos de acordo com Gilbert (2006)

Atributo	Exemplo
Cenário: onde, quando, como o evento focal é situado?	O cenário é o exemplo específico do local do evento. O evento focal é o fenômeno geral do aquecimento global, abordado no mundo inteiro em diferentes cenários.
Ambiente: o que as pessoas fazem nessa situação; quais as ações as pessoas tem?	Pessoas possuem várias maneiras de reduzir a produção de gases estufa e removê-los da atmosfera.
Linguagem: qual a linguagem que as pessoas utilizam para falar sobre suas ações?	As estruturas moleculares dos gases estufa são discutidas, com uma ênfase em particular na forma como as vibrações levam aos efeitos observados.
Conhecimento prévio: quais são os conhecimentos prévios daqueles que atuam?	São necessários conhecimentos sobre estrutura molecular e conversão de energia.

Fonte: Adaptado de Wilson, Evans e Old (2016) e Gilbert (2006).

Acreditamos que esses atributos, assim como o contexto no ensino de Química que envolva as dimensões linguísticas, ampliam o conceito do termo e suas aplicações. Destarte, o ensino de Química se integra às Artes nesse processo onde os cenários do contexto são múltiplos, suscitando ambientes em sala de aula e o contato com a linguagem científica e artística na construção de conhecimentos e currículos. Essa noção de contexto, na área do ensino de Química, segundo Gilbert, Bulte e Pilot (2011), implica alguns critérios para a análise de currículos contextualizados. A partir dessa análise, os autores discutem que um currículo é construído a partir de uma percepção de como a aprendizagem ocorre. Currículos estruturados a partir do entendimento do conhecimento como uma construção ativa feita pelo estudante oferece o melhor caminho para a contextualização (GILBERT; BULTE; PILOT, 2011). Segundo os autores, um currículo contextualizado auxilia na aprendizagem quando o estudante reconhece, está interessado e valoriza a situação na qual o conteúdo é ensinado. Para Gilbert (2006), o currículo contextualizado pode ser entendido segundo quatro modelos:

- i. Contexto como a aplicação direta dos conceitos: aproximação dos conteúdos científicos com o cotidiano do estudante, em uma abordagem que preza por conceitos e suas aplicações (eventos focais);
- ii. Contexto como reciprocidade entre conceitos e aplicações: os conceitos científicos se relacionam como suas aplicações, assim como as aplicações afetam o significado atribuído aos conceitos. Por exemplo, o conceito de “água pura” seria diferente para um professor de Ciências, para um bioquímico e para um técnico em Química;
- iii. Contexto promovido pela atividade mental pessoal: baseado em pressupostos da psicologia construtivista, esse modelo é construído a partir de três elementos – os cenários do evento focal (situações), a fala (contexto) e as ligações entre a fala e algum tema recorrente da vida do estudante (narrativa). A narrativa é proveniente de um livro, um vídeo ou uma notícia proveniente de algum meio de divulgação científica. Portanto, esse modelo é observado na educação química informal (STOCKLMAYER; GILBERT, 2002, p. 152). Segundo esse modelo, um evento focal é firmado dentro do cenário pessoal de cada estudante que indica seu conhecimento prévio para discutir outros conhecimentos trazidos pelo professor em sala de aula;
- iv. Contexto como circunstâncias sociais: o contexto é entendido como uma entidade cultural na sociedade, relacionando o ensino de Química a tópicos considerados importantes para a vida em comunidade. Desta forma, um contexto poderia ser a pesquisa científica sobre modificações genéticas, obesidade ou clima global.

O último modelo de contextualização pode ser exemplificado pelo livro didático organizado pela American Chemical Society: “Chemistry in Context: Applying Chemistry to Society”, de Stanitski, Eubanks, Middlecamp e Stratton (2000). Toda a obra apresenta contextos sobre a sociedade, especialmente temas ambientais em capítulos como “A Química do aquecimento global”, “Neutralizando a ameaça da chuva ácida” e “Protegendo a camada de ozônio”. As atividades são possuídas enunciados que problematizam a Química em contextos sociais e culturais. Por exemplo, no capítulo “O ar que respiramos”, as discussões sobre reações químicas são provenientes da queima de combustíveis e a formação dos dióxidos de carbono e enxofre e suas implicações ambientais (STANITSKI *et al.*, p. 25, 2000).

Além da *American Chemical Society*, internacionalmente, a contextualização no ensino de Química é proposta em diversos projetos educacionais, como o *Salter's Approach* da Universidade de York, na Inglaterra. Bennett e Lubben (2006) discutem o desenvolvimento do *Salter's Approach* no ensino superior, em um programa intitulado *Salter's Advanced Chemistry* para alunos de 17 a 18 anos, no começo da década de 1990. Esse programa visava mostrar as aplicações da Química no mundo e como era o trabalho científico em Química, além de

relacionar os conteúdos com a vida cotidiana a partir de diferentes atividades de ensino-aprendizagem. O currículo era baseado em narrativas – *storylines* – que tratavam de temas como os elementos da vida e do corpo humano, o desenvolvimento de combustíveis e de polímeros. O programa contou com a participação do corpo docente na produção do currículo e possibilitou que mais estudantes optassem por continuar seus estudos em disciplinas com conteúdos de Química durante seu percurso acadêmico (BENNETT; LUBEN, 2006).

Essas abordagens internacionais são denominadas *context-based*, segundo Bennett e Holman (2002), resultam em design curriculares mais próximos da vida dos alunos. As abordagens curriculares *context-based* no ensino são aquelas nas quais contextos e aplicações da Ciência são utilizados como o ponto de partida para o desenvolvimento de ideias científicas, contrastando com metodologias nas quais ocorre primeiro a discussão dos conteúdos científicos, seguido por uma aplicação (BENNETT; LUBBEN; HOGARTH, 2007). O ensino contextualizado pode motivar os alunos e apresentar diferentes pontos de vista para um mesmo conceito científico, oportunizando diversas formas de entendimento do conteúdo de Química. Há, inclusive, uma alteração na prática dos professores em um currículo contextualizado, que buscam testar novos materiais e metodologias na construção de suas aulas (BENNETT; HOLMAN, 2002).

Em suma, essa pluralidade de definições e concepções que o contexto assume no ensino de Ciências contribuiu para a construção de uma disciplina de optativa de 30 horas envolvendo o contexto das Artes. Guiamos nossas investigações a partir dos estudos de Gilbert (2006), no qual o contexto pode ser estruturado pelo professor a partir de eventos focais, contribuindo para a discussão dos conteúdos científicos. Para uma melhor compreensão dessa investigação, passamos para a parte metodológica do trabalho no próximo capítulo.

3. METODOLOGIA

3.1. Metodologia da pesquisa (pesquisa-ação)

A pesquisa realizada possui uma pluralidade de denominações, dependendo das referências utilizadas: engajada, aplicada, do professor, do professor pesquisador, pesquisa prática reflexiva, pesquisa-ação, pesquisa do prático ou pesquisa de engajamento. A metodologia da pesquisa iniciou com a construção de um recurso educacional – uma disciplina optativa de 30 horas para o curso de licenciatura em Química da Universidade Federal de Minas Gerais - que poderia ser alterado mediante o seu desenvolvimento. A partir das aulas, foram coletados os dados e, posteriormente, analisados. A maneira como uma pesquisa é construída relaciona-se intimamente com os dados coletados e sua análise, configurando-se, assim, neste trabalho, uma pesquisa-ação. Essa pesquisa pode ser definida como a investigação voltada para a “resolução de problemáticas específicas do contexto da educação [...], concebendo condições aos profissionais dessa área e, possibilidades de ampliação nos modos de fazer, já existentes, ou criando novas formas, estratégias e inovações” (HETKOWSKI, 2016).

Esta pesquisa foi desenvolvida em um contexto de formação de professores, colocando seu autor como “pesquisador prático” (ANDRE, 2017) em um programa de mestrado profissional. Apesar do distanciamento dos programas de pós-graduação acadêmicos, o processo metodológico de uma pesquisa engajada de um mestrado profissional abarca

desde a própria formulação do problema, passando pela proposição da amostra, dos instrumentos para a obtenção das informações, e, de modo especial, o desafio da construção dos dados, das análises efetuadas e das conclusões às quais chega o estudo. A palavra rigor continua muito evocada, assim como a preocupação com a coerência entre conclusões e problema, ou questões iniciais (LÜDKE, 2009, p. 98-9).

3.2. Metodologia da coleta e análise de dados e contexto da pesquisa

Os dados foram obtidos por meio de uma disciplina optativa de 30 horas ofertada no primeiro semestre de 2020, que, devido à pandemia de Covid-19, ocorreu entre os meses de agosto a novembro. Essa disciplina, denominada “Ateliê de Ciências”, contou com encontros síncronos na plataforma Microsoft Teams (Figura 2) e atividades assíncronas, as quais foram desenvolvidas pelos licenciandos em suas casas. Como cada uma das atividades propostas

na disciplina “Ateliê de Ciências” possui na sua abordagem diferentes práticas artísticas e científicas, os dados coletados possuem natureza distinta. Neles estão presentes, relatos escritos e orais dos licenciandos, fotografias de suas produções e registros em caderno de campo. Todas as fotografias das produções dos licenciandos foram feitas por eles e compõem os dados deste trabalho, assim como as gravações das aulas e as transcrições de falas, mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) – Apêndice B.

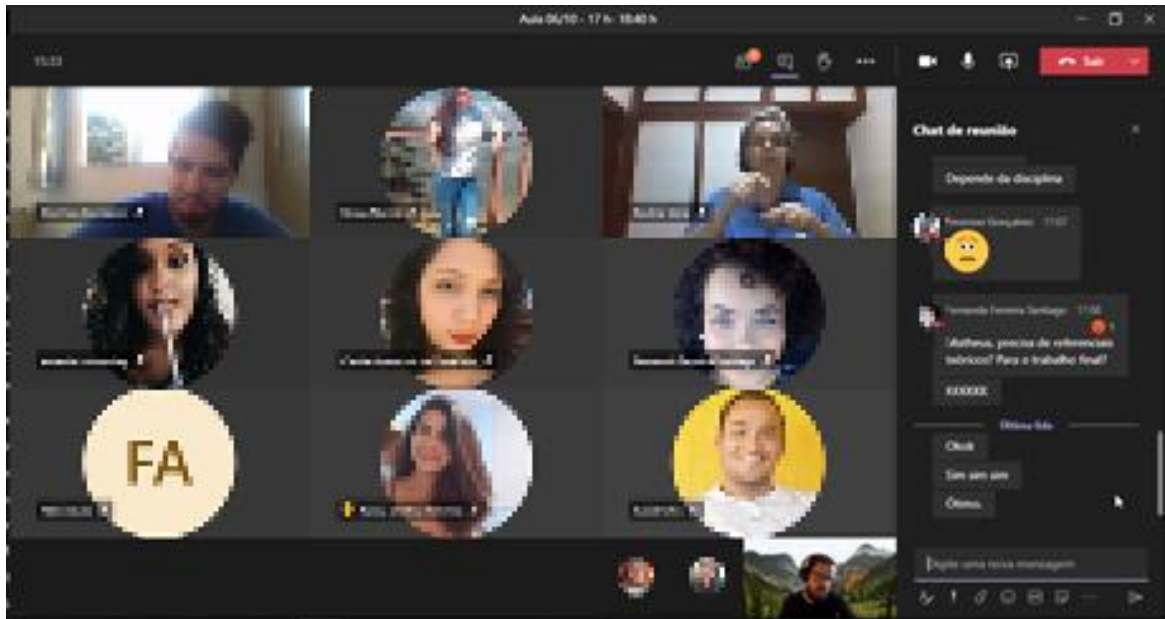


Figura 2: Imagem da tela do programa Microsoft Teams.

Fonte: o autor.

As gravações dos encontros síncronos foram feitas por meio do programa OBS Studio e as fotografias das atividades assíncronas foram enviadas por e-mail aos professores-pesquisadores deste trabalho. O programa OBS Studio é gratuito e grava toda a tela do computador, assim como os sons provenientes de diferentes fontes. Além disso, alguns dados foram retirados do chat da plataforma do Microsoft Teams, que pode ser visualizado na parte direita da Figura 2. Nele, os licenciandos discutiam, por meio de mensagens escritas, alguns temas do encontro síncrono. Outros registros escritos foram os e-mails enviados pelos estudantes aos professores da disciplina, acompanhando o registro da atividade assíncrona.

A coleta de dados a partir das gravações dos encontros síncronos referentes a cada atividade proposta foi feita da seguinte forma:

- Inicialmente, houve a visualização da gravação do encontro em sua totalidade, anotando os momentos (minutos e segundos) em que ocorreram alguns eventos, como uma pergunta proposta pelos professores, a participação de um aluno ou uma dúvida de um estudante;

- A partir dessa visualização, levantamos os temas debatidos no encontro e quais eram as percepções dos licenciandos sobre eles;
- A partir dos momentos registrados na primeira etapa, selecionamos algumas falas dos licenciandos para transcrição. As falas selecionadas foram aquelas nas quais continham as concepções dos licenciandos sobre o tema da atividade. Os registros dessas transcrições, assim como suas análises, estão presentes nos Capítulos 4 e 5 deste trabalho;
- As transcrições foram feitas manualmente, sem o auxílio de programas.

Alguns relatos coletados foram retirados dos fóruns da plataforma Moodle (Figura 3), onde os estudantes discutiram em fóruns alguns pontos deste trabalho, como a construção de modelos científicos e suas concepções sobre a Arte e os artistas. Nesses fóruns, os alunos respondiam a uma pergunta e contribuíam discussões iniciadas pelos professores ou demais licenciandos. Houve, então, a transcrição desses relatos a fim de analisar as percepções dos licenciandos sobre esses pontos que estão localizados em diversos capítulos e seções. Além de fornecer a ferramenta do fórum, o Moodle também foi responsável pelo contato dos estudantes com os materiais da disciplina, sendo atualizados semanalmente.



Figura 3: Imagem da tela do fórum da plataforma Moodle.

Fonte: o autor.

Outra ferramenta de coleta de dados utilizada por esse trabalho foi o questionário (Apêndice A), que auxiliou a traçar um perfil dos licenciandos matriculados na disciplina “Ateliê de Ciências”. A importância em conhecer os alunos vai ao encontro do contexto selecionado para este trabalho: a Arte. Acreditamos que cada contexto possui suas especificidades e, quando tratamos das Artes, isso vai além, devido a suas diversas formas de expressões,

campos de estudo e tipos de obras. Portanto, é importante identificar se os licenciandos matriculados no “Ateliê de Ciências” possuem alguma relação com a Arte (o contexto). O questionário também atuou neste trabalho como um instrumento de coleta das concepções dos estudantes sobre o contexto e o fenômeno da contextualização no ensino de Ciências/Química.

Ademais, a disciplina propõe para os licenciandos, como trabalho final, um planejamento de atividade escolar que integre a Arte e o ensino de Ciências. Esse trabalho final também foi uma fonte de dados para discutir a forma como os alunos contextualizaram as práticas e os conhecimentos artísticos com os conteúdos científicos, analisado na seção 5.7 desta dissertação.

3.3. Organização da disciplina “Ateliê de Ciências: atividades artísticas para o ensino de Química”

Inicialmente, a disciplina seria baseada em conjuntos de atividades² baseados em diferentes áreas das Artes, como desenho, pintura, escultura etc. O fio condutor que uniria esses conjuntos seriam propiciar o contato dos licenciandos em Química da Universidade Federal de Minas Gerais com as obras artísticas, seja por meio da criação, visualização e/ou fruição. A partir do quadro pandêmico em 2020, com o fechamento das instituições universitárias e a proposta do Ensino Remoto Emergencial, essa divisão da disciplina em conjuntos de atividades se consolidou. A disciplina “Ateliê de Ciências: atividades artísticas para o ensino de Química” foi, então, estruturada em cinco grupos de atividades divididas síncronas e assíncronas. As atividades assíncronas - produções artísticas, experimentações científicas e participações em fóruns na plataforma Moodle - foram desenvolvidas remotamente pelos alunos em suas casas. Já as atividades síncronas ocorriam na plataforma do Microsoft Teams, onde os estudantes e os professores analisavam as produções feitas na semana e discutiam temas associados a cada uma delas. Foram doze encontros síncronos ocorrendo às quartas-feiras, de 17:00 h às 18:40 h. As datas em que ocorreram os encontros síncronos, assim como o planejamento das atividades em grupos, estão discriminados no Quadro 3.

² Consideramos o termo atividade atrelado ao conceito proposto por Giaretton e Szymanski (2015) que a entendem “como objeto central na organização do trabalho educativo, é necessário compreendermos os elementos que a compõem, conforme já citado: as ações e as operações, que por sua vez são delimitadas pelos motivos, necessidades e objeto que tornam o ato educativo repleto de sentido e significado social”.

Quadro 3: Datas das atividades da disciplina "Ateliê de Ciências"

Datas	Atividades
05/08 -11/08	<ul style="list-style-type: none"> • Encontro síncrono: encontro online para apresentação da disciplina e discussões iniciais (dia 05/08) • Atividade assíncrona (Grupo 1): resposta ao questionário online, preenchimento do TCLE e participação no fórum "Onde a Arte encontra a Ciência?" (até o dia 11/08)
12/08 – 18/08	<ul style="list-style-type: none"> • Encontro síncrono (Grupo 1): encontro online para a discussão do fórum "Onde a Arte encontra a Ciência?" e discussão sobre a atividade "Desenhando os elementos químicos" (dia 12/08) • Atividade assíncrona (Grupo 1): desenvolvimento da atividade "Desenhando os elementos químicos" e envio dos trabalhos (até o dia 18/08)
19/08 – 25/08	<ul style="list-style-type: none"> • Encontro síncrono (Grupo 1): encontro online para a discussão da atividade "Desenhando elementos químicos" e discussão sobre "A Ciência das tintas e dos pigmentos" (dia 19/08) • Atividade assíncrona (Grupo 2): desenvolvimento da atividade "A Ciência das tintas e dos pigmentos" e envio dos trabalhos (até o dia 25/08)
26/08 – 01°/09	<ul style="list-style-type: none"> • Encontro síncrono (Grupo 2): encontro online para a discussão da atividade "A Ciência das tintas e dos pigmentos" e discussão dos resultados do questionário online (dia 26/08) • Atividade assíncrona (Grupo 2): leitura de artigos sobre contextualização no ensino de Química/Ciências e participação no fórum "Contextos e contextualização no ensino de Ciências" (até o dia 01°/09)
02/09 – 08/09	<ul style="list-style-type: none"> • Encontro síncrono (Grupo 2): encontro online para aula expositiva sobre contextualização e integração da Arte no ensino de Ciências/Química e discussão da atividade "Desenho negativo" (dia 02/09) • Atividade assíncrona (Grupo 3): desenvolvimento da atividade "Desenho negativo" e envio dos trabalhos (até o dia 08/09)
09/09 – 15/09	<ul style="list-style-type: none"> • Encontro síncrono (Grupo 3): encontro online para discussão da atividade "Desenho negativo", sobre a imagem no ensino de Ciências/Química e introdução à atividade "Fotografando a Ciência" (dia 09/09)

	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade assíncrona (Grupo 3): desenvolvimento da atividade “Fotografando a Ciência” e envio dos trabalhos (até o dia 15/09)
16/09 – 22/09	<ul style="list-style-type: none"> • Encontro síncrono (Grupo 3): encontro online para discussão da atividade “Fotografando a Ciência” e sobre os processos artísticos que envolvem procedimentos químicos (dia 16/09) • Atividade assíncrona (Grupo 4): leitura de artigos sobre modelos científicos, modelos artísticos e participação nos fóruns “Os modelos na Arte e na Ciência” (até o dia 22/09)
23/09 – 29/09	<ul style="list-style-type: none"> • Encontro síncrono (Grupo 4): encontro online para discussão sobre modelos artísticos e científicos a partir do fórum “Os modelos na Arte e na Ciência” e apresentação da atividade “ModelArte” (dia 23/09) • Atividade assíncrona (Grupo 4): desenvolvimento da atividade “ModelArte” e envio dos trabalhos (até o dia 29/09)
30/09 – 06/10	<ul style="list-style-type: none"> • Encontro síncrono (Grupo 4): encontro online para discussão sobre a atividade “ModelArte” e apresentação da atividade “Restauro e conservação do patrimônio” (dia 30/09) • Atividade assíncrona (Grupo 5): 1ª parte da entrevista com o prof. João Cura (EBA – UFMG) e participação no fórum (até o dia 06/10)
07/10 – 13/10	<ul style="list-style-type: none"> • Encontro síncrono (Grupo 5): encontro online para discussão dos aspectos CTS do restauro e conservação de bens culturais no ensino de Ciências/Química e introdução ao tema de autenticação de obras de arte (dia 07/10) • Atividade assíncrona (Grupo 5): 2ª parte da entrevista com o prof. João Cura (EBA – UFMG) e participação no fórum (até o dia 13/10)
14/10 – 20/10	<ul style="list-style-type: none"> • Encontro síncrono (Grupo 5): encontro online para discussão da 2ª parte da entrevista com o prof. João e sobre o trabalho final (dia 14/10) • Atividade assíncrona: desenvolvimento do trabalho final em grupo (envio até o dia 19/10)
28/10 – 03/11	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade síncrona: encontro online para discussão/apresentação dos trabalhos finais e considerações sobre a disciplina (dia 21/10)

A disciplina optativa “Ateliê de Ciências: atividades artísticas para o ensino de Química”, foi registrada em reunião do Colegiado do Curso de Química pelo código FAE 481 e contava com 30 horas, perfazendo 2 créditos. Para a avaliação, foram distribuídos 100 pontos que foram divididos da seguinte forma:

- A cada grupo de atividades foi atribuído 14 pontos, totalizando 70;
- A atividade final, formada por uma parte escrita e uma apresentação no último encontro síncrono da disciplina, somavam os 30 pontos restantes, sendo 20 pontos para o arquivo escrito e 10 pontos para sua apresentação.

Para fazermos um panorama dos estudantes matriculados nessa disciplina, iremos discutir suas respostas ao questionário inicial no próximo capítulo.

É importante ressaltar que as atividades foram planejadas pelo autor desta dissertação e por sua orientadora, ambos com experiência no ensino de Química e distantes das práticas artísticas. Desta forma, elas se integram quando aos conteúdos científicos abordados e a forma de abordá-los. A proposta da disciplina “Ateliê de Ciências” foi propiciar o exercício da contextualização (Gilbert, 2006) aos licenciandos por meio das criações artísticas. A partir disso, propusemos o contato dos licenciandos com um panorama das artes plásticas, sem o aprofundamento na criação, nos materiais, nas técnicas e na composição artísticas.

3.4. Perfil dos alunos matriculados na disciplina

No primeiro encontro síncrono da disciplina, os alunos responderam a um questionário (Apêndice A), por meio de um link gerado pelo aplicativo Google Forms. A partir das respostas dos estudantes a esse questionário, conseguimos elaborar um perfil dos 18 matriculados na disciplina. Para traçar esse perfil, analisaremos nesta sessão os dados referentes ao contato dos estudantes com a Arte, suas informações gerais e suas experiências profissionais e acadêmicas (Parte A e Parte C). Consideramos levantar a experiência dos graduandos com a docência, assim como seu repertório cultural a partir da frequência aos espaços de Arte e Cultura. Os dados do questionário que dizem respeito aos conceitos que os licenciandos possuem sobre contexto e contextualização no ensino (Parte B) serão discutidos no capítulo 4.

Inicialmente, é importante ressaltar que os 18 alunos matriculados na disciplina responderam a todas às questões propostas. A partir dos dados coletados pelo questionário, dos 18 alunos – dois do curso de Pedagogia e 16 da licenciatura em Química - 13 eram mulheres e 5 homens, de idades entre 20 e 28 anos, sendo que a maioria (12 alunos) já havia cursado seis ou mais períodos do curso. Quinze estudantes estavam participando e/ou já

participaram de alguma atividade de estágio, destes, cinco participam ou participaram do PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência). Os demais, cursam ou cursaram as disciplinas de Estágio I ou Estágio II, além de desenvolverem atividades de estágio não obrigatórias em colégios da rede pública ou privada. Onze licenciandos participam ou participaram de programas de iniciação científica, sendo seis deles no Departamento de Química da UFMG. 61% dos estudantes matriculados já atuaram em práticas docentes – aulas particulares, monitorias ou professor reagente –, a maioria em escolas da rede privada. A maioria dos estudantes (nove) tiveram contato com a prática docente no Ensino Fundamental II (6º ao 9º ano), seguido pelo Ensino Médio (1º ao 3º ano) (oito estudantes).

Para a escolha das disciplinas optativas, esse grupo de 18 alunos considera, em ordem decrescente de relevância, o horário da disciplina, a carga horária (quantidade de créditos), o departamento ou a faculdade ofertante, os possíveis assuntos que serão tratados na disciplina (ementa), o professor que irá lecionar a disciplina e o título da disciplina. Outros fatores que são considerados: a interação do aluno com o assunto da disciplina, a preferência por disciplinas optativas da área da Educação, a carga horária total do semestre e as disciplinas que tratam de assuntos “pouco abordados”.

Quanto à participação em eventos e espaços culturais, 13 estudantes já frequentaram algum museu de arte em Belo Horizonte ou em sua região metropolitana. Os museus mais citados pelos estudantes foram o Museu de Minas e Metais, o Espaço do Conhecimento da UFMG, o Museu de Arte da Pampulha e o Centro Cultural do Banco do Brasil – CCBB. Os gráficos a seguir (Figuras 4 e 5) representam a frequência com que os alunos iam a eventos relacionados às artes plásticas (exposição de quadros, esculturas, gravuras, desenhos, instalações etc.) e os eventos culturais que os estudantes regularmente frequentaram antes das restrições de saúde devido à pandemia de Covid-19. Ressalta-se que o número de respostas presente no gráfico na Figura 5 não somam 100% porque os estudantes poderiam escolher mais de uma alternativa.

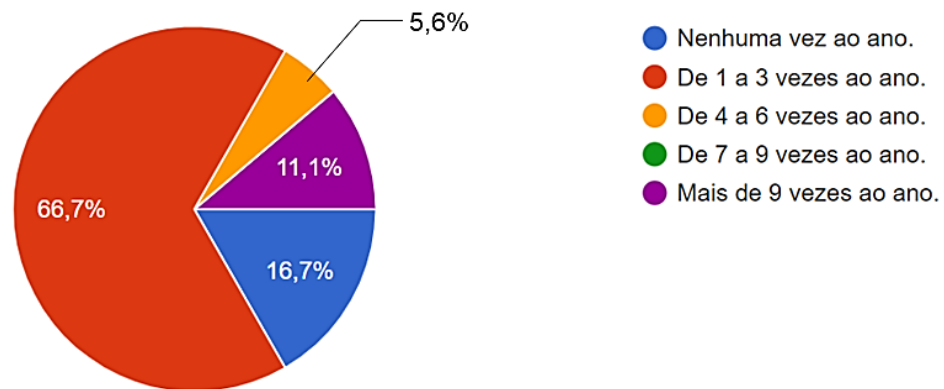


Figura 4: Gráfico da frequência de visitas dos licenciandos às espaços relacionados às artes plásticas.

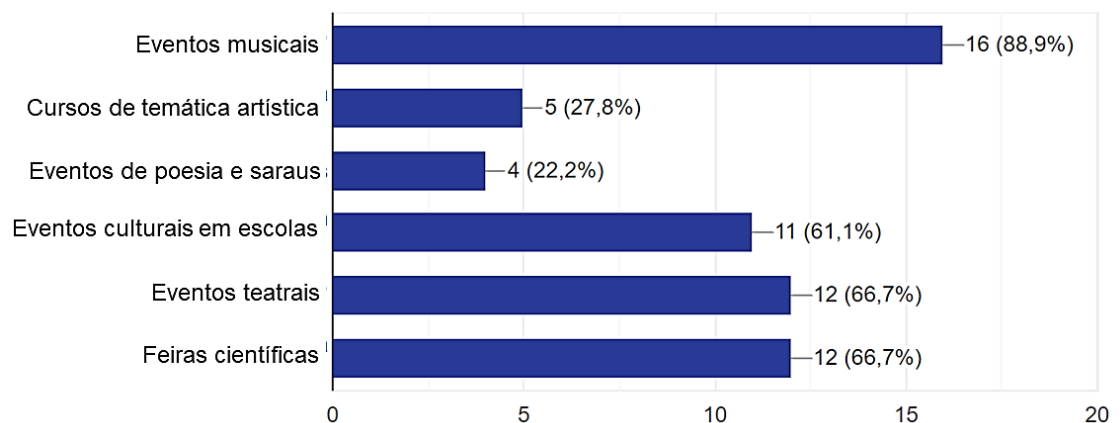


Figura 5: Gráfico dos eventos culturais a que os estudantes regularmente frequentavam antes da pandemia de Covid-19.

A partir das informações coletadas, percebemos que os estudantes matriculados na disciplina possuem experiência acadêmica e docente, assim como um contato com as Artes. Em relação aos eventos relacionados às artes plásticas, os licenciandos apresentaram uma menor frequência, visto que 83,4% deles apresentam nenhuma ou baixa frequência (de 1 a 3 vezes ao ano). A área das artes plásticas foi o tema de uma pergunta dos questionários visto que a disciplina “Ateliê de Ciências” foi construída baseada em experimentações e atividades que envolvem desenho, pintura e escultura. A partir destes dados, podemos ter um indicio que os estudantes matriculados na disciplina já tinham alguma proximidade com as Artes.

4. PERCEPÇÕES DOS LICENCIANDOS SOBRE CONTEXTO E CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

As percepções dos licenciandos sobre a contextualização no ensino de Química/Ciências foram coletadas a partir de duas fontes: suas participações em um fórum no Moodle e suas respostas às perguntas B4 e B5 do questionário (Apêndice A).

A participação no fórum contava com a elaboração de duas perguntas com base nos textos “Cotidiano e contextualização no ensino de Química” (WARTHA, SILVA, BEJARANO, 2013), “As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências” (KATO, KAWASAKI, 2011), “A contextualização na aprendizagem: percepções de docentes de Ciências e Matemática” (MAFFI et al., 2019) e “Visões de contextualização de professores de Química na elaboração de seus próprios materiais didáticos” (SILVA, MARCONDES, 2010). Além disso, os estudantes deveriam responder a duas perguntas propostas por um colega. Vamos apresentar aqui cinco dessas perguntas (P) e respostas (R), retiradas do fórum da plataforma Moodle e elaboradas por estudantes diferentes, para que possibilitem uma discussão sobre as definições dos licenciandos sobre o contexto e a contextualização (Quadro 4).

O critério de seleção das perguntas (P) e repostas (R) contidas no Quadro 4 corresponde aos temas que foram mais discutidos pelos licenciandos em suas contribuições. Além disso, optamos por esse conjunto de dados por conterem respostas bem estruturadas e com discussões pertinentes ao entendimento dos conceitos de contexto e contextualização dos estudantes da disciplina e/ou perguntas que abordassem os textos disponibilizados via plataforma Moodle. Para analisar esses dados, vamos destacar em negrito algumas expressões principais em cada conjunto pergunta-resposta e discuti-las posteriormente.

Quadro 4: Perguntas e respostas do fórum “Contextos e contextualização no ensino de Ciências”

P1: O texto “Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química” tem como definição de estudo de cotidiano algo que **não é apenas ficar no campo da exemplificação** de aspectos do dia a dia das pessoas e que também **não é usar o cotidiano como trunfo para motivar os alunos** a aprenderem conteúdos científicos. Para você, quais os métodos são os mais adequados para formular aulas que contextualizem o cotidiano e que estejam atreladas a cultura e arte?

R1: Na minha opinião, para a formulação de aulas que contextualizem o cotidiano e estejam atreladas a cultura e arte, é necessário, inicialmente, **conhecer o contexto sociocultural** em que determinada turma está inserida, para possibilitar, desta forma, a

execução de um planejamento da metodologia a ser utilizada, que promova a realização de uma **construção de significados**, por meio da relação de aspectos da realidade de cada aluno com o conteúdo a ser trabalhado. E diversas estratégias podem ser aplicadas, como a explicação de conceitos, através de atividades que estimulem a nossa criatividade (a atividade “Tintas e Pigmentos” é um exemplo muito forte disso).

P2: A partir da leitura dos textos, fica claro que a **contextualização de conteúdos com os fatos cotidianos** é extremamente importante para deixar mais claro o objetivo do aprender. Entretanto, não seria mais interessante procurar **contextos que estejam diretamente relacionados com os conhecimentos e vivências que os alunos já possuem?** E como a arte poderia facilitar nesse processo?

R2: Sim. Quando relacionamos contextos e conteúdos com aquilo que os alunos já vivenciam, já estão habituados, o conteúdo passa a ter mais sentido. Contudo, é necessário ficar atento, já que **os alunos também devem aprender e conhecer novos conteúdos, diferentes da sua realidade**. Acho que a arte facilita esse processo, pois tudo que vemos hoje em dia é de certa forma, uma arte. Uma propaganda na TV, um vídeo, uma música, um poema e até mesmo os edifícios na cidade. A arte pode ser contextualizada em todas as disciplinas, sendo uma ótima ferramenta para relacionar as vivências dos alunos ao conteúdo.

P3: Um dos textos traz o seguinte trecho: “Lima *et al.* (2000)³, a partir de uma crítica ao ensino de química não contextualizado (...) propõe um ensino alternativo no qual a cinética química é desenvolvida a partir de uma abordagem contextualizada”. Pegando a atividade 2 da nossa disciplina (preparo de tintas com cola e pigmentos), **como podemos contextualizá-la** em cinética química?

R3: Uma maneira possível de **contextualizar seria usar a atividade** do preparo de tintas a partir de pigmentos para se relacionar aos fatores que afetam as velocidades das reações químicas. Por exemplo, alguns pigmentos utilizados para o preparo da tinta necessitam de serem aquecidos. Pensando nisso, o professor pode problematizar os fatores que afetam a velocidade de reação.

P4: Perguntas sobre o artigo “Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química”, de Edson José Wartha, Erivanildo Lopes da Silva e Nelson Rui Ribas Bejarano.

³LIMA, J. F. L.; PINA, M. S. L.; BARBOSA, R. M. N.; JÓFOLI, Z. M. S. A contextualização no ensino de cinética química. **Química Nova na Escola**, Rio de Janeiro, n. 11, p. 27-29, 2000.

O artigo apresenta um estudo de Santos e Mortimer (1999)⁴ que analisaram as concepções de professores a respeito da contextualização no ensino de química e identificaram três diferentes entendimentos:

- a) Contextualização como estratégia para facilitar a aprendizagem;
- b) Contextualização como descrição científica de fatos e processos do cotidiano do aluno;
- c) Contextualização como desenvolvimento de atitudes e valores para a formação de um cidadão crítico.

(1) Considerando esses entendimentos, **em qual deles se encaixaria o ensino de química que presenciamos na maioria das escolas atualmente?**

(2) Você consegue citar um conteúdo de química que poderia ser abordado pelo entendimento (c), de forma que não abranja somente os conceitos científicos, mas também os **contextos sociais, culturais e políticos?**

R4: 1) Acredito que no entendimento da opção b se encaixaria melhor, pois na maioria das vezes **os fatos e fenômenos do dia a dia são utilizados apenas para representar os conceitos trabalhados nas aulas**. Alguns experimentos ou citações à materiais do dia a dia, por exemplo, geralmente são utilizados em sala somente como exemplos ou comprovações dos conteúdos que já foram dados, sem fazer uma real conexão com a realidade do aluno.

2) Acredito que o tema relacionado a medicamentos/drogas possa ser uma opção, pois é possível abordar aspectos químicos das substâncias em si, **contextualizando com aspectos biológicos, sociais e políticos**. Já considerando a arte, **pode ser feita uma abordagem cultural**, com o tema de preservação e restauração de obras de arte, por exemplo, incluindo os conceitos da química envolvidos.

P5: 1) Baseando-se no texto de Kato e Kawasaki, levando em consideração que os livros didáticos são em sua maioria padronizados e não refletem o dia a dia dos alunos, **como conciliar estes conteúdos irreais a eles com o seu dia a dia**, instigando a sua melhor aprendizagem?

2) Ainda no texto dos mesmos autores, levando em conta o trecho que aborda uma visão de ciência muitas vezes como “algo externo, separado da sociedade e neutra quanto

⁴ SANTOS, W.L.P. e MORTIMER, E.F. Concepções de professores sobre contextualização social do ensino de química e ciências. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, 22, 1999. *Anais...* Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Química, 1999

ao conhecimento que produz”, como realizar o ensino de ciência não somente levado a aquisição de conhecimentos, mas mostrando-a mais presente e **levando a sua prática no dia a dia dos alunos?**

R5: 1) Considerando que **não é possível encontrar uma realidade única que seja vivenciada por todos os alunos**, a escolha de temas e da forma como o conteúdo vai ser trabalhado vai depender do contexto de cada escola e de cada turma. Cabe ao professor disposição e abertura a procurar formas de motivar os alunos, considerando temas que estejam próximos a sua realidade. Uma opção, ao meu ver, é **considerar os conhecimentos prévios dos alunos sobre determinados conteúdos**, de forma a estimulá-los a participar do processo de construção do conhecimento, e não somente como ouvintes, que aceitam tudo que o professor fala.

2) Uma das opções que consigo ver é o **ensino por investigação**. Ao trabalhar em sala de aula atividades que requerem habilidades de análise crítica, proposição de hipóteses, solução de problemas, entre outras, é possível aproximar a realidade da sala de aula com a realidade científica, o que pode contribuir para diminuir os estereótipos da ciência e do cientista. Além disso, **atividades que envolvam aspectos históricos e da natureza** pode auxiliar na percepção da ciência como uma prática humana, diretamente ligada ao contexto social, cultural, político etc.

Analisando os conjuntos de perguntas e respostas apresentados no Quadro 4, há evidências de que os licenciandos associam o contexto com o cotidiano dos alunos, sendo o conhecimento científico a ele associado. Assim, os conteúdos de Ciências seriam abordados segundo o “contexto sociocultural dos alunos” (segundo o autor da pergunta 1 – P1) ou o cotidiano auxiliaria para destacar a aplicação do conhecimento científico discutido em sala de aula. A contextualização seria uma estratégia de ensino atrelada, segundo o autor da pergunta 2 (P2), a um “objetivo do aprender”. Contudo, o autor da resposta 4 (R4) vai além dessas concepções.

Pensando em uma abordagem crítica do ensino de Química, na qual estão atreladas implicações sociais e ambientais ao conhecimento científico, o autor da R4 propõe a abordagem dos conteúdos a partir de um tema: “medicamentos/drogas”. Por conseguinte, o estudante tencionou selecionar um tema e a partir dele integrar os conteúdos científicos, em um movimento de construção do contexto, aproximando-se das percepções de Gilbert (2006). Segundo esse autor, um contexto deveria possibilitar um significado coerente para algo novo, definido em uma perspectiva mais abrangente. A partir dessa abordagem de ensino, os estudantes atribuem significado aos conteúdos disciplinares e reconhecem sua relevância em suas vivências.

É importante destacar uma característica dos dados contidos no Quadro 4 que dará continuidade a nossa análise. As perguntas e as respostas foram produzidas a partir de um fórum na plataforma Moodle entre os dias 26 de agosto e 01º de setembro de 2020, ou seja, quando os estudantes já haviam realizado o conjunto de atividades “Desenhando os elementos químicos” e “A Ciência das tintas e dos pigmentos” (Capítulo 4). Isso explica, por exemplo, porque as perguntas P1 e P2 fazem menção ao campo das Artes e a resposta R1 cita os pigmentos produzidos. As maneiras como os licenciandos relacionam as Artes e o ensino de Ciências/Química será discutido no Capítulo 5.

Aprofundando as análises dos dados contidos no Quadro 4, vamos investigar os resultados das respostas dos alunos ao questionário. As Figuras 4 e 5 representam os gráficos da frequência com que algumas percepções, categorizadas em três grupos – A, B e C –, aparecem nas respostas dos estudantes a duas perguntas do questionário (B4 e B5 do Apêndice A). Como uma resposta poderia trazer mais de uma percepção, a soma dos grupos A, B e C, em ambos gráficos, excede 18, apesar de esse ser o número de estudantes que responderam ao questionário. A Figura 6 se refere à pergunta “Considerando suas experiências no ensino básico e superior, indique características de uma aula contextualizada”.

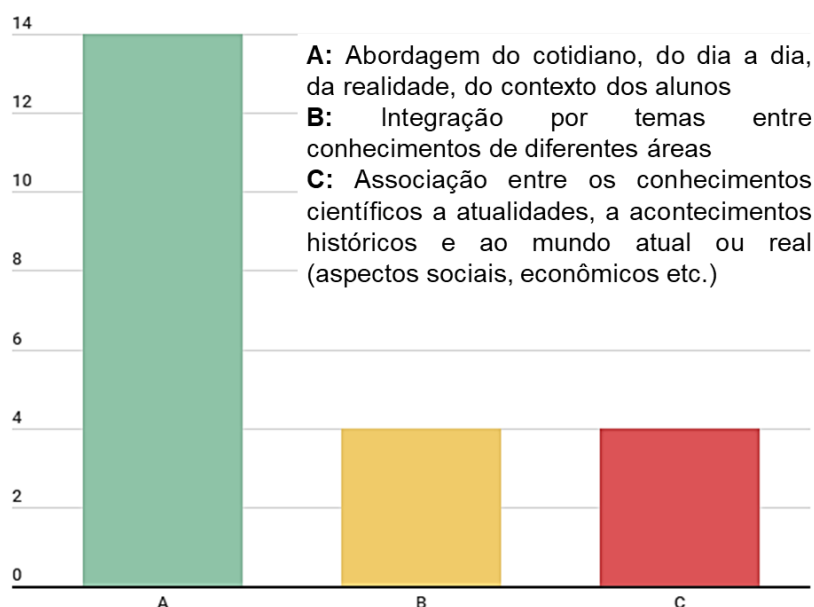


Figura 6: Gráfico sobre as percepções dos estudantes sobre contexto e contextualização a partir de suas respostas ao questionário.

A outra pergunta presente no questionário sobre contexto no ensino era “Uma aula contextualizada auxilia no processo de aprendizagem dos alunos? Justifique sua resposta”. A unanimidade dos estudantes respondeu afirmativamente à primeira parte da questão, variando as justificativas, conforme a Figura 7.

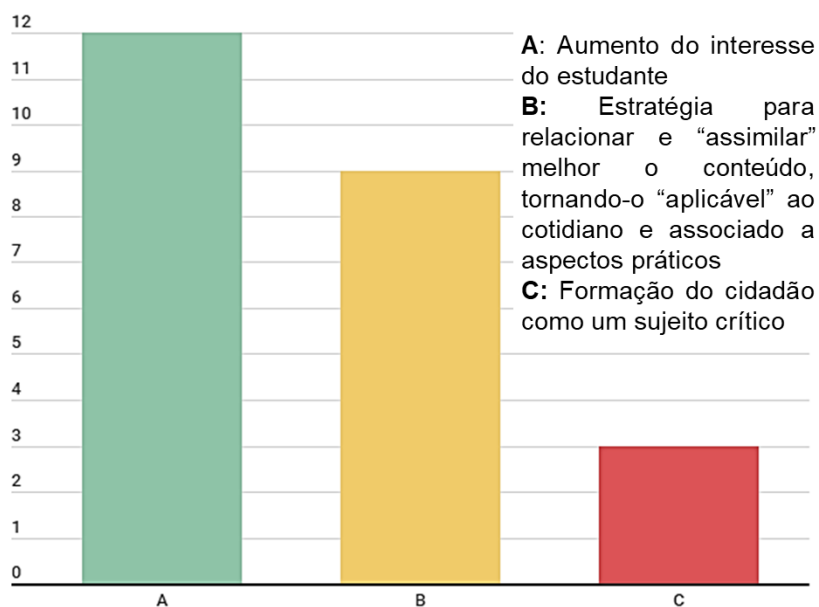


Figura 7: Gráfico sobre a importância de uma aula contextualizada segundo os estudantes.

Observa-se que os grupos A, B e C presentes em ambos os gráficos corroboram com os estudos de Kato e Kawasaki (2011) e Wartha, Silva e Bejarano (2013). Desde a publicação desses trabalhos, não houve uma diferenciação nas percepções dos licenciandos. Apesar dos dados contidos nas Figuras 6 e 7 reafirmarem as análises das discussões dos alunos no fórum (Quadro 4), eles trazem outras informações. Analisando a Figura 6, percebemos que as respostas de quatro licenciandos consideravam características de uma aula contextualizada a integração dos conteúdos com temas de outra área (do conhecimento humano ou outra disciplina). Nessa perspectiva, contextualizar seria, por exemplo, explicar os processos químicos de oxidação a partir da respiração celular de um ser vivo ou exemplificar um processo químico por meio do cozimento de um bolo. Os 14 licenciandos com respostas categorizadas no grupo A entendem o contexto no ensino de Química como a explicação de um conceito a partir de uma vivência ou uma experiência cotidiana, assim a corrosão seria discutida a partir da oxidação de peças metálicas em contato com a umidade do ar presentes na casa dos alunos. Enquanto isso, as quatro respostas pertencentes ao grupo C abordam o processo de contextualização como uma interligação com aspectos históricos, sociais e econômicos da Ciência, propondo, por exemplo, uma sequência didática sobre modelos atômicos a partir da pesquisa científica feita na época ou uma atividade sobre poluição ambiental de uma indústria envolvendo conceitos de ácido-base.

5. DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES DA DISCIPLINA “ATELIÊ DE CIÊNCIAS” E O ENSINO REMOTO EMERGENCIAL (ERE)

Este trabalho foi realizado a partir de um programa de Mestrado Profissional em Educação e Docência, assim é importante discutir seu produto educacional: um conjunto de atividades envolvendo a Arte e o ensino de Ciências que formam uma disciplina optativa de 30 horas. Segundo Oliveira e Zaidan (2018), a dissertação neste contexto deve destacar as limitações e as potencialidades do produto, como forma de avaliá-lo. Assim, destacamos que as atividades podem ser desenvolvidas separadamente e foram agrupadas na disciplina a fim de possibilitar uma visão ampla da prática e das obras artísticas e suas repercussões para o ensino de Ciências. Acreditamos que esse produto educacional possa ser utilizado por outros profissionais e ressaltamos que as atividades aqui apresentadas foram voltadas para a formação de professores de Química, contudo podem ser desenvolvidas no ensino básico assim como no diálogo com outras Ciências Naturais – Biologia, Física, Geologia etc.

Inicialmente, a disciplina seria ministrada em aulas presenciais, contudo, com a suspensão desse formato pela UFMG em 18 de março de 2020 devido à pandemia de Covid-19, a disciplina foi desenvolvida em ERE. Não houve mudanças na carga horária da disciplina e no número de créditos. As mudanças que foram feitas nas atividades serão discutidas nas próximas seções deste capítulo. Conforme o cronograma discutido na seção 3.3, as aulas foram divididas em encontros síncronos semanais e atividades assíncronas para serem desenvolvidas em casa.

Em um panorama inicial da disciplina, percebemos um grande comprometimento dos alunos, tanto nas atividades assíncronas quanto na assiduidade aos encontros síncronos. Neles, os licenciandos falavam sobre suas criações e discutiam os temas abordados e, na necessidade de faltarem, avisavam com antecedência por e-mail ou no grupo do *WhatsApp* da disciplina. Sobre as atividades assíncronas, apenas dois alunos deixaram de entregar uma delas e não participaram de um fórum. No envio de suas criações por e-mail, alguns estudantes faziam atividades a mais, propondo mais de um tópico de discussão em seus trabalhos.

A partir das seções a seguir, vamos apresentar as atividades e discutir alguns pontos principais de seu desenvolvimento.

5.1. Fórum e discussões sobre “Onde a Arte encontra a Ciência?”

O segundo encontro síncrono da disciplina na Plataforma Microsoft Teams teve como tema as participações dos alunos ao fórum do Moodle denominado “Onde a Arte encontra a Ciência?”, onde teriam que responder a duas perguntas:

- O que é um artista? Exemplifique.
- O que é uma obra de arte? Exemplifique.

Inicialmente, vamos analisar as respostas escritas dos alunos a essas perguntas. É importante ressaltar que para essas questões não há apenas uma definição ou um conceito, pois foram selecionadas com o intuito de provocar reflexões a partir do entendimento dos licenciandos sobre o conhecimento artístico e de quem o pratica/cria. Por isso, vamos propor um diálogo entre essas respostas e algumas percepções filosóficas e históricas sobre o tema.

Segundo Coli (p.10, 2013), “se a arte é noção sólida e privilegiada, ela possui também, limites imprecisos”. Esses limites podem ser vistos a partir dos trechos a seguir, coletados a partir das respostas escritas dos alunos às perguntas do fórum “O que é um artista? Exemplifique” e “O que é uma obra de arte? Exemplifique”, respectivamente. Os trechos foram selecionados a fim de construir um panorama diverso sobre essas questões. Além disso, cada um deles corresponde a um autor e seus destaques – parte em negrito - foram feitos pelo autor deste trabalho.

TRECHO 1

*Um artista seria qualquer pessoa que **se propõe a fazer arte, como hobby ou profissão**, indo desde pintores renomados como Michelangelo, passando por funkeiros contemporâneos como MC Maha e chegando até alguém que faz teatro como hobby.*

*É o produto de uma **expressão** artística, simbolizando um **sentimento** ou **intenção**. Músicas, filmes, desenhos, pinturas, peças teatrais e entre outras diferentes formas de se **expressar**.*

TRECHO 2

*Um artista é alguém que **cria/faz/produz arte**. Essa arte pode assumir diversas formas, por exemplo, visuais, naturais, esportivas, científicas, musicais e até mesmo culinárias.*

Obra de arte é uma **expressão/produção/criação**, humana ou não humana, que pode ser natural ou artificial. Alguns exemplos disso são, esculturas, pinturas, músicas, um buquê de flores, um petit gateau, uma apresentação de ginástica rítmica etc.

TRECHO 3

Para mim, ser um artista é ter **sensibilidade** e imaginação para criar conteúdos variados, capazes de expressar **sentimentos** e inspirar pessoas.

Uma obra de arte é um **conteúdo simbólico**. É sempre produzido por um artista e tem o objetivo de **expressar o sentimento** do autor e, de alguma forma, cativar o seu público alvo.

TRECHO 4

O artista é aquele que realiza **uma atividade** relacionada a alguma arte. Existem vários tipos de arte como: música, dança, pintura, escultura, teatro, literatura, cinema, fotografia, história em quadrinhos, jogos eletrônicos e arte digital. O artista tem uma **sensibilidade** para criar sua obra e depende apenas do conhecimento de algum tipo de **técnica** (por exemplo, a técnica em tocar um instrumento musical). O artista transmite a sua sensibilidade através da arte. Exemplo de artista: artesão que depende da técnica de trabalhos manuais.

A Obra de Arte é o **trabalho artístico material com objetivo simbólico, belo** ou de representação de um conceito determinado. Exemplos: artesanato, poemas, músicas, esculturas, filme, arquitetura, artefato decorativo e etc.

TRECHO 5

Um artista é uma pessoa que está envolvida na produção de arte e no processo criativo artístico, que é uma **atividade humana** e pode se manifestar de várias formas, desenho, escultura, pintura, escrita, música, dança, teatro... Exemplos de artistas: Salvador Dalí, Frida Kahlo, William Sheakspeare, Marina Abramović, Tarsila do Amaral, Eduardo Kobra.

Uma obra de arte, é uma obra criada e se entende pela representação do belo, mas também pode representar **expressões humanas de sentimentos**, situações, pode nos fazer sentir sensações boas e ruins, desenvolver nosso **pensamento crítico** acerca da sociedade e de nós mesmos. Temos como um exemplo o Abaporu, uma das principais obras do período antropofágico do movimento modernista no Brasil. [...] Outras obras famosas são Guernica (Pablo Picasso), Mural somos todos um(etnias) (Eduardo Kobra), Rhythm 0 (Marina Abramovic), etc...

Desta forma, para se referirem às obras de arte e quem as fazem, as expressões mais comuns foram “criação/criar”, “expressão/expressar”, “sentimento/sentidos humanos/sensibilidade”, “conteúdo simbólico/símbolo” e “percepção”. Contudo, essas expressões foram utilizadas em diferentes conceitos e definições sobre o tema. No trecho 1, tanto o artista quanto a obra de arte seriam provenientes de experiências profissionais ou como passatempo (*hobby*). Contudo, o trecho 5, apesar de apresentar uma definição ampla como o trecho 1, exemplifica as obras de arte como famigeradas produções, como o quadro *Guernica* de Pablo Picasso, contrapondo-se aos exemplos do trecho 4, que compreende o artesanato e peças decorativas como obra de arte. Os exemplos do que seria uma obra de arte são muito diversos, indo desde um *petit gâteau* (Trecho 2) a aclamadas produções culturais, como o quadro *Abaporu* da pintora brasileira Tarsila do Amaral (Trecho 5), passando pela arquitetura (Trecho 4) e o som do *funk* de MC Maha (Trecho 1).

Podemos perceber que há uma aproximação entre o conceito de obra de arte como uma produção que exprime os talentos, as habilidades e/ou os sentimentos do artista. Esses talentos ou essas habilidades ficam claro no trecho 4, no qual o autor deixa claro a associação entre a arte e o artesanato, assim como a uma técnica específica. Aproximar a obra de arte a qualquer artefato do cotidiano é também aproximar a arte do artesanato. Segundo Chauí (2003, p. 270), essa aproximação é considerada quanto o espectador considera que “tanto a obra de arte como o objeto artesanal são trabalhos feitos por uma única pessoa [...] são individualizados ou pessoais, exprimindo a intenção, a habilidade e o talento de quem os realiza”.

A seleção, no Trecho 5, como exemplos de obra de arte *Abaporu* (quadro), *Guernica* (quadro) e *Rhythm 0* (performance) demonstra certo conhecimento sobre a chancela do sistema da arte, suas categorizações e seus diversos meios ou “suportes”. Desta forma, o conceito das produções artísticas passa por “atribuições feitas por instrumentos de nossa cultura, dignificando objetos sobre os quais ela recai” (COLI, p. 11, 2003). Por mais que o autor do trecho cite um mural de grafite feito pelo artista Eduardo Kobra, seu contexto de produção – a obra foi requisitada ao artista para os Jogos Olímpicos de Verão no ano de 2016, na cidade do Rio de Janeiro – demonstra o sistema de verificação da arte. Desta forma, o objeto ou a manifestação podem ser designados a partir de um discurso proferido por uma autoridade (crítico, historiador ou perito de arte) para designá-lo como obra de arte (CHAUÍ, 2003).

Além do processo de chancela da obra de arte, outras discussões podem ser suscitadas pelas respostas dos estudantes. Por exemplo, no Trecho 4, o autor coloca o “belo” como uma das categorias para identificar uma obra de arte. A noção de belo e o conceito de

Arte caminham juntos, ocorrendo em meados no século XX, o surgimento de obras com a aparência de objetos comuns e performances que pareciam mais chocar do que maravilhar seu público ou “*inspirar pessoas*” (Trecho 3). Segundo Danto (2015, p.6), essa dissociação pode ter desencadeado uma busca pela definição do que seria “Arte” pelos filósofos da arte e estudiosos da estética. Desta forma, os conceitos elaborados pelos licenciandos esbarram nos limites da arte e da filosofia, corroborando a polissemia do termo. Destacamos que tanto o conceito de “belo” quanto a identificação do “belo na Arte” são temas profícuos que inquieta desde Aristóteles e suas categorias da beleza até os estudiosos em estética psicológica e fenomenológica (SUASSUNA, 2018) e que foge ao escopo dessa análise. Podemos discutir apenas que é inerente falar da Arte como algo que nos fascina, seja por sua “beleza” ou “estranheza”.

Todas as repostas dos licenciandos sempre trazem uma referência à expressão e aos símbolos, focalizando o poder comunicativo que a Arte possui. Essa visão vai ao encontro, por exemplo, da noção de estética formulada e desenvolvida nos séculos XVIII e XIX na qual “a arte é o produto da experiência sensorial ou perceptiva (sensibilidade), da imaginação e da inspiração do artista” em sua condição de subjetividade criadora e livre (CHAUI, 2003, p. 281). Essa noção do poder expressivo e comunicativo da arte guiaram as discussões no encontro síncrono.

A seguir, analisamos as contribuições dos estudantes nas discussões sobre os temas levantados a partir de um relato do encontro síncrono. No encontro, houve a discussão sobre o poder expressivo da Arte e suas manifestações embasadas nos seguintes trechos, retirados de alguns livros, que foram lidos para a turma.

“O artista é aquele que recolhe de maneira nova e inusitada aquilo que está na percepção de todos e que, no entanto, ninguém parece perceber [...] Que mundo é trazido pelo artista? Aquele eternamente novo. Eternamente, porque tão antigo e perene quanto a percepção humana. Novo, porque o artista o percebe como nunca fora percebido antes pelos demais homens⁵”.

“O artista é aquele que fixa e torna acessível aos demais humanos o espetáculo de que participam sem perceber⁶”.

⁵ Chauí, M. O universo das artes. In: _____. Convite à filosofia. São Paulo: Editora Ática, 2003, p. 271.

⁶ Merleau-Ponty, M. A dúvida de Cézanne. In: _____. Textos selecionados. São Paulo: Nova Cultural, 1989, p. 113-126.

“A literatura, como a pintura, a música, a escultura e qualquer das artes é a passagem do instituído ao instituinte, ou seja, uma transfiguração do existente numa outra realidade que o faz renascer e ser de maneira inteiramente nova. A transformação ou transfiguração da realidade numa outra, nova e existente apenas no trabalho realizado pelo artista, chama-se obra⁷”.

Os seguintes trechos corroboram com a participação dos alunos no fórum (atividade assíncrona) e com a discussão feita anteriormente no encontro síncrono: o poder da expressão e da comunicação presente em uma obra de arte. Os trechos acima desvelam que o artista realmente quer comunicar algo, contudo a informação pode estar ao nosso redor. Ou seja, a realidade “construída” pelo artista em sua prática já faz parte da nossa realidade. Essa discussão foi levantada pelo professor-autor que passou a um terceiro momento da aula. A fim de relacionar as falas dos alunos, com os trechos lidos, o professor-autor propôs que todos os participantes do encontro vissem o vídeo *BIOART – Les Maîtres d’ouvres – La série vídeo*, presente na plataforma do YouTube. Foi dado um tempo de dez minutos para que os alunos pudessem acessar o link do vídeo (<https://www.youtube.com/watch?v=J1C1MwYdr1I>⁸) e assistirem ao seu conteúdo.

Este vídeo é um pequeno documentário (3 minutos e 45 segundos) que trata sobre um movimento artístico contemporâneo denominado Bioarte ou arte transgênica. Uma das obras discutidas pelo apresentador do vídeo é *GFP Bunny*: uma coelha geneticamente modificada com a introdução de genes de água-viva que apresenta fluorescência quando exposta à luz negra (Figura 8). A coelha, apelidada de Alba, foi exposta pela primeira vez em 2000 na cidade de Avignon (França) pelo artista brasileiro Eduardo Kac⁹, que a considera uma “nova forma de arte decorrente do uso de engenharia genética na transferência de genes naturais ou sintéticos para um organismo com o objetivo de criar seres vivos únicos” (KAC, 2002). Ou seja, na bioarte, o material é a vida.

⁷ Chauí, M. O universo das artes. *In*: _____. Convite à filosofia. São Paulo: Editora Ática, 2003, p. 273.

⁸ Acesso em 02 de novembro de 2020.

⁹ Eduardo Kac (1962 – hoje) é um artista contemporâneo que questiona a relação do homem com as tecnologias a partir da arte digital, holográfica e da bioarte.



Figura 8: Eduardo Kac. GFP BUNNY (Alba). 2000. Coelha fluorescente verde.

Fonte: <https://arteref.com/arte-no-mundo/manipulacao-genetica-como-forma-de-arte-a-ideia-do-coelho-fluorescente/>. Acesso em 03 de novembro de 2020.

Outro campo da Bioarte discutido no vídeo é formado por artistas que usam o próprio corpo como um suporte para suas obras, comunicando-se com o movimento da Body Art. A Body Art, assim como a Bioarte, são movimentos artísticos contemporâneos que problematizam a ideia de identidade social e como “as representações sociais não conseguem explicar, com a riqueza necessária, a articulação entre corpo, tecnologia e sociedade” (MONTEIRO, 2006). É o caso do artista australiano Stelarc¹⁰, relatado no vídeo, conhecido por suas performances utilizando extensões robóticas que simulam o movimento dos braços e das mãos. Em 2007, Stelarc implantou uma terceira orelha em seu braço, criada em laboratório a partir de tecidos humanos (Figura 9).



Figura 9: Stelarc e a terceira orelha.

Retirado de <https://comunicacaoeartes20122.wordpress.com/2013/02/06/stelarc-o-artista-mutante-em-construcao/>. Acesso em 03 de novembro de 2020.

¹⁰ Stelarc (1946 - hoje) ou Stelios Arcadiou é um artista da performance que discute o corpo humano e suas capacidades.

Foi discutido com os licenciandos que a Arte pode ser vista como uma espécie de criação humana e até dentro de um laboratório e utilizando como suporte seres vivos. Retomando o conceito da Arte como expressão e o artista como o indivíduo que “coloca um holofote” sobre algumas questões da humanidade, sejam elas de cunho subjetivo ou geral. No caso da Bioarte, há uma ênfase na criação artística como mudança gênica, questionando não só o limite ético da ciência que atua nos seres vivos, mas os seres híbridos que são formados em nossa sociedade. Esses seres híbridos talvez estejam mais perto que imaginemos: o uso exacerbado de celulares e computadores no nosso dia a dia já possibilita essa amálgama entre o Humano e as máquinas, formando um híbrido? Quais as repercussões dos alimentos transgênicos na nossa alimentação? Quais são os limites éticos da ciência? Será que a Bioarte e suas manifestações estão distantes da nossa vida, do nosso cotidiano? Todas essas questões foram propostas para os licenciandos, que contribuíram com suas falas, conforme os relatos a seguir.

Relato 4: *“Eu procurei um texto na internet sobre Bioarte e nele estava falando a respeito dessa planta luminescente sobre sua utilização como iluminação mesmo. Talvez iluminação pública. Então, eu achei interessante que a Bioarte ela pode ser usada como uma ponte né? Para desenvolver qualquer outra área aí, por exemplo, a decoração, talvez uma forma mais sustentável de iluminação. Seria uma forma de energia sustentável”*. [relato oral]

Relato 5: *“Mas da mesma forma que a gente está questionando esse negócio da planta, século passado você tinha vários autores de ficção que estavam questionando a questão tecnológica, de comunicação. Você tem George Orwell que ele escreveu o 1984 e hoje a gente está debatendo vários desses temas, entende? Então eu acho que é aquela questão que o artista vê o problema... esse cara ele viu: ‘eu acho que dá para fazer uma planta que brilha no escuro, fazer um coelho que brilha no escuro’ e foi lá e fez para mostrar ‘olha, eu tô (sic) fazendo aqui’ e nisso ele está passando uma mensagem para a sociedade. Ele está despertando algum debate, tanto é que a gente está conversando sobre isso”*. [relato oral]

A partir desses relatos, houve o questionamento se a Arte poderia estar atrelada à tecnologia e se a Arte se comunica com a Ciência por meio da tecnologia. A partir desses questionamentos, um dos alunos discute que:

Relato 6: *“Eu acho que pode ser. Você vê muitas obras, eu acompanho muita ficção, que 50 anos antes dão o exemplo de uma tecnologia e você vê no futuro essa tecnologia sendo aplicada ou alguma coisa em paralelo a essa tecnologia ocorre. Você pode ter um filme, o Star Trek que tinha um celularzinho. E hoje a gente tem várias formas de arte que está mostrando como pode ser o nosso futuro. A ficção é um exemplo”*. [relato oral]

A partir desse relato destacou-se que um conhecimento humano incita outro, em uma rede complexa. O sentido de tecnologia também foi discutido, visto que a extração de pigmentos de uma planta ou mineral é uma tecnologia e a Arte, assim como os outros campos do conhecimento humano, faz uso das tecnologias. Entendemos tecnologia como “o empreendimento historicamente em desenvolvimento que consiste em construir artefatos e organizar o trabalho para satisfazer necessidades humanas [...]” (KNELLER, 1980, p.269). Contudo, foi chamado a atenção dos licenciados para o fato de que “uma tecnologia não é somente um conjunto de elementos materiais, mas também um sistema social. [...] As escolhas tecnológicas determinam o tipo de vida social de um grupo” (FOUREZ, 1995, p. 218), por isso essas tecnologias estavam desveladas nas obras de arte do vídeo. A partir dessas discussões, os estudantes contribuíram com os seguintes relatos orais.

Relato 7: “Essa coisa atrelada da arte com a tecnologia, porque ao mesmo tempo que parece que... parece não, é isso... a tecnologia dá mais possibilidades de criar, ela abre caminhos para a arte ser mais, ser diferente. E a arte me parece também, por ela ser uma coisa da criação, então assim, entre aspas, ela não tem limite. Eu posso imaginar, eu posso fazer o que eu quiser. Isso vai também um pouco de encontro com a tecnologia porque é dessa experimentação, né? ‘Vou tentar fazer isso aqui, tô imaginando isso aqui, vamos ver se dá certo’. E, só voltando ali no vídeo, eu assisti o vídeo e falei assim: ‘gente, que coisa absurda. Como é que a gente pega um coelho, colore ele para exibir como uma obra de arte, sabe? Aí eu fiquei pensando do outro lado que pode aparecer, né? Que vocês já falaram aqui também que isso pode ser uma crítica, né? Até onde a gente está indo? Olha o tanto de coisa que a gente já consegue fazer, consegue modificar nesse ponto um animal, um ser vivo assim. Então ela entra aí também como denúncia de onde que o Homem está entrando’”. [relato oral]

Relato 8: “No evento que o amigo estava falando que uma coisa é desenhada e depois criada é a viola organista. Ela é um canhão de 33 bocas e ela foi criada pelo Leonardo da Vinci e as pessoas conseguiram construir esse canhão que foi utilizada em um álbum de uma artista que eu gosto bastante. E através desse instrumento musical ela conseguiu expressar os sentimentos dela no álbum. Então eu acho que sim: a arte está atrelada sim à tecnologia, pode ser de uma maneira boa, de uma maneira ruim. Outra coisa, a arte é uma criação bem humana mesmo, a gente não vê em outro animais. Uma coisa para expressar’”. [relato oral]

Concluimos, a partir dos relatos e das demais discussões, que a Bioarte seja um campo que resgata a integração entre a Arte e a Ciência, por meio da tecnologia, percebendo a arte e a ciência como conhecimentos uníssimos, participantes de uma mesma sociedade. Este resgate é dado a partir da apropriação de tecnologias consideradas tipicamente científicas para a criação de uma obra de arte. Enquanto no coelho fluorescente de Kac houve

manipulação genética, a terceira orelha de Stelarc foi implantada por biotecnologias e cirurgias, desvelando o papel da Ciência e suas implicações em nosso cotidiano. A partir disso, no encontro síncrono, houve o questionamento sobre as características da Arte e da Ciência como conhecimentos humanos: será que a arte é pessoal e subjetiva ou é natural de todo conhecimento humano, assim como a Ciência, ser parcial?

Relato 9: *“Eu acho que a arte é subjetiva mesmo e serve para complementar o lado mais objetivo e racional que a Ciência demanda. E que algum momento a gente teve essa separação. Eu tenho um negócio pra indicar que chama STEAM¹¹ que é tipo um movimento recente, não sei se ouvirem falar. Que é retornando isso, ligando arte com a ciência, a engenharia e com tudo o mais. Os artistas estavam fazendo esse movimento e se tornou um design curricular”.* [relato oral]

A partir dessas últimas contribuições, o encontro síncrono foi encerrado com algumas discussões sobre a complexidade dos conhecimentos humanos e como eles estão interligados. A fim de problematizar os conhecimentos artísticos e científicos, discutidos pelos licenciandos nesse encontro síncrono, podemos destacar alguns aspectos da natureza da Ciência que a aproxima ao “subjetivo”, “pessoal” e com a “pluralidade de métodos” da Arte. Grau (2003) discute que

aquela ‘ciência da natureza’ que segue a tendência de distanciar as coisas, de ‘objetivar’, se defronta com um construto de sujeitos, sentimentos e sonhos. Mas parece que a ciência atrai mais justamente onde sujeitos e artefatos se amalgamam, longe da separação estéril em ciência fria e arte autônoma. Cada arte nova cria suas próprias regras e métodos. Se a ciência se fixa tradicionalmente em combinações de métodos [...] a arte, por sua vez, recebe força em grande parte da tolerância em relação à multiplicidade de métodos. E é exatamente essa dimensão lúdica que leva a arte, no trato experimental com as novas mídias, a resultados e percepções muitas vezes desconcertantes. A ciência é, em seus mecanismos, métodos, sistemas de verdade e de teste, construída de maneira social e, com isso, é comparável ao construto social que é a arte (GRAU, 2003, p.294-5).

Desta forma, percebemos que Arte e Ciência são campos de conhecimento que se atravessam, havendo consonâncias e dissonâncias. Podemos ainda sobre as práticas científicas, Feyerabend (2011), a partir da análise de alguns fatos históricos, como a invenção do atomismo para justificar a natureza da matéria e a Revolução Copernicana no campo da Astronomia, destaca que “a ideia de um método que contenha princípios firmes, imutáveis e

¹¹ Segundo Silva *et al.* (2017), nas áreas da Educação e Ensino, o STEAM (Science, Technology, Engeneering, Art and Mathematics), “surge como alternativa metodológica de educação científica integrando disciplinas, aportando inovação e criatividade no processo ensino-aprendizagem, o que alguns consideram como de vital importância para formar o cidadão pleno”. Esta alternativa metodológica surgiu na década de 1990, nos Estados Unidos, a partir de programas educacionais da National Science Fundation (NSF), cujo propósito seria romper com as barreiras entre as disciplinas.

absolutamente obrigatórios para conduzir os negócios da ciência” é limitada. Corroborando com as ideias de Feyerabend, Moura (2014), investigando aspectos da natureza da Ciência, observa que o método científico, segundo os pesquisadores de diversas áreas científicas, não possui um padrão, ou seja, inexistem um conjunto de regras universais que devem ser seguidas para “fazer Ciência”. O autor ainda completa, salientando que “um mesmo fenômeno pode ser estudado e compreendido de modos distintos, todos podendo ser coerentes dentro dos limites de validade dos métodos” (MOURA, 2014).

Outra visão sobre a objetividade da Ciência repousa nos estudos de Coracini (1991) sobre os discursos científicos. Estudando artigos científicos da área de Ciências Biológicas a partir da análise do discurso, a autora investigou a objetividade dos textos científicos. Para ela, “não há lugar para dicotomias do tipo subjetivo/objetivo, literal/metafórico..., uma vez que [...] esses conceitos são relativos e arbitrários” (CORACINI, p. 192, 1991). Desta forma, uma pessoa que tem familiaridade aos textos e às construções científicas sente-se capacitada a refutar algumas informações presentes nos artigos, conferindo um caráter de personalidade às informações ali contidas, em um jogo de cúmplice e juiz do discurso. Enquanto, um leitor leigo se submetaria às informações ali discutidas, devido ao caráter neutro e formal que a linguagem científica presente nos artigos pode sugerir, confundindo os papéis do sujeito-enunciador – manifestado, no texto, por construções linguísticas impessoais, como o uso do sujeito indeterminado - e do sujeito-pesquisador – o produtor daquelas informações em um laboratório a partir das observações.

É importante examinar também o ato de observar nas Ciências, atuando na construção de dados e fatos que irão corroborar, refutar ou modificar certa teoria ou lei. Tomando o conhecimento científico como histórico (passível de mudanças com o tempo), tentativo (sem verdades absolutas e em constante construção), criativo (proveniente das ideias e da inventividade humanas) e parcial (uma das possíveis formas de pensar o mundo e seus fenômenos, influenciada pela cultura onde é realizada), Peduzzi e Raicik (2020) discutem o caráter da observação nas práticas científicas. Os autores relatam, por meio de estudos sobre a natureza da Ciência, que a observação científica não é neutra, ou seja, “não há observação sem a consciência daquilo que é observado, sem uma efetiva interação entre sujeito e objeto”, desencadeando em diferentes interpretações para um mesmo conjunto de dados. A partir dessas informações, podemos concluir que muitas das características atribuídas pelos licenciandos às obras de arte, à Arte e aos artistas são paralelas às práticas científicas, à Ciência e aos cientistas. Além disso, o conhecimento, independentemente de suas fontes de investigação ou caminhos metodológicos, mostra-se complexo e interdependente, e é, antes

de tudo, humano – feito por mulheres e homens – que imprimem suas percepções sobre determinados temas.

5.2. Desenhando os elementos químicos

Essa atividade possibilitou o exercício do processo de criação artística por meio do desenho na criação de um personagem, atuando como uma forma de representação de entidades científicas, como os elementos químicos. Ela foi desenvolvida como piloto no encontro denominado “Interações Químicas” para formação continuada de professores de Química e Ciências, ocorrido na Faculdade de Educação da UFMG, nos dias 13 e 14 de março de 2020. Esse encontro integrou uma oficina intitulada “Interações Arte-Ciência no ensino de Química” na qual houve a participação de nove professores do ensino básico das redes pública e particular de ensino.

A partir desse piloto, percebemos a riqueza de possibilidades na construção dos elementos químicos por meio da linguagem artística. Nesse piloto, os cursistas foram convidados a participar de um jogo denominado “Quem sou eu?”, no qual cada participante ficará com um *post-it* colado em sua testa com o nome de um elemento químico (semelhante ao jogo *Cara a Cara* da Estrela). O cursista desconhecia qual elemento químico está escrito no *post-it* e deve fazer perguntas aos demais cursistas para descobri-lo. O intuito desse jogo foi mostrar uma forma lúdica de tratar de características dos átomos e elementos químicos, como o tamanho (raio atômico), as famílias, os grupos e os períodos da Tabela Periódica, a distribuição do elemento, sua reatividade entre outras características e aplicações. Os elementos químicos selecionados nessa etapa da atividade estão presentes no Quadro 5. Como os participantes poderiam não ter acesso a formas de pesquisas remotas no celular, foram selecionados elementos químicos considerados conhecidos e/ou comuns por professores ou licenciandos.

Quadro 5: Relação de elementos químico a serem abordados na atividade

Hidrogênio (H)	Urânio (U)
Carbono (C)	Prata (Ag)
Ferro (Fe)	Magnésio (Mg)
Sódio (Na)	Potássio (K)
Cálcio (Ca)	Alumínio (Al)
Ouro (Au)	Flúor (F)
Oxigênio (O)	Nitrogênio (N)
Cloro (Cl)	Silício (Si)
Enxofre (S)	Hélio (He)
Chumbo (Pb)	Argônio (Ar)

Logo após, os cursistas desenharam uma representação do elemento químico presente em seu *post-it* de acordo com suas características e propriedades. Para isso, eles puderam consultar informações sobre ele em *sites* e livros. Eles deveriam levar em conta que os elementos químicos deverão ser representados como figuras humanas ou humanoides, com características físicas de acordo com as propriedades de cada elemento químico. Foi dada uma inspiração aos alunos por meio do livro “O fantástico mundo dos elementos: a tabela periódica personificada” de Bunpei Yorifuji (2013). Nessa obra, o autor, a partir das características dos elementos químicos, representa cada um deles com uma forma humana. Por exemplo, os elementos químicos ferro (Fe) e argônio (Ar), segundo Yorifuji, teriam as Figuras 10 e 11, respectivamente.

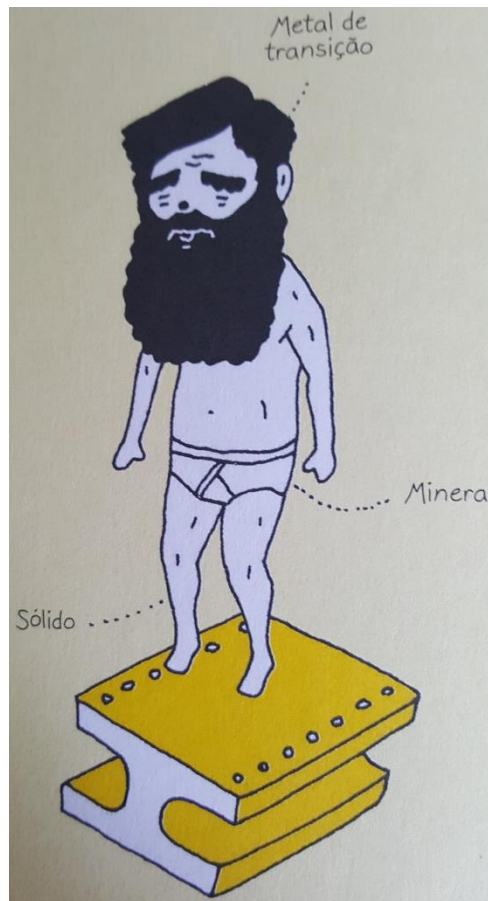


Figura 10: Representação do elemento químico Ferro (Fe).

Fonte: Yorifuji (2013, p. 100).



Figura 11: Representação do elemento químico Argônio (Ar).

Fonte: Yorifuji (2013, p. 87).

Observe que, enquanto os pés do elemento ferro são bem delineados, o átomo de argônio não os possui. Isso, na simbologia do autor, identifica o estado físico do elemento químico à temperatura ambiente: o ferro é sólido, logo possui os pés representados, e o Ar é gasoso, então possui uma forma “fantasmagórica”, segundo o autor. As vestimentas, os cabelos e os formatos de rosto também são selecionados de acordo com uma lógica associada às propriedades dos elementos químicos. O cabelo bem cortado do elemento químico Ferro simboliza sua posição na Tabela Periódica, integrando o grupo dos Metais de Transição. Enquanto o cabelo cacheado do Argônio diz respeito a sua posição no Grupo 18 da Tabela Periódica, sendo um Gás Nobre. Outros jogos simbólicos são utilizados na construção dos desenhos por Yourifuji (2013), contudo eles foram apenas uma inspiração para a produção das suas representações. Algumas produções feitas nesse piloto estão presentes no Anexo B.

Essa atividade foi adaptada devido ao ensino remoto emergencial e às experiências com o piloto. Primeiramente, não houve o jogo de “Quem sou eu?” com os estudantes da disciplina “Ateliê de Ciências”, o desenho criado por eles foi feito em suas casas em um momento assíncrono e tiveram a possibilidade de escolher qualquer elemento químico da Tabela Periódica para representarem, seguindo ou não a simbologia proposta por Yourifuji (2013). No piloto, alguns professores sentiram-se desconfortáveis em desenhar um elemento químico que havia sido pré-selecionado, alguns optando por desenhar outro. Por exemplo, a uma das professoras cursistas do piloto foi designado o elemento químico enxofre, contudo ela desenhou o elemento químico ferro. Desta forma, a relação de elementos químicos

presentes no Quadro 5 não foi utilizada na disciplina “Ateliê de Ciências”. O arquivo postado na plataforma Moodle para os alunos está reproduzido no Anexo A. Antes de analisar os desenhos feitos pelos alunos da disciplina, a partir de seus relatos orais e escritos, devemos destacar um fato que ocorreu ao início do terceiro encontro síncrono. Após os estudantes entrarem na plataforma, os professores os questionaram como foi a realização da atividade, se tinha sido difícil ou complicada e pediram que opinassem sobre ela. Os estudantes ressaltaram que, apesar de terem gostado da atividade, não tinham certeza se ela estava “certa” ou se sentiram limitados por não “saberem desenhar”, reafirmando alguns relatos recebidos via e-mail. Podemos exemplificar essa percepção por meio dos relatos a seguir, retirados do encontro síncrono do dia 19 de agosto de 2020.

Relato 1: *“Eu gostei muito dessa atividade, porque, assim, primeiro foi algo muito diferente. Eu adoro desenhar, mas não sei desenhar. Adoro fazer uns rabiscos lá e chamar de desenho. Isso me fez ter inúmeras ideias da questão de modelagem. Se eu estou dando uma aula de ligações químicas ou de atomística, há um desenho para representar um modelo daquilo que está na minha ideia”*. [relato oral]

Relato 2: *“Para mim, foi um pouco trabalhoso por não saber desenhar, mas achei muito divertido”*. [relato escrito – chat]

Relato 3: *“O desafio foi a parte de desenhar mesmo.”* [relato escrito – chat]

A partir desses relatos, os professores afirmaram que a importância das produções está em seu processo de criação e até de experimentação com as Artes e que o conceito de “certo” não caberia aos trabalhos apresentados. Passado esse momento, foi questionado aos alunos de que maneira criaram os desenhos. Uma estudante relatou que:

Relato 4: *“A minha imaginação costuma ser muito fértil. No momento que eu li a atividade, eu já fui pensando em vários elementos e associando a características de pessoas. Me deu vontade de desenhar todos que eu pensei e foi difícil escolher um só. Eu fiquei com aquele que eu tive a ideia mais sólida mesmo”*. [relato oral]

A um dos estudantes da Pedagogia, autor do desenho do elemento químico da Figura 12, foi perguntado se havia encontrado alguma dificuldade, visto que não se encontrava na graduação com disciplinas da Química. O estudante comentou que:

Relato 5: *“Primeiro, eu pesquisei os elementos. Pesquisei quais eram alcalinos terrosos, halogênios. Aí eu fui vendo qual seria melhor de desenhar e achei que os alcalinos terrosos seriam mais fáceis. Não sei por que, mas minha intuição falou. Dentro dos alcalinos terrosos tinham vários e eu escolhi o estrôncio porque achei o nome muito legal, parecia o*

nome de um senhor. Aí eu fui pesquisando quais são as características, como que ele se comportava, como que ele era, em que que tinha. Aí eu escrevi tudo e pensei... E foi saindo, foi fluindo devagar”. [relato oral]



Figura 12: Desenho do elemento químico Estrôncio.

Além do relato oral, o autor do desenho, em arquivo enviado via e-mail, escreveu em um parágrafo a forma como imagem presente na Figura 8 foi construída, assim como a simbologia utilizada. Por exemplo, o corpo da figura humana representada está repleto do que o autor chamou de “rachaduras” para representar o estado físico sólido do metal Estrôncio. Como esse elemento químico é pouco maleável e apresenta coloração prateada quando puro, ele foi representado como um homem cinza “forte e gordinho” (palavras do autor). A capa amarela da figura humana representa a conservação do Estrôncio em substâncias oleosas como o querosene, para evitar sua oxidação em contato com o ar atmosférico. Nota-se uma fogueira com chama avermelhada e alguns detritos próximos a ela. Esses detritos são fragmentos do Estrôncio que está caindo na chama da fogueira, alterando sua coloração. O autor, então, se refere ao teste da chama, na qual há a identificação de alguns elementos metálicos a partir de sua coloração quando expostos a uma fonte de calor. A figura humana representada é calva, pois o elemento químico que representa foi descoberto há muito tempo e suas vestimentas remetem aos “homens das cavernas”. As cavernas foram o primeiro lugar onde foi identificado um mineral que continha o estrôncio, simbolizando, então, uma referência ao local de seu descobrimento.

Além do estrôncio, um dos estudantes selecionou para representar o elemento químico Promécio, conforme representado na Figura 13.



Figura 13: Desenho do elemento químico Promécio.

Sobre seu desenho, o autor relatou que:

Relato 6: “Quando eu estava desenhando, minha irmã falou: “Você está viajando. O que que você está fazendo?” Falei: “Ah! Eu vou fazer assim mesmo!” Eu acho que eu não consegui colocar direito no desenho o que eu estava pensando. Quando eu fui desenhá-lo eu fiquei “Nossa! Eu não consigo colocar no papel as coisas que eu estou pensando”. Não dá certo, é meio limitado assim. Eu tentei representar o fogo que o Prometeu roubou. Tentei fazer tipo uma chama do conhecimento, tanto que ele está ali no laboratório, ele está no cientista que está manuseando o elemento. E o Prometeu como uma coisa desprezada mesmo: ele foi pego lá no lixo, está com a aparência triste. Foi mais ou menos isso que eu tentei desenhá-lo”. [relato oral]

Segundo seu relato escrito, o autor deliberadamente selecionou o elemento químico Promécio por desconhecer suas características e até sua existência. Em suas pesquisas, o autor descobriu que o nome Promécio vem de Prometeu, uma figura da mitologia grega que “roubou” o fogo dos deuses para os Homens, sendo castigado por isso. Segundo o autor da Figura 9, ele “quis brincar com essa relação de criador X criatura: a divindade que não possui lugar de destaque, que pode ser manuseada pelos homens. Não estaria Prometeu cumprindo ainda seu castigo?” [relato escrito – e-mail].

A relação dos Homens com os elementos químicos também foi abordada pelo autor da Figura 14 a seguir, que representa o elemento químico Lítio como uma carta de tarô.



Figura 14: Desenho do elemento químico Lítio.

Questionado sobre sua criação, o autor relata que

Relato 7: “Assim que eu vi a tarefa me veio a ideia de relacionar a Química com tarô porque os dois são uma forma de classificação e estão relacionados. Tem o primeiro elemento, a primeira carta de tarô. Então eu pensei primeiro nessa relação. Aí eu comecei a pesquisar as propriedades. E eu gosto bastante na Química do teste de chamas. É algo que sempre me chamou atenção, as cores são interessantes. Eu procurei qual era a cor que cada elemento tinha no teste de chama. O Lítio tinha esse tom de rosa que eu coloquei nesse boá em cima do pescoço porque seria algo simbolizando fogo e junto com o fogo na mão do desenho. Outras coisas eu fui pensando ao longo da pesquisa, tipo a coloração dela é a mesma coloração do Lítio. As cores usadas no desenho são as mesmas cores que o espectro de emissão do Lítio tem. Esse olho meio cibernético, como um visor, está relacionado ao fato de o Lítio ser bastante utilizado para baterias e essas coisas”. [relato oral]

Os processos criativos são os mais diversos possíveis e englobaram muitas vezes a História da Química e do próprio elemento químico. Vejamos, por exemplo, a Figura 15, que representa o elemento químico Neônio e o relato de seu autor sobre ela.



Figura 15: Desenho do elemento químico Neônio.

Relato 8: “*Eu tinha escolhido o elemento neônio. Escolhi o neônio porque eu acho bonitinho o nome, eu gosto do nome. Como eu escolhi o Neônio, eu queria saber um pouco mais sobre a história dele. Eu vi que o neônio foi descoberto por meio da destilação. O criador dele colocou o nome dele de Neônio por causa do filho dele. O filho dele sugeriu usar uma palavra grega que significava “novo” e ele adaptou a palavra para o inglês, que foi traduzida para o latim. Enfim, ficou conhecido como Neônio. Então, esse rostinho aqui de uma pessoa nova seria o filho dele com a ideia do “novo”. Esse tubinho aqui é o destilador do Neônio sendo descoberto. No tubo tem um átomo de Thomson em cima é justamente porque o Neônio foi um dos gases usados no experimento de Thomson para determinação do seu modelo atômico. Outra coisa aqui, esse menino que está dentro do tubo está de terno porque todas as imagens do Google que você procura figura do autor, ele sempre aparece de terno ou com uma roupa social. Então eu quis fazer uma analogia com o primeiro cientista a descobrir o Neônio no meio dessa destilação. E aí eu não consegui decidir que tipo de destilação, aí eu coloquei um tubo de destilação simples mesmo que foi o que deu para desenhar na hora. Na extremidade, tem a silhueta de Saturno com um tanto pontinho simbolizando as estrelas do universo porque o elemento Neônio é muito abundante no nosso universo, principalmente na*

nossa galáxia. No nosso sistema solar, tem muitos traços de Neônio. Então eu pus justamente nessa parte mais gasosa para indicar essa quantidade de neônio que temos nessa galáxia a fora". [relato oral]

Um dos estudantes chamou a atenção pelas etapas de seu processo de criação de seu desenho do elemento químico Carbono, representado pelas Figuras 16 e 17.

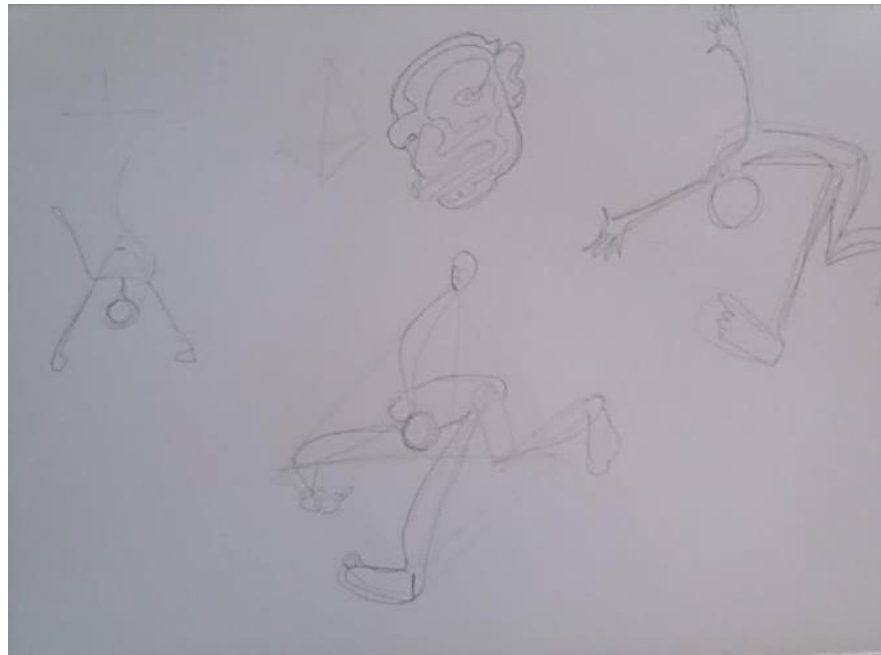


Figura 16: Esboços do elemento químico Carbono - Parte 1.

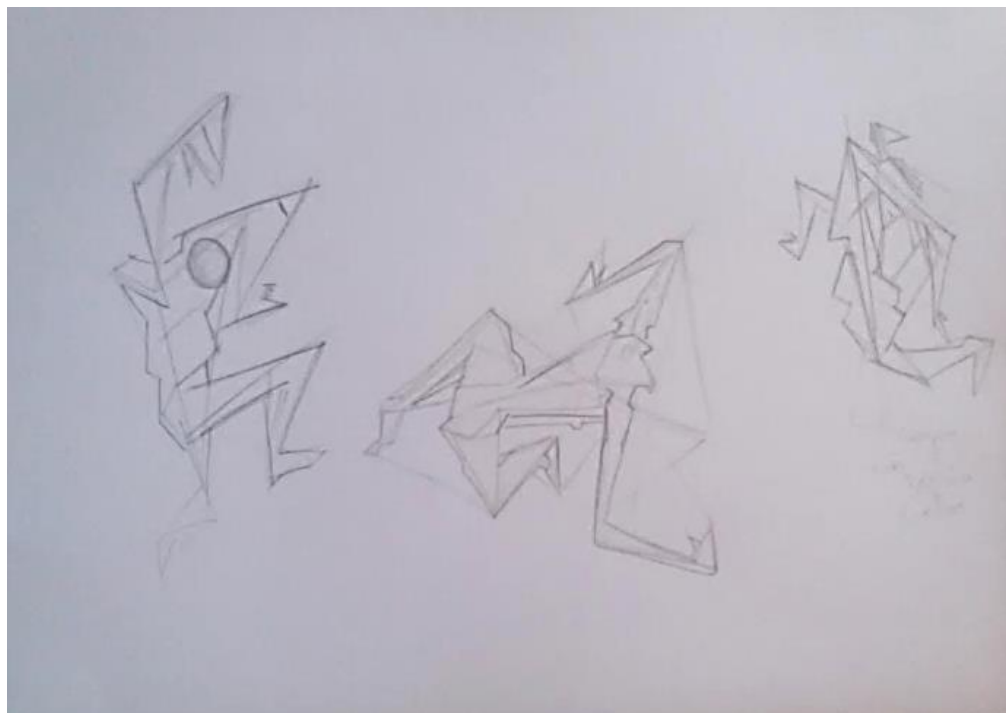


Figura 17: Esboços do elemento químico Carbono - Parte 2.

O relato do autor desses esboços, registrado a seguir, nos auxilia a compreender seu processo criativo.

Relato 9: *“Eu começo por uns esboços, porque você falou que tinha que ter forma humana. E eu fui lembrar como que desenha um humano, como que faz as perninhas, como que faz o corpo e tal. Enquanto isso, eu fui pensando no elemento que eu estava querendo fazer, as características que eu podia botar, as modificações e tudo mais. Em um momento, eu cheguei em uma coisa perto disso aí. Não cheguei nisso no final, né? Isso aí foi quando eu pensei em fazer um contorcionista, porque eu pensei o Carbono é um átomo versátil porque ele está presente em vários tipos de moléculas. Você pode fazer desde um polímero, como você pode fazer um mineral, você pode ter o diamante e, aí eu pensei: vou fazer ele (sic) contorcionista. Eu fiz vários contorcionistas e depois eu pensei: ‘quero fazer ele (sic) dentro de uma célula unitária’ porque eu acabei de fazer mineralogia no semestre passado. Fui e fiz uma célula unitária e pensei: “tá... agora eu tenho uma célula unitária eu quero mostrar algumas propriedades do carbono no desenho e fui fazendo em paralelo. Porque no carbono carvão você tem ele (sic) numa forma lamelar, não lembro. Mas tem umas placas paralelas e que eu fui colocando essas partes paralelas dele. E ao mesmo tempo quando você coloca a pressão no carbono, ele vira um diamante. Então eu quis representar isso aí de certa forma, as duas partes do carbono: desde o carbono sendo carvão e diamante no mesmo desenho. Eu tentei fazer ele trigonal, no formato da organização do corpo dele, que é a mesma organização que ele teria ali. Eu não queria que ficasse na cara que era um diamante, mas tem que parecer, porque tem essa coisa da arte: é mais legal você chegar à conclusão por você mesmo, do que eu chegar e dar a resposta. Eu acho muito legal quando você está olhando um quadro e fala: “nossa! Ele fez isso no quadro”. Tipo, sabe aquela exposição que teve do [Jean-Michel] Basquiat¹², há uns anos atrás. Eu fui uma vez e depois, era de graça, eu fui de novo. Acho que na segunda vez que eu tinha ido, eu fui ver que parecia que ele tivesse fazendo uma edição de vídeo com o rap dele na sequência dos quadros. E é coisa que você só vê quando vai numa exposição e você vê a obra do artista na sequência que ele queria que você visse”. [relato oral]*

O resultado final obtido pelo estudante está representado na Figura 18.

¹² Jean-Michel Basquiat (1960-1988) foi um artista estadunidense neo-expressionista que mesclava diversas técnicas pictóricas, dentre elas o grafite.

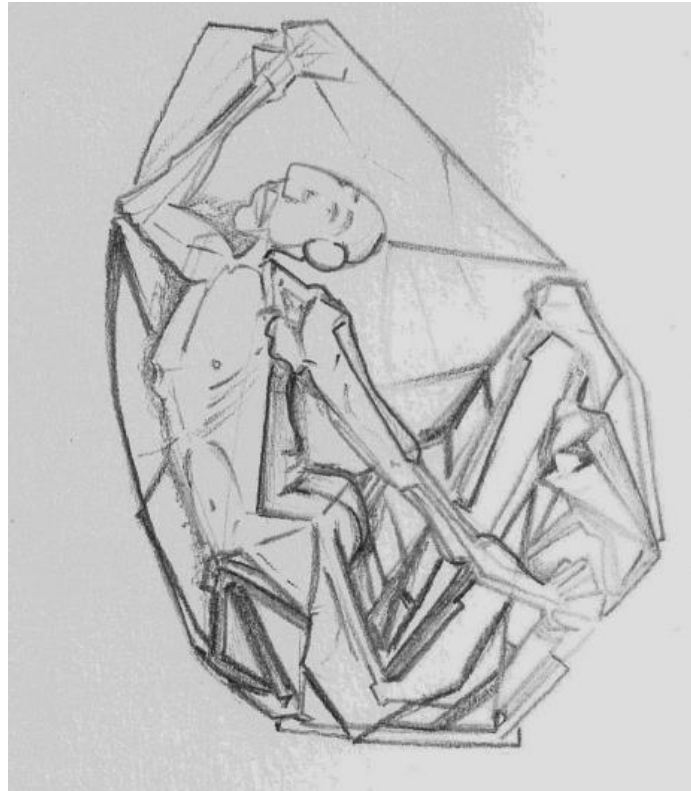


Figura 18: Desenho finalizado do elemento químico Carbono.

Todos os relatos são unânimes quanto à pesquisa feita para a construção das imagens e seus processos de criação. A partir das figuras representadas, podemos perceber que esses processos possuem particularidades e congruências. Por exemplo, a utilização do teste da chama na construção do desenho do Estrôncio (Figura 12) e do Lítio (Figura 14) foi um elemento em comum. Esse teste é tanto um processo de identificação dos elementos químicos como uma associação deles com as cores – um dos aspectos que poderiam ser utilizados nos desenhos. Quanto às cores, elas se fazem presente e fazem parte da composição do desenho do Lítio e do Estrôncio, contudo não são observadas nas representações dos elementos químicos Neônio (Figura 15) e Carbono (Figura 18). A ausência de coloração no desenho do átomo de Carbono pode ser justificada pela expressão das formas e das linhas no desenho. Segundo o autor, a forma com a qual a figura humana está retratada remete a um contorcionista e à versatilidade do átomo de carbono, que possui diversas aplicações, além de ser encontrado naturalmente formando substâncias simples. Os traços mais espessos em contraste com os demais dão uma ideia de tridimensionalidade ao desenho e de contorção da figura humana. Os traços mais espessos e mais finos, assim como o jogo de luz e sombra feito a partir de áreas esfumadas do desenho, também indicam – ponto de vista singular-indicativo -, segundo o autor, a estrutura conformacional da grafita, um dos alótropos do carbono. A grafita, formada a partir de folhas de grafeno sobrepostas, ocorre, normalmente, em massas laminadas, ou seja, em estruturas formadas por lâminas (KLEIN;

DUTROW, 2012, p. 375). As lâminas são representadas a partir das formas triangulares que compõem a figura humana, conferindo um aspecto multifacetado. O formato do desenho também sugere, segundo o autor, o carvão mineral – sólido formado em sua maioria de carbono e utilizado como combustível – e o diamante.

Ademais, o processo criativo do autor do desenho do elemento químico Carbono chama a atenção por suas etapas e complexidade na formação de uma imagem final. Ainda que os outros licenciandos tiveram essas etapas, elas não foram destacadas na fala ou no registro escrito enviado por eles. Esse processo se justifica visto que, segundo o autor *“eu não queria que ficasse na cara que era um diamante mas tem que parecer, porque tem essa coisa da arte: é mais legal você chegar à conclusão por você mesmo, do que eu chegar e dar a resposta”* (Relato 9).

A construção da Figura 18 demonstra que o processo de criação é permeado por todos os conhecimentos e as experiências do autor, não sendo restrito ao tempo despendido apenas na elaboração do desenho. Desta forma, podemos observar a complexidade do exercício da criatividade, mostrando seu autor como um sujeito completo, único e em construção. No caso dessa atividade, em especial da construção da Figura 18, percebemos a criação como uma frequência: o desenho torna-se um local de volta, de estudo e de experimentação do autor. Assim, a valorização do processo criativo desconstrói a necessidade de um produto final ou uma obra prima, observada na preocupação dos licenciandos em dominar a técnica para obter um trabalho “perfeito”. Curiosamente, a provocação de experiências de criação também é um processo científico e acreditamos que criar seja inerente à Arte e à Ciência.

A partir dessa atividade, os licenciandos puderam construir um conjunto de símbolos para identificarem cada uma das propriedades que queriam representar. O olho “cibernético” do átomo de Lítio indica suas aplicações tecnológicas, enquanto o terno da figura humana do elemento químico Neônio (Figura 15) e suas expressões juvenis remetem à sua descoberta e a etimologia de seu nome. Por meio dessas imagens, percebemos o potencial dessas atividades integrando Arte e Ciência na formação de professores, devido à pluralidade de construções de significados produzida. Se fizermos um recorte enfocando o ensino de Química/Ciências, a pesquisa feita por cada licenciando na busca por informações sobre o elemento químico a ser desenhado fez com que eles obtivessem conhecimentos até então desconhecidos. Até a “descoberta” de um elemento químico já existente e suas relações com a tecnologia e a Humanidade - o Promécio (Figura 13) – ocorreu por meio da atividade.

Percebemos, a partir dessa atividade, que houve uma pesquisa para a construção de um personagem a partir de um elemento químico e suas substâncias, além da mobilização e da criação de símbolos associados às Ciências.

5.3. A Ciência das tintas e dos pigmentos e Desenho negativo

A proposta do conjunto de atividades “A Ciência das tintas e pigmentos” contava com um arquivo postado no Moodle sobre diferentes tintas e sua produção (Anexo A). Uma tinta é formada, basicamente, por um pigmento ou corante e um aglutinante. O pigmento é insolúvel no aglutinante – a substância veículo que agrega a cor -, enquanto os corantes são solúveis. Inicialmente, nesta atividade, seria utilizado o pó xadrez¹³ que é solúvel na água da tinta guache e atuaria como pigmento na têmpera. Contudo, após o processo de qualificação, a composição da tinta se alterou para pigmentos naturais, provenientes de temperos e extratos de vegetais. É importante ressaltar que o processo de desenvolvimento das “receitas” das tintas foi particular de cada estudante, visto que tiveram que realizá-la em suas casas, utilizando os materiais disponíveis.

A partir das informações contidas no Anexo A e de um vídeo representando a produção de uma têmpera vinílica, os estudantes, em suas casas, deveriam produzir uma tinta e fazer uma pintura a partir dela. Os materiais sugeridos para essa produção foram alguns ingredientes culinários, como temperos e alimentos em pó. Além do arquivo contendo essas informações, foi anexado ao Moodle o artigo “Produção de tintas com a utilização de pigmentos vegetais: favorecendo a abordagem interdisciplinar no ensino de Química”, de Bonafé *et al.* (2013), para que os alunos tivessem contato com uma produção da área de Ensino que coloca a experiência da criação de materiais coloridos como uma estratégia para a sala de aula de Ciências. Esse artigo foi a base para a criação de uma licencianda, conforme podemos perceber pela transcrição de seu relato oral a seguir.

Relato 1: *“Eu li o artigo que foi postado no Moodle [‘Produção de tintas com a utilização de pigmentos vegetais: favorecendo a abordagem interdisciplinar no ensino de Química’ de Bonafé et al. (2013)] e pensei em fazer com repolho roxo, pois iria dar uma cor bonita. Eu pensei que com repolho roxo ia dar pra fazer um espectro de umas cores legais, vai ficar sensacional, como um arco-íris. Fui e tirei a cor do repolho com água quente. Na hora de misturar com a cola, eu colocava um tanto da água de repolho que não ficava roxo de jeito nenhum. Não pegava cor. Coloquei vinagre, coloquei limão, coloquei água sanitária para dar umas cores bonitas lá, nada deu certo. Fui para as outras coisas que eu tinha. Aqui em casa tem um corante bom, que vem da roça, um café que veio da roça que tem uma cor mais forte. Aí eu peguei café, corante, carvão, açafraão e curry, fiz a tinta com eles e acho que consegui uma textura de tinta para fazer o degradê. Eu queria fazer um degradê com essas passagens*

¹³ O pó xadrez é um sólido formado por óxidos de ferro de diferentes colorações, geralmente utilizado para mudar a tonalidade da argamassa na construção civil.

de cores, mas vi que não dava muito certo. Aí eu fui tentando colocar um sobrepondo à outra, indo da mais escura para a mais clara. Eu tive um pouco de dificuldade em tirar o pigmento e tentar ficar colorido, todo bonito que também não deu certo. Eu fiz a atividade no sábado e eu dou aula particular. Veio um aluno meu repor aula e fiz a atividade junto com ele. Ele achou sensacional, fez um monte de pinturas e os degradês dele ficaram muito melhores que os meus. Com os temperos deu pra falar com ele de corantes e de extração. Ele está no ensino fundamental, tem oito anos, então não deu pra entrar muito na Química e eu também não sei nada da química de corantes”. [relato oral]

A imagem a seguir (Figura 19) representa o processo de criação da tinta, descrito no relato 1.



Figura 19: Registro feito pela licencianda de seu processo de criação.

No conjunto de imagens acima (Figura 15), podemos observar, na extremidade esquerda, uma fotografia da licencianda com seu aluno, ambos desenvolvendo a tinta vinílica, conforme relatado por ela. Essas imagens foram enviadas por e-mail como critério de

avaliação do conjunto de atividades, contudo foram postadas, inicialmente, no *Instagram*® da licencianda.

Outra aluna relata que teve a ideia de utilizar pastel seco em sua composição da tinta e completa que *“Eu não sei se todo mundo conhece é tipo um giz de quadro. Eu tinha um conjuntinho de pastel seco aqui junto com açafão da terra. Uma coisa que eu achei muito difícil de fazer foi o degradê com a tinta do açafão porque eu não conseguia chegar em tons que variassem sutilmente. Ele ficou muito cheio de pó e quando eu ia misturando parecia que tudo ia ficando da mesma cor. Aí eu fiz várias tintas, joguei várias tintas fora, gastei quase um pote de cola inteiro, mas consegui fazer um degradêzinho. E quando eu estava mexendo com esses dois pigmentos, o que eu usei do pastel foi um azul celeste, fui lavar as coisas e vi a mistura dos dois na água e ficou um verde muito bonitinho. Aí eu misturei os dois, só que o resultado não ficou tão bonitinho quanto a água. Mas também fiz as variações e enviei as fotos”* [relato oral]. A Figura 20 apresenta os degradês feitos pela aluna.

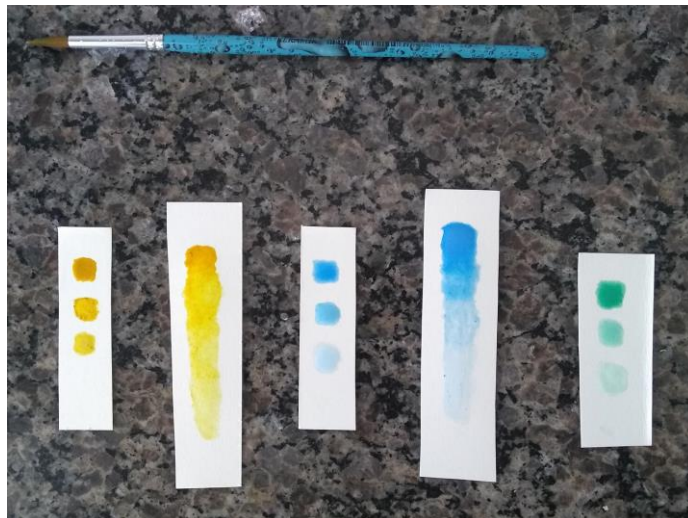


Figura 20: Registro dos degradês feitos pela licencianda.

É importante destacar que os alunos que relataram suas experiências refletiram sobre as dificuldades em fazer as tintas a partir da técnica da têmpera vinílica, contudo apenas alguns comentaram sobre seu percurso para fazer o degradê. Um dos licenciandos explica: *“Então, para fazer o degradê, eu vi que não dava para fazer como se fosse uma tinta normal que eu uso. Aí eu tive que ‘pegar a moral’ dessa tinta. O que que aconteceu? Eu vi que para a tinta ficar forte, eu tinha que passar muita tinta porque ela não adere muito fácil. Eu fiz, então, um processo inverso: eu passei no papel inteiro e fui tirando a tinta de algumas partes até ficar mais claro. A parte que eu queria que ficasse clara eu tirava a tinta e a parte que eu queria que ficasse forte eu só botei mais tinta. E fiz assim meu degradê”* [relato oral].

A partir da proposta dessa atividade, os alunos relacionaram-na com os conteúdos científicos, principalmente de Química. Alguns aspectos levantados por eles estão transcritos no Quadro 6 a seguir. Os relatos foram produzidos em sequência e por estudantes distintos, assim, a partir da participação de um estudante o outro abriu o seu microfone e contribuiu para o diálogo com a turma.

Quadro 6: Transcrição dos relatos sobre aspectos científicos e a atividade "A Ciência das tintas e dos pigmentos" indicados pelos estudantes

“Eu pensei numa aplicação para a gente trazer a Química mais para a nossa vida. A gente vê o conjunto de Ciências da Natureza e a gente consegue relacionar a Biologia e a Física com a natureza, mas a Química... A gente fica mais preso na indústria, às vezes a gente até associa coisas ruins a ela, né? E eu acho que esse experimento de utilizar coisas que a gente tem em casa para fazer uma tinta pode mostrar que as coisas produzidas industrialmente, as coisas manipuladas quimicamente têm uma origem natural. Tanto que a gente consegue fazer em casa facilmente uma tinta. Tem um vídeo do Manual do Mundo que dá para fazer tinta de parede com diferentes tipos de solo. Então assim, tudo que foi industrializado, veio da natureza. Eu acho que é ligar a Química à natureza e um caminho muito bom de se ensinar Química e de acabar um pouco desse preconceito que tem sobre ela”. [relato oral]

“Eu concordo total e não tinha pensado por esse caminho. Eu estava indo por um caminho de aproximar a Química com as coisas que a gente tem em casa, porque foi uma experimentação que a gente conseguiu fazer em casa com um tubo de cola e procurar um tempero que tínhamos em casa. Eu acho que a gente poderia ligar alguma coisa com investigação e estudos de materiais porque a gente pode estudar superfícies que aderem melhor, diferenciar uma superfície da outra, diferenciar um material de outro, tipos de tinta que foram utilizados, quais os processos que você usou para chegar na tinta. Nisso dá pra gente abordar várias coisas, desde extração, destilação, interações intermoleculares. Várias coisas a gente pode abordar com os estudantes e juntar com isso que foi falado, do ambiente que eu achei muito interessante”. [relato oral]

“Eu usaria a atividade para falar de modelos atômicos. Eu estou trabalhando com as minhas turmas de 9º ano e estamos trabalhando com modelos atômicos. Inclusive lá na ementa da atividade, da escola, nós temos que falar um pouco do modelo atual. E o modelo atual é muito abstrato, até nós no ensino superior, às vezes temos um pouco de dificuldade para entendê-lo. Então, eu usaria a atividade do degradê para explicar um pouco sobre a densidade eletrônica. Onde a tinta estava mais intensa seria o local mais denso, com maior probabilidade de se encontrar o elétron ao redor do núcleo do átomo e o menos intenso, a região com menor probabilidade dentro do átomo. Uma outra aplicação, eu não fiz a

atividade pensando nesse quesito, poderia ser para falar de fenômenos químicos e físicos. Você pega a tinta mais concentrada e vai diluindo ela (sic). E até uma coisa que os livros didáticos trazem é que ‘o fenômeno químico é aquele que há transformação da matéria, muitas vezes caracterizado por uma mudança de cor’. Esse experimento do degradê, que você pode obter várias colorações de tinta, eu acho que a gente pode trabalhar os fenômenos físicos envolvidos ali por trás. A tinta está mudando de cor, ela está ficando mais clara, mais ainda sim não houve uma reação química de fato”. [relato oral]

“Eu trabalhei em um museu a alguns anos atrás e me veio à cabeça os processos de inclusão. Por exemplo, a gente está falando sobre cores, sobre imagens e para um cego isso não é fácil. Eu pensei que nessa experiência, a gente podia colocar algumas coisas sensoriais, para o cego tocar, colocar a mão na cola, dá para usar semente, dá para tocar o cacau e falando o que acontece quando a gente mistura a cola com uma semente, por exemplo” [relato oral].

Analisando esse conjunto de informações, é notável que os diferentes ingredientes que foram utilizados nas tintas – urucum, açafrão, gengibre em pó, *curry*, café, corante, achocolatado, carvão, pastel seco, hibisco, páprica, canela etc. – foram possibilitados pela modalidade remota das atividades. No formato presencial desse conjunto de atividades, os estudantes dispunham de diversas cores de pó xadrez para fazer sua receita da têmpera vinílica. Contudo, com o distanciamento social imposto pela pandemia do Covid-19 e a suspensão das aulas presenciais na UFMG, mudando seu formato para o ERE, os alunos fizeram suas criações com os ingredientes de sua casa. Essa diversidade de alimentos e temperos em pó possibilitou criações diversas da têmpera vinílica e de seu comportamento no suporte, conforme visto pelas imagens e pelos relatos dessa seção.

A integração entre a Arte e a Ciência presente nesse conjunto de atividades pode ser discutida baseada na importância pedagógica das experiências artísticas. É importante salientar que, nos relatos dos licenciandos, há tanto um fator estético e “fantástico” da experimentação/criação artística quanto perspectivas científicas. Além do fator estético, há um potencial pedagógico da Arte que pode ser explorado no ensino de Ciências. As atividades artísticas, segundo Hadzegeorgiou (2016), podem possibilitar:

- o engajamento do estudante para se envolver mais profundamente nos assuntos abordados, visto que as experiências são construídas a partir da expectativa dos estudantes;
- o contato do estudante com sua criatividade, como pode ser observado pelas pinturas produzidas pelos alunos e pela variedade de receitas para as tintas;

- o desenvolvimento de habilidades cognitivas, por meio da observação e, no caso desse conjunto de atividades, na categorização dos ingredientes da tinta, assim como na análise do produto final;
- o enfrentamento de incertezas e riscos por meio da improvisação e experimentação. Por exemplo, no Trecho 9, a estudante antecipou que a tinta feita com repolho roxo daria certo, sendo frustrada em suas experimentações que resultou em novos caminhos;
- o desenvolvimento de habilidades motoras finas a partir da manipulação de objetos para fazer a tinta e aplicá-la em um suporte, dando o aspecto do degradê;
- uma proximidade do estudante a outras formas de aprender os conteúdos.

Além dessas possibilidades, a introdução dos conceitos científicos por meio das experimentações artísticas, sem a demanda obrigatória por uma sistematização, poderá ser feita a partir desse conjunto de atividades, o que foi discutido com os alunos. A proposta, por exemplo, de um ensino recursivo, no qual o aluno entra em contato com determinados conteúdos a partir de experiências variadas, tratando do mesmo conceito com diferentes perspectivas.

As propostas trazidas pelos estudantes foram diversificadas, assim como suas receitas de tintas e suas criações. Consideramos que essa diversidade de contribuições foi estruturada a partir de um conjunto de atividades artísticas/estéticas e da criatividade dos licenciandos em fazer as tintas, colocá-las em um suporte, associar com seus conhecimentos químicos e com as possibilidades de ensino de Ciências.

Apesar do conceito de criatividade ser amplo e envolver estudos do Ensino, da Educação, da Psicologia e de outras áreas, podemos entendê-lo como um conjunto de habilidades e capacidades que estimulam comportamentos, soluções e caminhos inovadores em diferentes situações (MOUCHIRD; LOUBART, 2002; BRITO, ULBRICHT, 2009). A criatividade, além de uma atitude individual e cognitiva, pode elevar o potencial de aprendizagem no ensino de Ciências, visto que possibilita um contato com a busca por respostas a partir de um questionamento – característica típica da Natureza da Ciência (OLIVEIRA, PONTES, 2016).

A arte tem um papel preponderante no exercício dessa criatividade, como podemos perceber pelos relatos dos licenciandos nesse conjunto de atividades. É fundamental frisar aqui o papel da criatividade nesse processo, visto que, segundo os estudos de Silva e Pino (2017), os professores, apesar de destacarem a importância da criação em aulas “inovadoras”, não associam a criatividade com suas atividades pedagógicas em sala de aula,

relegando-a à pesquisa. Nesta forma, para os professores pesquisados neste trabalho, a criatividade permeia a escrita de um artigo, a investigação de um objeto de estudo e a proposição de novas metodologias de análise de dados, mas não sua prática docente. Passaremos agora para a discussão da atividade “Desenho negativo”.

Na atividade “Desenho negativo” (Anexo A), os licenciandos poderiam optar por utilizar a tinta produzida anteriormente ou outro pigmento para a realização de outra criação. O processo começava a partir de um desenho feito por uma vela branca em uma folha da mesma cor. Como ambos os materiais – vela e folha – possuem a mesma coloração, o desenho feito não seria visto com clareza. Para que os riscos de parafina da vela fossem revelados, os estudantes deveriam passar uma camada da tinta. A partir do momento que ela fosse absorvida pela folha de papel e interagisse pouco com a parafina, o desenho seria revelado, como pode ser observado na Figura 21.



Figura 21: Desenho negativo com suco de couve criado por uma licencianda da disciplina.

Salientamos que o processo de revelação do desenho permite a observação das interações entre diferentes substâncias. Enquanto, a parafina é formada por moléculas apolares, o pigmento, geralmente a base de água, possui um caráter polar. Esses materiais possuem interações fracas, enquanto o pigmento interage bem com a celulose do papel.

Por problemas técnicos, o encontro síncrono no qual discutimos as produções não foi gravado, portanto não há relatos transcritos sobre ela. Contudo, as discussões dos alunos

sobre essa criação foram muito semelhantes às trazidas anteriormente na atividade “A ciência das tintas e dos pigmentos”, visto que utilizaram a têmpera feita nessa última. Contudo, a partir dos relatos escritos, enviados juntamente com as imagens por e-mail, podemos fazer um panorama das produções.

Podemos perceber a variedade de materiais utilizados no desenho negativo, corroborando com as receitas das tintas da atividade anterior. Foram utilizados couve, beterraba, brócolis, folhas de capuchinha, molho de soja, *curry*, flores, tinta acrílica entre outros para “revelar” o desenho feito com a parafina da vela. Por exemplo, a criação a seguir (Figura 22), de um estudante da disciplina, foi feita com nanquim, um pigmento formado por negro de fumo (carvão em pó) em suspensão na água.



Figura 22: Desenho negativo feito com nanquim.

Nos registros escritos enviados por e-mail, os alunos sentiram dificuldades em produzir um pigmento à base de água e pigmentos naturais de cor intensa. Na criação dessa tinta, que se assemelha a uma aquarela, os alunos fizeram diversos processos: triturar os alimentos, extrair os pigmentos, filtrar a tinta resultante e aumentar a concentração dos pigmentos, assim como na atividade “A Ciência das tintas e dos pigmentos”. Esses processos podem ser associados às técnicas de laboratório, demonstrando uma integração entre a Arte e a Ciência. Essa integração também é dada a partir do momento que os alunos utilizam dessa aquarela natural para criar um desenho a partir de um tema livre. Os alunos, segundo anotações em

um caderno de campo, relataram a experiência de ver o desenho sendo relevado por meio da interação da tinta com o papel. A partir desses relatos, os licenciandos discutiram a possibilidade de discutir essa atividade no ensino básico no intuito de explicar conteúdos como a polaridade das moléculas, as interações ou forças intermoleculares e os sistemas homogêneos e heterogêneos.

Devemos ressaltar que os relatos dos licenciandos em ambas atividades apresentadas nesta seção mesclam a prática artística e sua experiência com os conteúdos de Ciências. Esse atravessamento entre os conhecimentos pode ser observado nas demais atividades abordadas a seguir.

5.4. Fotografando a Ciência

A fotografia como uma forma de registro por meio da linguagem visual não verbal compõe um dos recursos didáticos utilizados no ensino de Ciências, como forma de discutir eventos macroscópicos do cotidiano sob a perspectiva científica. Por exemplo, para tratar de temas como entalpia e combustão, é comum encontrarmos uma fotografia de fogueira em chamas nos livros didáticos de Química. Esse tipo de fotografia pode ser considerada uma fotografia científica, que no ensino de Ciências, pode ser utilizada como meio eficaz para a observação e, também, para o registro de fenômenos (VOGT; CECATTO, CUNHA, 2018).

Para a realização da atividade assíncrona “Fotografando a Ciência” foi proposto aos estudantes que registrassem, por meio da câmera de seus telefones celulares, pelo menos duas imagens, com legendas, inspirada em um dos trechos abaixo. No Anexo A, encontra-se a reprodução do arquivo que foi postado no Moodle na página da disciplina “Ateliê de Ciências”. Os trechos selecionados, contidos no Quadro 7, foram retirados de alguns livros didáticos e a proposta seria que as imagens produzidas poderiam ser utilizadas em algum deles. Os licenciandos também poderiam se inspirar em um trecho selecionado por eles, desde que o citassem em seu trabalho, juntamente com suas fontes.

Quadro 7: Trechos selecionados para a produção das fotografias

TRECHO 1

“Quando atritamos os materiais, há transferência de elétrons entre eles: o objeto que perde elétrons fica com excesso de carga positiva, enquanto o outro, que ganha elétrons, fica com excesso de carga negativa. Ao esfregar o plástico no papel, o plástico adquire carga negativa e o papel, carga positiva. Isso significa que elétrons foram transferidos do papel para o plástico. Os átomos que compõem o plástico atraem mais fortemente seus elétrons externos do que o fazem os átomos de papel.

Por essa razão, quando atritamos diferentes materiais, os elétrons mais externos dos átomos de um deles (no caso, o papel) são mais facilmente arrancados e transferidos para os átomos do outro material (nesse caso, o plástico)”.

Retirado de Caro, C.; Paula, H.; Barbosa, M.; Caixeta, M. E.; Soares, N.; Aguiar, O.; Schmitz, R.; Moura, S. Construindo consciências: 9º ano: Ensino Fundamental. São Paulo: Scipione, 2009, p. 93.

TRECHO 2

“Num aspecto muito difundido e aceito universalmente pode-se definir corrosão como a deterioração de um material, geralmente metálico, por ação química ou eletroquímica do meio ambiente associada ou não a esforços mecânicos. A deterioração causada pela interação físico-química entre o material e o seu meio operacional representa alterações prejudiciais indesejáveis, sofridas pelo material, tais como desgaste, variações químicas ou modificações estruturais, tornando-o inadequado para o uso”.

Retirado de Gentil, V. Corrosão. Rio de Janeiro: LTC, 2014, p. 1.

TRECHO 3

“A termodinâmica parte do princípio que a noção intuitiva de temperatura, que todos temos (‘mais quente’, ‘mais frio’), está na verdade associada justamente à parte cinética da energia de um corpo [...] Sabendo, também intuitivamente, que dois corpos em temperaturas diferentes terminam por igualá-las quando postos em contato, ao que chamamos de equilíbrio térmico. Por que isso ocorre? Pela passagem de energia do corpo mais quente para o corpo mais frio. O corpo com maior temperatura é aquele cujas moléculas e átomos acumulam mais energia de movimento”.

Retirado de Haddad, T. A. S.; Tufaile, A. P. B. Termodinâmica, o que é possível e o que é espontâneo. In: Amaral, L. Q. Entre sólidos e líquidos: uma visão contemporânea e multidisciplinar para formação de professores e divulgação do conhecimento. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014, p. 61-75.

TRECHO 4

“Açúcares, amido e celulose são termos que podem permanecer deslocados junto aos de *nylon* e lã. [...] Tal como as proteínas, amido e celulose são polímeros naturais; a unidade que neles se repete é a glicose ou uma outra molécula similar. Amido é comestível; a celulose não, mas tem função estrutural e é a substância orgânica mais abundante sobre a Terra. Ambos são exemplos de carboidratos, substâncias cujas fórmulas são frequentemente múltiplas de CH_2O , o que sugere (falsamente) que sejam ‘hidratos de carbono”.

Retirado de Atkins, P. W. Moléculas. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000, p. 95.

Um aluno fotografou mais de um tema, perfazendo um número total de 21 trabalhos. Desses, nenhum contemplou o Trecho 4, sendo os demais trechos abordados em algumas fotografias – Trecho 1: 5 trabalhos, Trecho 2: 8 trabalhos e Trecho 3: um trabalho. Sete trabalhos foram inspirados em trechos além daqueles do Quadro 7 e tinham como tema o ponto de ebulição das substâncias, os fenômenos químicos, a refração da luz, a polaridade dos compostos químicos, a tensão superficial, o modelo atômico de Bohr e a reprodução das plantas. Os autores destes sete trabalhos enviaram por e-mail os trechos dos livros que se basearam para a construção da fotografia.

As imagens são uma importante forma de comunicação, sobretudo nas Ciências e nos livros didáticos. Por isso, vamos analisar algumas das criações dos licenciandos a partir das categorias propostas por Perales e Jiménez (2002) e Perales (2006; 2008), discutidas e utilizadas por Vogt, Cecatto e Cunha (2018). Essas categorias foram construídas a partir da análise das imagens presentes em livros didáticos de Ciências e podem ser encontradas no Quadro 8 a seguir.

Quadro 8: Categorias de análise de imagens

Categoria	Descrição	Classificações
1. Sequência Didática	Para que as imagens são empregadas? Em que passagens do texto elas se situam ou se referem?	<ul style="list-style-type: none"> • Evocação • Definição • Aplicação • Descrição • Interpretação • Problematização
2. Iconicidade	Qual o grau de complexidade das imagens? Como a imagem se relaciona com seu objeto?	<ul style="list-style-type: none"> • Fotografia • Desenho figurativo com ou sem signos¹⁴ • Desenho esquemático com ou sem signos • Descrições em signos normalizados

¹⁴ Perales (2002) considera “signos” como um ícone ou um símbolo convencionado nas Ciências, por exemplo, uma seta indica o vetor força em uma imagem. Enquanto os “signos normalizados” são apresentados pelo autor como “um espaço de representação homogêneo e simbólico que propõe regras sintáticas específicas”, como uma imagem contendo apenas setas indicando um campo magnético ou elétrico. Essa discussão é necessária, visto que o termo “signo” toma outros sentidos na análise proposta neste trabalho.

3. Funcionalidade	Qual é a função da imagem como uma ferramenta didática? Qual o propósito pedagógico da imagem?	<ul style="list-style-type: none"> • Inoperante • Operante elementar • Sintática
4. Legendas	Qual o papel da legenda verbal que acompanha a imagem?	<ul style="list-style-type: none"> • Sem legendas • Nominativas • Relacionais
5. Conteúdo Científico	Qual conteúdo ou tema científico é representado nas imagens?	Não se aplicam

Fonte: Adaptado de Perales e Jiménez (2002), Perales (2006; 2008) e Vogt, Cecatto e Cunha (2018).

Essas categorias e classificações foram utilizadas para analisar imagens presentes em livros didáticos de Ciências, que vão além das fotografias. Contudo, acreditamos que elas poderão ser um guia para entender o que os licenciandos quiseram comunicar em suas imagens. Para entender essa comunicação, devemos, primeiramente, elucidar as classificações trazidas pelo Quadro 8. Para isso, os Quadros 9, 10 e 11 apresentam um resumo dos parâmetros de cada uma delas. As categorias Iconicidade e Conteúdo Científico não possuem quadros resumo, visto que todas as imagens aqui analisadas são fotografias e a categoria 5 não possui classificações.

Quadro 9: Classificações da categoria Sequência Didática

Classificações	Descrição
Evocação	Faz uma referência a uma experiência cotidiana ou um conceito que se suponha conhecido pelo aluno
Definição	Estabelece o significado de um termo novo em seu contexto teórico
Aplicação	É um exemplo que estende ou consolida uma definição
Descrição	Faz uma referência a atos não-cotidianos que se suponham desconhecidos pelos estudantes e que necessitam de um aporte contextual ou a conceitos necessários para o discurso principal que não pertencem ao núcleo conceitual

Interpretação	São passagens explicativas que se utilizam dos conceitos científicos para descrever as relações entre acontecimentos experimentais
Problematização	Fomentam questões práticas que não podem ser resolvidas com os conceitos já definidos a fim de por as ideias dos estudantes à prova ou estimular seu interesse pelo tema

Fonte: adaptado de Perales e Jiménez (2002).

Quadro 10: Classificações da categoria Funcionalidade

Classificações	Descrição
Inoperante	Não possuem nenhum símbolo ou elemento extra-imagético, cabendo apenas a observação
Operativa elementar	Contém símbolos convencionados universalmente (como desenhos adicionados à imagem ou o signo “♂” para representar o masculino)
Sintática	Contém elementos que exigem o conhecimento científico (como uma seta representando um vetor ou a representação de uma carga positiva com o signo “+”)

Fonte: adaptado de Perales e Jiménez (2002).

Quadro 11: Classificações da categoria Legendas

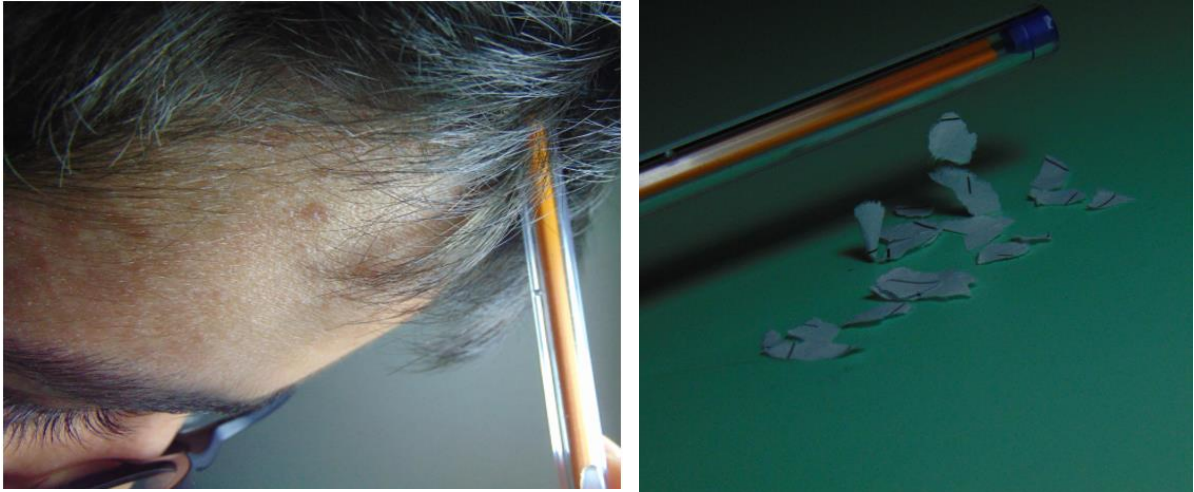
Classificações	Descrição
Sem legenda	A imagem não possui nenhuma legenda
Nominativas	Letras, palavras ou frases que identificam alguns elementos da imagem
Relacionais	Textos que descrevem as relações entre os elementos da imagem

Fonte: adaptado de Perales e Jiménez (2002).

Essa análise aproxima-se dos conceitos da Semiótica, que segundo Santaella (2012), é uma ciência que investiga todas as formas de produção de sentido, ou seja, as linguagens. Destarte, é importante discutir alguns termos dessa ciência, principalmente os conceitos de imagem e objeto.

Sob a perspectiva da Semiótica, podemos considerar uma imagem como um signo (SANTAELLA; NÖTH, 2015) que representa uma “coisa, chamada de objeto do signo, e que produz um efeito interpretativo em uma mente real ou potencial, efeito esse que é chamado de interpretante do signo” (SANTAELLA, 2018, p. 8). Ou seja, o signo é um mediador entre o objeto e o interpretante; o primeiro sendo, portanto, incompleto. Não há como um signo portar todas as informações do objeto, visto que as formas de representação são limitadas (SANTAELLA, 2018). Por exemplo, as palavras são signos convencionados em uma língua. Se a palavra (signo) representasse plenamente as informações (objetos), não teríamos falhas de comunicação entre os falantes de uma mesma língua. No caso deste trabalho, estamos considerando a fotografia uma imagem (signo) que tem o potencial de representar parcialmente um objeto (um fenômeno químico ou físico, o portão enferrujado de uma casa etc.).

Retornando às classificações do Quadro 8, na categoria 2, as criações dos licenciandos são fotografias, visto que não possuem desenhos ou indicações do que o autor chama de signos ou signos normalizados. As fotografias se relacionam com seu objeto, segundo Peirce (2017), de forma icônica a fim de representá-los por semelhança física. Sobre as especificidades da fotografia científica, Santaella e Nöth (2015) discutem que, muitas vezes, o fotógrafo representa algo individual contudo, seu intuito é generalizar. Tomemos como exemplo a Figura 23, produzida por uma licencianda e formada por duas fotografias legendadas.



A - Quando atritamos a caneta no cabelo, elétrons são arrancados dela. Podemos dizer, então, que a caneta foi eletrizada positivamente.

B- É possível verificar a eletrização da caneta aproximando-a de pedacinhos de papel. A caneta que está carregada positivamente irá atrair os elétrons do papel. O resultado é como na foto: os pedacinhos de papel vão de encontro à caneta.

Figura 23: Fotografias (A e B) e legendas propostas por uma estudante sobre o Trecho 1 (Quadro 7).

Segundo as legendas das fotografias, a licencianda tencionou retratar os fenômenos da eletrização por atrito (a caneta perdendo cargas negativas – elétrons – a partir de sua fricção com o cabelo) e da indução (os pedaços de papel, eletricamente neutros, se atraem pela caneta carregada), perfazendo o conteúdo científico apresentado no Quadro 8. Desta forma, a referência a esses fenômenos implica, não só em uma representação do fenômeno, mas também em uma generalização, conforme discutida por Santaella e Nöth (2015). Ou seja, todo corpo sob atrito pode atrair materiais eletricamente neutros. As fotografias e as legendas da Figura 23 aproximam-se de procedimentos experimentais devido às informações contidas no Trecho 1 (Quadro 7). Esses aspectos também são observados na Figura 24 a seguir.



A - Estado Inicial do sistema: vinagre colorido e bicarbonato de sódio



B - Reação química



C - Reação química



D- Observa-se bem a formação de gás durante a reação química

Figura 24: Fotografias (A, B, C e D) e legendas propostas por uma estudante sobre trecho retirado de livro didático.

O trecho selecionado pela estudante para produzir suas fotografias foi: “*Se uma ou mais substâncias, presentes no estado inicial de um sistema, transformam-se em uma ou mais substâncias diferentes, que estarão presentes no estado final, a transformação é uma reação química, ou transformação química. Em outras palavras, **reação química é um processo em que novas substâncias são formadas a partir de outras***¹⁵” [grifo da estudante]. Assim como na Figura 23, também há um fenômeno científico a ser observado: a formação de novas substâncias químicas com a liberação de gás, observada nas fotografias B, C e D. Desta forma, na Figura 24, há a representação de um experimento que resulta na evidência de uma reação química, corroborando com o trecho selecionado pela aluna. Contudo, não foi representado um experimento *per se* (como na Figura 23), mas foi explorado um tema relacionado ao trecho escolhido: a ocorrência da reação química e uma de suas evidências. Se tomarmos as categorias propostas no Quadro 8, as diferenças e as similaridades entre as Figuras 23 e 24 tornam-se mais evidentes.

¹⁵ Retirado de CANTO, E. L.; PERUZZO, T. M. Química na abordagem do cotidiano – Volume único. São Paulo: Saraiva Didático, 2015.

Ambas possuem a funcionalidade inoperante – não trazem símbolos além das fotografias, e legendas relacionais, contudo a relação com a sequência didática é diferente. Enquanto a Figura 23 revela uma interpretação dos procedimentos experimentais, a Figura 24 propõe uma descrição, visto que aborda um fenômeno associado (evidência de reação química) ao núcleo conceitual do trecho selecionado (reação química). As diferenças nessas fotografias foram observadas não só por se tratarem de trechos de livros didáticos distintos, mas também pode ser atribuída às características ontológicas do conhecimento científico abordado em cada um deles e às escolhas dos estudantes no processo de construção da fotografia. Isso pode ser verificado a partir do relato da autora da Figura 24, transcrito a seguir.

“Eu tentei fazer sobre o primeiro trecho e peguei uma régua com lá para mostrar o cabelo arrepiado. Mas, estava mostrando muito mais o meu cabelo arrepiado naturalmente do que o experimento em si. Não deu certo! Aí tentei fazer com um bastão de vidro na água, para poder mostrar quando afasta assim, sabe? A foto não ficou legal também. O que eu fiz? Coloquei Bombril na água e deixei um seco para poder tirar a foto. Mas como eu deixei para fazer em cima da hora, não deu tempo de o Bombril ficar corroído. Eu dei uma olhada nos livros que eu tinha aqui. Eu tinha o Tito e Canto [CANTO; PERUZZO, 2015]. Lembrei desse experimento, tinha as coisas aqui e pensei em falar um pouco sobre reações químicas. Tinha um corante aqui que é azul, coloquei e pensei que na hora que começar a reação as fotos iam ficar bacanas”.

Esse trecho indica que a intenção da autora em retratar um fenômeno veio a partir de uma proposta de imagem para o trecho 2, relacionado à corrosão. É interessante perceber que os estudantes que selecionaram o trecho 2 fizeram uma imagem de um material oxidado e suas características, como podemos perceber a partir da Figura 25. Contudo, a autora da Figura 23 objetivava pelo menos fazer um paralelo entre uma palha de aço (Bombril) corroída e outra sem os efeitos da oxidação, o que não foi abordado pelos demais estudantes que selecionaram o trecho 2. Destarte, o intuito da estudante, desde o primeiro momento, era relacionar o trecho do livro com uma experimentação, o que foi suscitado pelo primeiro trecho a ser selecionado por ela, que tratava sobre o experimento da eletrização.



Registrei na fotografia o estaleiro da parreira de uvas da minha casa. Por ser uma estrutura metálica que fica exposta ao sol, variações de temperatura e, especialmente, a umidade, já apresenta um aspecto avançado de oxidação. Pode ser determinado pela cor marrom e a textura de ferrugem.

Figura 25: Fotografia e legenda propostos por um estudante sobre o Trecho 2 (Quadro 7).

A fim de relacionar a Figura 25 com as demais, vamos classificá-la seguindo as categorias presentes no Quadro 8. Apesar de trazer legendas relacionais e funcionalidade inoperante como as Figuras 23 e 24, essa imagem constitui uma aplicação do trecho 2, visto que traz um exemplo de um material oxidado e não discute uma experimentação. Todos os demais estudantes que selecionaram esse trecho retrataram fotografias com as mesmas classificações. Entretanto, como vimos anteriormente, o trecho selecionado não foi o único determinante da imagem produzida, tendo o processo de criação do autor um papel proeminente.

5.5. Os modelos na Arte e na Ciência e ModelArte

Por meio de um fórum na plataforma Moodle, os estudantes puderam opinar sobre o que achavam que era um modelo científico, baseados em textos e imagens, conforme o Anexo A. Alguns pontos de vista sobre esse tema estão apresentados no Quadro 12 a seguir. Selecionamos os pontos de vista que trouxessem ideias complementares aos textos e às imagens fornecidos aos licenciandos pela plataforma Moodle, não deixando de contemplar suas opiniões.

Quadro 12: Respostas dos licenciandos ao fórum "O que é um modelo científico?"

Um modelo científico, bem como descrito no trecho do artigo da Rosária ¹⁶ , é uma representação parcial de um fenômeno, processo ou objeto, que ressalta um ou mais aspectos do que está sendo representado em detrimento de outras características. Um modelo científico pode ser uma transição do que é analisado para diferentes plataformas, utilizando diferentes recursos, como animações, representações visuais, representações físicas, entre outras formas.
Acredito que um modelo científico seja qualquer representação que descreva um fenômeno que se possa construir uma imagem dele. Algumas coisas são difíceis de se observar, principalmente em Química, e imaginar algo de que nunca se ouviu falar é complexo. Por isso, modelos científicos podem ser qualquer coisa que auxilie nesse processo de estudo.
Para mim, um modelo científico é uma forma encontrada para materializar, idealizar e representar situações típicas da Ciência. Geralmente, tais situações são bastante abstratas ou de difícil visualização. Os modelos científicos também tem por objetivo reproduzir as realidades mais complexas de uma forma mais simplificada, mantendo (ou pelo menos tentando manter) a base daquele sistema.
Um modelo é fundamentalmente uma aproximação da realidade que objetiva demonstrar ao leitor/aluno/observador o funcionamento ou a composição de algo. Antes de se pensar qual tipo de modelo usar, é necessário pensar no objetivo de sua criação. Por exemplo, para uma criança é muito mais importante um modelo interativo, como o gestual ou concreto, enquanto um estudante de graduação precisa compreender modelos matemáticos. Educadores também precisam sempre explicitar

¹⁶ O aluno se refere ao texto Modelos e Modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos de R. Justi, adaptado de Santos, W. L. P.dos; Maldaner; O. A. (orgs.) Ensino de Química em Foco. Ijuí: Editora Unijuí, 2010, p. 209-230, presente no Anexo A deste trabalho.

que as representações são aproximações e, se possível, apresentar mais de um modelo para ampliar as formas de compreensão dos alunos.

Em minhas palavras e baseando nos trechos dos textos bases, um modelo científico é a representação de algo complexo e talvez de difícil abstração que pode ser compilado de uma maneira simples e direta, da qual a mente humana possa compreender. Esse modelo não é necessariamente uma cópia da realidade, mas sim apenas uma explicação do que a Ciência menciona naquele sistema ou fenômeno. Creio que cada modelo deve se adequar a situação que está sendo trabalhada.

No encontro síncrono, em uma parte expositiva da aula, foi comentado sobre os modelos na arte, exemplificados, inicialmente, pela catedral de Notre-Damme de Rouen (Figura 24), na França e as várias representações feitas pelo pintor impressionista Claude Monet¹⁷. Essas representações foram feitas em com diferentes cores de acordo com a incidência da luz que varia durante um dia e durante o ano (Figura 26). Desta forma, foi discutido como o olhar para a realidade na tentativa de representar por meio de um modelo, há sempre uma perda em um processo de volta ao modelo em que ele se apresenta de diferentes formas em cada olhar que lançamos sobre ele, assim como os modelos científicos.



Figura 26: Fotografia da catedral de Notre-Damme de Rouen, França.

Retirado de <http://artenarede.com.br/blog/index.php/a-catedral-de-notre-dame-de-rouen-por-claude-monet/>. Acesso em 15 de setembro de 2020.

¹⁷ Claude Monet (1840-1926) é um pintor francês impressionista, mundialmente conhecido por suas pinturas de paisagens e suas séries de nenúfares.



Figura 27: Pinturas a óleo feitas por Monet da catedral de Rouen.

Retirado de <https://fahrenheitmagazine.com/arte/un-paseo-por-la-serie-de-la-catedral-de-rouen-de-monet>. Acesso em 15 de setembro de 2020.

Além da catedral de Notre-Damme de Rouen e suas representações, foi apresentado aos alunos o conceito de manipulação, modelação ou modelagem em Arte, que é um método direto de criar a forma sobre argila, gesso ou cera. Por responderem diretamente ao toque humano, podem ser manipulados pela mão até alcançar o produto final (Figura 28). Assim como o modelo científico, há, no processo de moldagem, a busca por uma representação por meio do trabalho humano.



Figura 28: Fotografia do processo de modelagem em argila.

Retirado de OC VIRK, O. G *et al.* (2014, p.35).

Finalmente, foi destacado que o processo de modelagem tanto na arte quanto na ciência seria dar forma a algo, destacando algo, em detrimento de outras características. Essa perspectiva foi exemplificada a partir das obras de Michael Sweerts ¹⁸ (Figura 29) e Charles Nicolas II Cochin e Benoît Louis Prevost ¹⁹ (Figura 30).



Figura 29: A classe de desenho. Michael Sweerts, 1656, óleo sobre tela.

Retirado de <https://pt.artsdot.com/@@/8Y3JED-Michael-Sweerts-A-classe-de-desenho>.

Acesso em 20 de dezembro de 2020.

¹⁸ Michael Sweerts (1618-1664) é um pintor belga do período do barroco, conhecido por suas pinturas de retratos.

¹⁹ Charles Nicolas II Cochin (1715-1790) e Benoît Louis Prevost (? – 1804) foram gravuristas franceses responsáveis por diversas obras para livros e enciclopédias do século XVIII.



Figura 30: O estudo do desenho a partir do trabalho e da natureza. Charles Nicolas II Cochin e Benoît Louis Prevost, 1763, gravura a talho doce.

Retirado de OLIVEIRA, C. M. da S. (2020, p. 23).

Após o encontro síncrono, no qual houve a apresentação dos aspectos dos modelos na Ciência e na Arte, foi proposto, aos licenciandos, que conduzissem seu processo de modelagem a partir de alguns temas (Quadro 13). Os estudantes poderiam optar pela representação do modelo – desenho, escultura etc., cuja fotografia foi enviada por e-mail para avaliação.

Quadro 13: Temas propostos para a realização da atividade ModelArte

Tema 1 – “Os polímeros consistem em cadeias de moléculas, e estas cadeias têm em média pesos moleculares que variam de 10 mil a mais de um milhão de g/mol, sendo produzidas pela união de muitos meros por meio de ligação química para formar moléculas gigantes, as quais são conhecidas como macromoléculas. O peso molecular é definido como a soma de massas atômicas em cada molécula. A maioria dos polímeros, sólidos ou líquidos, é à base de carbono; contudo, também pode ser inorgânica, como os silicones baseados na estrutura de Si-O”.

Adaptado de ASKELAND, W. J.; WRIGHT, W. J. Ciência e engenharia dos materiais. São Paulo: Cengage Learning, 2014, p. 507-8.

Tema 2 – “Um dos aspectos mais agradáveis de espécimes minerais bem desenvolvidos são suas ocorrências em cristais ou grupos de cristais. Tais cristais têm superfícies planas lisas que assumem formas geométricas como um tetraedro, octaedro ou um cubo. Quando

a aparência externa de um mineral assume uma forma geométrica regular, ela é referida como sua forma cristalina. As formas cristalinas podem ser utilizadas como uma propriedade física diagnóstica pois a forma externa é a expressão da organização interna do arranjo atômico ordenado”.

Retirado de KLEIN, C.; DUTROW, B. Manual de ciência dos minerais. Porto Alegre: Bookman, p. 46.

Tema 3 – “Agregados macromoleculares em solução são formados por moléculas anfifílicas, compostas por uma parte polar (cabeça polar) e uma parte apolar (tipicamente uma cadeia carbônica tipo parafina). Ou seja, uma parte com afinidade pela água (hidrofílica) e uma sem afinidade com a água (hidrofóbica). Devido a essas duas tendências opostas na mesma molécula, quando em solução aquosa se forma espontaneamente um agregado (micela) que contém em seu interior a parte parafínica que evita o contato com a água, enquanto as cabeças polares formam uma interface em contato com a água. Exemplos desses compostos são sabões e detergentes e também fosfolipídeos biológicos”.

Adaptado de AMARAL, L. Q. do. Sistemas micelares. In: _____. Entre sólidos e líquidos: uma visão contemporânea e multidisciplinar para a formação de professores e divulgação do conhecimento. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014, p. 131.

Tema 4 – “Quando uma corrente elétrica passa por uma amostra de hidrogênio em baixa pressão, ocorre emissão de luz. A corrente elétrica, que funciona como uma tempestade de elétrons, quebra as moléculas de H_2 e excita os átomos de hidrogênio para energias mais altas. Esses átomos excitados liberam rapidamente o excesso de energia através da emissão de radiação eletromagnética, e depois se recombina para formar novas moléculas de H_2 ”.

Retirado de ATKINS, P; JONES, L. Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre: Bookman, 2012, p. 06.

Tema 5 – “Muitos metais são maleáveis, o que significa que podem ser moldados em folhas finas e dúcteis – ou seja, podem ser transformados em fios. Os sólidos iônicos ou cristais da maioria dos compostos covalentes não exibem tal comportamento. Esses tipos de sólidos são geralmente quebradiços e racham com facilidade. Considere, por exemplo, a diferença entre deixar cair um cubo de gelo e um bloco de alumínio em um chão de concreto”.

Adaptado de BROWN, Theodore; LEMAY, H. Eugene; BURSTEN, Bruce E. Química: a ciência central. 9 ed. Prentice-Hall, 2005, p.866.

O Tema 4 não foi selecionado por nenhum aluno, contudo vamos discutir uma produção referente aos demais. Primeiramente, temos a representação tridimensional de um polímero (Figura 31) seguido pelo relato de sua autora.



Figura 31: Representação tridimensional de uma cadeia polimérica.

Relato: “Eu tentei fazer um polímero [Figura 31]. Pensando ali no PVC [policloreto de vinila] que ele tem cloro, aí eu coloquei essas bolinhas verdes representando o cloro, a pretinha é carbono e a branca, hidrogênio. Aí tentei fazer um pedacinho de polímero e falei que é ‘um polímero feito de polímero’.”

Segundo a estudante, para a montagem de sua representação, foi utilizado um *kit* de bolas e varetas de plástico (geralmente polipropileno), comum aos estudantes e professores de Química. Esse *kit* oportuniza a montagem de diversas moléculas, respeitando seus ângulos de ligação e sua geometria. Nesta representação (Figura 31), houve a construção de símbolo a partir dos diferentes tamanhos e colorações das bolas de plástico – verde (elemento químico cloro), preta (elemento químico carbono) e branca (elemento químico hidrogênio). Essa escala de cores pode ser encontrada em outras imagens representando o polímero PVC, como podemos perceber a partir da coletânea de imagens da internet presente na Figura 32.

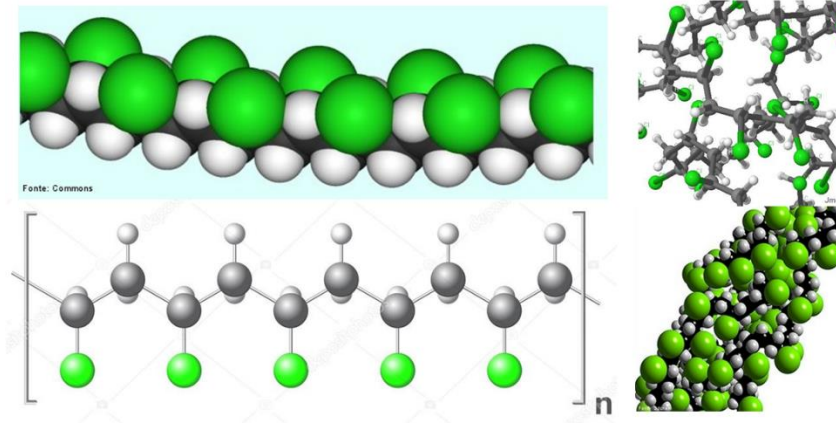


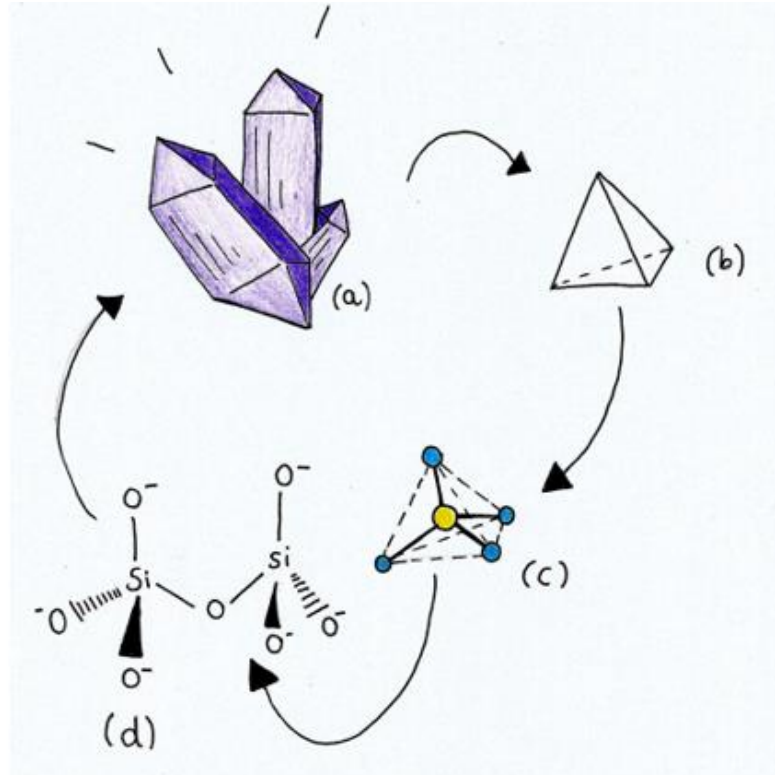
Figura 32: Representações do polímero de PVC.

Retirado de

<http://www.quimica.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=1758&evento=5>.

Acesso em 07 de dezembro de 2020.

Assim, a aluna apropriou-se de um sistema de símbolos comum nas imagens de representação da molécula do PVC para construir sua produção. Sua escolha por uma representação tridimensional possibilita a visualização do arranjo dos átomos, contudo nos desenhos em suportes bidimensionais, o processo de estruturação do modelo e escolha de símbolos toma outras perspectivas. Para entendermos essas perspectivas, observemos, então, a Figura 33 e o relato a seguir, representando a produção de uma aluna relacionada ao Tema 2 (Quadro 13). As legendas que acompanham a figura foram de autoria da aluna.



(a) O Quartzo, constituído de óxido de silício (SiO_2), é um cristal que apresenta formas tetraédricas ou de prismas.

(b) Representação de um tetraedro regular, forma geométrica na qual o Quartzo pode ser encontrado.

(c) O arranjo dos átomos no Quartzo: A esfera amarela representa um átomo de silício, enquanto as esferas azuis representam átomos de oxigênio, todos organizados de modo a formar uma estrutura tetraédrica ao redor do silício.

(d) Representação das ligações entre os átomos de silício e oxigênio que constituem o Quartzo.

Figura 33: Representação de modelos do mineral quartzo.

Relato: “O trecho que eu achei menos difícil foi esse do livro de Mineralogia. Eu fiz técnico em Mecânica no CEFET [Centro Federal de Educação Tecnológica] e estudei muitas coisas de materiais. Lembrei do quartzo que geralmente tem esses cristais mais pontudos que parecem pirâmides. E justamente isso condiz com o empacotamento dele, a forma como os íons estão ligados. Eu quis fazer uma regressão: eu desenhei o cristal de quartzo, aí eu dei um close para a pirâmide que está na ponta dele que é um tetraedro. Dentro dessa pirâmide, há várias pirâmidezinhas de átomos de silício e oxigênio e depois a estrutura de Lewis só para ilustrar mesmo”.

Para a representação de seu modelo, a estudante elaborou um recorte indo do macro – cristal de quartzo - para o atômico – arranjo - e o simbólico – estrutura de Lewis. Esses níveis do conhecimento químico são observados nos estudos de Johnstone (1997; 2000) e Mortimer, Machado e Romanelli (2000) – Figura 34.

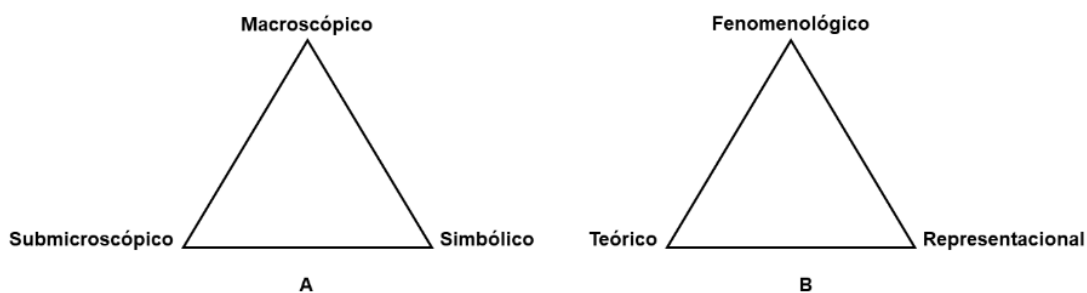


Figura 34: Triângulo de Johnstone (A) e os três aspectos do conhecimento químico (B).

Adaptado de Johnstone (1997; 2000) e Mortimer, Machado e Romanelli (2000).

O triângulo de Johnstone, reestruturado pelo Mortimer, Machado e Romanelli (2000), relaciona os três aspectos do conhecimento químico que são trabalhos na sala de aula, guiando os principais currículos dessa Ciência. Desta forma, a representação dos modelos pela estudante foi proveniente de uma demanda por apresentar entidades que não são visíveis a olho nu, no campo do submicroscópico/teórico e representacional/simbólico. Como a estrutura tetraédrica do silicato presente no mineral possui componentes tridimensionais, o uso de cunha aberta e fechada (Figura 33d) – recurso simbólico convencional nas representações em Química – foi necessário. Esse processo de modelagem e representação demonstra a sobreposição de modelos, visto que a autora se apropria de recursos representacionais provenientes de outras modelagens e convenções, como a ligação covalente representada por traços, a carga atômica simbolizada pelo sinal negativo e os elementos químicos apresentados por letras como na Tabela Periódica. As representações e os modelos possuem potenciais explicativos diversos, como veremos a partir da Figura 35 e do relato de seu autor.

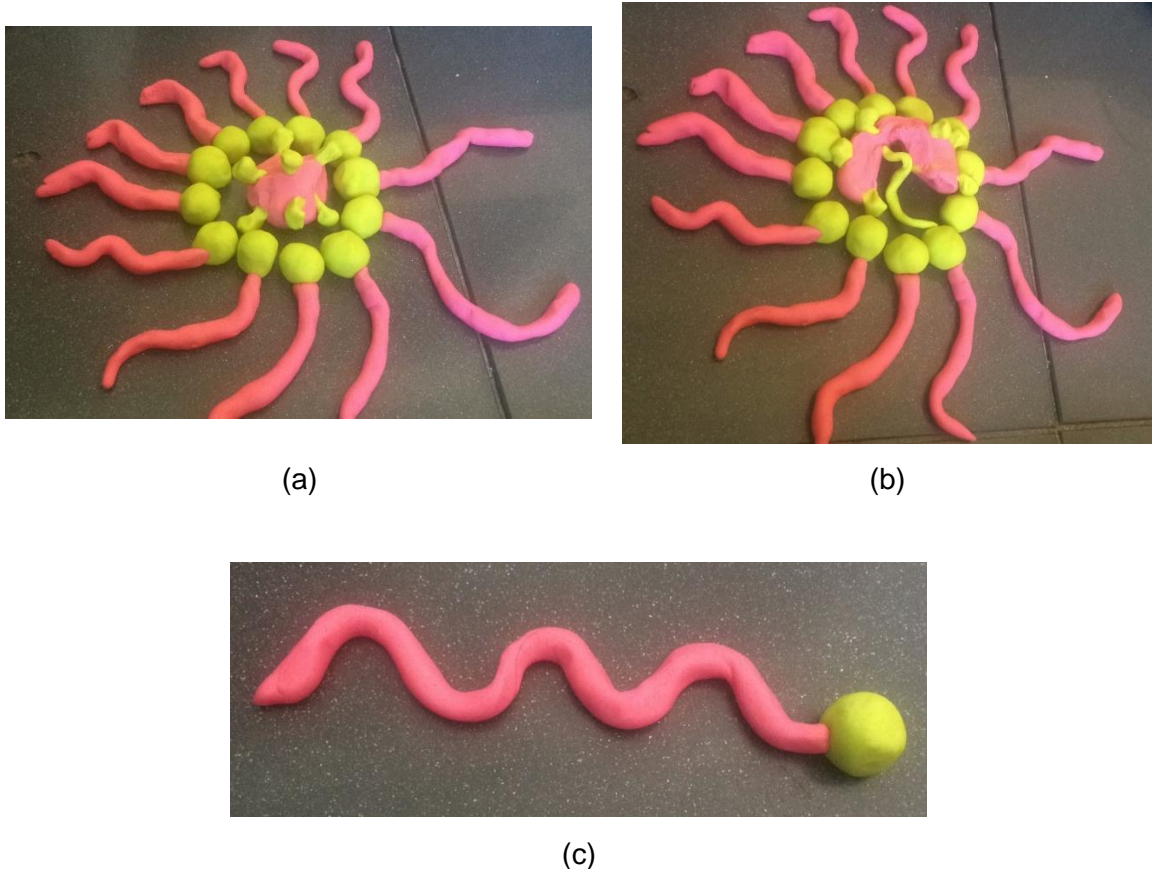


Figura 35: Representação das interações do sabão com o vírus Sars-CoV-2 (a), a destruição do vírus (b) e a molécula de sabão (c).

Relato: “Quando eu fui fazer, eu pensei o seguinte: ‘se eu estou fazendo um modelo, por que não pensar em uma aplicação para esse modelo?’. Eu pensei que como nos dias atuais tem muitas fake news, sobretudo se lavar as mãos combate o Coronavírus. Então eu quis fazer esse modelo que seria o ‘você entendeu ou quer que eu desenhe?’. Então eu representei a molécula de sabão retirando o material genético do Coronavírus [Figura 33 (b)]. Foi mais ou menos essa ideia que eu tive quando quis representar um modelo com massinhas e uma aplicação para ele. Aqui tem a moleculazinha [Figura 33 (c)], então a parte rosa seria a parte apolar da molécula e a cabeça amarela seria a parte polar da molécula, como estava descrito no trecho que eu escolhi [Trecho 3 – Quadro 13]. O modelo foi feito com massinha caseira inclusive: farinha de trigo, sal, óleo e água. O corante eu já tinha aqui em casa porque tinha comprado para fazer uma atividade anterior, mas dava para pintar com suco de pacotinho ou gelatina”.

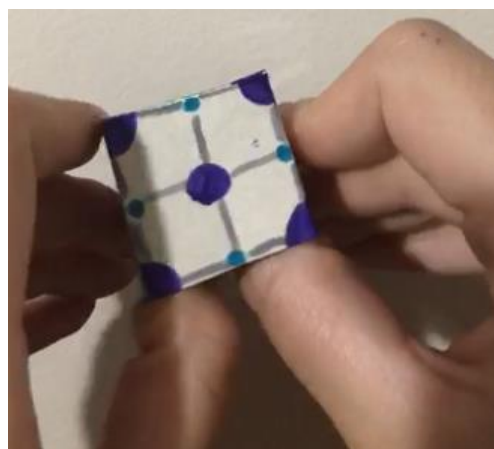
Na Figura 35(b), as moléculas de sabão estão retirando o material genético do vírus Sars-CoV-2 a partir de suas interações com a membrana viral. Segundo Lima *et al.* (2020), os sabões e os detergentes são formados por substâncias que atuam na desestabilização das biomoléculas, constituintes das proteínas e membranas biológicas que constituem o Sars-

CoV-2 - representado pelo aluno na Figura 35(a). Como as moléculas de sabão, assim como o vírus, possuem áreas polares e apolares foi necessário utilizar uma legenda de cores para o processo de modelagem. As imagens apresentadas na Figura 35 mostram o potencial dos modelos em representar fenômenos, visto que há uma sequência de acontecimentos nas fotografias. Primeiramente, ao redor do vírus, forma-se uma micela, que a partir da natureza anfipática ou anfifílica das moléculas de sabão, há a destruição do envelope lipídico do Sars-CoV-2, liberando seu material genético (RNA).

Nota-se que, ao contrário dos modelos apresentados na Figura 31 e 33, o processo de modelagem artística começou com a produção da massa caseira. Essa massa possui algumas características que foram apontadas pelo autor, como ser muito mole, por isso teve que posicionar os modelos no chão para registrá-los. Contudo, a massa possibilitou dar forma às moléculas e às partes constituintes do vírus, possibilitando a construção do modelo científico. Salientamos que o material selecionado para a construção dos modelos possui influência sobre o processo de modelagem tridimensional. Isso pode ser observado tanto nos modelos da Figura 35 quanto nos seguintes. Observemos, então, a construção de outra aluna, baseada no Trecho 5 (Quadro 13), seguida por seu relato.



(a)



(b)

Figura 36: Modelo para ligação metálica (a) e para a ligação iônica (b).

Relato: “A ideia era fazer o modelo da ligação iônica com as miçangas também, só que elas não ficavam em pé. Eu tentei colar, mas elas ficaram caindo, aí eu tive a ideia de desenhar. Aí eu pensei em representar as duas moléculas ligadas, aí elas estão ligadas, representado pelo traço cinza [Figura 36(b)]. E aí por causa dessas ligações elas ficam não maleáveis porque elas têm um formato fixo. Eu quis mostrar que não dava para manipular como a ligação metálica [Figura 36(a)]. Enquanto eu estou mexendo no modelo, é como se ele fosse rígido. Como se a minha ligação estivesse no estado sólido, como se fosse um NaCl.

A minha intenção era fazer um corte na caixinha e quando eu mexesse, ela ia ‘quebrar’, ou seja, não acontece o mesmo fenômeno que acontece na ligação metálica. Eu queria ter feito em um material mais firme a ligação iônica porque ia dar pra ver a quebra”.

A partir do relato da autora, podemos perceber que houve a intenção de representar as propriedades das ligações metálica e iônica a partir dos modelos. Enquanto ela queria um material rígido, que se quebrasse com facilidade para a ligação iônica, o modelo da ligação metálica deveria ser maleável e resistente a deformações. Essa relação entre o material do modelo tridimensional e as propriedades a serem representadas por ele faz com que a estudante avalie o modelo da ligação iônica como não ideal às suas intenções. Desta forma, ela avalia seu próprio modelo em relação às propriedades que deveria representar. Esse exercício de criação e avaliação dos modelos é discutido por Justi (2015) e pode ser resumido na Figura 37 a seguir.

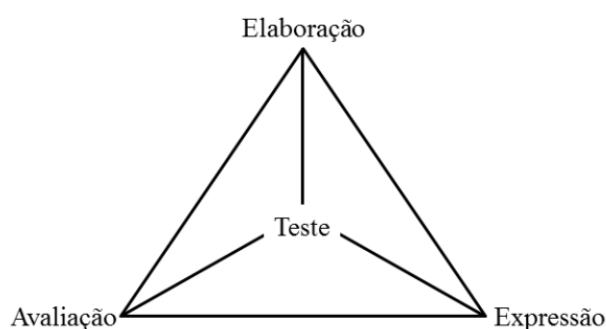


Figura 37: Etapas do processo de modelagem.

Adaptado de Justi (2015).

As etapas do processo de modelagem se sobrepõem e ocorrem concomitantemente. Por exemplo, enquanto a aluna manipulou o modelo para a ligação (teste) - Figura 36(b) -, percebeu que ele não iria representar a dureza e a baixa resistência ao choque mecânico dos compostos iônicos (avaliação), concluindo que deveria ter selecionado outro material em sua elaboração. Desta forma, percebemos que a limitação de um modelo se baseia em representar apenas algumas propriedades e/ou características do fenômeno ou da entidade química.

Além das fotografias representadas na Figura 36, a aluna enviou dois vídeos nos quais manipulava ambos os modelos. No vídeo referente à ligação metálica, ela movimentava a folha na qual as miçangas estavam coladas, a fim de demonstrar a maleabilidade do modelo. As miçangas azuis representariam os elétrons móveis pelo material metálico e as brancas, segundo a autora, os cátions dos elementos. Por essa propriedade do material, alusiva a uma

característica da ligação metálica, a autora considera seu modelo para a ligação metálica satisfatório, encerrando seu processo de modelagem.

A construção de modelos envolve diversos processos, como a seleção dos materiais e dos símbolos convencionados a serem utilizados, a modelagem artística em estruturas tridimensionais e as etapas de teste e avaliação. As discussões dessa seção demonstraram de que forma os materiais e os processos de modelagem (artístico e científico) estão atrelados para potencializar a comunicação dos conceitos dos licenciandos.

5.6. Restauro e conservação do patrimônio

Os processos de conservação e restauração de obras de arte podem ser abordados nas aulas de Química/Ciências, contribuindo para a Educação Patrimonial, entendida como a abordagem dos processos educativos formais e não-formais que colaboram para o reconhecimento, valorização e preservação do patrimônio cultural (FLORÊNCIO *et al.*, 2012). Para tratar desses temas, houve duas aulas expositivas nas quais foram discutidos aspectos científicos da análise, conservação e restauração de obras artísticas. Essas aulas foram baseadas na entrevista realizada em 03 de julho de 2020 com o Dr. João Cura D'Ars de Figueiredo Junior²⁰, professor da Escola de Belas Artes da UFMG (Apêndice C). Essa entrevista foi gravada por meio do Google Meet e disponibilizada aos alunos em vídeo, por meio do Google Drive.

No primeiro encontro síncrono (07/10/2020), houve a discussão de que conservar e restaurar a obra são ações complexas e distintas que envolvem diversas áreas do conhecimento e pode ir de encontro aos processos artísticos. Por exemplo, a utilização de materiais biológicos como frutas (Figura 38), em que a deterioração proporciona a experiência de sentidos desejada pelo artista, demanda novos entendimentos dos suportes. Desta forma, a atuação do profissional da Química na área do patrimônio cultural é uma intervenção ponderada por diversos fatores, dentre eles os aspectos históricos e artísticos da obra.

²⁰ Possui graduação, mestrado, doutorado e pós-doutorado em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Química Inorgânica, atuando principalmente nos seguintes temas: bronze, ditiocarbamatos, corrosão do bronze e prata, ensaios eletroquímicos para avaliação de corrosão, nanopartículas de Ca(OH)₂ para desacidificação de papéis. É atualmente professor efetivo da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) na área de Química de Bens Culturais. Retirado de <http://lattes.cnpq.br/2365009826704350>. Acesso em 08 de dezembro de 2020.



contágio = contagem

opaco
 frontal
 chapado
 plano
 sem profundidade
 monotônico
 sem graça
 previsível
 entra um sai outro
 substituível
 boiada no pasto
 fiéis do rebanho
 coroação sem coração

Figura 38: Obra da artista brasileira Edith Derdyk²¹.

Retirado de <https://www.instagram.com/edithderdyk/?hl=pt-br>. Acesso em 23 de setembro de 2020.

Na aula expositiva, também foi apresentado o caso da obra *Neither*, da artista Doris Salcedo²² (Figura 39), presente no Instituto de Arte Contemporânea e Jardim Botânico Inhotim, situado na cidade de Brumadinho-MG, a 60 quilômetros da capital do estado. A obra

²¹ Edith Derdyk (1955 – hoje) é uma pintora desenhista, designer gráfico e escritora, formada pela Fundação Alvares Penteado (FAAP), cujas produções podem ser acompanhadas por seu perfil no Instagram.

²² Doris Salcedo (1958 – hoje) é uma artista colombiana contemporânea cujas instalações são produzidas a partir de objetos cotidianos e retratam a relação da humanidade com a perda, o luto e a violência.

está exposta em uma galeria com controle de umidade e temperatura como forma de evitar deteriorações. Ela é formada por gesso e aço que são materiais considerados quimicamente incompatíveis, visto que o gesso absorve água e oxida o ferro, mudando a cor do metal pelo processo de corrosão. Como não era o intuito da artista a alteração de coloração do ferro, a Química viria atrelada à Ciência da conservação e da restauração para impedir o aumento da corrosão (conservação) e retirar as áreas já deterioradas (restauração), retornando a obra ao seu estado original.

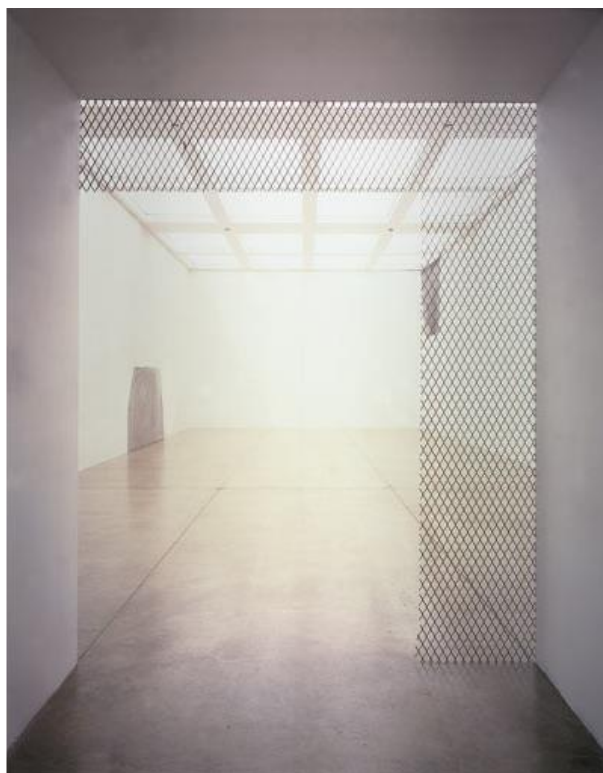


Figura 39: *Neither*. Doris Salcedo, placas de gesso e aço, 494 x 740 x 1500 cm, 2004.

Retirado de <https://www.inhotim.org.br/inhotim/arte-contemporanea/obras/neither/>. Acesso em 08 de dezembro de 2020.

Uma das alunas que já tinha ido ao Instituto Inhotim, relata sua experiência associando-a à entrevista do Dr. João Cura, conforme a transcrição a seguir.

Relato: *“Eu fui ao Inhotim umas duas vezes e ainda não cheguei a ver nem a metade. Mas vendo essa entrevista eu comecei a ver por uma outra perspectiva, principalmente em relação aos materiais que ele citou. Eu fiquei até assustada comigo mesma porque a gente que está estudando Química, a gente costuma enxergar as coisas, sabe? Em tudo, você vê Química. E quando eu fui lá, eu via só o aspecto histórico ou estético. Eu não parei para pensar muito nessa questão dos materiais. Vendo a entrevista, eu lembrei das vezes que eu fui lá e eu comecei a lembrar daqueles blocos da Tropicália [Figura 40] que ficam do lado de*

fora. Eu pensei que teve um esforço para fazer aqueles blocos, deixarem eles expostos. Depois da entrevista, eu comecei a enxergar por um outro ângulo”.



Figura 40: Invenção da Cor – Penetrável – MagicSquare #5 – De Luxe. Hélio Oiticica²³, obra in situ, 1977.

Retirado de <https://www.inhotim.org.br/inhotim/arte-contemporanea/obras/invencao-da-cor-penetravel-magic-square-5-de-luxe/>. Acesso em 08 de dezembro de 2020.

A partir do relato da aluna, foi destacado que a experiência artística está mais próxima de nós do que pensamos, podendo ser encontrada fora dos museus e galerias, citando a escultura do Leandro Gabriel²⁴ na FaE (Faculdade de Educação) em aço corten e outros metais (Figura 41). Ampliando a discussão sobre os materiais das obras artísticas, foi explicado que o material selecionado pelo artista vai oxidando com o tempo e ficando com a coloração de ferrugem. A seleção dos materiais pelo artista dialoga com sua proposta estética/criativa e pode levar em conta os possíveis processos de deterioração e a forma de exibição. Por exemplo, o aço corten oxida apenas sua camada de fora, conservando por dentro sua estrutura metálica, mantendo a integridade material da obra. Esse material, denominado como aço patinável, já foi utilizado anteriormente por outros artistas, como o mineiro Amilcar de Castro²⁵ (Figura 42), citado na entrevista com o Dr. João Cura, cujas obras metálicas ficam expostas em áreas externas assim como a escultura de Leandro Gabriel.

²³ Hélio Oiticica (1937 – 1980) foi um artista plástico e performático brasileiro integrante da arte concreta, conhecido por seus penetráveis, espaços onde o público poderia interagir diretamente com a obra e passar por experiências sensoriais.

²⁴ Leandro Gabriel (1970 – hoje) é um artista mineiro, formado em Educação Artística pela Escola Grignard e desenvolve atualmente trabalhos com transformação da sucata de ferro e outros materiais metálicos.

²⁵ Amilcar de Castro (1920-2002) foi um artista plástico e designer mineiro integrante do Movimento Neoconcreto, propondo esculturas com cortes e dobraduras em materiais rígidos, como o aço corten e SAC.



Figura 41: Leandro Gabriel, sem título, 2005.

Fonte: o Autor.



Figura 42: Amilcar de Castro. A Porta, Museu de Arte da Pampulha. Aço SAC.

Retirado de

<https://www.eba.ufmg.br/pos/sepoga/index.php/sepoga/sepoga15/paper/viewFile/11/1o>.

Acesso em 23 de setembro de 2020.

Foi apresentado, então, o trabalho de Amilcar de Castro, que foi um artista citado na entrevista com o prof. João Cura. Em suas obras, havia a utilização do material metálico “que

tem a peculiaridade de enferrujar até um determinado ponto, a partir do qual sua oxidação cessa” (NAVES, 2011, p. 239). Para exemplificar o processo de escolha do material pelo artista, foi lido para os estudantes o seguinte trecho do livro “A forma difícil: ensaios sobre a arte brasileira”, de Rodrigo Naves:

Amílcar de Castro costuma repetir que ‘alumínio não tem caráter’ e que por isso não o utiliza. Sua maleabilidade realmente torna-o disponível às mais variadas modulações. Falta-lhe uma tenacidade específica, que o conduzisse a ceder apenas a determinados arqueamentos e flexões, capazes de vergá-lo no ponto certo. Diferentemente do ferro, o alumínio – bem como muitos outros materiais – parece não sentir a passagem do tempo, e com isso repele os sedimentos que a idade acumula e que dão às coisas uma feição própria. Um presente contínuo acentua aquela disponibilidade absoluta, pois tudo está para acontecer pela primeira vez... e o caráter não se forma (NAVES, 2011, p.238-9).

A partir desse processo de deterioração das obras em metais, um aluno se lembrou de uma escultura presente no Instituto Inhotim, conforme o relato a seguir.

Relato: “Tem uma obra da queda de viga [Figura 43]. Eles fizeram um buraco, aí colocou o cimento. Quando o cimento estava molinho, eles jogaram com... tipo um guindaste, não sei, as vigas de metal. Essas vigas iam caindo no buraco e batendo, saía até fogo porque batia um metal no outro. O cimento secou e do jeito que o metal caiu, ele ficou e está exposto lá no Inhotim, foi feita em 2008. Tem até um vídeo no YouTube mostrando como ela foi feita. Ela está se deteriorando, então o artista que fez essa obra deve ter a intenção de deteriorar”.



Figura 43: Chris Burden²⁶ “Beam Drop Inhotim 2008” - Foto: Eduardo Eckenfels.

Retirado de <https://www.inhotim.org.br/inhotim/arte-contemporanea/obras/beam-drop-inhotim-2008/>. Acesso em 23 de setembro de 2020.

Foi explicado que cada obra tem especificidades e não foi feita, propriamente, para deteriorar. Por exemplo, o caso de *Beam Drop Inhotim 2008* (Figura 43) trata-se de uma obra classificada como *site-specific*, ou seja, foi criada e planejada em um local específico, alterando-o e estabelecendo com ele uma relação intrínseca e interdependente (CASTILLO, 2008, p. 172). *Beam Drop Inhotim 2008* foi construída pelo artista estadunidense Chris Burden que

utilizou 71 vigas de ferro selecionadas em ferros velhos próximos ao Instituto. A performance, que durou cerca de 12 horas, foi realizada com um guindaste e uma grande equipe que seguia as orientações de Burden sobre como lançar as vigas de uma altura de 45 metros sobre uma piscina de cimento fresco. 13 Aquilo que está diante de nossos olhos é o registro da performance de Burden (DIAS, 2016, p.34).

Foi explicado aos estudantes que a obra presente no Inhotim se tratava, então, de o resultado de uma performance, por isso o registro em vídeo citado pelo aluno. A performance seria uma manifestação artística que destaca o fazer artístico no momento, como uma apresentação. É importante ressaltar que essa definição foi trazida apenas como uma forma de introdução dos alunos às diversas poéticas e expressões artísticas, sendo que “nenhuma outra forma de expressão artística tem um programa tão ilimitado [quanto à performance],

²⁶ Chris Burden (1946-2015) foi um artista americano que trabalhou na performance e instalação, sendo um dos expoentes do movimento *body art*.

uma vez que cada performer cria sua própria definição ao longo de seu processo e modo de execução” (GOLDBERG, 2006, p. IX). Desta forma, o que estava em foco ali não eram apenas as vigas metálicas ou o cimento – a materialidade da obra - mas também o processo criativo no momento de queda das vigas metálicas.

Esses exemplos suscitados pelos estudantes colaboraram para o contato com as variadas formas de expressão artísticas, problematizando que nem sempre a conservação/restauração é o caminho, mas sim a compreensão dos processos criativos e da materialidade da obra. Destacou-se que o suporte da arte além de variado, pode inexistir, sendo imprescindível a responsabilidade da Química em dialogar com outras áreas. Os exemplos trazidos pelos estudantes em seus relatos comprovam seu interesse por investigar os fatores materiais das obras a partir de sua relevância patrimonial. Além disso, os processos de conservação e restauração são responsáveis apenas pela perpetuação da integridade material das produções, que foram elaboradas em um contexto cultural e histórico específico, que deve ser respeitado e analisado, assim como o processo criativo do artista.

O segundo encontro síncrono com essa temática, ocorrido em 14 de outubro de 2020, foi baseado em uma parte da entrevista com o prof. João Cura sobre autenticação e falsificação de obras de arte, colocando a Ciência como uma ferramenta de análise. Para tanto, foi proposta uma atividade assíncrona investigativa (Quadro 14), que contou com a participação em um fórum no Moodle. Um dos propósitos dessa atividade, além de contextualizar a Química no ensino de Ciências como uma área forense em interface com as obras de arte, é possibilitar o contato dos licenciandos com uma forma de atividade investigativa que não possui propriamente uma parte experimental, mas pode é baseada na resolução de um problema. Segundo Zompero e Laburú (2011), as investigações no ensino de Ciências vem como uma estratégia que promove a formulação de um problema e interações com informações novas e pré-existentes para a elaboração de uma proposta de intervenção.

Quadro 14: Atividade sobre autenticação de obras de arte

A participação de vocês na disciplina essa semana contará com sua participação em um fórum de discussões. Para isso, veja a segunda parte da entrevista com o professor Dr. João Cura D’Ars de Figueredo Junior, da Escola de Belas Artes da Universidade Federal de Minas Gerais (EBA – UFMG).

Após assistir à entrevista, discuta as possibilidades de integração entre a Química/Ciências respondendo às perguntas de uma atividade investigativa proposta a seguir no fórum.

Você trabalha em um laboratório do Cecor – Centro de Conservação e Restauração, situado na Escola de Belas Artes da UFMG. Duas telas, de tamanhos similares, foram deixadas para análise de autenticidade em seu laboratório. As fotografias das telas estão representadas a seguir.



Autor desconhecido. A leiteira. 1657-1658. Pintura a óleo.²⁷



Autor desconhecido. Mulher tocando cítara. Pintura a óleo.²⁸

²⁷ Obra de Johannes Vermeer. Retirado de <https://artrianon.com/2017/08/18/obra-de-arte-da-semana-a-leiteira-de-vermeer/>. Acesso em 12 de abril de 2020.

²⁸ Obra de Han van Meegeren, produzida na década de 1950. Retirado de Wynne (2008, encarte).

O proprietário das telas alega que ambas pertencem ao pintor holandês Johannes Vermeer²⁹ e foram feitas no período entre 1657 e 1660.

- Quais as análises que poderiam ser feitas para comprovar a autenticidade das obras?
- Qual a importância do laudo técnico de análise científica para atestar a autenticidade das obras neste caso?
- Você retiraria alguma amostra das pinturas ou optaria por métodos não destrutivos? Por quê?
- Existem conhecimentos de outras áreas que poderiam auxiliar nessa investigação? Se sim, quais?

Os licenciandos, conforme apresentado no Quadro 14, deveriam responder às questões a partir das informações contidas na entrevista. Selecionamos quatro respostas de alunos (Quadro 15) distintos para analisarmos de que forma eles se relacionaram com o conteúdo da entrevista.

Quadro 15: Respostas dos licenciandos às perguntas da atividade

Quais as análises que poderiam ser feitas para comprovar a autenticidade das obras?

1. Verificar o anacronismo: presença de elementos de fora do tempo da tela, como pigmentos ou informações na própria tela que não condizem com o tempo, presença de pelos de pincel etc. Fazer espectroscopia de infravermelho, massas e fluorescência de raios X para saber a conservação da tinta; por fim comparar o envelhecimento entre as duas; técnicas destrutivas somente em último caso.
2. Entender que o profissional que já sabe como as técnicas e pigmentos, mas ainda é possível identificar como foram feitos alguns tipos de testes químicos, para provar porque o fato que é necessário fazer um tipo de infravermelho ou raio X, com isso eles podem resultar para algum tipo de teste, para ver algum tipo de óleo ou algumas tintas, porque mostra se ele está envelhecendo ou não. Isso serve para identificar marcas de restauração, como se a pintura foi feita sobre outro desenho ou se ela possui mais de uma camada, o que pode mostrar se obra é falsa ou não.

²⁹ Johannes Vermeer (1632-1675) foi um pintor holandês do Barroco, também conhecido como Vermeer de Delft ou Johannes van der Meer.

3. A princípio, o mais adequado seria entrar em contato com um historiador da arte, afinal, esse profissional pode atestar quais eram as técnicas e pigmentos utilizados no contexto em que a obra foi feita. Dessa forma, usando a técnica de infravermelho tentaria identificar quais foram as tintas utilizadas e poderia constatar se a obra é anacrônica. Caso o resultado não seja conclusivo, seria necessário retirar uma amostragem para uma cromatografia ou teste com um espectrômetro de massas, para tentar verificar qual foi o período em que a obra foi pintada.
4. Visto que o dono das obras relata que elas são dos anos de 1657 – 1660 e elas são do tipo pintura a óleo eu recomendaria dois tipos de análise de espectroscopia – uma para determinar a banda do óleo, pois os óleos mais antigos possuem bandas diferentes dos óleos mais novos e outra para determinar os elementos presentes na tinta, pois sabendo essas informações, poderíamos fazer um levantamento dos elementos que o artista utilizava em outras obras.

Qual a importância do laudo técnico de análise científica para atestar a autenticidade das obras neste caso?

1. O laudo científico dará segurança a um comprador em potencial de adquirir a obra por determinado valor.
2. É importante um laudo técnico ajuda identificar algum tipo, mas esse caso da tinta é a óleo, eu acredito que é possível uma análise científica, ver como está aquela obra, como foi feita, por como foi utilizada, mas não é somente a óleo, mas podem ser outros.
3. O mercado da arte movimenta muito dinheiro ao redor do mundo, além disso, obras de arte possuem valor histórico imensurável. Daí que surge a importância do trabalho de análise, para atestar que aquilo que está sendo comprado ou exposto é de fato autêntico.
4. Um laudo técnico poderia ser a prova coesa de que aquela obra possui um valor econômico e que também ela de fato é antiga. Porém, um laudo técnico de um químico sozinho não traria grandes resultados, sendo talvez necessário a ação do historiador para validar com autenticidade esse resultado.

Você retiraria alguma amostra das pinturas ou optaria por métodos não destrutivos? Por quê?

1. Somente em último caso, porque com análises espectroscópicas podemos chegar a resultados muitas vezes melhores que por análises destrutivas.
2. Escolheria optar por métodos não destrutivos.

3. A princípio tentaria utilizar um ensaio não destrutivo por acreditar que mesmo que seja uma amostra milimétrica, é essencial que a pintura sofra o mínimo de danos possíveis. Só retiraria uma amostragem se realmente fosse necessário para fazer o estudo.
4. Como todo tipo de obra é uma arte, não podemos fazer a destruição dela, ainda que seja uma falsificação. Nesse caso, optaria como prioridade métodos não agressivos, pois se caso a obra fosse mesmo dos anos de 1657-1660, não faria nenhuma destruição a ela.

Existem conhecimentos de outras áreas que poderiam auxiliar nessa investigação? Se sim, quais?

1. O conhecimento de história da arte é muito importante para dialogar com o químico e reforçar a autenticidade.
2. Sim, tem várias áreas, mas eu acho que um historiador ou um artista que eles sabem, tem conhecimentos de como a obra, como foram utilizados alguns tipos de pigmentos por exemplo, acho que quem tem conhecimento essa área como ciências, biologia, arte e química entre outros. Isso é extremamente importante compartilhar quem tem experiências para outros.
3. Acredito que além de um historiador, artista e químico, em alguns casos seja importante contar com os conhecimentos de biologia, afinal podem ser detectada matéria orgânica que além de enriquecer a análise, pode evitar a deterioração da obra por micro-organismos.
4. Sim, como por exemplo o trabalho do historiador.

A partir das respostas dos alunos à primeira pergunta, percebemos que houve a utilização dos termos técnicos que foram discutidos na entrevista, como espectroscopia, fluorescência e análises com raios X. Essa importância aos termos técnicos e ao papel da Ciência corrobora com a importância dada pelos licenciandos ao laudo científico na autenticação da obra. Todas as respostas apresentadas discutem o laudo técnico como importante na autenticidade até como decisivo – uma prova final. Apenas um aluno falou que a autenticidade poderia ser verificada em conjunto com outras áreas. Essas percepções vão de encontro às informações contidas na entrevista, visto que nela houve a discussão de que a Química pode ser utilizada como uma ferramenta relevante, mas não essencial para a determinação da autoria de uma obra. Contudo, os estudantes entendem a interface das análises químicas dessa área com outros conhecimentos, como a História, História da Arte e outras áreas da Ciência, como a Biologia, conforme seus relatos na última pergunta.

Um dos pontos centrais das discussões no encontro síncrono e nos relatos dos licenciandos, foi a busca por anacronismos na obra para a determinação da autenticidade. Para exemplificar o anacronismo, um dos alunos relata que *“Lembrei de uma série do Sherlock Holmes, da BBC, que ele descobre que uma tela é falsa porque o autor pintou uma constelação que não existia na época. Não... Na verdade, ele não pintou uma constelação que era uma supernova e só existiu numa época. Então, no original tinha essa supernova e na falsificação não tinha. Isso aí era a única coisa que o falsificador tinha feito de diferente e achei muito legal. Com a entrevista, deu vontade de ser falsificador de arte”*.

A partir do relato do estudante, foi discutido essa característica dual da Química: atuando como uma ferramenta no combate de falsificações e como um conhecimento que auxilia nesse processo. Para isso, foi discutido a história de Han van Meegeren, um falsificador holandês do início do século XX, que vendeu diversas obras suas como se fossem do artista Johannes Vermeer. No livro “Eu fui Vermeer: a lenda do falsário que enganou os nazistas” de Frank Wynne, há um trecho que apresenta como a Química pode ser importante na falsificação das obras, especialmente na fabricação dos pigmentos em busca da diminuição de anacronismos na falsificação. Segundo Wynne (2008), os falsificadores, como Han van Meegeren, conhecem as técnicas de análise e tentam driblar a partir de outros materiais e do conhecimento químico. Citando o processo de falsificação do holandês e sua escolha por um tema para pintar, o autor relata que

Han van Meegeren ainda não reunia os conhecimentos necessários para criar uma pintura “seiscentista”³⁰ – como encontrar a tela certa, como endurecer a tinta, como induzir a *craquelure*, a teia de fendas finíssimas que constitui a marca do tempo e da madureza. Enquanto não concebesse uma técnica para enganar o perito e seu teste de álcool, o raio X e o químico, o tema para um Vermeer em início de carreira era irrelevante (WHYNNNE, p. 100-1, 2008).

Indo mais a fundo nesse processo de falsificação, foi apresentado aos licenciandos um trecho do filme “O incógnito” (1997) – onde o personagem principal, Harry Donovan, faz uma falsificação de uma obra de arte do artista holandês Rembrandt³¹ (1606-1669). No trecho de 3 minutos presente no YouTube³², Harry Donovan compõe sua falsificação por meio da fabricação de um pigmento branco, conhecido como branco de chumbo, utilizado na época de Rembrandt. Para fazer esse pigmento, o personagem principal rouba uma peça de chumbo antiga de um museu e a deixa oxidar em um recipiente. O produto dessa oxidação é um sólido

³⁰ Refere-se às obras de arte produzidas no século XVII.

³¹ Rembrandt Harmenszonn van Rijn (1606-1669) foi um pintor e gravador holandês do século de ouro dos Países Baixos (século XVIII), um dos artistas mais célebres do Barroco europeu.

³² Presente em https://www.youtube.com/watch?v=39_NPLaHqic&ab_channel=MarekJur%C3%A1nek. Acesso em outubro de 2020.

branco, que, quando adicionado a um óleo vegetal, resulta na tinta conhecida como branco de chumbo. O branco de chumbo teria de ser produzido a partir de uma peça antiga visto que uma das análises feitas é a datação do chumbo-210. Além disso, o chumbo dos pintores holandeses, como é o caso de Rembrandt e de Vermeer, “continha quantidades de prata e antimônio, enquanto o chumbo do século XX tais elementos são separados durante o processo de fundição” (WYNNE, 2008, p. 265). O personagem utiliza um secador de cabelo e um forno para poder realizar o *craquelê* ou *craquelure* - pequenas fendas que se formam, em pinturas antigas, a partir da evaporação e oxidação lenta do aglutinante da tinta e/ou em áreas de tensão na tela, um dos aspectos estéticos determinantes de uma obra antiga.

Passando para as análises que podem ser utilizadas nas obras de arte, houve a apresentação da obra “A Adivinha” (Figura 44) de Achille Funi³³ e das análises ópticas de raios-X (Figura 45), que revela desenhos ocultos em camadas mais internas da pintura, além das pinceladas na construção da imagem.



Figura 44: A adivinha (Achille Funi) – 1924 (45,7 x 46,8 cm – óleo sobre madeira).

Retirado de <http://www.mac.usp.br/mac/EXPOSI%C7OES/2013/italiana/home.htm>. Acesso em novembro de 2020.

³³ Achille Funi (1890-1972) foi um pintor neoclássico italiano, cujas obras foram produzidas nas décadas de 1920 e 1930.



Figura 45: Detalhe da obra “A adivinha” sobre a análise de raios-X.

Retirado de

<http://www.mac.usp.br/mac/conteudo/academico/publicacoes/anais/modernidade/ficha.html>.

Acesso em novembro de 2020.

A partir da apresentação dessas imagens, um aluno declara que *“surgiu uma dúvida aqui: tem essa questão de não degradar essas obras de arte para fazer essas análises. Mas, no caso para fazer essas análises você vai emitir radiação ali em cima, né? Então tem essa preocupação em fazer tanta análise em cima da peça ou você guarda essas análises e só faz de novo quando for vender? Porque teve uma exposição, não sei se foi ano passado, que as obras ficavam em ar condicionado, tinha todo um controle para poder conservar mesmo. Então, no caso para fazer um raio-X, você vai emitir uma radiação”*. Foi explicado que algumas obras podem sofrer algumas alterações ou até danos quando expostas a alguma radiação, seja de algum equipamento de análise ou da luz do próprio ambiente. Segundo Pascual e Patiño (2003, p. 17), *“as radiações excessivas provocam nos quadros a catalisação de reações de oxidação nas resinas e nos óleos, amarelecendo-os ou causando a sua descoloração”*, por isso algumas obras não podem ser fotografadas com *flash*, por exemplo. Mas, no caso das análises com radiação, a exposição é mínima e não ocorre com frequência, visto que há o registro de fotografias quando a obra é submetida a ondas eletromagnéticas.

Ao final do encontro, dois licenciandos relataram suas percepções sobre as informações transcritas a seguir.

“Teve muitas partes interessantes na disciplina, mas essa parte, sem sombra de dúvidas, surpreendeu. Eu acho que eu já comentei aqui que eu sabia que a Química auxiliava na conservação, no restauro e na falsificação das obras de arte, mas eu não imaginava que era tanta coisa interessante por detrás disso”.

“Eu estava observando tudo que foi apresentado aqui, achei extremamente interessante porque nunca tinha imaginado que era possível tirar um raio-X em obras de arte. Eu assisti a

entrevista com o João e fiquei bem interessado no assunto. Fiz algumas pesquisas para entender algumas coisas que vocês falaram como a pintura a óleo, vários tipos de materiais que são usados em pinturas. Como que é possível fazer uma falsificação, como que é possível fazer isso. Aquele que foca em ganhar dinheiro a partir de cópias, que tem experiência na área de arte para isso. A questão da Ciência que está envolvida nisso tudo que foi falada, todo o processo. E a pessoa que vai fazer uma cópia também tem esse tipo de conhecimento. Mas são conhecimentos diferentes: o do artista e da pessoa que fez a cópia. Aprendi muitas coisas novas. Eu lembrei de uma visita que eu fiz a um museu e que um rapaz tinha dito para mim que não podia tirar foto e eu fiquei sem entender o porquê. Aí agora eu consegui compreender: eu não podia imaginar que uma fotografia poderia danificar uma obra de arte”.

A partir dos relatos e da discussão das atividades síncronas e assíncronas, percebemos que as áreas de conservação, restauração e autenticação surgiram como uma possibilidade de discutir diversos conteúdos científicos. Apesar da especificidade técnica dessas áreas, o conhecimento de alguns de seus aspectos pelos alunos pode ser indícios de que eles mudaram sua percepção de uma visita a um museu ou a uma galeria. O encontro síncrono foi pautado nas falas dos futuros professores, que foram dialogando com suas dúvidas e curiosidades, contribuindo com suas experiências com as produções artísticas. Por exemplo, as falas dos alunos sobre o Instituto Inhotim desencadearam diversos diálogos sobre a natureza da prática artística e de suas produções. Finalmente, o relato dos dois alunos ao final do encontro síncrono demonstrou o interesse deles por essa área, podendo ser explorada em outros estudos para a formação de professores. Aqui, é importante citar a tese de Carvalho (2016) como uma importante contribuição sobre a pesquisa educacional do contexto da restauração e conservação no ensino básico.

5.7. Análise dos trabalhos finais da disciplina “Ateliê de Ciências”

Ao final da disciplina, foi proposto aos licenciandos que fizessem um planejamento individual de uma aula, uma sequência de aulas, uma atividade, uma experimentação ou um projeto levando em conta documentos oficiais como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e os Conteúdos Básicos Comuns (CBC) para o Ensino Médio do Estado de Minas Gerais de Química, Biologia e Física. O planejamento seria voltado para o ensino básico (anos iniciais, ensino fundamental I ou II ou ensino médio) e deveria conter um tipo de integração entre a Arte e a Ciência. Os licenciandos poderiam se basear nas experimentações da disciplina “Ateliê de Ciências” ou criar uma atividade inteiramente nova. Foram recebidos por e-mail, 18 trabalhos que foram agrupados de acordo com seus conteúdos científicos abordados (Quadro 16) e suas formas de integrações com a Arte (Quadro 17).

Quadro 16: Relação de trabalhos de acordo com o conteúdo científico abordado

Conteúdos científicos abordados	Número de trabalhos
Propriedades dos materiais	3
Interações intermoleculares	3
Modelos atômicos	3
Funções orgânicas	2
Solubilidade	1
Cálculos químicos	1
Elementos químicos	1
Misturas	1
Polímeros	1
Corpo humano e higiene	1
Transformações e fenômenos químicos	1

Quadro 17: Relação de trabalhos de acordo com a integração com a Arte

Integração com a Arte	Número de trabalhos
Escultura	8
Propostas variadas	4
Pintura, tintas e pigmentos	4
Desenho	1
Visitação a museu	1

A categoria “Propostas variadas” (Quadro 17) reúne trabalhos que utilizaram mais de uma área da Arte, propondo atividades envolvendo desenho e escultura, por exemplo, e planejamentos com o uso de tecnologias digitais, como *design* gráfico. A partir dessa categorização presente nos Quadros 16 e 17, vamos analisar as estratégias utilizadas pelos licenciandos para integrar a Arte e a Ciência em um planejamento para o ensino básico.

A priori, todos os alunos propuseram o planejamento de uma aula ou uma sequência de aulas, com exceção de uma licencianda que optou em estruturar uma excursão ao Instituto Inhotim na qual haveria uma “caça aos tesouros” guiada pelos materiais presentes em cada uma das obras do local. Dezesesseis planejamentos abordaram alguma atividade de criação artística, propondo desenhos representativos de constituintes orgânicos ou modelos tridimensionais para moléculas. Outros dois planejamentos associaram um experimento científico, como a extração de pigmentos de alimentos e a coloração das substâncias em uma

mistura heterogênea, à experiência estética e sensorial que a atividade promoveria a partir da variedade de cores dos compostos químicos.

Um dos trabalhos finais contemplou o formato do ensino remoto emergencial proposto pelo Estado de Minas Gerais com o Plano de Estudos Tutorados (PET). Neste trabalho, a licencianda contemplou o conteúdo de cinética química e propôs a construção de um modelo que explica as reações e os fatores de sua ocorrência. É importante frisar que a produção de modelos foi encontrada na metade (9) dos trabalhos enviados, sendo abordada a partir de diferentes perspectivas. Por exemplo, em uma atividade a construção de modelos, por meio de desenho, deveria ser realizada anteriormente à discussão do conteúdo de Modelos Atômicos, para o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema. Em outros planejamentos, os modelos seriam feitos para representar o arranjo tridimensional de moléculas em atividades voltadas para a escultura e a modelagem artística, após alguma explicação sobre o conteúdo científico, podendo utilizar massinha de modelar ou objetos, como blocos de montar.

Dois dos trabalhos apresentados pelos licenciandos abordaram a atividade “Desenho negativo” da disciplina “Ateliê de Ciências”, como forma de discutir aspectos da interação entre as substâncias, assim como a polaridade das moléculas. Três associaram a atividade artística como uma forma lúdica de introduzir conceitos científicos. Em um deles havia a proposta de fazer um modelo do átomo de Rutherford com o núcleo bem pequeno que deveria ser “bombardeado” por bolas de papel, simulando o experimento de Geiger e Marsden para o espalhamento da partícula alfa na folha de ouro. Nesse mesmo trabalho, a licencianda propõe que os alunos construam esculturas a partir das mesmas peças de montar – mesma quantidade e cores (*Lego*). Cada peça de montar representaria um elemento químico e as diferentes esculturas seriam as substâncias químicas, corroborando com o modelo proposto por Dalton, no qual os átomos se arranjam de formas distintas a fim de formar compostos diferentes.

Três planejamentos utilizaram a construção de narrativas para contextualizar a atividade. Em um deles, foi utilizado o livro de divulgação científica “Os Botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a História”³⁴ e os demais continham histórias criadas pelos licenciandos. Uma dessas histórias seria a representação de moléculas orgânicas a partir de uma linguagem extraterrestre que contemplaria fatores estéticos, denominada *Chemical Calligraphy*³⁵. Essa “caligrafia” propõe outra forma de representar as moléculas orgânicas,

³⁴ Le Couteur, P.; BURRESON, J. “Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história”. São Paulo: Zahar, 2006.

³⁵ <http://dscript.org/chem.pdf>. Acesso em 12 de dezembro de 2020.

sendo utilizado pelo licenciando em seu planejamento como uma forma de integrar a Arte e discutir como as representações e convenções simbólicas são construídas na Ciência. Como forma de exemplificação, a Figura 46 apresenta a molécula de ácido acetilsalicílico (AAS) nas duas conformações: convencionadas pela Ciência e proposta pela *Chemical Caligraphy*.

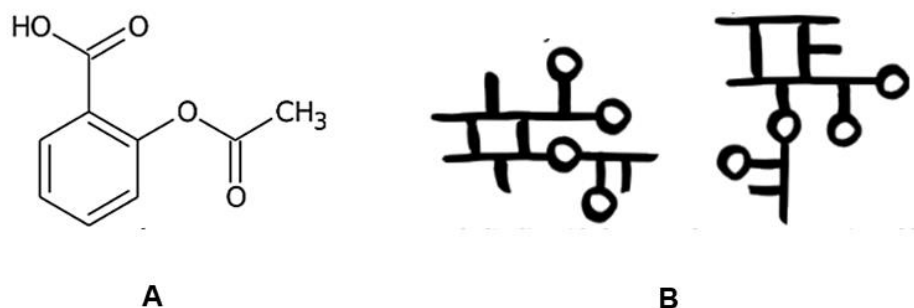


Figura 46: Representações da molécula de AAS pela fórmula de linhas ou bastão (A) e pela *Chemical Caligraphy* (B).

É importante frisar que há convenções em ambas representações, como o átomo de oxigênio representado por uma bolinha na *Chemical Caligraphy* e pela letra O maiúscula na fórmula de linhas. Essa natureza da formação de símbolos seria abordada pelo licenciando em seu planejamento.

A partir dos dados discutidos, podemos perceber que as atividades artísticas foram o contexto para discutir os conteúdos científicos ou são abordadas para simbolizar alguma entidade ou fenômeno por meio de modelos. A prática artística estaria no processo de modelagem, na experiência estética possibilitada por diferentes cores e pigmentos ou na visitação de obras em um museu. Novamente, é importante frisar que todos os planejamentos continham alguma atividade manual com tintas, esculturas ou desenhos, demonstrando a importância da experiência e da criatividade na construção do contexto para o ensino de Ciências. Dois licenciandos propuseram experimentos científicos de misturas de substâncias, como água com corante e óleo, como uma prática artística, visto que possuem aspectos estéticos, como as cores.

Essas percepções corroboram com os trabalhos de Hadzigeorgiou (2016) e Wickman (2017) que colocam as experiências científicas como possuidoras de características estéticas a serem abordadas no ensino de Ciências. Wickman (2017), por exemplo, discute que os juízos de valores estéticos em uma sala de aula podem ser adotados para uma melhor compreensão sobre como os estudantes entendem os conceitos científicos. Hadzigeorgiou (2016), associando o ensino de Ciências aos fatores estéticos e pedagógicos das práticas artísticas, revela um aumento no engajamento dos estudantes a partir de atividades que

envolvem percepções sensoriais e conceitos estéticos. Essas concepções abrem caminho para aprofundamentos e pesquisas futuras sobre a integração entre Arte e ensino de Ciências.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho contemplou a construção e a análise de uma disciplina optativa de 30 horas cujo contexto foi as Artes, permitindo o contato dos licenciandos em Química com práticas e técnicas artísticas, assim como a fruição. A disciplina, denominada “Ateliê de Ciências”, compilou maneiras de integrar as Artes Plásticas com os conteúdos científicos para a formação inicial de professores. O formato do Ensino Remoto Emergencial, no qual os estudantes deveriam desenvolver atividades assíncronas e participar de encontros síncronos no Microsoft Teams, fez com que se consolidasse a divisão da disciplina em atividades, pensada anteriormente em formato presencial. Esse formato também possibilitou a utilização de diferentes materiais disponíveis nas casas dos licenciandos, promovendo processos de criação particulares. É importante frisar o empenho dos alunos na disciplina, devido à baixa incidência de faltas e o cuidado com as criações.

A partir de um questionário foi possível traçar um perfil dos dezoito estudantes matriculados na disciplina e suas concepções sobre a contextualização no ensino de Ciências, sendo o primeiro objetivo específico deste trabalho. Segundo os dados coletados nas respostas dos licenciandos, todos eles possuem experiência docente, seja em estágios ou lecionando em escolas das redes pública e privada e consideram, prioritariamente, o horário da disciplina e a carga horária (quantidade de créditos) na escolha das disciplinas optativas. A maioria (72%) frequenta museus em Belo Horizonte e região, sendo citados, majoritariamente, os locais do Circuito Liberdade e comparecem a eventos musicais, teatrais e feiras científicas. Apesar de frequentarem eventos artísticos, possuem pouco contato com as artes plásticas – área abordada pela disciplina “Ateliê de Ciências”.

As concepções dos licenciandos sobre contextualização, coletadas a partir de questionário, foram voltadas prioritariamente para a abordagem do cotidiano dos alunos nas aulas e práticas pedagógicas, a integração do conteúdo científico com outras áreas do conhecimento ou sua associação com aspectos históricos, sociais ou econômicos. A contextualização, segundo os licenciandos, seria uma estratégia para aumentar o interesse do estudante pelos conteúdos, para sua ligação direta com o cotidiano do estudante ou para formar um sujeito crítico. A partir desses dados, houve a discussão com os licenciandos dos conceitos propostos por Gilbert (2006), nos quais a estruturação de um contexto é dada a partir de um evento focal e pode ser mobilizado pelo professor a partir das interações em sala de aula. Desta forma, a partir da disciplina “Ateliê de Ciências”, a Arte pôde vir a ser um evento focal a ser explorado para estabelecer integrações entre os conhecimentos humanos.

Seja produzindo tintas, aplicando-as em um suporte para revelar um desenho ou na criação de um personagem por meio do desenho, os licenciandos foram convidados a entrar no processo criativo. Além disso, algumas atividades foram voltadas para o caráter filosófico e epistemológico dos conhecimentos humanos, levantando as percepções dos alunos sobre a Arte, focadas em seu caráter comunicativo e expressivo. Esse caráter foi explorado pelos licenciandos em suas criações e em seus relatos contemplando os conhecimentos científicos e o processo criativo/artístico. Finalmente, os temas da conservação e restauração foram discutidos na disciplina revelando a Química como ferramenta de análise em processos de autenticação e de manutenção da integridade material da obra. Esses temas, segundo os alunos, eram pouco conhecidos e podem, então, ser explorados em investigações futuras.

Cada uma das atividades propostas na disciplina possibilitou a coleta de dados variados, sendo analisados de acordo com suas especificidades. Nos encontros síncronos, os licenciandos relacionaram as atividades diretamente com a técnica artística empregada, fazendo um juízo de valores sobre a sua produção. Frequentemente, os estudantes relatavam que o resultado final não era o esperado, não “deu certo” ou “funcionou”, alegando a falta de destreza manual e/ou conhecimento sobre a técnica empregada. Contudo, os processos artísticos/criativos foram diversos, como na atividade “Desenhando os elementos químicos”, na qual houve a produção de variados símbolos a partir de eventos históricos, substâncias químicas ou aplicações de um determinado elemento químico por meio do desenho. Podemos ressaltar também as atividades “Fotografando a Ciência” e “ModelArte” nas quais foram criadas diferentes representações para o mesmo trecho de um livro didático, corroborando com a pluralidade do processo criativo/artístico dos licenciandos.

Diante das análises realizadas, podemos afirmar que esta dissertação alcançou os objetivos específicos e geral propostos. No capítulo 4, identificamos e analisamos as percepções dos licenciandos sobre o contexto e a contextualização no ensino de Ciências, perfazendo o primeiro objetivo específico deste trabalho. Além disso, ofertamos uma disciplina cujo planejamento encontra-se no Capítulo 3 e discutimos as possibilidades do formato ERE ao longo das análises dos dados no Capítulo 5. Destacamos que o ERE atuou não só na divisão da disciplina em atividades, encontros síncronos e criações assíncronas, como também na utilização constante de aplicativos de comunicação e plataformas (Whatsapp, Moodle, YouTube etc.). Houve também a construção de um conjunto de atividades envolvendo práticas e obras artísticas, que foram discutidas ao longo do Capítulo 5, tendo em cada uma de suas seções a análise de diferentes dados obtidos ao longo da disciplina “Ateliê de Ciências”. Destacamos a seção 5.7 deste capítulo na qual identificamos por meio da análise dos trabalhos finais dos estudantes, as possibilidades que eles apresentaram na integração entre Arte e Química/Ciências no ensino, o último objetivo específico proposto para

este trabalho. Nessas possibilidades de integração, a Arte foi abordada a partir de suas práticas e técnicas, especialmente o potencial da escultura na modelagem de entidades e fenômenos científicos. Desta forma, os licenciandos abordaram a prática artística a partir de um tema científico, por exemplo, representando uma molécula a partir da criação de massa de modelar. Eles, então, partiram do pressuposto do potencial comunicativo e expressivo da Arte.

Utilizando-se diferentes formatos de coleta e análises de dados, verificamos o potencial da integração da Arte como contexto para o ensino de Química em uma disciplina optativa para a formação inicial de professores, alcançando, assim, o objetivo geral deste trabalho. Nos Capítulos 4 e 5, discutimos que, além das possibilidades estéticas que as criações artísticas promovem, há potenciais pedagógicos e de construção simbólica como vimos a partir das produções dos licenciandos. A diversidade dessas produções e dos relatos dos estudantes sobre os materiais e as técnicas por eles empregados demonstram as possibilidades da Arte como contexto no ensino de Ciências/Química.

A partir dos dados coletados, outras questões podem ser investigadas em trabalhos futuros, como quais seriam as possibilidades da disciplina “Ateliê de Ciências” com a participação presencial dos estudantes, quais são as questões estéticas no ensino de Ciências em atividades que envolvem as práticas artísticas, como os licenciandos mobilizam símbolos científicos convencionados na produção de seus modelos. Além disso, é importante ressaltar que as atividades discutidas neste trabalho foram voltadas para o ensino superior e poderão ser realizadas no ensino básico (fundamental e médio), perfazendo outros objetos de estudos futuros.

7. REFERÊNCIAS

- ALCANTARA-GARCIA, J.; PLOEGER, R. Teaching Polymer Chemistry through cultural heritage. **Journal of Chemical Education**, v. 95, n. 07, p. 1118-1124, 2018.
- ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; FERRAZ, M. H. M.; BELTRAN, M. H. R.; PORTO, P. A. **Percursos de História da Química**. São Paulo: Editora Livraria da Física. 2016.
- ALTARUGIO, M. H. Teatro de fantoches: experiência psicodramática na formação de professores de química. **REDEQUIM – Revista Debates em Ensino de Química**, v. 04, n. 02, p. 07-20, 2018.
- ANDRADE, S. A.; OLIVEIRA, R. D. V. L.; QUEIROZ, G. R. P. C.; MELLO, W. Z. A abordagem CTS-Arte nos estudos das estações de tratamento de esgoto: uma prática no ensino fundamental. **Revista Práxis**, ano VI, n. 11, p. 65-78, 2014.
- ANDRÉ, M. E. D. A. Mestrado profissional e mestrado acadêmico: aproximações e diferenças. **Revista Diálogo Educacional**, v. 17, n. 53, p. 823-841, 2017.
- ARAÚJO, J.L.; MORAIS, C.; PAIVA, J. C. Poetry and alkali metals: building bridges to the study of atomic radius and ionization energy. **Chemistry Research Education and Practice in Europe**, v. 04, n. 16, p. 893-900, 2015.
- ARAÚJO-JORGE, T. C. **Ciência e arte: encontros e sintonias**. Rio de Janeiro: Editora Senac. 2004.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BATISTA, G. A. Francis Bacon: para uma educação científica. **Revista Teias**, v. 11, n. 23, p. 163-184, 2010.
- BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica**. 5. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2017.
- BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F.; TRINDADE, L. S. P. **História da Ciência para formação de professores**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.
- BENNETT, J.; HOLMAN, J. Context-based approaches to the teaching of chemistry: what are they and what are their effects? In Gilbert, J. K. et al. (org.). **Chemical Education: Towards Research-based Practice**. Norwell: Kluwer Academic Publishers, p. 165-184, 2002.
- BENNETT, J.; LUBBEN, F. Context-based Chemistry: The Salters approach. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 9, p. 999-1015, 2006.
- BENNETT, J.; LUBBEN, F.; HOGARTH, S. Bringing Science to life: a synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to Science teaching. **Science Education**, v. 91, n. 3, p. 347-370, 2007.
- BONAFÉ, C.; OLIVEIRA, C.; LIMA, G. Z.; CAVAGNI, G.; RODRIGUES, J.; MISTURA, C. M.; HERMES, T. A. R. Produção de tintas com a utilização de pigmentos vegetais: favorecendo a abordagem interdisciplinar no ensino de Química. *In: 33º EDEQ – Movimentos Curriculares da Educação Química: o permanente e o transitório*, 2013, Ijuí. Anais... Ijuí: Editora Unijuí, 2013. p. 01-08.
- BOPEGEDERA, A. M. R. P. The art and Science of light. **Journal of Chemical Education**, v. 82, n. 01, p. 55-59, 2005.

BORGES, D. B. S.; FORATO, T. C. M. Ciência e sociedade: retratos da história da termodinâmica na arte. In: MOURA, B. A.; FORATO, T. C. M. **Histórias das ciências, epistemologia, gênero e arte: ensaios para a formação de professores**. São Bernardo do Campo: EdUFABC, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **PCN + Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/CNE, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio**. Brasília: MEC/CNE, 1998.

BRITO, R. F.; VANZIN, T.; ULBRICHT, V. Reflexões sobre o conceito de criatividade: sua relação com a biologia do conhecer. **Ciência & Cognição**, v. 14, n. 3, p. 204-213, 2009.

CACHAPUZ, A. F. Arte e ciência: que papel na educação em ciência? **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 4, n. 2, p. 287-294, 2007.

CACHAPUZ, A. F. Arte e ciência no ensino de ciências. **Interacções**, v. 10, n. 31, p. 95-106, 2014.

CAMARGO, C. P.; CAMARGO, E. P.; SILVA, C. S. As relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade na Arte de Chico Buarque. **REDEQUIM – Revista Debates em Ensino de Química**, v. 04, n. 02, p. 74-94, 2018.

CANTO, E. L.; PERUZZO, T. M. **Química na abordagem do cotidiano** – Volume único. São Paulo: Saraiva Didático, 2015.

CARVALHO, M. A. **Conservação e restauração de bens culturais e perspectivas de contextualização para aulas de Química**. 2016. 183 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Física Gleb Wataghin, Campinas, 2016.

CASTILLO, S. S. **Cenário da arquitetura da arte**. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

CHASSOT, A. **A ciência através dos tempos**. São Paulo: Moderna, 2. ed., 2004.

CHAUÍ, M. **Convite à Filosofia**. São Paulo: Editora Ática, 2003.

CIPOLLA, L.; FERRARI, L. A. Big atoms for small children: building atomic models from common materials to better visualize and conceptualize atomic structure. **Journal of Chemical Education**, v. 93, n. 06, p. 1068-1072, 2016.

COLI, J. **O que é arte**. São Paulo: Editora Brasiliense, 2013.

CORACINI, M. J. **Um fazer persuasivo: o discurso subjetivo da Ciência**. São Paulo: Pontes/EDUC, 1991.

CORTEZ, J.; DARROZ, L. M. A contextualização no ensino de Ciências na visão de professores da educação básica. **Revista Thema**, v. 14, n. 3, p. 182-190, 2017.

COSTA, M. A. F.; VENEU, F.; COSTA, M. F. B. Discussão de controvérsias sociocientíficas em sala de aula: o ensino da biossegurança em foco. **Revista Práxis**, v. 10, n. 19, 2018.

CUNHA, M. B. A fotografia científica no ensino: considerações e possibilidades para as aulas de química. **Química Nova na Escola**, v. 40, n. 04, p. 232-240, 2018.

CUNHA, M. B. A imagem da ciência no cinema. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 1, p.9-17, 2009.

DANIPOG, D. L.; FERIDO, M. B. Using art-based chemistry activities to improve students' conceptual understanding in chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 88, n. 12, p. 1610-1615, 2011.

DANTO, A. C. **O abuso da beleza**: a estética e o conceito de arte. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2015.

DECCHACHE-MAIA, E.; MESSEDER, J. C. O uso da arte como narrativa na abordagem CTS no ensino de ciências. **Revista Indagatio Didactica**, v. 8, n. 1, p. 572-583, 2016.

DIAS, P. D. R. **Comunicação e arte contemporânea: as obras *site-specific* do Inhotim**. Monografia (Graduação em Comunicação Social/Jornalismo) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Escola de Comunicação – ECO. Rio de Janeiro, 2016. 47 p.

DEYLLLOT, M. E. C. Física e literatura: a estrutura da ponte entre as duas culturas. In: Martins, A. F. P. (Org.). **Física, cultura e ensino de ciências**. São Paulo: Editora Livraria da Física, p. 95- 114, 2019.

DRIVER, R.; SQUIRES, A.; RUSHWORTH, P; WOOD-ROBINSON, V. **Making sense of secondary Science**: research into children's ideas. Nova York: Routhledge, 1994.

DURANTI, A.; GOODWIN, C. Rethinking context: an introduction. In: _____ (org.). **Rethinking context: Language as an interactive phenomenon**. Cambridge: Cambridge University Press, p. 1-42, 1992.

EICHLER, T. Z. N.; EICHLER, M. L.; PINO J. C. D. Estética e ensinagem na perspectiva da físicoquímica. **REDEQUIM – Revista Debates em Ensino de Química**, v. 04, n. 02, p. 174-193, 2018.

EILAM, B.; GILBERT, J. K. The significance of visual representations in the teaching of Science. In: _____ (Org.) **Science teachers' use of visual representations**. Dordrecht: Springer, 2014.

ESSON, J.; SCOTT, R.; HAYES, C.J. Chemistry and art: removal of graffiti ink from paints grounded in a real-life scenario. **Journal of Chemical Education**, v. 95, n. 03, p. 400-402, 2018.

FARIA, D. M. **Professores em formação inicial numa perspectiva investigativa e CTS: o ensino de Ciências a partir da Culinária**. 2019. 284 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação e Docência) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, 2019.

FARIA, F. C.; CUNHA, M. B. 'Olha o passarinho!' A fotografia no Ensino de Ciências. **Acta Scientiarum**, v. 38, n. 1, p. 57-64, 2016.

FELDMAN, M. G. Formação docente na perspectiva interdisciplinar. In: FAZENDA, I. C. A.; FERREIRA, N. R. S. (org.). **Formação de docentes interdisciplinares**, Curitiba: Editor CRV, p. 163-168, 2013.

FERREIRA, F. C. Arte: aliada ou instrumento no ensino de ciências? **ArReDia**, v. 01, n. 01, p. 01-12, 2012.

FERREIRA, F. R. Ciência e arte: investigações sobre identidades, diferenças e diálogos. **Educação e Pesquisa**, v. 36, n. 1, p. 261-280, 2010.

FERREIRA, P. C. C. **Contributos do diálogo entre a ciência e a arte para a educação em ciência no 1º CEB**. 2008. 285f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Departamento de Didática e Tecnologia Educativa, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2008.

FERREIRA, W. M.; SILVA, A. C. T. As fotonovelas no ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 01, p.25-31, 2011.

FEYERABEND, P. **Contra o método**. São Paulo: Editora Unesp, 2011.

FIGUEIRA-OLIVEIRA, D.; RODRIGUEZ, L. D. L. R.; MEIRELLES, R. M. S. Ciência e arte: um “entrelugar” no programa de pós-graduação em ensino em biociências e saúde. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 9, n. 17, p. 541-567, 2012.

FIGUEREDO JUNIOR, J. C. D’-A. **Química aplicada à conservação e restauração de bens culturais: uma introdução**. Belo Horizonte: São Jerônimo, 2012.

FLORÊNCIO, S. R.; CLEROT, P.; BEZERRA, J.; RAMASSOTE, R. **Educação patrimonial: histórico, conceitos e processos**. Brasília: IPHAN, 2012.

FOUREZ, G. **A construção das Ciências: introdução à filosofia e à ética das Ciências**. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.

FURLAN, P.Y.; KITSON, H.; ANDES, C. Chemistry, Poetry, and Artistic Illustration: na interdisciplinar approach to teaching and promoting chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 84, n. 10, p. 1625-1630, 2007.

GALVÃO, C. Ciência na literatura e literatura na ciência. **Interacções**, n. 03, p. 32-51, 2006.

GATTI, BERNADETE A. Formação de professores no Brasil: características e problemas. **Educação & Sociedade**, v. 31, n. 113, p. 1355-1379, 2010.

GATTI, I. M. C.; CARVALHO, F. O.; AFONSO, A. F. Química e arte contemporânea: uma abordagem interdisciplinar do tema lixo eletrônico. **REDEQUIM – Revista Debates em Ensino de Química**, v. 04, n. 02, p. 95-117, 2018.

GAUCHE, R.; SILVA, R. R.; BAPTISTA, J. A.; SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. ; MACHADO, P. F. L. Formação de professores de Química: concepções e proposições. **Química Nova na Escola**, nº 27, fevereiro 2008, p. 26-29.

GENTIL, V. **Corrosão**. 6 ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2014.

GIARETTON, F. L.; SZYMANSKI, M. L. S. Atividade: conceito chave da práxis pedagógica. In: **XI Congresso Nacional de Educação**, 13, 2013. *Anais...* Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2013.

GIL, G. **Quanta**. São Paulo: Warner Music, 1998.

GILBERT, J. K. On the nature of “context” in chemical education. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 9, p. 957-976, 2006.

GILBERT, J. K.; BOULTER, C. J.; ELMER, R. Positioning models in Science education and in design and technology education. In: GILBERT, J. K.; BOULTER, C. J. (Org.) **Developing models in science education**. Dordrecht: Kluwer, 2000.

GOLDBERG, R. **A arte da performance: do futurismo ao presente**. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

GOMES, T. C.; GIORGI, C. A. G. D.; RABONI, P. C. A. Física e pintura: dimensões de uma relação e suas potencialidades no ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 04, p. 4402, 2011.

GONZÁLEZ, C. V. Reflexiones y ejemplos de situaciones didácticas para una adecuada contextualización de los contenidos científicos en el proceso de enseñanza. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 1, n. 3, p. 214-223, 2004.

GRAU, O. Novas imagens da vida – realidade virtual e arte genética. In: DOMINGUES, D. (Org.). **Arte e vida no século XXI: Tecnologia, ciência e criatividade**. São Paulo: Editora UNESP, p. 285-303, 2003.

GROTO, S.R.; MARTINS, A. F. P. O que é ciência, Dona Benta? A literatura infantil de Monteiro Lobato na abordagem de questões acerca da natureza da ciência. In: Noronha, C.A.; Mendes, I. A. (Orgs.). **Ensino de ciências e matemática: múltiplos enfoques na formação de professores**. Campinas: Mercado de Letras, p. 199-220, 2015.

GUIMARÃES, L. M.; SILVA, C. S. A contribuição da Arte para a formação inicial de professores de Química. **Revista Indagatio Didactica**, v. 8, n. 1, p. 227-239, 2016.

GURGEL, I. O processo criativo de Ampère na elaboração da eletrodinâmica. In: Moura, B.A.; Forato, T. C. M. (Orgs.). **Histórias das ciências, epistemologia, gênero e arte: ensaios para a formação de professores**. São Bernardo do Campo: EdUFABC, p. 71-92, 2017.

HADZIGEORGIOU, Y. **Imaginative Science Education: The Central Role of Imagination on Science Education**. Dordrecht: Springer, 2016.

HETKOWSKI, T. M. Mestrados profissionais em educação: políticas de implantação e desafios às perspectivas metodológicas. **Plurais Revista Multidisciplinar**, v. 01, n. 01, p. 11-29, 2016.

IWATA, A. Y.; LUPETTI, K. O. Utilizando a narrativa sequencial dos mangás para ilustrar conceitos de química. **REDEQUIM – Revista Debates em Ensino de Química**, v. 04, n. 02, p. 51-72, 2018.

JOHNSTONE, A. H. Chemistry teaching-Science or alchemy? **Journal Chemical Education**, n. 74, p. 262-268, 1997.

JOHNSTONE, A. H. Teaching of chemistry: Logical or psychological? **Chemical Education: Research and Practice in Europe**, v. 1, n. 1, p. 9-15, 2000.

JUSTI, R. La Enseñanza de Ciencias Basada en la Elaboración de Modelos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 24, n. 2, p. 173-184, 2006.

JUSTI, R. Modelos e modelagem no ensino de Química: um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos. In: SANTOS, Wildson Luiz Perreira dos; MALDANER, Otavio Aloisio (Org.) **Ensino de Química em foco**. Ijuí: Editora Unijuí, 2010.

JUSTI, R. Relações entre argumentação e modelagem no contexto da ciência e do ensino de ciências. **Revista Ensaio**, v. 17, n. especial, p. 31-48, 2015.

KAC, E. GFP Bunny: a coelhinha transgênica. **Galáxia**, n. 3, p. 35-58, 2002.

KATO, D. S.; KAWASAKI, C. S. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 35-50, 2011.

KLEIN, C.; DUTROW, B. **Manual de ciência dos minerais**. Porto Alegre: Bookman, 2012.

KNELLER, G. F. **A Ciência como atividade humana**. Rio de Janeiro: Zahar, 1980.

KOHL, M. F.; POTTER, J. **Descobrimo a Ciência pela Arte**: propostas de experiências. Porto Alegre: Artmed, 2003.

KRAISIG, A. R.; BRAIBANTE, M. E. F. “A Química das cores”: uma oficina temática para o ensino e aprendizagem de Química. **Ciência e Natura**, v. 39, n. 03, p. 687-700, 2017.

LEÃO, D. M. M. Paradigmas contemporâneos de Educação: escola tradicional e escola construtivista. **Cadernos de Pesquisa**, v. 1, n. 107, p. 187-206, 1999.

LIMA, M. L. S. O.; ALMEIDA, R. K. S.; FONSECA, F. S. A.; GONÇALVES, C. C. S. A Química dos saneantes em tempos de COVID-19: você sabe como isso funciona? **Química Nova**, v. 43, n. 5, p. 668-678, 2020.

LUCENA, T. G. S. **Arte e ensino de ciências**: a trama da complexidade. 2013. 27f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Naturais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

LÜDKE, M. (org.) **O que conta como pesquisa?** São Paulo: Cortez, 2009.

MAFFI, C.; PREDIGER, T. L.; FILHO, J. B. R.; RAMOS, M. G. A contextualização na aprendizagem: percepções de docentes de Ciências e Matemática. **Revista Conhecimento Online**. v. 2, n. 11, p. 75-92, 2019.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de Química**: professores/pesquisadores. 4 ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2013.

MARQUES, F. N. **A química da fotografia na perspectiva CTS de ensino**. 2012. 106f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

MARQUES, L. R. **Fotografia no ensino de química**: uma proposta didática no contexto da socioeducação. 2016. 35f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Biológicas, Instituto de Física, Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

MONTEIRO, M. A arte como reinvenção do corpo: explorando práticas reflexivas da matéria. **História e Perspectivas**, v. 35, n. 2, p. 175-209, 2006.

MOREIRA, I. C. Poesia na sala da aula de ciências? A literatura poética e possíveis usos didáticos. **Física na escola**, v. 3, n. 1, p. 17-23, 2002.

MORI, R. C. A psicologia da arte de Vigotski e algumas notas sobre o químico (e o) artista. **REDEQUIM – Revista Debates em Ensino de Química**, v. 04, n. 02, p. 21-50, 2018.

MORIN, E. **A cabeça bem-feita**: repensar a reforma, reformar o pensamento. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2018.

MORIN, E.; DÍAZ, C. J. D. **Reinventar a educação**: abrir caminhos para a metamorfose da humanidade. São Paulo: Palas Athena, 2016.

- MORIN, E. **Ensinar a viver**: manifesto para mudar a educação. Porto Alegre: Sulina, 2015.
- MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Editora Cortez, 2011.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de Química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.
- MOUCHIROUD, C; LUBART, T. Social creativity: a cross-sectional study of 6 to 11 year-old children. **International Journal of Behavioral Development**, v. 26, n. 1, p. 60-69, 2002.
- MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014.
- MOURA, C. Química & Arte: Explorando Caminhos Criativos em um Projeto com Estudantes de Ensino Médio. **REDEQUIM – Revista Debates em Ensino de Química**, v. 04, n. 02, p. 118-132, 2018.
- MOZENA, E. R. Para um resgate do ensino de Física também como cultura: a dialogia necessária. In: Martins, André Ferrer Pinto (org.). **Física, cultura e ensino de ciências**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2019.
- NAVES, R. **A forma difícil**: ensaios sobre arte brasileira. São Paulo: Companhia das Letras, 2011.
- NIVENS, D. A.; PADGETT, C. W.; CHASE, J. M.; VERGES, K. J.; JAMIESON, D. S. Art, Meet Chemistry; Chemistry, Meet Art: Case Studies, Current Literature, and Instrumental Methods Combined To Create a Hands-On Experience for Nonmajors and Instrumental Analysis Students. **Journal of Chemical Education**, v. 87, n. 10, p. 1089-1093, 2010.
- OCVIRK, O. G.; STINSON, R. E.; WIGG, P. R.; BONE, R. O.; CAYTON, D. L. **Fundamentos de Arte**: Teoria e Prática. Porto Alegre: AMGH Editora, 2014.
- OLIVEIRA, B. J. **Francis Bacon e a fundamentação da ciência como tecnologia**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010.
- OLIVEIRA, B. J.; Z Aidan, S. A produção de conhecimento aplicado como foco dos mestrados profissionais. In: GUIMARÃES, S.; GONÇALVES NETO, W. (org.). **Mestrado profissional**: implicações para a educação básica. Campinas: Editora Alínea, p. 41-57, 2018.
- OLIVEIRA, C. M. da S. **William Blake: um barroco tardio na Grã-Bretanha romântica?** João Pessoa: DH/CCHLA/UFPB, 2020.
- OLIVEIRA, G. P.; PONTES, M. V. Ensino de ciências e criatividade: um caminho para a educação científica. **Areté – Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 9, n. 20, p. 61-66, 2016.
- OLIVEIRA, R. D. V. L.; QUEIROZ, G. R. P. C. **Educação em Ciências e Direitos Humanos**: reflexão-ação em/para uma sociedade plural. Rio de Janeiro: Editora Multifoco, 2013.
- PAIXÃO, F.; JORGE, F.R.; ANTUNES, L. Articulação Ciência-Sociedade através do patrimônio artístico local – atividades e recursos didáticos centrados no Museu Cargaleiro. **Revista Indagatio Didactica**, v. 8, n. 1, p. 1322-1338, 2016.
- PASCUAL, E.; PATIÑO, M. **O restauro de pintura**: a técnica e a arte do restauro de pintura sobre tela explicados com rigor e clareza. Lisboa: Editorial Estampa, 2003.

PEDUZZI, L. O. Q.; RAICIK, A. C. Sobre a Natureza da Ciência: asserções comentadas para uma articulação com a História da Ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 2, p. 19-55, 2020.

PEIRCE, C. S. **Semiótica**. São Paulo: Perspectiva, 2017.

PERALES, F. J. La imagen de la enseñanza de las ciencias: algunos resultados de investigación em la Universidad de Granada, España. **Formación Universitaria**, v. 1. n. 4, p. 13-22, 2008.

PERALES, F. J. Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las Ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 24, n. 1, p. 13-30, 2006.

PERALES, F. J.; JIMÉNEZ, J. D. Las ilustraciones em la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. **Enseñanza de las Ciencias**, 2002, v. 20, n. 3, p. 369-386, 2002.

PIASSI, L. P.; GOMES, E. F.; RAMOS, J. E. F. **Literatura e cinema no ensino de Física: interfaces entre a ciência e a fantasia**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

PIASSI, L. P.; PIETROCOLA, M. Ficção científica e ensino de ciências: para além do método de 'encontrar erros em filmes'. **Educação e Pesquisa**, v. 35, n. 03, p. 525-540, 2009.

PIETROCOLA, M. Curiosidade e imaginação – os caminhos do conhecimento nas ciências, nas artes e no ensino. In: Carvalho, A. M. P. **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, p.119-133, 2004.

PIVETTA, M. Pinturas escondidas: diagnóstico por imagem traz à tona detalhes ocultos de quadros e obras de arte. **Pesquisa FAPESP**, v. 188, p. 78- 81, 2011.

PUGLIERI, T.S.; RIBEIRO, D.L.; SOUZA, D.M.V.; GASTAUD, C.; SCHNEID, P. S. Ensino em ciências e educação para o patrimônio: uma fusão metodológica para o ensino de Química, a preservação patrimonial e a alfabetização científica. **Ciência e Educação**, v. 25, n. 02, p. 449-466, 2019.

QUADROS, A. L.; MORTIMER, E. F. **Aulas no ensino superior: estratégias que envolvem os estudantes**. Curitiba: Appris, 2018.

REIF, N.; GRANT, L. Culturally responsive classrooms through art integration. **Journal of Praxis in Multicultural Education**, v. 05, n. 01, p. 100-115, 2010.

REIS, J. C.; GUERRA, A.; BRAGA, M. A busca de diálogos entre ciência e arte como forma de construir caminhos de compreensão do pensamento científico. In: MOURA, B. A.; FORATO, T. C. M. **Histórias das ciências, epistemologia, gênero e arte: ensaios para a formação de professores**. São Bernardo do Campo: EdUFABC, 2017.

REIS, M. T.; BRAIBANTE, M. E. F. O ensino de química e arte por meio da temática “tintas”: uma abordagem interdisciplinar. **REDEQUIM – Revista Debates em Ensino de Química**, v. 04, n. 02, p. 133-153, 2018.

RIBEIRO, R. M. L.; MARTINS, I. O potencial das narrativas como recurso para o ensino de ciências: uma análise em livros didáticos de Física. **Ciência e Educação**, v. 13, n. 03, p. 293-309, 2007.

ROQUE, N. F. Química por meio do teatro. **Química Nova na Escola**, n. 25, p. 27-29, 2007.

SÁ, M. B. Z.; VINCENTIN, E.M.; CARVALHO, E. A História e a Arte Cênica como Recursos Pedagógicos para o Ensino de Química - Uma Questão Interdisciplinar. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 01, p.09-13, 2010.

SANTAELLA, L. **O que é semiótica**. São Paulo: Brasiliense, 2012.

SANTAELLA, L.; NÖTH, W. **Imagem: cognição, semiótica, mídia**. São Paulo: Iluminuras, 2015.

SANTAELLA, L. **Semiótica aplicada**. São Paulo: Cengage Learning, 2018.

SANTOS, A. R. **A química da fotografia e a fotografia da química**. 2016. 55f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: Unijuí, 2010.

SAUCEDO, K. R. R.; PIETROCOLA, M. Características de pesquisas nacionais e internacionais sobre temas controversos na Educação Científica. **Ciência e Educação**, v. 25, n. 1, p. 215-233, 2019.

SILVA, A. P. Arte, ciência, ensino e método no Renascimento: uma reflexão para a contemporaneidade. **Conhecimento & Diversidade**, n. 12, v. 1, p. 64-77, 2014.

SILVA, D. R.; PINO, J. C. Aprendizagem e criatividade: o que os professores de Química pensam sobre isso? In: **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2017, Florianópolis. Anais eletrônicos... Florianópolis: UFSC, 2017. Disponível em <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0506-1.pdf>. Acesso em 15 de novembro de 2020.

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Visões de contextualização de professores de Química na elaboração de seus próprios materiais didáticos. **Revista Ensaio**, v. 12, n. 1, p. 101-118, 2010.

SILVA, I.O.; ROSA, J. E. B.; HARDOIM, E. L.; GUARIM NETO, G. Educação científica empregando o método STEAM e um *markerspace* a partir de uma aula-passeio. **Latin American Journal of Science Education**, v. 4, n. 1, p. 01-09, 2017.

SILVA, J. A. P.; NEVES, M. C. D. Arte e Ciência: Possibilidade de Reaproximações na Contemporaneidade. **UNOPAR Científica, Ciências Humanas e Educação**, v. 16, n. 4, p.311-321, 2015.

SILVA, M. D. **Ciência e arte na sala de aula: mediações possíveis entre arte urbana, Joseph Wright e o ensino de óptica geométrica**. 2015. 154f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2015.

SILVA, E. M. S.; FRANCISCO JUNIOR, W. E. Arte na Educação Para as Relações Étnico-raciais: Um Diálogo com o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 40, n. 25, p. 79-88, 2018.

SILVEIRA, M. P. As reações de Emília no mundo da ciência. In: Martins, André Ferrer Pinto (org.). **Física, cultura e ensino de ciências**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2019.

SNOW, C. P. **As duas culturas e uma segunda leitura**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2015.

STAMOVLASIS, D. Teaching photography: interplay between chemical kinetics and visual art. **Chemistry education: reasearch and practice in Europe**, v. 03, n. 01, p. 55-66, 2003.

STANITSKI, C. L.; EUBANKS, L. P.; MIDDLECAMP, C. H.; STRATTON, W. J. **Chemistry in context: applying chemistry to society**. Boston: McGraw Hill, 2000.

STOCKLMAYER, S. M.; GILBERT, J. K. Informal chemical education. In: GILBERT, J. K.; DE JONG, O.; JUSTI, R.; TREAGUST, D. F.; VAN DRIEL, J. H. (orgs.). **Chemical education: towards research-based practice**. Dordrecht: Kluwer, p. 143-164, 2002.

SUASSUNA, A. **Introdução à estética**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2018.

TATIT, A.; MACHADO, M. S. M. **300 propostas de artes visuais**. São Paulo: Edições Loyola, 2012.

TAVARES, G. M; HISSA, C. E. V. De arte e de ciência: o golpe decisivo com a mão esquerda. In: HISSA, C. E. V. (org.). **Conversações de artes e de ciências**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2011.

TELLES, JARDEL. Artes e ciência: invasões nos espaços tradicionais para percepções além do ordinário. In: PASTORIZA, B. S.; SANGÍOGO, F. A.; BOSENBECKER, V. K. (orgs.). **Reflexões e debates em educação química: Ações, inovações e políticas**. Curitiba: Editora CRV, 2017.

TURKKA, J.; HAATAINEN, O.; AKSELA, M. Integrating art into Science education: a survey of Science teachers' practices. **International Journal of Science Education**, v. 39, n. 10, p. 1401- 1419, 2017.

TURNER, K. L. A Cost-Effective Physical Modeling Exercise To Develop Students' Understanding of Covalent Bonding. **Journal of Chemical Education**, v. 93, n. 06, p. 1073-1080, 2016.

UFFELMAN, E. S. Teaching science in art: technical examination of 17th-century dutch painting as interdisciplinary coursework for Science majors and nonmajors. **Journal of Chemical Education**, v. 84, n. 10, p. 1617-1624, 2007.

ÜLTAY, N.; ÇALIK, M. A thematic review of studies into the effectiveness of context-based chemistry curricula. **Journal of Science Education and Technology**, v. 21 , n. 6, p. 686-701, 2012.

YORIFUJI, B. **O fantástico mundo dos elementos químicos: a tabela periódica personificada**. São Paulo: Conrad Editora do Brasil, 2013.

VEEN, J. Draw your physics homework?: art as a path to understanding in physics teaching. **American Educational Research Journal**, n. 2, v. 49, p. 356-407, 2012.

VOGT, C. F. G.; CECATTO, A. J.; CUNHA, M. B. A fotografia científica e as atividades experimentais: livros didáticos de química. **Actio Docência em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 56-74, 2018.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

WELLS, G.; HAAF, M. Investigating Art Objects through Collaborative Student Research Projects in an Undergraduate Chemistry and Art Course. **Journal of Chemical Education**, v. 90, n. 12, p. 1616-1621, 2013.

WILSON, F.; EVANS, S. OLD, S. Context led Science courses: A review. **Research Matters**, v. 19, n. 1, p. 7-13, 2015.

WYNNE, F. **Eu fui Vermeer**: a lenda do falsário que enganou os nazistas. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

ZANETIC, J. Física e arte: uma ponte entre duas culturas. **Revista Pro-Posições**, v. 17, n. 1, 2006a.

ZANETIC, J. Física e literatura: construindo uma ponte entre as duas culturas. **História, Ciências, Saúde**, v. 13, p. 55-70, 2006b.

ZANETIC, J. **Física também é cultura**. 1989. 243 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

9. APÊNDICES

Apêndice A: Questionário a ser aplicado aos alunos da disciplina “Ateliê de Ciências”

Caro respondente,

Eu, Matheus de Castro e Silva, aluno no PROMESTRE, da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), gostaria de convidá-lo a participar da minha pesquisa. Para isso, é importante que você responda o questionário abaixo que tem como objetivo identificar características dos licenciandos matriculados na disciplina “Ateliê de Ciências: atividades artísticas para o ensino de Química”. É importante ressaltar que os dados aqui obtidos poderão ser usados na pesquisa com a garantia de sigilo absoluto.

Desde já agradeço sua participação.

Parte A

A1. Sexo : () Feminino () Masculino () Não binário Idade: _____

A2. Quantos períodos do curso de licenciatura em Química você já cursou? _____

A3. Você participa ou já participou de atividades de estágio? ____ Sim ____ Não

A3.1. Em caso afirmativo, de qual(is) atividade(s) de estágio você participa ou participou?

	Estágio obrigatório.
	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência - PIBID
	Outros. Cite:

A4. Você realiza ou já realizou atividades de iniciação científica? ____ Sim ____ Não

A4.1. Em caso afirmativo, onde elas são ou foram realizadas (Universidade, Departamento, Instituto de Pesquisa etc.)?

A5. Você já deu ou dá aulas de Ciências/Química? ____ Sim ____ Não

A5.1. se sim, quanto tempo você trabalha? ou como professor? _____

A5.2. Em qual rede de ensino você atua/atuou como professor de Ciências/Química? (Mais de uma alternativa poderá ser assinalada).

	Rede pública municipal
	Rede pública estadual
	Rede pública federal
	Rede particular

A5.3. Em qual etapa/modalidade do ensino você atua/atuou como professor de Ciências/Química? (Mais de uma alternativa pode ser assinalada).

	Ensino Fundamental I (1º ao 5º)
	Ensino Fundamental II (6º ao 9º)
	Ensino Médio (1º a 3º)
	Ensino Técnico
	Educação de Jovens e Adultos (EJA)
	Outros

Parte B

B1. Ordene os fatores que você considera mais relevantes na escolha das disciplinas optativas em uma escala de 1 a 6, sendo 1 o menos e 6 o mais.

	Horário da disciplina
	Carga horária (quantidade de créditos)
	Departamento ou faculdade ofertante
	Título da disciplina
	Professor que irá lecionar a disciplina
	Possíveis assuntos que serão tratados na disciplina (ementa)

B2. Caso exista(m) outro(s) fator(es) que é(são) considerado(s) por você na escolha das disciplinas optativas além daqueles citados na questão B1, cite-o(s) abaixo.

B3. Quais foram os temas abordados pelas disciplinas optativas cursadas por você até o momento do curso?

B4. Considerando suas experiências no ensino básico e superior, indique características de uma contextualizada.

B5. Uma aula contextualizada auxilia no processo de aprendizagem dos alunos?

___ Sim ___ Não. Justifique sua resposta.

Parte C

C1. Você conhece algum museu de artes presente em Belo Horizonte, em sua região metropolitana ou estado de Minas Gerais? ___ Sim ___ Não

C1.1. Se sim, cite o nome dos museus de artes que você conhece.

--

C2. Com que frequência você frequenta eventos relacionados às artes plásticas (exposição de quadros, esculturas, gravuras, desenhos, instalações etc.)?

	Nenhuma vez ao ano.
	De 1 a 3 vezes ao ano
	De 4 a 6 vezes ao ano.
	De 7 a 9 vezes ao ano.
	Mais de 9 vezes ao ano.

C3. Além das artes plásticas, você frequenta algum desses eventos culturais? (Mais de uma resposta pode ser assinalada)

	Eventos musicais (shows, concertos, duelos de MCs etc.)
	Cursos de temática artística (desenho, escultura, história da arte etc.)
	Eventos de poesia e saraus
	Eventos culturais em escolas (feiras culturais, feiras de arte etc.)
	Eventos teatrais (teatros, <i>hapenning</i> , performances, apresentações de dança etc.)
	Feiras científicas da Universidade, Institutos de Pesquisa ou Faculdades

C4. Quais as suas expectativas em relação a esta disciplina? (O que você espera aprender, quais as atividades que serão propostas etc.)

--

Apêndice B: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) alunos (as) envolvidos (as)

Prezados alunos,

Eu, Matheus de Castro e Silva, professor do ensino médio e fundamental e aluno do Programa de Pós-Graduação em Educação e Docência do Mestrado Profissional da Universidade Federal de Minas Gerais (PROMESTRE), orientado pela Prof.^a Dr.^a Penha Souza Silva (FaE - UFMG), gostaria de convidá-lo(a) para participar da pesquisa **“A arte como forma de contextualização no ensino de Química”**.

Estive em contato com a Direção da Faculdade de Educação e obtive o consentimento para a realização deste estudo. O trabalho tem por objetivo oportunizar novas formas de contextualização para o ensino de Química.

Acreditamos que a Pesquisa será importante, pois contribuirá ainda mais para nosso crescimento profissional. As atividades se enquadram nas perspectivas da proposta curricular do curso de licenciatura em Química, tendo como diferencial novos recursos metodológicos a serem utilizados. A sua participação nessa pesquisa ocorrerá por meio da realização das atividades em sala de aula em parceria com o pesquisador e sua orientadora e com a resposta a um questionário, a ser aplicado no primeiro encontro da disciplina. Embora saibamos que qualquer projeto pode oferecer algum incômodo, tal como sentir algum constrangimento durante as atividades síncronas e assíncronas, procurarei estar atento de modo a corrigi-los, para que todos se sintam à vontade para se expressarem.

Você terá o anonimato garantido. Quaisquer informações que fornecer não serão associadas ao seu nome em nenhum documento. Todos os dados obtidos em campo, através do caderno de campo, eventuais gravações de áudio, vídeo e fotografia e dados de questionários serão arquivados na sala da professora orientadora desta pesquisa, Dr.^a Penha Souza Silva, na Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação, Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha – Belo Horizonte, MG – Brasil, por um período de cinco anos sob responsabilidade do pesquisador principal, e o seu acesso será restrito a somente os envolvidos na pesquisa. Os dados de vídeo e áudio serão coletados a partir da gravação dos encontros a distância por meio do programa OBS Studio® e seu anonimato será garantido na pesquisa.

A pesquisa apresenta riscos mínimos à sua saúde e bem estar, porém estaremos atentos e dispostos a diminuir ao máximo esses riscos e desconfortos. Entendemos que o principal risco envolvido nesta pesquisa está na divulgação indevida de sua identidade e nos propomos a realizar todos os esforços possíveis para preservá-la. Os registros escritos e em vídeo não serão, portanto, utilizados para avaliação de condutas dos alunos e professor, nem para público externo ou interno. Os registros escritos e em vídeo farão parte de um banco de dados que poderão ser utilizados nesta e em outras pesquisas do grupo do qual os pesquisadores fazem parte.

Sua participação na pesquisa é voluntária. Caso não queira responder aos questionários e não participar das filmagens e/ou gravações, outras atividades serão propostas. Você não terá gastos com a pesquisa nem receberá remuneração por sua participação. Os gastos previstos serão custeados pelo pesquisador principal que também assume os riscos e danos que por ventura vierem a acontecer com os equipamentos e incidentes com os alunos em sua companhia, durante o processo. Está garantida a indenização em casos de eventuais danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

Durante todo o período da pesquisa você tem o direito de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento, bastando para isso entrar em contato com o CEP/UFMG para esclarecimentos de dúvidas éticas (os contatos estão no final desse documento) e demais dúvidas entrar em contato com o pesquisador responsável por meio do telefone ou pelo e-mail.

Sentindo-se esclarecido(a) em relação à proposta e concordando em participar voluntariamente desta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar e devolver o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), assinado em duas vias, sendo que uma das vias ficará com o(a) senhor(a) e a outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, de acordo com a Resolução 466/2012.

Atenciosamente,

Matheus de Castro e Silva
Pesquisador
Universidade Federal de Minas
Gerais

Prof.^a Dr.^a Penha Souza Silva
Orientadora da pesquisa –
penhadss@gmail.com.
Universidade Federal de Minas
Gerais

Agradecemos desde já sua colaboração!

- () Concordo e autorizo a realização da pesquisa nos termos propostos.
() Discordo e desautorizo a realização da pesquisa.

Nome do aluno:

Assinatura do aluno

Belo Horizonte, _____ de _____ de 2020.

Comitê de Ética em Pesquisa – Universidade Federal de Minas Gerais (COEP/UFMG) Av.
Antônio Carlos, 6627, Unidade Administrativa II - 2º andar - Sala 2005, BH, MG – Brasil

Apêndice C: Transcrição da entrevista realizada com o Prof. Dr. João Cura D’Ars de Figueiredo Júnior

Entrevistador - Olá a todos estamos aqui hoje com uma entrevista com professor João cura Professor João cura, ele tem graduação, mestrado e doutorado e pós-doutorado em química pela UFMG e ele atua na área de química com ênfase na química inorgânica atuando Principalmente nos temas de bronze, ditiocarbamatos, corrosão de bronze e prata ensaios eletroquímicos para avaliação de corrosão, nanopartículas de hidróxido de cálcio para desacidificação de papéis e o mais importante ele atua aí como um químico interdisciplinar nas áreas aí da conservação e da restauração. Atualmente, Ele é professor da escola de Belas Artes da UFMG e autor do livro Química aplicada à conservação e restauração de bens culturais uma introdução um livro que trata aí de química não só para os conservadores e restauradores né João? Mas para todos os entusiastas aí da área

Prof. João – Sim, uai

Entrevistador - eu já cobrei que tem que ter uma segunda edição que esse livro é muito bom Então a primeira coisa que a gente tem que esclarecer é que a gente tá falando de 2 áreas conservação e restauração. Primeiramente, eu gostaria que você falasse um pouco sobre Quais são as diferenças entre as duas o que que elas estudam o objeto de estudo delas é a mesma coisa ou não?

Prof. João – é, bom a conservação e a restauração as duas trabalham com a obra de arte só que a diferença que vai ter que elas principalmente vai ser como que elas vão abordar a obra de arte. A gente fala que a restauração é todo procedimento que interfere diretamente na obra de arte. Então, por exemplo, vamos imaginar uma escultura que ela quebrou, uma escultura em madeira quebrou você vai usar um adesivo pra juntar as partes quebradas, uma pintura em tela a tinta dela desprende e você vai repintar aquela área que desprende de tinta. então isso aí seria a restauração ou seja você mexe no material da obra de arte. A conservação ela mexe no entorno da obra de arte. Então por exemplo se a gente imagina a questão de umidade levar água para essas obras de arte pode causar danos nelas, a própria luz que incidimos sobre uma obra de arte pode provocar uma reação fotoquímica, então provocar por exemplo, um descolorimento de cor, por exemplo, com que um pigmento perca essa cor, sofra algum tipo de reação, então o conservador ele mexe no entorno da obra de arte, então ele mexe na iluminação ele mexe na umidade se tem algum poluente que vai reagir com a obra de arte, ele controla esse poluente. Então a gente pode falar, a grosso modo, resumindo desse jeito: o restaurador interfere diretamente na obra de arte, o conservador interfere no ambiente em torno da obra de arte para que ela não sofra reação de deterioração. Só que como esse

profissional normalmente é meio difícil você simplesmente só conservar ou você só restaurar, porque não adianta nada você restaurar uma obra e, por exemplo, você leva para uma igreja e a igreja tem alta umidade lá dentro. Quer dizer, assim que você termina de restaurar ela, ela vai e começa a sofrer danos com essa umidade alta, então normalmente o profissional se forma nos dois campos: se forma tanto restaurador quanto ele se forma também conservador.

Entrevistador - e dentro desse percurso formativo desse profissional tem um pouquinho um poucão ou bastante de química né eu queria que você falasse onde que a química entra aí para auxiliar Quais que são os fundamentos da química aí que auxiliam esse profissional ou se esse profissional vai ter que ficar comunicando sempre com um profissional de química vai ter um químico do lado sempre ou... e aí que que acontece com esse profissional dentro da do mercado ou dentro de uma galeria de um museu que ele atua?

Prof. João – Beleza. Uma coisa interessante igual você falou assim que precisa de um pouquinho de química ou de um poucão né? Porque tem um teórico da restauração que se chama Cesari Brandi, ele fez o seguinte: ele começou a observar a obra de arte por vários aspectos. Então, ele fala que teria que ter três aspectos a princípio importantes para a obra de arte: o primeiro seria o aspecto estético, que é o que a gente imagina, que seria a beleza da obra, como você enxerga essa obra, se ela te agrada ou não, teria o aspecto histórico, então se a gente for observar, por exemplo, se a gente pega uma escultura do Barroco a gente pode compreender muito sobre aquela época do Barroco por aquela escultura. Se a gente pega um prédio que foi construído na idade média ele vai também trazer muita informação. as próprias pinturas né? Que vão ter temas relacionados com um período histórico. Então a obra carrega um sentido histórico com ela. Então, a estética é o primeiro, histórico é o segundo e o terceiro é a questão do material, por que queira ou não queira, toda obra de arte né? Não, quer dizer toda não, vamos dizer assim, fora tipo teatro, outras representações artísticas que não vão precisar realmente de uma matéria né? Elas só vão existir num certo momento. Mas na maioria dessas obras: pintura, escultura, elas vão ser formadas pelo próprio material. Então tipo uma escultura feita em mármore, uma pintura que vai usar a própria tinta que tem pigmento, tem o aglutinante orgânico. Então quando o Brandi fala que na área de restauração você tem que olhar a estética e a história, você não pode esquecer também que tem uma parte material ali presente. Então o restaurador ele tem que saber entender que quando ele for usar algum material específico numa obra de arte, ele tem que conhecer a química daquele material. Então um exemplo simples igual falei a questão do adesivo. Se você pegar uma madeira, uma escultura em madeira, vamos imaginar que a escultura cai e o braço quebra e aí você tem que colocar um adesivo nela. Você tem que pensar o seguinte: olha, posso usar epóxi porque cola epóxi é uma cola muito forte e ela vai manter essa madeira no lugar. Mas dependendo da epóxi que você utilizar, o que que vai acontecer? Essa epóxi vai ser muito

rígida e a madeira ela tem um movimento natural de absorver umidade do ar, ela incha, depois ela perde umidade do ar, ela contrai, então ela fica movimentando. Só que a epóxi não vai acompanhar isso. Então chega um momento que a cola de epóxi ali, ela vai criar uma tensão e a madeira vai quebrar de novo em volta dela. Então você tem que pensar “olha, não! vou usar uma cola baseada em uma cola proteica, uma cola baseada em amido, que seja um carboidrato, porque essas colas teriam essa movimentação adequada”. Então cada momento que o restaurador vai usar um material diferente em uma obra de arte, ele tem que entender quais são as propriedades materiais daquela obra de arte. E quem melhor? É a química, né? Pra poder saber isso. Agora saber muito ou saber pouco ou se precisaria de um profissional isso é uma coisa interessante porque é o seguinte: toda interface com química... Se a gente... é... vai ter que discutir isso bastante né? Quando a gente lembra da química, a gente fala que a química é a ciência central. Então é... na base de tudo né? Vamos falar das ciências exatas, vamos falar das ciências da natureza, a gente teria física, né? Ali na base. E a química viria um pouco acima, sendo ciência central. Então todas as outras áreas vão beber da química para aprender alguma coisa sobre ela. Então, por exemplo, a gente pensa muito nas engenharias, que são áreas tecnológicas. Então fica meio que óbvio pra gente: ah! As áreas tecnológicas precisam. As áreas de saúde também vão precisar. Mas praticamente, todo mundo vai precisar fazer contato com a química por ela ser essa ciência central. Então nesse caso, em acho que o restaurador ela precisa ter aquele conhecimento básico pra ele poder interferir na obra de arte, mas ele não precisa ter um conhecimento total do químico. Então, da mesma forma, se a gente for perguntar um engenheiro civil...um engenheiro civil, um engenheiro químico, ele sabe o conhecimento da área dele, mas ele não é tão especializado na química quanto o químico. Então vai chegar momentos que talvez ele vai precisar de um químico quando a situação for um pouco além do alcance dele. Mas o interessante é que ele não pode deixar de saber nada de química. Por que se ele utilizar materiais inadequados, ele vai acabar causando um dano na obra. Então um pouco de química ele tem que saber.

Entrevistador – É engraçado que a gente ver algumas notícias de restaurações mal sucedidas, e, geralmente, essas restaurações mal sucedidas geralmente são em pinturas e geralmente elas pegam muito pelo lado estético. A gente vê a restauração lá do Jesus Cristo né que teve não sei se você já viu que teve uma repintura em cima que tipo acabou com a parte estética não era mais aquele tema não era mais nada daquilo e a gente esquece muito da área material né E tem alguns casos que são um pouco desastrosos não só para o lado estético mas para o lado do material também acaba que muita química ela pode até te prejudicar um pouco né o trabalho de perpetuação desse patrimônio aí do tempo.

Prof. João – Sim. Não. Tem até um exemplo interessante é... no... no México, né? Tem várias construções astecas e construções antiguíssimas, né? Antes de cristo né? Talvez mil, dois

mil anos antes de cristo. lá eles têm um problema com os materiais pétreos que vem tudo daquelas construções daquelas pirâmides que a ação da chuva ácida nessas obras. Então essas rochas todas, elas começam a criar vários danos internos. Esses danos internos fazem com que elas percam resistência mecânica. Então isso a gente fala que a obra ela tem que ser consolidada. Então como que ela vai ser consolidada? Você tem que por um material que preencha essas fraturas internas. Então fica mais fácil do pessoal pensar em uma escultura de madeira que foi atacada por cupim e ela fica cheia daqueles buracos internos. Então, no México, o pessoal começou a tentar preencher essa parte interna dessas rochas como os chamados alcoxissilanos, que quem conhece aí seria essa química que você pega o silano, que é bem parecido com o carbono, né? Uma química bem parecida com a química orgânica. E esses silanos vão sofrendo reações de polimerização e vão formando materiais que são óxidos de silício, através dessas reações de polimerização, então podem preencher o material internamente. Só que então eles foram meio que no afã de falar isso: “olha, se são rochas que tem a ver com silício e tem óxido de silício lá dentro. Se a gente colocar esses alcoxissilanos lá, eles vão formar esses silicatos internamente e vão proteger essas rochas”. Só que o problema é que eles não percebiam que pra isso formar de forma adequada, o jeito que eles estavam fazendo o tratamento, teria que ter aquecimento. Então você imagina aquelas construções, aquelas pirâmides gigantescas dos astecas, eles tendo que fazer aquecimento nelas para a polimerização ser adequada.

Entrevistador – É... Um pouco complicado.

Prof. João – Bem complicado. E... Além disso, outros problemas... à medida que vai polimerizando, vai tendo uma tensão sendo formada no material. Então, o que aconteceu, no final das contas, que da forma que eles aplicaram os alcoxissilanos, eles começaram a criar muitas rachaduras internas no próprio material consolidado que eles construíram. E esse material consolidado, ele ainda teve o problema de, como ele criou rachaduras internas, ele permitiu nova entrada de soluções salinas, que é um fenômeno que a gente chama de decaimento salino, que vai deteriorando. Então, ele acelerou isso. E eles ainda colocaram alguns materiais poliméricos, algumas resinas acrílicas para impedir a umidade de entrar na rocha. Então, essa umidade começou a criar um problema sério porque todo material pétreo, essas rochas todas, elas tem uma respiração, ou seja, entra água e sai água. Como eles impediram a entrada de água, eles também impediram a saída. Então cria quase que um efeito de panela de pressão lá dentro. Aí a água começou a querer sair com força, começou a empurrar pinturas, assim, aquelas pinturas de dois mil anos antes de cristo que sobreviveram né? Por quatro mil anos forma destruídas porque aplicaram material inadequado nelas. Então, queira ou não queira, chega um momento que ele tem que falar assim: “gente, eu preciso de químico agora pra falar pra mim qual que é o melhor material

que eu vou usar” porque se você coloca esse material desastroso, né? Que não tem compatibilidade, maior o problema. Eu gosto de falar um pouco assim, sem querer estender muito, mas se a gente for pensar as áreas de engenharia, as áreas de saúde, elas já estão acostumadas com isso: que elas não podem pegar o primeiro material mais interessante e colocar num certo sistema. A gente pode pensar uma coisa mais simples, por exemplo: um carro. Você não vai trocar o óleo, você não compra o óleo que está mais barato ali presente. Porque dependendo do regime de funcionamento do seu motor, ele pode formar bombas, ou seja, fases sólidas naquele óleo ali que vão provocar o quê? É... Atritos, vão deixar resíduos e o seu motor vai começar a dar danos. Então existe materiais específicos para serem usados. Você não pode usar qualquer material que você quer. Então isso, a química sendo ciência central, ela tem tanto as áreas que a gente já sabe que elas estão presentes, as tecnologias, as áreas tecnológicas, as áreas de saúde, mas também vai atender sim à área de restauração e as artes. Não tem muita saída.

Entrevistador- nas outras áreas por exemplo você citou as áreas da Saúde aí quando você vai fazer um material ele tem que ter uma certa semelhança biológica né para não causar rejeição no corpo por exemplo

Prof. João – é a biocompatibilidade...

Entrevistador – é biocompatibilidade... então na obra é mais ou menos isso é uma “biocompatibilidade” bem entre aspas da obra né? E tipo tem que você tem que levar em consideração um tanto de fatores aí. Eu queria te perguntar sobre os procedimentos que a química está dentro da Área das Artes. Então a gente tem a área das Artes ali e a gente tem uma área que é de análises. Essas análises químicas elas são ali Elas permeiam ali até um pouco da autenticação de obras de arte e eu queria que você falasse um pouco sobre o processo tanto de autenticação como de falsificação em que que a química ela tá permeando esses caminhos aí e como que a gente faz chegou alguma obra, principalmente uma obra em pintura né uma pintura aí que até mais até fácil de identificar essas autenticidades... “mais fácil”, entre aspas. Mas chegou uma pintura como é que eu sei que ela é daquele artista que estão falando nos documentos?

Prof. João – Pois é... isso é uma coisa até interessante... eu trabalhei bastante tempo com essa parte de autenticação, né? Pra ver a veracidade de algumas obras de arte e a gente sempre trabalhou com uma equipe multidisciplinar. Então tinha o químico, normalmente tinha um historiador de obra de arte e tinha um conservador e restaurador junto para observar todas as características que estão nelas. Porque, às vezes, a gente quando quer tentar ver uma falsificação não é tão simples de ela ser feita pelo químico. Então, vou colocar assim: em quais momentos o químico consegue atuar sozinho, mas são poucos, tá? Mas o ideal sempre

quando um químico for trabalhar, no mínimo, ele tem que ter um historiador junto com ele que conhece a obra para ajudar a tirar aquele resultado. Mas, os principais casos que a gente consegue ver é quando a gente tem problema de cronologia, ou seja, quando surgir um anacronismo numa obra. O que eu quero dizer com anacronismo? Teve uma obra que a gente analisou que era de um artista que chamava Botionni e a gente encontrou um pigmento na obra dele que era branco de titânio e ele já tinha morrido uns 20 anos antes do branco de titânio ser usado como pigmento para obra de arte. A gente também achou um outro do Botticelli que o cara tinha usado azul da Prússia aí foi tipo 300 anos depois que o Botticelli tinha morrido. Então, normalmente quando a gente encontra esses anacronismos, isso fica fácil de um químico falar: “olha, essa obra é falsa porque o cara não podia ter usado esse material”.

Entrevistador – É o fantasma... é o fantasma que pintou...

Prof. João – exato! E quando não é esse anacronismo, uma das coisas que a gente costuma também olhar é se o material envelheceu. Então, por exemplo, uma tinta a óleo. Quando a gente pega um óleo que ele é recente, que ele acabou de ser aplicado em uma obra de arte, normalmente a gente faz análise por infravermelho. E aí no infravermelho, a gente vê uma banda muito característica para óleos que é em torno de 1740 que é uma banda de carbonila. O que acontece quando o óleo vai envelhecendo? O óleo, ele vai sofrendo oxidações, ele vai sofrendo processos de saponificação que seriam hidrólises e, nesse momento, às vezes, o óleo começa a reagir com os metais e os pigmentos que estão lá presentes. Então ele forma ou carboxilatos livres ou ele forma carboxilatos que vão reagir com esses metais. Então começa a surgir uma banda em torno de 1500, um óleo mais antigo. Dependendo de quanto mais velho o óleo tiver, praticamente a banda de 1700 de carbonila não vai ser mais presente, porque pela carbonila virou carboxila. E isso aí, se você pega um quadro, alguém fala com você: “olha, isso aqui é uma pintura a óleo do século XVII” e quando você analisa o óleo o espectro do óleo é exatamente igual a um espectro de um óleo recente, você vai falar: “olha, mas esse óleo deveria ter envelhecido e ele não envelheceu”. Então você sempre tem que procurar os materiais que sofreram algum tipo de deterioração, eles não podem ser recentes ali. Mas, é... uma coisa que eu sempre falo pro pessoal, por exemplo, alguns falsificadores sabem disso. Por isso que é a importância do trabalho interdisciplinar. É... eu não sei se você já viu um filme que chama “O incógnito”. “O incógnito” é um filme que é baseado...

Entrevistador – Não vi... Não vi, viu, gente?

Prof. João – Então depois procura aí e vê. É um filme velho, então até deve achar por um preço baixo ou até talvez já disponível em algumas plataformas, né? Tipo, sei lá, Netflix... Nunca pesquisei. Mas “O incógnito” é a história de um cara que é falsificador de obra de arte

que é baseado em um caso real do Meegeren. O Meegeren era um artista que... interessante que ele era artista, ele era ao mesmo tempo historiador de arte e ele era ao mesmo tempo químico. Por que o que que o Meegeren fez? O Meegeren, ele falsificou o Vermeer que era um artista que ninguém conhecia muito na época. Então, ele era historiador de arte, ele procurou um artista que ninguém conhecia, ele falou: “ô! Esse cara aqui é um artista flamengo interessante” e começou a fazer pinturas falsas dele. E ele sabia que uma característica de material envelhecido de obra de arte é o chamado craquelê. Todo mundo alguma vez já viu aquelas famosas rachaduras que tem em pinturas, principalmente pinturas a óleo. O Meegeren, ele foi tão inteligente que ele usou um material que não é material de tinta: ele usou a braquelita, que é aquele plástico branco que a gente conhece do dia-a-dia bem duro. Ele usou braquelita pra pintar com ela. Então, quando ele provocou um aquecimento na tela, a tela craquelou toda porque a braquelita é muito rígida. Então qualquer um que batia o olho na tela falava: “olha ela é velha porque o material, né? Está envelhecido.” E isso foi muito inteligente dele. É até uma história interessante do Meegeren que ele vendeu um Vermeer pra Galeria Nacional de Londres, perdão se eu tiver falando errado, mas eu sei que foi em Londres pra onde ele vendeu e...

Entrevistador – Foi.

Prof. João – Foi isso mesmo, né? Galeria Nacional de Londres. E eu sei que depois ele vendeu vários quadros pra nazistas. E, quando acabou a segunda guerra mundial, foram prender o Meegeren por falar assim: “pô, você tá vendo patrimônio pra nazista”, aí ele falou assim: “não! Surpresa! Não eram obras verdadeiras, eram falsificações”. Só que a galeria nacional de Londres não queria aceitar que eles tinham comprado falsificações. Pode falar...

Entrevistador - A inteligência do Meegeren né? Desse livrinho aqui...

Prof. João – Exato.

Entrevistador- ...foi tão grande que ele fez obras que casavam perfeitamente com o tema e com uma parte da evolução da história do Vermeer, Vermeer... por aí vai que é esse pintor Holandês que ele falsificava né? Que encaixava perfeitamente com a evolução do artista. Então eles falavam assim: “ô, essa obra que é do Vermeer essa outra aqui também é do Vermeer só que daqui para cá as técnicas artísticas são diferentes o jeito que ele fez a luz e sombra é diferente então tem alguma transmissão tem uma obra que é transitória entre essas duas aqui. O Meegeren ele falou assim: “é? Tem uma obra de transição? então eu vou fazer essa obra de transição”. Então essa pintura do museu de Londres, a galera não queria aceitar porque eles falavam assim: “gente! mas é a obra que faltava na história do Vermeer! Não é falsificação. não tem condições de ter falsificação”.

Prof. João - Aham... Isso é muito interessante porque ele depois tem que pintar, né? Você leu o livro aí e teve ter visto aí... Ele teve que pintar no tribunal para provar que ele vendeu obra falsa pros nazistas. E isso fica como um passo importante pra química porque o Paul Coremans né? Não sei se fala Pauly porque não sei se ela era belga... Mas o Coremans ele foi um dos primeiros químicos que começou a fazer a análise de obras de arte mostrando como que seria autêntico ou não... Então, essas coisas que eu estou falando, né? A gente falou do anacronismo, na questão de você ver materiais que sofreram deterioração. Então, a proteína... você espera que a proteína tenha sofrido um pouco de oxidação com o passar do tempo. Ela não pode estar num quadro antigo com as mesmas características de um material novo, né?

Entrevistador – Sim.

Prof. João – E... O Coremans que começou fazendo esse tipo de análise. Então, tem até uma coisa interessante porque a gente tem que saber que do mesmo jeito que a gente sabe analisar um material antigo, o falsificador também sabe. Então, quem tiver interesse nisso, vê “O Incógnito” porque no “O incógnito” tem uma coisa muito interessante porque o falsificador lá ele sabia que existe um método de datação do chumbo pra você saber se a obra é falsa ou não. Então, você faz datação dele, se você vê se a idade dele está pertinente com o quadro. Nesse filme do “O incógnito”, o falsificador pega... ele entra num museu, rouba uma peça de chumbo antiga, derrete ela, faz o pigmento de branco de chumbo. Então, quando os analistas vão fazer a análise química, eles datam o chumbo como antigo. Então eles falam: “não... a obra realmente é verdadeira”. Ele coloca a obra em forno pra ter... pra acelerar a degradação dos óleos e tudo o mais. Então, isso que é legal porque esses indícios do químico vão começar a ajudar a gente a identificar a obra. Mas, se você tiver um historiador por perto que ele começa a fazer uma análise estética da obra, aquilo tudo vai se somando, né? Como se fosse um quebra-cabeça que todas as peças se juntam e você pode falar: “olha, essa obra é autêntica ou não”.

Entrevistador – Tem uma parte aqui do livro, né? Que conta a história... “Eu fui Vermeer: a lenda do falsário que enganou os nazistas” aí fala assim, retomando o negócio da tinta a óleo que você falou. Só que você falou da tinta a óleo das análises espectroscópicas, né? Eles faziam uma análise que é assim: “a tinta a óleo seca ao tato num prazo de três dias, mas são necessários cinquenta anos para o veículo evaporar por completo e a superfície realmente endurecer”. Então pra tinta a óleo secar mesmo, mesmo, mesmo demora 50 anos. “Qualquer comprador em potencial recorre ao teste de praxe, que consiste em friccionar um canto do quadro com algodão embebido em álcool ou em segurar o chumaço junto à pintura para que os eflúvios do álcool amoleçam uma tinta recente”. Então, se eles colocassem uma

partizinha... é um teste ali é... qualitativo, né? Um teste em via úmida, enfim... Colocava... embebia um pedacinho de álcool. Só de aproximar um pouquinho assim da tela o álcool que evaporava já conseguia dissolver aquele óleo que era recente, né? Da pintura a óleo. Então, era, antes ali da... das descobertas das espectroscopias e tudo, a gente já tinha algumas evidências... e...

Prof. João - ... dava pra encontrar...

Entrevistador – É... dá pra encontrar. Às vezes, esse teste foi um pouco furada, né? Por causa de... nem todo pigmento vai... nem todo óleo às vezes aí... substitui por um espectroscópico que é mais certo, né?

Prof. João – É... Mas ele não usou o óleo como aglutinante. Ele usou a braquelita, né?

Entrevistador – Ah, é verdade...

Prof. João – Ele usou outro aglutinante.

Entrevistador – Conta mesmo esse negócio que os “cientistas da arte”, eles se intitulavam assim, faziam e o falsificador sabia desse teste. Então, a primeira coisa que ele queria burlar era esse teste que era um teste inicial. E depois que a história dele foi tipo... depois que os quadros já estavam famosos, não importava mais, né?

Prof. João – Sim... Isso é importante de entender como químico que as vezes esses testes qualitativos parecem ser adequados mas não são... É igual a questão do ouro... igual não, perdão... do mel. Não sei se você sabe tem um teste que as pessoas costumam fazer com o mel, pra saber se o mel foi adulterado ou não que é pegar um palitinho, tipo esses palitos de dente, você coloca no mel, leva o isqueiro e tentar queimar. Se por acaso aquele mel queimar, você fala que o mel é original. Se ele tiver uma dificuldade para queimar, você fala que ele foi adulterado. Por quê? O que foi adulterado, ele recebeu melaço que seria uma mistura com água, então aquela água vai criar uma dificuldade para que ele seja queimado. Se você colocar o mel de verdade, o mel queima rápido. Como muitos falsificadores sabem disso, eles sabem que a pessoa vai tirar o mel da ponta da garrafa... ele colocou aquele mel no ponto do frasco... então, normalmente, ele coloca o mel adulterado embaixo e completa com um pouquinho de mel normal pra passar no teste. Então... é...

Entrevistador – Gente...

Prof. João – pois é... O químico analítico que trabalha com isso, né? Que estaria trabalhando com essa parte forense, ele tem que saber que a pessoa que vai provocar a obra falsa também conhece a química pra identificar a falsidade...

Entrevistador – Exatamente...

Prof. João – Então, tem que tomar muito cuidado... e isso é até um aviso bom que você pode passar para os seus alunos, porque tem muitos cursos aí assim: “cursos de autenticidade de obras de arte por química”. Você pode fazer, mas toma cuidado, porque se você falar que uma obra é verdadeira, tem muito falsificador que gosta de usar um químico pra, simplesmente, como eles dizem “esquentar” a obra. Então, se você recebeu uma obra... Olha, verifica pra mim se essa obra é falsa ou não... e aí você analisa e fala: “não... essa obra é verdadeira”. O que o falsificador vai vender não vai ser a obra, ele vai vender o laudo químico que falou que a obra é verdadeira.

Entrevistador – Sim.

Prof. João – então a pessoa tem que tomar um cuidado com isso porque ela tem que ter muita certeza ali que realmente ele... que é um quadro falso, que é uma obra falsa. Então, eu mesmo, eu pela minha própria experiência, se eu mesmo encontrando muito material estranho, eu ainda levaria para um historiador e falaria assim: “por favor, me ajuda a fechar esse diagnóstico aqui. Eu não quero fazer isso sozinho não”.

Entrevistador – Então a química nunca vai ser aquela ciência que vai “bater o martelo” em termos de obra de arte?

Prof. João – Não. Ela pode dar muito resultado.... Vamos dizer assim, ela pode contribuir com até 90% daquele julgamento final. Mas ainda vai ficar faltando uma parte... Você precisa de outro profissional pra te ajudar.

Entrevistador – Então é muito mais um trabalho, assim, de mãos dadas do que um trabalho único, por exemplo, em um laboratório para sintetizar uma molécula nova, por exemplo.

Prof. João – Exato.

Entrevistador – A área da arte é uma área muito... curiosa. Uma área muito curiosa. E... quando a gente vai, a gente estuda essas coisas de conservação e restauração, a gente fica muito ávido. A gente quer assim o conservar e restaurar todas as obras que existem no planeta, né? A gente quer caçar técnica, a gente quer fazer alguma coisa para que esse patrimônio cultural perdure. Só que aí, a gente encontra a expressão artística, num é verdade? Aí, existem artistas, principalmente artistas modernos e contemporâneos, né? Que é a galera mais atual. Então a gente falou de pintura a óleo, que pintura a óleo é uma técnica que ainda é utilizada, mas era uma técnica que a arte... as artes plásticas eram expressas basicamente como pintura e escultura. Agora com as novas tecnologias, os novos materiais, a arte ela não fica só restrita naquele suporte de tela, naquele suporte de mármore, pedra-sabão e por aí

vai... e os contemporâneos e os artistas modernos, entrando ali naquela arte conceitual, às vezes, pra eles o importante é que a obra deteriore, num é verdade? E aí a área da conservação e da restauração e, principalmente a gente que é da química que fica ávido por aplicar os conhecimentos químicos, vê uma obra lá, por exemplo, uma obra em metal do lado de fora, recebendo chuva e fica com a mão coçando. E aí, quando a gente esbarra nisso, a gente fala assim: “gente, tem que tirar esse negócio daí, num pode deixar isso aí”. Aí vem o artista, vem a expressão artística e fala assim: “mas é justamente isso que eu queria com a obra”, num é verdade? Tem a obra lá em frente à Faculdade de Educação que é do Leandro Gabriel que um dos propósitos da obra dele, ele faz a obra dele com sucata: sucata de siderúrgica, sucata de carro e por aí vai. E um dos propósitos da obra dele é oxidar. Tem também o Amílcar de Castro, né? Que a gente citou na outra entrevista que eu peguei um trecho de um livro do Rodrigo Naves o que que o Amílcar de Castro que é um artista contemporâneo também mineiro achava dos materiais e ele fala assim ô, ele fala o seguinte: que o Amílcar de Castro ele não gostava de esculpir em alumínio, segundo ele o “alumínio não tem caráter [...] Falta-lhe uma tenacidade específica, que o conduzisse a ceder apenas a determinados arqueamentos e flexões³⁶”, então aí já vem a expressão artística. E fala o seguinte: “Convém lembrar que, em bora parte de suas esculturas, Amilcar de Castro usa aço corten” que é aquele que a gente discutiu anteriormente “que tem a peculiaridade de enferrujar apenas até um determinado ponto, a partir do qual sua oxidação cessa. No que diz respeito à aparência dos trabalhos, contudo, essa questão em nada diferencia o aço corten do ferro³⁷”. Então, o Leandro Gabriel e o Amilcar de Castro eles querem que as obras deles oxidam para que tenha o aspecto que eles querem. Então é muito engraçado quando a química encontra esses processos, essas expressões artísticas, essa linguagem artística que a gente não tá pronto pra isso. E, eu queria que você falasse um pouco sobre essa dificuldade de trabalhar nesse mundo da arte aí, principalmente voltado para a arte moderna e contemporânea que a gente tem que respeitar a expressão artística.

Prof. João – É muito interessante porque igual você falou tem pessoas que pensam muito nessa perenidade da obra de arte, tem muitos artistas que realmente falam que eles fazem obras que não são para durar muito tempo. Então igual o Vik Muniz. O Vik Muniz... Ele é um artista plástico e ao mesmo tempo ele é um artista na área de fotografia e é interessante que ele gosta de juntar as duas coisas. Ele trabalha com essa construção plástica e ao mesmo tempo ele trabalha com a questão da fotografia. Então, tem umas obras do Vik Muniz que são desenhos de crianças negras que ele pegou papel preto e usou açúcar pra desenhar o rosto

³⁶ Naves, Rodrigo. *A forma difícil: ensaios sobre arte brasileira*. São Paulo: Companhia das Letras, p. 237, 2011.

³⁷ *Ibidem*, p.239.

delas. Só que o Vik Muniz ele sabia que aquele açúcar, ainda mais que ele simplesmente quase que pulverizou... usou o açúcar como um pózinho em cima... foi acompanhando ele até desenhar as figuras. Ele sabia que aquilo ali se ele fosse movimentar o açúcar saía do lugar e ele não tinha mais o desenho. E ao mesmo tempo se ele deixasse parado, logo o açúcar ia absorvendo umidade do ar, ia sofrendo deterioração e não existiria mais. Então ele sabia que aquilo ali era uma obra de momento, ela existia naquele momento depois ele ia fazer um registro fotográfico e deixar aquela obra para que ela fosse realmente mais uma fotografia, mas teve um processo plástico ali antes. Então tem artistas que já sabem que eles fazem as obras para serem deterioradas. Isso então é difícil o restaurador e o conservador mexer nisso porque se o artista quer que a obra seja destruída depois de um tempo... A gente pode pensar aí como... a gente vê muito em filme: às vezes a pessoa faz um boneco de neve, faz uma escultura em gelo, a pessoa sabe que aquela escultura em gelo ela vai derreter e depois ela se perde. Então a gente não pode fazer nada porque é a intenção do artista. Mas acontece uma coisa que é diferente: às vezes os artistas colocam materiais incompatíveis para atuar. Então o que que seria a questão de materiais incompatíveis? Por exemplo, em termos de, não que seja essa questão do artista em si, mas se a gente for pensar por exemplo o pessoal que constrói casa e coloca uma janela de aço com gesso em volta. A Caixa Econômica, por exemplo, não aprova financiamento para casas que tenham isso por quê? Vai ocorrer corrosão dessa janela de aço com esse gesso.

Entrevistador – Tem uma obra dessa lá no Inhotim. Chama “Neither”. É gesso com aço, justamente isso que você falou. Gesso com alumínio ou gesso com aço, é uma dessas coisas aí.

Prof. João – É gesso com aço. Eu cheguei a trabalhar com essa peça. Você lembra disso: o gesso estava corroendo o aço e essa destruição foi uma incompatibilidade de materiais. Então às vezes tem artistas que querem inovar e existe um pedido na arte moderna que é esse: materiais modernos, materiais diferentes, né? Então as vezes por exemplo, o CD mesmo que já está sumindo aí do nosso dia-a-dia. Praticamente, acho que não tem mais CD, se tem é DVD ou Blu-ray. Teve muito artista que queria usar o CD na obra dele. Aí vem as pessoas que colocam maquina de circuito, de computador, tudo pra discutir o momento. E as vezes quando eles colocam os materiais, existe uma incompatibilidade entre esses materiais. E as vezes esse artista só vai perceber essa incompatibilidade depois que o material começa a deteriorar. Então, igual essa obra que você citou de Inhotim, a artista ficou em pânico quando ela percebeu que o aço estava corroendo em contato com o gesso e ela não queria que aquilo acontecesse. E aí então começa o trabalho do químico como um trabalho de pesquisa, porque realmente o comportamento desses materiais o químico já tem. Então no caso aí dessa obra de Inhotim você deve lembrar que a solução foi conservação. E o que que seria a questão da

conservação? Se você tem teores de umidade, eu acho que abaixo de 50% pra aço, ele não sofre corrosão, a velocidade de corrosão dele é muito baixa. Então a solução foi, já que era uma sala, a gente fazer esse controle de umidade relativa nele. Outros materiais por exemplo alguns plásticos podem sofrer algumas reações de deterioração né? A gente tem tanto plástico no ambiente, então o químico já pode levar esse conhecimento pro artista e explicar: “olha, pode acontecer isso...” por exemplo, alguns materiais de nitrocelulose, ele sofre uma reação que chama denitração eles perdem o grupo nitro da estrutura deles. Então quando o artista começa a ver aquela obra sofrendo aquela deterioração pra ele é uma coisa assim... estranha, não está dentro do campo de conhecimento dele. Mas um químico pode já trazer essa bagagem dizendo: “não o que está acontecendo é esse e esse processo em específico”. E nesse sentido então a gente tem que tentar encontrar alguma solução que a química vai ter que trazer pra esse material. Então igual eu falei essa questão do aço, controlar a umidade relativa do ar pra ele controlar... teve uma coisa interessante que a gente pegou um quadro também que o artista ele tinha misturado óleo com aquarela e qual que é o problema?

Entrevistador – É contemporâneo também?

Prof. João – Contemporâneo. E aí as pessoas procuraram a gente dizendo o seguinte: “ah, esse quadro parece que ele está suando”. E como que era suando? A gente viu uma água saindo dele, ou seja, essa aquarela que ele misturou com o óleo lentamente ela começou a segregar e ser removida do quadro. Então o que teve que fazer seria o seguinte: como que essa difusão ela acontece... tem um meio pro material difundir, teve que passar um revestimento acrílico e, de certo modo, desacelerar essa migração dos materiais. E, ao mesmo tempo, a gente fica assim: “mas isso vai parar ou não?”. Então, tem um problema muito sério em termos de arte contemporânea que a gente tem que lançar mão de todos os conhecimentos que a gente já tem de materiais, comportamento deles pra poder auxiliar esse restaurador na hora de fazer a obra. Isso só vem de novo... Uma coisa que a gente sempre falou: acho que todo mundo tem que saber química. Vendendo o nosso peixe que a química é importante.

Entrevistador – Vamos.

Prof. João – Vamos vender esse peixe. Lembrando que química é a ciência central, todas as áreas vão estar em contato com essa química. Então, não é só a área de engenharia que é tecnológica, não é só a área de saúde, medicina, farmácia que vão precisar da química. Porque o próprio artista se ele não souber o comportamento dos materiais dele, ele pode fazer uma obra inovando e, ao mesmo tempo, ele acaba criando uma obra que vai ter um problema. Isso não pode ser uma coisa tão rígida, igual o... já comentei, né? Se a gente pegar o óleo, se você olha a química do óleo. Se o primeiro artista que fosse pintar com tinta a óleo, ele

perguntasse pra um químico: “olha, eu quero pintar com isso aqui. Isso aqui é um material bom?” O químico ia falar: “Não, esse material, ele sofre reação, ele tem muita dupla e vai oxidar, ele vai formar reação paralela, ele vai ficar muito rígido, com o tempo ele vai começar a quebrar”. Mas se algum químico tivesse feito isso, a gente nunca teria tinta a óleo. Então a gente não pode falar pra um artista assim: “você não pode usar esses materiais”. Mas, normalmente, a gente consegue soluções para as deteriorações daqueles materiais. Eu até citei também uma vez a questão dos grandes mestres: eles usavam branco de chumbo como pigmento e um pigmento claro com chumbo e usavam também amarelo de cádmio que tem enxofre. E esse enxofre do amarelo de cádmio reage com chumbo, forma sulfeto de chumbo que é preto. Então se você tentar misturar os dois para dar um amarelo claro, acaba que esse amarelo claro com o tempo vai ficando escuro. Os grandes mestres, artistas mais antigos, eles sabiam disso então, eles pintavam com o amarelo, depois eles vinham com uma camada superior com o chumbo bem diluído de modo a abaixar o tom daquilo. Então esse tipo de conhecimento até o artista precisa. Ou seja, ele tem que conhecer os materiais dele se ele quer fazer uma obra que dure mais. Então se ele quer fazer... sei lá... ele quer pegar plástico, com tinta, com adesivo e ele quer fazer uma obra contemporânea, ele pode sim dar uma olhadinha na química e falar assim: “olha, eu quero que minha obra dure? Então, que que será que eu posso juntar aqui? Eu quero gesso e quero aço? Não, gesso e aço eu não posso”. Então ela tem que pegar outro material...

Entrevistador – Eu lembro que... ficou bem claro a divisão entre conservação e restauração, né? Umas das obras, a gente teve que conservar, ou seja, abaixar a quantidade de água, a umidade do local. E a outra, teve que fazer uma intervenção na obra. Então, teve que fazer um restauro mesmo.

Prof. João – Exato.

Entrevistador – Eu lembro muito bem dessa obra do Inhotim porque eu fui lá ver essa obra e o lugar estava tão frio, tão congelante o lugar que essa obra de gesso e aço estava, que eu falei assim: “gente, não tem condições”. Mas é justamente isso: a baixa umidade faz uma sensação térmica muito baixa também...

Prof. João – Claro.

Entrevistador – Então, tipo assim... lá estava congelando. Eu falei: “gente, não tem condições, não tem condições”. Mas é muito engraçado essas coisas que acontecem no mundo das artes contemporâneas e é engraçado que os artistas, eles também estão começando a estudar um pouquinho de ciências, até pra colocar nas obras deles. Tem... eu não sei se você viu, mas isso é muita viagem, mas eu vou comentar com você mesmo assim que a gente é curioso.

Teve um artista, João, ele pegou o DNA dele, juntou com o DNA de uma planta, então a planta é meio ele, meio DNA dele, meio DNA da planta, fez uma semente, plantou essa semente, nasceu uma planta e a obra dele é essa planta.

Prof. João – Meu Deus...

Entrevistador – Então, tipo assim, chega num ponto que a ciência encontra a arte que o negócio fica assim: “o quê?”. Fica um negócio... sabe? O limite da ciência e da arte fica um negócio muito tênue, tanto na expressão artística, quanto na produção dessa obra, sabe? Fica um negócio assim... Teve um artista também que fazendo esse negócio de mapeamento genético, a obra dele foi um coelho fluorescente, João. O coelho brilha no escuro.

Prof. João – Sério? Esse eu não conhecia não. Que louco!

Entrevistador – Vou só frisar uma última coisa aqui na nossa entrevista pra gente fechar que é a deterioração de metais, obras em metais, ok? Primeiro, eu gostaria que você falasse um negócio que você falava pra mim: qual a diferença entre degradar e deteriorar?

Prof. João – Ah tá. Esse termo o pessoal usa mais na biológicas que eles falam o seguinte: a degradação do material gera um segundo material que ainda tem algum valor econômico ou algum valor de uso. Então aí a gente pode pensar por exemplo que o queijo ele é produto da degradação do leite. Ou ainda que o vinagre é o produto da degradação do vinho ou outro material dessa forma que possa gerar esse vinagre. Então porque o vinagre você ainda vai usar, o queijo, que seria esse leite degradado, você ainda vai usar. A deterioração, ele não tem mais uso. Então, por exemplo, se a gente imaginar que chegou um certo momento que aquele queijo ficou tão rançoso que não é mais possível você comer ele, ele deteriorou. Então a deterioração é isso: você perde toda a função dele e não tem nenhuma função nova pra aquele material. E a degradação uma nova função apareceu pra ele e aquele material degradado pode ser usado.

Entrevistador – Sim. E falando um pouco de obras em metal, quais que são as principais deteriorações que elas sofrem? Específicas delas...

Prof. João – Bom, o metal do mesmo jeito que... igual eu falei, né? A gente faz essa interface com outras áreas, então do mesmo jeito que nas áreas de engenharia, né? A gente fala muito lá, a corrosão metálica que é aquele mecanismo de oxirredução vai ser importante pras áreas de engenharia e também vai ser importante pras áreas de restauração. Ou seja, esses materiais artísticos eles vão sofrer também reações de oxirredução que vão ser muito importantes para a característica dele. O segundo mecanismo não é um mecanismo químico mas ele seria uma mistura de mecanismo químico e físico que seria a corrosão sobre tensão.

Então o que seria essa corrosão sobre tensão? Se a gente faz algum trabalho mecânico sob um objeto metálico, você começa a criar defeitos na estrutura cristalina dele. Então, por exemplo, a gente quer partir um fio de metal, né? Vai torcendo, torcendo, torcendo aquele fio e chega um certo momento que o fio parte. E por que que ele parte? Cada vez que você dobra ele, você cria algum defeito na estrutura cristalina e você vai ter tantos defeitos na estrutura cristalina que ele se parte. Então, se você pegar uma obra e você dobrar ela, que que acontece? Você já criou imperfeições na estrutura cristalina naquela região da dobra que ele vai ficar sujeito a sofrer uma corrosão, uma corrosão sob tensão. Tensão que você aplicou que depois vai levar a um mecanismo químico de corrosão. E ainda tem os processos que são importantes pro restaurador que são os processos de solda. Então se você solda um obra, que que acontece? Na região em torno da solda, você provoca aquecimento, você mexe na estrutura cristalina do metal naquela região, metal também tem uma estrutura que a gente chama de grãos né? Um material policristalino. Esses grãos também mudam de conformação. Então, até o que a gente chama de corrosão em torno de solda. E isso todo mundo pode observar, quando você procura no material que foi soldado, provavelmente em torno da solda tem uma corrosão. E é uma coisa complicada porque essas ZTA, essa zona termo afetada da solda, ela é muito frágil e acaba quebrando depois. Então, normalmente, quando você pega uma obra de arte, você tem que observar isso: se ela está sujeita a algum meio que esteja acontecendo uma oxirredução, se ela sofreu alguma dobra, algum trabalho mecânico que pode levar a essa corrosão sob tensão ou se ainda você tem uma solda ali presente e essa solda provocou esse aquecimento e vai provocar corrosão. O importante aí que fica legal é que todos os procedimentos que já tem nas engenharias pra cuidar de corrosão podem ser aplicados em arte, os tratamentos. O que às vezes não é muito adequado seriam os processos de limpeza. Por exemplo, você não pode ficar lixando uma obra de arte diretamente. Imagina, por exemplo, você pegou um vaso feito em prata e o vaso é cheio de desenhos na superfície dele e ele tá corroído e você vai tentar lixar. Se você lixar aquilo ali você acaba removendo o desenho que tem na superfície. Tem muito material metálico também que ele recebeu banho. Então o que que pode ser? Pode ser uma peça de um metal menos nobre, por exemplo, um aço inoxidável, que alguém fez um banho de prata ou fez um banho de outro nele e aí se tem algum tipo de corrosão né? O ouro não corrói mas é claro que quando tem esses revestimentos, às vezes o outro ele tem uma pequena fissura e essa fissura que tem nessa camada que foi feita do banho permite que metal que está lá embaixo comece a sofrer a corrosão. Então nesses cuidados às vezes a limpeza tem que ser com muita atenção, a limpeza tem que ser feita com um material mais simples. Então aí vem uma contribuição boa da química que é a química de coordenação. O EDTA, o etilenodiaminotetraacético, e o acetato, pode ser de sódio ou tem acetato de amônio, né? Também pode ser o citrato, o ácido cítrico. Então, tanto o citrato de sódio, o citrato de amônio eles são usados como agentes

quelantes para fazer limpeza em obras de arte. Não sei se as pessoas conhecem mas tem um procedimento meio caseiro se você tem uma roupa que está suja com, tipo sei lá, uma ferramenta de metal entrou em contato, uma mancha assim. Se você quer retirar essas manchas de ferro, normalmente as pessoas passam limão e bicarbonato e limpa. Mas isso não é porque isso é uma receita doméstica não e eu também, às vezes, nem gosto de falar isso porque o conhecimento popular traz muita coisa boa pra gente. Quando você consegue olhar cientificamente e falar assim: “olha por que que passar limão junto com bicarbonato vai limpar uma mancha de ferro de uma roupa?” Porque no limão a gente tem o ácido cítrico, então esse ácido já permite você começa a quebrar aqueles óxidos de ferro que estão presentes ali. O citrato ali presente vai coordenar, porque ele vai funcionar como ligante, um ligante dos átomos de ferro e o bicarbonato às vezes ele é um meio que aumenta a condutividade iônica ali presente você vai lavando, você vai ajudando a dissolver aqueles metais e isso vem tudo na sabedoria popular. Quando a gente leva pro lado da restauração, a gente corre um risco, né? Se você for levar um material desse, você pode estar levando vários contaminantes presentes pra obra de arte. Mas todo esse conhecimento que a química pode aplicar, então, em uma limpeza de uma obra de arte, se você pega esses agentes quelantes: EDTA, o citrato pra poder fazer a limpeza. Toma cuidado pra não fazer sol e aí vem uma coisa interessante, eu vou fazer o contraponto: no início da entrevista eu falei que você não poderia pegar uma escultura em madeira e colocar epóxi, porque o epóxi vai ter um comportamento de material diferente da madeira: a madeira absorve e perde umidade em movimento, o epóxi não. Então você junta os dois, onde tem o epóxi ali cria uma tensão e a madeira vai fraturar. Mas o metal ele não tem esse comportamento de absorver umidade e perder umidade, então você pode sim usar o epóxi nele. Ao invés de você usar uma solda numa obra de arte, o ideal é que você use epóxi. Agora se o epóxi não tem resistência mecânica adequada, você pode fazer o que a gente chama de junção mecânica. Às vezes, você pode colocar algum suporte, por exemplo, eu vou falar assim só pra ficar mais claro, seria tipo o rebite. Ou se a gente pensa uma parte mecânica que você prende as duas outras partes mecânicas, né? As duas partes em metal pra que ele tenha aquela sustentação adequada. E isso é interessante pro químico que leva né? Falar assim: “olha que se você soldar vai causar dano no futuro porque essa obra é única, né?” E é uma coisa que a gente não abordou aqui, mas uma das importâncias do conhecimento químico na restauração é que toda obra é única, então o exemplo mais claro que eu posso falar é tipo a Mona Lisa. Vamos imaginar que, por exemplo, cai, respinga uma tinta na Mona Lisa em um acidente e alguém fala assim: “eu vou pegar uma acetona para remover essa tinta que caiu na Mona Lisa” e você começa a limpar e você tira tudo, né? E ninguém pode falar assim: “ah, destruíram a Mona Lisa, foi um acidente”. Mas como um acidente? É uma obra única, né? Então o restaurador ele tem que saber muito bem o comportamento químico daquele material porque se errar em uma

obra, ele destruiu uma coisa que é única. Quanto mais ele souber exatamente o comportamento de tanto material da obra quanto o material de restauro, o solvente que ele vai usar, o adesivo que ele vai usar, ele tem mais chances de fazer uma restauração adequada.

Entrevistador – Existe alguma forma, por exemplo, eu gosto sempre de falar isso... Uma obra em metal que está dentro de uma galeria, dentro de um museu, com temperatura controlada, umidade controlada. E tem as obras em metal que são expostas, né? Que ficam ali na umidade, tomando chuva, tomando sol e por aí vai... Tem um problema de não vai ter jeito aquelas que são expostas à umidade, elas vão sofrer degradação... deterioração, desculpa. E até mais rápido do que as que estão no acervo, mas assim, tem alguma forma de evitar, de deixar essa oxidação mais lenta? Ou não?

Prof. João – Bom, dos mecanismos que a gente tem pra tentar proteger uma obra de arte em metal, né? Seriam, como eu falei, os mecanismos comuns, né? Que a gente tem pra corrosão seria o mecanismo de barreira, a proteção catódica ou proteção aniônica. Bom, quando a gente pensa no mecanismo de barreira, pensa em se colocar um material, se é um metal... você poderia colocar um material hidrofóbico sobre esse metal, de modo que esse material ele impeça a entrada de água pelo mecanismo de barreira, ele impede que o meio corrosivo entre em contato com seu metal. O mecanismo de barreiras se a obra fica exposta no ambiente externo, então numa praça, ele fica tomando chuva diretamente, talvez ele funcione, mas só que tem um problema que você tem que perceber até onde ele vai funcionar. Ou uma coisa interessante se a gente for observar quais são os materiais mais usados em arte, então a gente pensa em metais seria ouro, prata e cobre na forma do bronze. Ouro, prata e cobre são metais nobres. Estão presente nas três medalhas que a gente vê em competição: primeiro lugar, ouro; segundo, prata; terceiro, bronze. Esses materiais eles são muito resistentes a corrosão. Então a gente vê várias obras presentes no ambiente que podem receber isso. Quando a gente pega uma escultura em bronze, se você coloca ela fora e você passa uma camada de cera nela e, por incrível que pareça, seria só a cera mesmo, esse procedimento como a gente usa para carro. Mas lembrando que a gente não pode passar uma cera de carro em uma obra de arte, porque essas ceras de carro elas vem com vários aditivos e às vezes o aditivo que você não quer que ataque uma obra que é única. Porque uma coisa é você pensar no seu carro e passando 15 anos, talvez um pouco mais, ele vai pra um ferro-velho, né? Porque ele já vai estar muito antigo. Você não pode pensar nisso pra uma escultura. Você quer que essa escultura dure milênios. Hoje em dia a gente tem escultura que vem lá do Renascimento e a gente quer que essas esculturas continuem existindo por um longo período de tempo. Então a gente não usa cera de carro porque ela vem com uns aditivos que podem ser agressivos, principalmente podem comer a superfície. Mas se você aplicar essa cera, ela

daria uma maior durabilidade. O problema é que depende muito do quanto você está disposto a deixar esse material deteriorar. Então, às vezes, você pode retirar uma escultura que está em um ambiente externo e colocar em um ambiente interno e colocar uma réplica no local. Seria uma segunda solução também. Mas até que isso é mais comum pra material pétreo. Então a gente até já discutiu que a escultura do Davi lá em Florença, ela ficava em uma praça, mas ela é de mármore, o mármore sofre muito com chuva ácida e, ao mesmo tempo, se você tentar colocar um material hidrofóbico nele é pior, porque a pedra, ou seja, esse mármore ele absorve umidade e ele perde umidade pro ambiente. Ele tem essa respiração natural, então se você colocar um material hidrofóbico nele, o que que aconteceu? Ele não entra água, mas também não sai. E aí vai ter uma pressão interna dessa água tentando sair e vai causar muitos danos na escultura pétreo, ou seja, no mármore. Mas se for um metal, não. Então você poderia a princípio passar uma cera nele, que ele vai resistir bem. E mesmo assim, você tem essa escolha: essa cera está protegendo quanto esse metal? Mas normalmente esses metais que são usados em arte, eles são bem resistentes a ambientes externos. O alumínio, a gente já discutiu uma vez, né? O alumínio está sendo muito escolhido por artistas porque o alumínio forma uma camada passivadora de óxido de alumínio na superfície que protege. Por isso que tanta panela de alumínio que a gente tem em casa, tanto utensílio de alumínio que a gente tem em casa pra usar em cozinha, exatamente, ele forma essa camada passivadora. E no caso igual você falou do Amilcar, o Amilcar usa o aço corten que é um aço patinável. Ele não usou a vida inteira, mas depois que ele descobriu que existe um aço que podia ficar no ambiente externo que ele formar aquela camada passivadora, ou seja, aquela camada que protege o metal de corrosão, ele decidiu: “olha, vou usar esse material agora”.

Entrevistador – E ainda dava o aspecto que ele queria, né? Que é o aspecto do ferro corroído, o ferro oxidado. Porque a camada passivadora ela fica com aquela cor bem intensa de ferrugem...

Prof. João – Sim.

Entrevistador – Aquele vermelho meio amarronzado assim...

Prof. João – Exato. Isso é uma coisa interessante porque o restaurador também quando a gente pensa no aspecto histórico da peça, esse histórico ele não se limita só a trazer informações da época. Ou seja, se a gente pensa por exemplo pinturas da época da Revolução Francesa. Aquelas pinturas foram feitas na época da Revolução Francesa, mas ao mesmo tempo, tem uma história do material da obra. Então se a gente pega um metal e a gente começa a ver que ele sofreu... por exemplo, o bronze é comum a gente ver uma pátina esverdeada nele. Então aquela pátina esverdeada confere uma estética pra ele. Isso é tanto verdade que a gente conhece locais que você pega seu móvel em madeira e eles falam assim:

“fazemos pátina para o seu móvel ficar com cara de antigo”. E acaba que esse antigo, essa história ele tem uma estética que você fala assim: “olha, isso é bonito porque tem cara de antigo”. Então, esse termo do histórico também se aplica ao material. Às vezes, você não vai remover uma pátina que formou no metal porque ela confere autenticidade pra ele. Você olha e fala: “olha, ele é antigo”. E essa autenticidade se não está causando dano, ela vale a pena ela continuar lá.

Entrevistador – Sim. Tem a história da estátua da liberdade.

Prof. João – Sim.

Entrevistador - Quando a França deu a estátua da liberdade pros Estados Unidos, ela era aquela corzinha do cobre, do bronze, ali. Bonitinha. E a gente não conhece a estátua da liberdade com aquela cor, a gente só conhece a estátua da liberdade verde. Que produziu a malaquita que tem aquela coloração que são óxidos e hidróxidos de cobre. Como a história da humanidade já conhece a estátua da liberdade, a gente já conhece a estátua da liberdade como verde, ela nunca vai voltar a ter aquele brilho metálico que ela tinha anteriormente. Até porque tirar aquela parte que está totalmente oxidada é fragilizar a obra também, né?

Prof. João – Sim. Tem malaquita na superfície dela, mas tem um sulfato básico de cobre, que chama brochantita. E esse sulfato básico de cobre ele funciona como um protetor pra ela. Então uma coisa interessante é porque ela está na ilha Ellis, ela está em uma região marítima e ali tem muita maresia, ou seja, muito cloreto na atmosfera. Então esse cloreto poderia atacar a estátua da liberdade, mas essa camada verde de pátina de brochantita protege ela. Então, ao mesmo tempo, faz parte da estética dela e ela funciona como protetora.

Entrevistador – É... a gente não conhece a estátua da liberdade brilhante e se ela voltar a ser brilhante a gente vai estranhar muito.

Entrevistador – Então, a gente falou... Você falou aí muito bem que a obra de arte ela é única. Por mais que não tenham erros nas conservações e nos restauros das obras que acontecem. A gente não pode destruir uma obra para fazer a análise dela, principalmente. Então, eu queria que você falasse aí um pouquinho sobre o processo de amostragem: como que a gente retira uma amostra de uma obra, se a gente retira e se retira, como que é, como que é esse processo.

Prof. João – Sim. Isso é interessante igual você falou “se a gente retira ou não” porque uma das primeiras pessoas, eu acho, pelo menos, registrada historicamente que começou a pensar em termos de retirar amostra de obra de arte foi o Ostwald. Então o Ostwald é muito conhecido porque ele é conhecido como o pai da físico-química, fez vários estudos de cinética,

termodinâmica, em equilíbrio e, ao mesmo tempo, eles dizem que o Ostwald, era uma coisa desconhecida, que ele pintava, gostava muito de pintar. Tem uma história, que a gente não sabe se é mito ou verdade, mas que o gosto dele pela química começou por ele fazer as próprias tintas. Na infância, na adolescência, ele misturava os aglutinantes com os pigmentos e ali foram os primeiros laboratórios de química dele que acabaram levando ele pra química. Então, o Ostwald depois de ele ter feito a físico-química e tudo mais, depois de ter ganhado o prêmio Nobel, ele começou a dedicar mais à arte, que era uma paixão dele, começou a estudar bastante a questão de cor, o que era a composição de cor em obras. Até que surgiu analisar a obra de arte. Então, o Ostwald, a gente fala que ele foi o pai do que a gente chama de micro amostragem: testes microquímicos em obras de arte. Ele foi a primeira pessoa que falou assim: “olha, se a gente for analisar uma obra de arte”, na época dele não tinha equipamentos tão avançados, “ele falava que você tinha que tirar uma quantidade muito pequena de material, você vai até com um bisturi, você tira uma quantidade muito pequenininha ali e você começa a fazer alguns testes de química para identificar os pigmentos, identificar os aglutinantes que estão presentes. Então, isso aí são até rotinas comuns da química analítica, aquelas marchas analíticas para identificar cátions e ânions, elas são bem usadas. Então, por exemplo, um pigmento que é branco de chumbo é muito fácil a gente identificar ele. Se a gente tiver uma quantidade muito pequenininha dele, você vai no microscópio, isso é uma coisa que o Ostwald falava: você pegava uma quantidade pequena, uma quantidade que você precisa no microscópio, você coloca lá, por exemplo, um pouquinho de ácido para abrir sua amostra, então todo chumbo que estiver lá vai para a solução, depois você coloca uma gotinha de iodeto de potássio. Se tiver chumbo, ele vai precipitar de uma forma amarela. Então, o Ostwald criou isso e até hoje é usado. Muito restaurador pode identificar algumas coisas retirando uma quantidade muito pequenininha da obra e fazendo esses pequenos testes de analíticos de química ou esses testes microquímicos. Bom, mas com o avanço da tecnologia, principalmente, a miniaturização, o que a gente começou a observar? Os chamados ensaios não destrutivos, que são aqueles ensaios que você não destrói a amostra, eles começam a ser aplicados em arte hoje em dia e estão ficando cada vez mais comuns. Então uma análise química que a gente faz muito em termos de obra de arte seria a espectroscopia de infravermelho. E existem hoje em dia muitos espectrômetros de infravermelho que eles são não destrutivos. Você chega com ele próximo a uma obra de arte e ele coleta aquele espectro de infravermelho. Às vezes, ele coleta mais por reflectância, depois tem uns algoritmos tipo beta um que faz essa transformação de reflectância para infravermelho. E mesmo que tiver que retirar amostra, tem equipamentos muito sensíveis a microamostras. E quando a gente fala microamostra fica realmente naquela dimensão micro. Ou seja, você tem que retirar microgramas, se for uma fase líquida, tem que ser microlitro, uma quantidade bem pequena mesmo que você retira. E o infravermelho por

ATR consegue analisar essa amostra em dimensão microscópica. Mas, por exemplo, também, tem a fluorescência de raios X. tem hoje em dia equipamentos de fluorescência de raios X que fazem a análise de forma totalmente não destrutiva. Você aproxima o equipamento de raios X da sua obra e ele consegue coletar aquele espectro simplesmente apontando pra obra de arte. Então de certo modo, eu acredito que no futuro a gente só vai ter ensaios não destrutivos. Você chega com o equipamento, aproxima ele da obra e ele vai coletar o espectro pra você analisar. Mas se você não tiver esses equipamentos próximos, você pode fazer isso: tirar uma amostragem muito pequena, uma microamostra e conseguir a partir daquela microamostra, você fazer a análise dela, com os testes microquímicos e o microscópio que você precisa pra observar essas mudanças ou equipamentos sensíveis a microamostras. Então, tem o infravermelho que faz isso, a cromatografia gasosa ou a cromatografia líquida que sempre trabalhou obrigatoriamente com microamostras, com amostras muito pequenas então ela se encaixa muito bem pra obras de arte. Às vezes, você pode ter as técnicas hífenizadas da cromatografia. Então você pode ter uma cromatografia hífenizada com o massas e aí você tira mais informação ainda. Então, essas são as técnicas mais comuns: seria o infravermelho, o massas, a fluorescência de raios X e a cromatografia que são as mais usadas em arte porque elas conseguem trabalhar bem com as microamostras e algumas delas já são não destrutivas, ou seja, você também já aponta ela pra obra para coletar informação.

9. ANEXOS

Anexo A: Produto educacional: planejamento das atividades e cronograma da disciplina “Ateliê de Ciências”

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROMESTRE – MESTRADO EM EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA

**ATELIÊ DE CIÊNCIAS: INTEGRAÇÃO ENTRE
ARTE E ENSINO DE QUÍMICA NA FORMAÇÃO
DE PROFESSORES**

Matheus de Castro e Silva
Penha Souza Silva

2021

PLANO DE ENSINO – ENSINO REMOTO EMERGENCIAL**DADOS DE IDENTIFICAÇÃO**

Departamento: Métodos e Técnicas de Ensino

Título da atividade acadêmica curricular: **Ateliê de Ciências: atividades artísticas para o ensino de Química** Código: **(FaE 481)**

CH Total: 30 Horas CH Teórica: CH Prática:

Natureza: () obrigatória (X) optativa - Número de vagas: 20.

EMENTA

Contextualização do ensino de ciências/química a partir das artes. Abordagem de conteúdos químicos a partir de técnicas artísticas.

CARGA HORÁRIA REMOTA

24 horas assíncronas e 6 horas assíncronas

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Utilização de técnicas artísticas no ensino de Química.
 - A arte como forma de contextualização no ensino de Química.
 - Despertar da fruição artística e do olhar sobre as artes.
 - Aplicação de técnicas artísticas para construção de modelos em Química.
 - Elaboração de planejamento de aula, bimestre ou projeto na interface entre arte e Química.
1. Técnicas de extração de pigmentos naturais e produção de tintas
 - a) Extração de pigmentos de alimentos e separações de misturas
 - b) Técnicas de produção de têmpera, tinta a óleo e aquarela com pigmentos minerais e as interações intermoleculares
 - c) Técnicas artísticas de desenho e pintura em tela e em papel e a discussão das propriedades dos polímeros
 2. Técnicas de escultura e construções com materiais variados
 - a) Técnicas de escultura para modelagem atômica e molecular

b) Construção de modelos de ligação química a partir de materiais variados

3. Técnicas de gravação em metal

a) Processo de gravuras em metal e as reações de oxirredução

b) Métodos de proteção dos metais e os perigos químicos

4. Técnicas de revelação de fotografias

a) A evolução da fotografia aliada ao conhecimento químico

5. Restauro e conservação de bens culturais

a) A Química como ferramenta para restauro e conservação de bens culturais

Referências

Tatit, A. ; Machado, M. S. M. 300 propostas de artes visuais. São Paulo: Edições Loyola, 2012.

Leal, M.C. Didática da Química: Fundamentos e práticas para o Ensino Médio. Belo Horizonte: Dimensão, 2009.

Moresi, C. M. D. et al. Arte e ciências: os pigmentos minerais. Belo Horizonte: Escola de Belas Artes da UFMG, 2009.

Santos, A. R. dos. A química da fotografia e a fotografia da química. Dissertação. Brasília: UnB, 2016.

Junior, J. C. D. de F. Química aplicada à conservação e restauração de bens culturais: uma introdução. Belo Horizonte: São Jerônimo, 2012.

Avaliação:

Participação nas atividades síncronas e assíncronas: 70 pontos

A disciplina foi dividida em cinco grupos de atividades (uma atividade síncrona e uma atividade assíncrona), ou seja, a cada grupo de atividades serão atribuídos 14 pontos.

Trabalho final da disciplina: 30 pontos

- Parte escrita: 20 pontos
- Participação/discussão no encontro online: 10 pontos

DISTRIBUIÇÃO DE PONTOS, CRONOGRAMA E REFERÊNCIAS – FAE 481 – “ATELIÊ DE CIÊNCIAS: ATIVIDADES ARTÍSTICAS PARA O ENSINO DE QUÍMICA”

Distribuição de pontos
Participação nas atividades síncronas e assíncronas: 70 pontos <ul style="list-style-type: none"> • A disciplina foi dividida em cinco grupos de atividades, ou seja, a cada grupo de atividades serão atribuídos 14 pontos
Trabalho final da disciplina: 30 pontos <ul style="list-style-type: none"> • Parte escrita: 20 pontos • Participação/discussão no encontro online: 10 pontos

Divisão por semanas	Atividades
SEMANA 1	<ul style="list-style-type: none"> • Encontro síncrono: encontro online para apresentação da disciplina e discussões iniciais • Atividade assíncrona (Grupo 1): resposta ao questionário online, preenchimento do TCLE e participação no fórum “Onde a Arte encontra a Ciência?”
SEMANA 2	<ul style="list-style-type: none"> • Encontro síncrono (Grupo 1): encontro online para a discussão do fórum “Onde a Arte encontra a Ciência?” e discussão sobre a atividade “Desenhando os elementos químicos” • Atividade assíncrona (Grupo 1): desenvolvimento da atividade “Desenhando os elementos químicos” e envio dos trabalhos
SEMANA 3	<ul style="list-style-type: none"> • Encontro síncrono (Grupo 1): encontro online para a discussão da atividade “Desenhando elementos químicos” e discussão sobre “A Ciência das tintas e dos pigmentos” • Atividade assíncrona (Grupo 2): desenvolvimento da atividade “A Ciência das tintas e dos pigmentos” e envio dos trabalhos
SEMANA 4	<ul style="list-style-type: none"> • Encontro síncrono (Grupo 2): encontro online para a discussão da atividade “A Ciência das tintas e dos pigmentos” e discussão dos resultados do questionário online • Atividade assíncrona (Grupo 2): leitura de artigos sobre contextualização no ensino de Química/Ciências e participação no fórum “Contextos e contextualização no ensino de Ciências”
SEMANA 5	<ul style="list-style-type: none"> • Encontro síncrono (Grupo 2): encontro online para aula expositiva sobre contextualização e integração da Arte no

	<p>ensino de Ciências/Química e discussão da atividade “Desenho negativo”</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atividade assíncrona (Grupo 3): desenvolvimento da atividade “Desenho negativo” e envio dos trabalhos
SEMANA 6	<ul style="list-style-type: none"> • Encontro síncrono (Grupo 3): encontro online para discussão da atividade “Desenho negativo”, sobre a imagem no ensino de Ciências/Química e introdução à atividade “Fotografando a Ciência” • Atividade assíncrona (Grupo 3): desenvolvimento da atividade “Fotografando a Ciência” e envio dos trabalhos
SEMANA 8	<ul style="list-style-type: none"> • Encontro síncrono (Grupo 3): encontro online para discussão da atividade “Fotografando a Ciência” e sobre os processos artísticos que envolvem procedimentos químicos • Atividade assíncrona (Grupo 4): leitura de artigos sobre modelos científicos, modelos artísticos e participação nos fóruns “Os modelos na Arte e na Ciência”
SEMANA 9	<ul style="list-style-type: none"> • Encontro síncrono (Grupo 4): encontro online para discussão sobre modelos artísticos e científicos a partir do fórum “Os modelos na Arte e na Ciência” e apresentação da atividade “ModelArte” • Atividade assíncrona (Grupo 4): desenvolvimento da atividade “ModelArte” e envio dos trabalhos
SEMANA 10	<ul style="list-style-type: none"> • Encontro síncrono (Grupo 4): encontro online para discussão sobre a atividade “ModelArte” e apresentação da atividade “Restauração e conservação do patrimônio” • Atividade assíncrona (Grupo 5): 1ª parte da entrevista com o prof. João Cura (EBA – UFMG) e participação no fórum
SEMANA 11	<ul style="list-style-type: none"> • Encontro síncrono (Grupo 5): encontro online para discussão dos aspectos CTS do restauro e conservação de bens culturais no ensino de Ciências/Química e introdução ao tema de autenticação de obras de arte • Atividade assíncrona (Grupo 5): 2ª parte da entrevista com o prof. João Cura (EBA – UFMG) e participação no fórum
SEMANA 12	<ul style="list-style-type: none"> • Encontro síncrono (Grupo 5): encontro online para discussão da 2ª parte da entrevista com o prof. João e sobre o trabalho final

	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade assíncrona: desenvolvimento do trabalho final em grupo
SEMANA 13	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade síncrona: encontro online para discussão/apresentação dos trabalhos finais e considerações sobre a disciplina

REFERÊNCIAS POR TEMAS TRABALHADOS NA DISCIPLINA

Fotografia científica

- VOGT, C. F. G.; CECATTO, A. J.; CUNHA, M. B. A fotografia científica e as atividades experimentais: livros didáticos de química. ACTIO – Docência em Ciências, v. 3, n. 1, p. 56-74, 2018. Fonte: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/6827>
- CUNHA, M. B. A fotografia científica no ensino: considerações e possibilidades para as aulas de química. Química Nova na Escola, v. 40, n. 4, p. 232-240, 2018. Fonte: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc40_4/03-EA-70-17.pdf
- SANA, T. C. V.; SOUZA, D. D. D.; ARROIO, A. O papel das imagens fotográficas no processo de construção do conhecimento em sala de aula de química. REDEQUIM – Revista Debates em Ensino de Química, v. 21, n. 1, p. 5-17, 2016. Fonte: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/1274>

Tintas e pigmentos

- TATIT, A.; MACHADO, M. S. M. 300 propostas de artes visuais. São Paulo: Edições Loyola, 2012.
- MAYER, R. Manual do artista. São Paulo: Martins Fontes, 2015.
- FIGUEIREDO JUNIOR, J. C. D'A. Química aplicada à conservação e restauração de bens culturais: Uma introdução. Belo Horizonte: Editora São Jerônimo, 2012.
- DIEGUES, I *et al.* Arte brasileira para crianças. Rio de Janeiro: Cobogó, 2016.
- MELO, N. S. *et al.* Abordagem de pigmentos naturais no Ensino de Química através de experimentação. Scientia Plena, v. 11, n. 6, p. 1-8, 2015. Fonte: <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/2512>
- KRAISIG, Â. R.; BRAIBANTE, M. E. F. “A Química das cores”: uma oficina temática para o ensino e aprendizagem de Química. Ciência e Natura, v. 39, n. 3, p. 687-700, 2017. Fonte: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/4675/467553545017/html/index.html>

Elementos químicos

- YOURIFUJI, B. O fantástico mundo dos elementos: a tabela periódica personificada. São Paulo: Conrad Editora do Brasil, 2013.

- OKI, M. C. M. O conceito de elemento da Antiguidade à Modernidade. *Química Nova na Escola*, n. 16, 2002. Fonte: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc16/v16_A06.pdf.

Conservação, restauração e autenticação

- CARVALHO, M. A. Conservação e restauração de bens culturais e perspectivas de contextualização para aulas de Química. 2016. 183 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto de Física Gleb Wataghin, Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP. 2016.
- MENDES, M. BAPTISTA, A. C. N. Restauração: Ciência e Arte. Rio de Janeiro: Editora UFRJ; IPHAN, 2005.
- FIGUEIREDO JUNIOR, J. C. D'A. Química aplicada à conservação e restauração de bens culturais: Uma introdução. Belo Horizonte: Editora São Jerônimo, 2012.
- RIZZUTTO, M. A. Métodos físicos e químicos para estudo de bens culturais. *Cadernos do CEOM – Arqueometria para bens culturais*, v. 28, n. 43, p. 67-76, 2015. Fonte: <https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/rcc/article/view/2650>
- GRANATO, M.; CAMPOS, G. N. Teorias da conservação e desafios relacionados aos acervos científicos. *MIDAS – Museus e estudos interdisciplinares*, v. 1, n. 1, p. 1-14, 2013. Fonte: <https://journals.openedition.org/midas/131>
- PAIXÃO, F.; JORGE, F. R.; ANTUNES, L. Articulação Ciência-Sociedade através do patrimônio artístico local – atividades e recursos didáticos centrados no Museu Cargaleiro. *Idagatio Didactica*, v. 8, n. 1, p. 1322-1338, 2016. Fonte: <https://proa.ua.pt/index.php/id/article/view/6895>
- KLEIN, S. G.; BRAIBANTE, M. E. F. Reações de oxi-redução e suas diferentes abordagens. *Química Nova na Escola*, v. 39, n. 1, p. 35-45, 2017. Fonte: <http://qnesc.sbq.org.br/edicao.php?idEdicao=69>
- PUGLIERI, T. S. *et al.* Ensino de ciências e educação para o patrimônio: uma fusão metodológica para o ensino de Química, a preservação patrimonial e a alfabetização científica. *Ciência & Educação*, v.15, n. 2, p. 449-466, 2019. Fonte: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1516-73132019000200449&lng=en&nrm=iso&tlng=pt
- PALMA, M. H. C.; TIERA, V. A. O. Oxidação de metais. *Química nova na escola*, v. 1, n. 18, p. 52-54, 2003. Fonte: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc18/A12.PDF>

Modelos científicos

- JUSTI, R. Modelos e Modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (orgs.) Ensino de Química em Foco. Ijuí: Editora Unijuí, 2010.
- CARO, C. *et al.* Projeto Velejar: Ciências. São Paulo: Scipione, 2012.
- ATKINS, P; JONES, L. Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- ASKELAND, W. J.; WRIGHT, W. J. Ciência e engenharia dos materiais. São Paulo: Cengage Learning, 2014.
- KLEIN, C.; DUTROW, B. Manual de ciência dos minerais. Porto Alegre: Bookman, p. 46.
- AMARAL, L. Q. Sistemas micelares. In: _____. Entre sólidos e líquidos: uma visão contemporânea e multidisciplinar para a formação de professores e divulgação do conhecimento. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.
- BROWN, T.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. Química: a ciência central. 9 ed. Prentice-Hall, 2005.

Contextualização no ensino de Química

- WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de Química. Química Nova na Escola, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013. Fonte: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/04-CCD-151-12.pdf
- KATO, D. S.; KAWASAKI, C. S. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. Ciência & Educação, v. 17, n. 1, p. 35-50, 2011. Fonte: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132011000100003
- MAFFI, C.; PREDIGER, T. L.; FILHO, J. B. R.; RAMOS, M. G. A contextualização na aprendizagem: percepções de docentes de Ciências e Matemática. Revista Conhecimento Online, v. 2, n. 11, p. 75-92, 2019. Fonte: <https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistaconhecimentoonline/article/view/1561>
- SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Visões de contextualização de professores de Química na elaboração de seus próprios materiais didáticos. Revista Ensaio, v. 12, n. 1, p. 101-118, 2010. Fonte: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v12n1/1983-2117-epec-12-01-00101.pdf>

FÓRUM “ONDE A ARTE ENCONTRA A CIÊNCIA?”

Nesse primeiro fórum iremos discutir alguns aspectos filosóficos das Artes. Para tanto, responda às questões:

- 1- O que é um artista? Exemplifique.
- 2- O que é uma obra de arte? Exemplifique.

Esse fórum é apenas de perguntas ou respostas, ou seja, você não verá as discussões propostas pelos outros colegas. Suas respostas serão base para as nossas discussões no nosso encontro síncrono do dia 12/08.

Em nosso encontro síncrono, vamos discutir alguns enlaces entre a arte contemporânea e a ciência.

Vamos guiar nossas discussões entorno do vídeo, que pode ser acessado no link abaixo. Ele possui 3 minutos e discute algumas obras de arte do movimento denominado bioarte ou, segundo o artista Eduardo Kac, arte transgênica. Assista-o e tome alguns apontamentos sobre o que é relatado no vídeo para que possamos discutir em nosso encontro síncrono no dia 12/08 (quarta-feira), às 17h.

Vídeo: BIOART – Les Maîtres d’ouvres – La série vídeo <https://www.youtube.com/watch?v=J1C1MwYdr1I>.

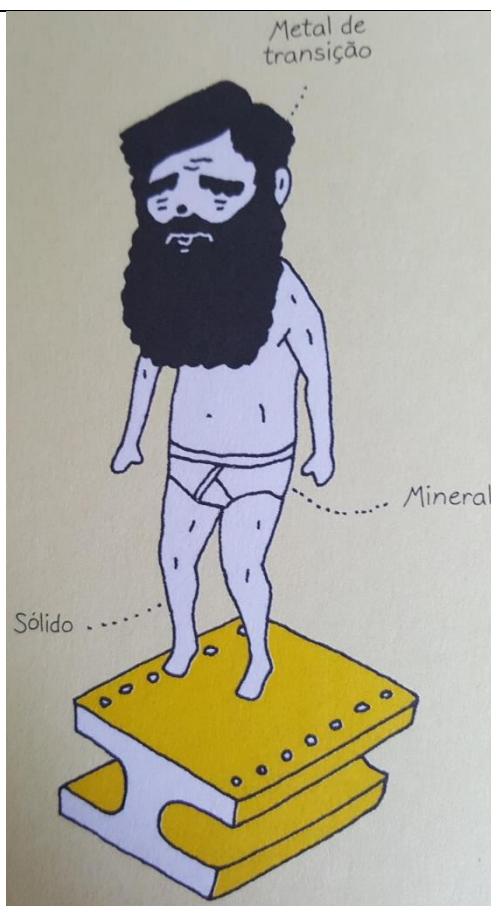
O áudio do vídeo está em francês, contudo é possível produzir uma legenda ou transcrição automática, a partir dos seguintes passos.

Selecionar o idioma da legenda

1. Clique no ícone de configurações abaixo da tela do vídeo.
2. Clique em **Legendas/CC**.
3. Clique em Traduzir automaticamente.
4. Selecione um idioma.

DESENHANDO OS ELEMENTOS QUÍMICOS

Os elementos químicos apresentam uma variedade de aplicações em nosso cotidiano. Constituem tudo aquilo que a Ciência considera matéria, formando substâncias diversas a nossa volta. Apesar de apresentarem características semelhantes, cada um dos 118 elementos químicos atualmente conhecidos são únicos em suas propriedades e aplicações. Essa variedade de aplicações inspirou o artista Bunpei Yourifuji a retratar os elementos químicos em desenhos humanoides. Cada parte do desenho representa uma característica, aplicação ou um fator histórico associado a cada elemento químico. Por exemplo, vamos analisar as representações abaixo dos elementos químicos Ferro (Fe) e Argônio (Ar).



Representação do elemento químico ferro (Fe).

Fonte: Yorifuji, B. O fantástico mundo dos elementos: a tabela periódica personificada.

São Paulo: Conrad Editora do Brasil, 2013, p. 100.



Representação do elemento químico argônio (Ar).

Fonte: Yorifuji, B. O fantástico mundo dos elementos: a tabela periódica personificada.

São Paulo: Conrad Editora do Brasil, 2013, p. 87.

Observe que, enquanto os pés do elemento ferro são bem delineados, o átomo de argônio não os possui. Isso, na simbologia do autor, identifica o estado físico do elemento químico a temperatura ambiente: o Ferro é sólido, logo possui os pés representados, e o Ar é gasoso, então possui uma forma “fantasmagórica”, segundo o autor. As vestimentas, os cabelos e os formatos de rosto também são selecionados de acordo com uma lógica associada às propriedades dos elementos químicos. O cabelo bem cortado do elemento químico Ferro simboliza sua posição na Tabela Periódica, integrando o grupo dos Metais de Transição. Enquanto o cabelo cacheado do Argônio implica em sua posição no Grupo 18 da Tabela Periódica, sendo um Gás Nobre.

Nessa atividade, vocês terão que desenhar um elemento químico em uma forma humanoide, assim como feito por Yorifuji. Para isso:

- Selecione um elemento químico qualquer e pesquise suas aplicações, suas características, suas propriedades, as histórias envolvendo sua descoberta etc.
- A partir dessas informações, represente o elemento químico selecionado por você em um desenho, abordando os dados que julgar mais relevante.
- Escreva um parágrafo contando como foi seu processo criativo e o que cada parte ou área do desenho representa.
- Envie uma fotografia do seu desenho e o parágrafo explicando seu processo criativo para o e-mail de um dos professores.

TINTAS E PIGMENTOS

A atividade desta semana contempla o estudo das tintas e dos pigmentos. Primeiramente, é importante sabermos que uma tinta é formada, basicamente, por um pigmento ou corante e um aglutinante. O pigmento é insolúvel no aglutinante – a substância veículo que agrega a cor -, enquanto os corantes são solúveis. Existem diversas formas de preparação de tintas e algumas delas estão presentes no quadro a seguir.

Tinta guache

Uma maneira de se fazer a tinta é misturar duas colheres de sopa de goma arábica, duas colheres de sopa de corante em pó ou líquido, uma colher de sopa de vinagre ou uma colher de café de óleo de cravo (para conservar a tinta). Se se quiser a tinta mais diluída, acrescentar água, o quanto se achar necessário.

Têmpera

A têmpera é feita com gema de ovo e pigmento. Peneirar a gema (peneira de leite) para separar sua pele (se o ovo estiver gelado, será mais fácil retirar a pele da gema). Para cada gema, misturar uma colher de café de pó xadrez. Essa medida é relativa, depende de como se queira a intensidade da cor, mais ou menor forte. Pode-se acrescentar um pouquinho de água para controlar a densidade. Para conservar a têmpera, é preciso pingar algumas gotas de algum fungicida, por exemplo, o óleo de cravo, lisofórmio ou outros.

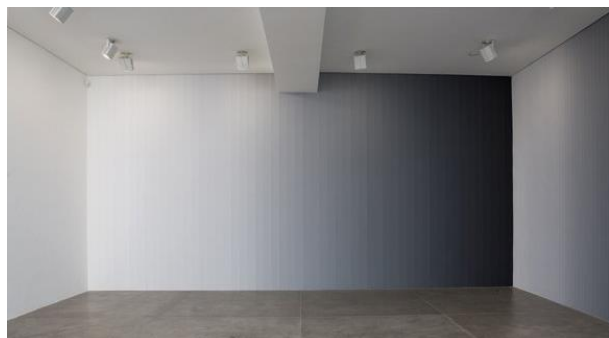
Tinta a óleo

Para se fazer a tinta a óleo mistura-se pigmento no óleo de linhaça, usando uma espátula para amassar bem o pó. Esse pigmento pode ser o pó xadrez que se encontra em lojas de materiais específicos de artes. O ponto bom da tinta é o mesmo da consistência de uma pasta de dente, ou seja, não deve sobrar óleo nem haver pó demais.

Nesta atividade, vamos explorar a têmpera vinílica, feita com cola branca. Essa têmpera foi utilizada no trabalho “Produção de tintas com a utilização de pigmentos vegetais: favorecendo a abordagem interdisciplinar no ensino de Química” de Bonafé e colaboradores. Para produzir sua têmpera em casa, veja o vídeo de preparação de uma têmpera vinílica a partir de pigmentos sólidos comuns em nosso cotidiano e atente-se para a técnica do degradê. Abaixo o link do vídeo em Google Drive para ser baixado.

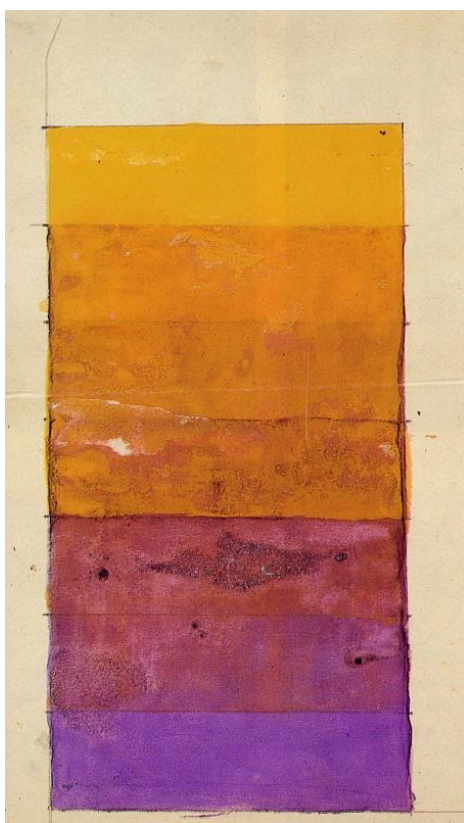
Neste vídeo, há uma demonstração de como fazer uma tinta pela técnica de têmpera acrílica. Há outros vídeos em outras plataformas como o YouTube que podem auxiliar em sua experimentação.

O degradê é uma técnica bastante utilizada nas artes plásticas, como podemos perceber nos trabalhos dos artistas Iran do Espírito Santo, Franz Singer e Gabriel Dawe, representadas abaixo.



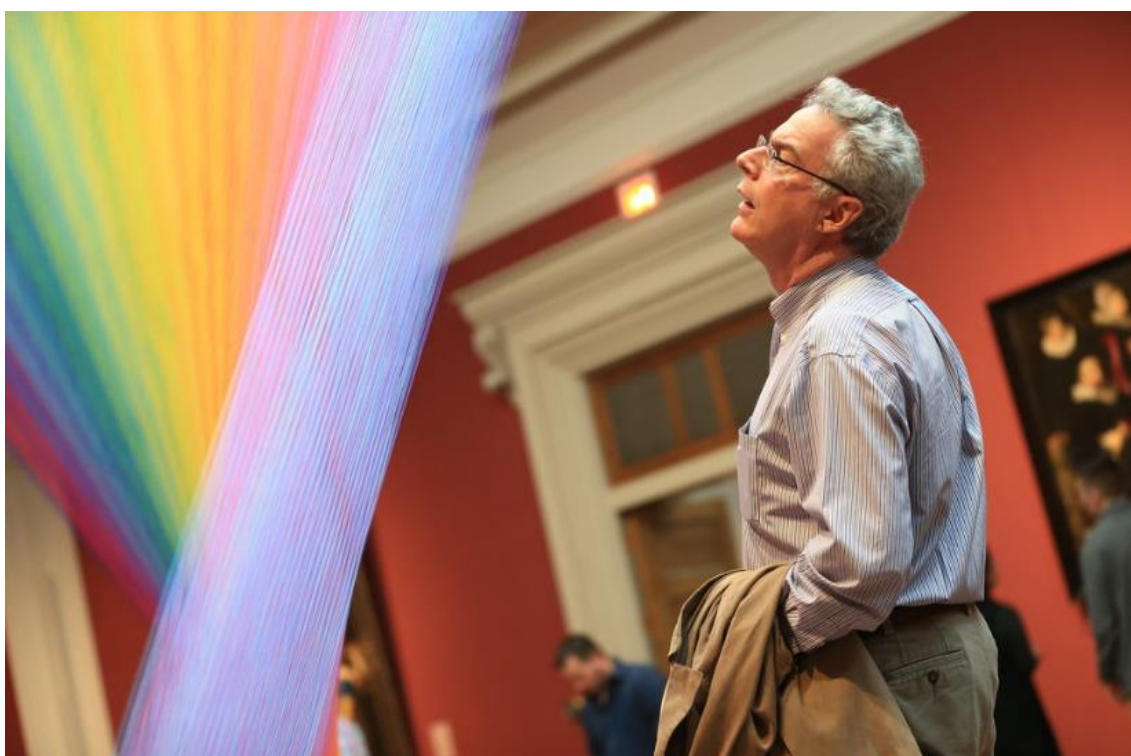
Iran do Espírito Santo. En passant. 2008. Látex sobre parede. Dimensões variáveis.

Fontes: Imagem da direita- <https://artmap.com/fortesdaloiagabriel/exhibition/iran-do-espirito-santo-2008>. Acesso em 24 jan. 2020. Imagem da esquerda - <http://fdag.com.br/exposicoes/en-passant/>. Acesso em 24 jan. 2020.



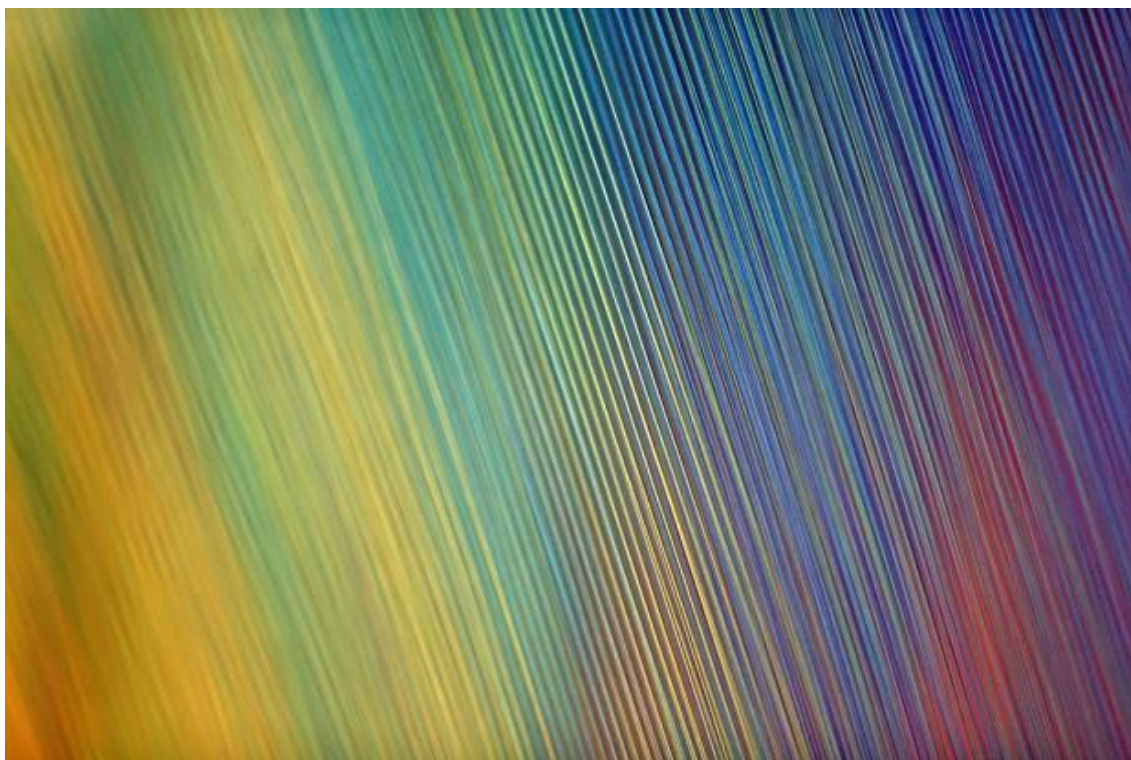
Franz Singer. Penetração de cor de amarelo e violeta. (c. 1922-23). Aquarela.

Fonte: <http://otherpainters.blogspot.com/2014/03/franz-singer.html>. Acesso em 23 de junho de 2020.



Gabriel Dawe. Plexus nº 35. Instalação com fios, madeira e ganchos. 2016.

Fonte: <https://followthecolours.com.br/art-attack/gabriel-dawe-arco-iris-museu/>. Acesso em 23 de junho de 2020.



Gabriel Dawe. Plexus nº 35. Instalação com fios, madeira e ganchos. Detalhe. 2016.

Fonte: <https://followthecolours.com.br/art-attack/gabriel-dawe-arco-iris-museu/>. Acesso em 23 de junho de 2020.

A partir da tinta produzida por você, faça uma experimentação com degradê que contenha, pelo menos, três passagens de tons, podendo ser utilizado qualquer suporte: papel, papelão, tela, tecido etc. Não é necessário fazer diversas cores de tintas, contudo deve haver a passagem de tom de forma sutil. Registre por meio de seu celular sua experimentação e envie três fotos dela para o e-mail.

FÓRUM “CONTEXTO E CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS”

A participação neste fórum de discussão implica duas etapas:

1. A partir das referências abaixo, construa duas perguntas sobre os contextos e a contextualização no ensino de Ciências/Química e poste-as no fórum de discussão. As perguntas podem ser baseadas em trechos de dois diferentes artigos ou em um mesmo artigo.

- WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de Química. Química Nova na Escola, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013. Fonte: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/04-CCD-151-12.pdf
 - KATO, D. S.; KAWASAKI, C. S. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. Ciência & Educação, v. 17, n. 1, p. 35-50, 2011. Fonte: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132011000100003
 - MAFFI, C.; PREDIGER, T. L.; FILHO, J. B. R.; RAMOS, M. G. A contextualização na aprendizagem: percepções de docentes de Ciências e Matemática. Revista Conhecimento Online, v. 2, n. 11, p. 75-92, 2019. Fonte: <https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistaconhecimentoonline/article/view/1561>
 - SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Visões de contextualização de professores de Química na elaboração de seus próprios materiais didáticos. Revista Ensaio, v. 12, n. 1, p. 101-118, 2010. Fonte: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v12n1/1983-2117-epec-12-01-00101.pdf>
2. Responda a duas perguntas que foram postadas por seus colegas no fórum de discussão.

DESENHO NEGATIVO

A técnica do desenho negativo foi retirada do livro *300 propostas de artes visuais* de Ana Tatit e Maria Silvia M. Machado (2012, p. 86). Nele, as autoras descrevem essa técnica da seguinte forma:

Desenhar com giz de cera branco ou uma vela sobre um papel branco. Pintar o trabalho com anilina colorida. No lugar onde foi feito o traço a tinta é repelida. O trabalho também pode ser feito com a vela acesa – é só deixar que a parafina vá pingando no papel, compondo o desenho que se desejar. Depois é só pintar.

Outra possibilidade, é desenhar com a cola branca diretamente do tubo (cola em bastão) sobre o papel, ou molhar a cola branca líquida em um palito de churrasco e ir desenhando. Depois de bem seca a cola, pintar com anilina colorida, nanquim preto ou colorido, passando por cima de tudo.

As autoras propõem que para revelar o desenho seja utilizado anilina ou nanquim (tinta à base de carvão). Contudo, vamos utilizar alguns pigmentos naturais, encontrados nos alimentos. Veja o vídeo abaixo que mostra uma experimentação com os pigmentos naturais. <https://drive.google.com/file/d/1FuDqkA2qQAJBEnE2fGDs3IfBdmf0B4qU/view?usp=sharing>

g

A proposta desta semana, então, é experimentar a técnica do desenho negativo. O desenho será de tema livre e deverá ser feito em uma folha branca. Poderão ser utilizados quaisquer dos materiais citados acima ou no vídeo. Outros materiais a sua escolha também poderão ser utilizados. Registre por meio de seu celular sua experimentação e envie três fotos dela para o e-mail.

FOTOGRAFANDO A CIÊNCIA

A fotografia como uma forma de registro por meio da linguagem visual não verbal compõe um dos recursos didáticos utilizados no ensino de Ciências, como forma de discutir eventos macroscópicos do cotidiano sob a perspectiva científica. Por exemplo, para tratar de temas como entalpia e combustão, é comum encontrarmos uma fotografia de fogueira em chamas nos livros didáticos de Química. Esse tipo de fotografia pode ser considerada uma fotografia científica, que no ensino de Ciências, pode ser utilizada como meio eficaz para a observação e, também, para o registro de fenômenos. A atividade desta semana é baseada em duas etapas:

1. Selecione um dos trechos de livros didáticos abaixo;
2. Faça, no mínimo, duas fotografias com seu celular que registre, ilustre, discuta ou exemplifique os conceitos científicos abordados no trecho escolhido;
3. Faça uma legenda para cada foto;
4. Caso você não queira fazer uma foto a partir dos trechos selecionados abaixo, selecione um trecho – de preferência, em livros didáticos - sobre uma entidade ou um fenômeno científico a sua escolha. Produza, no mínimo, duas fotografias sobre ele e envie seus resultados. Lembre-se de produzir uma legenda para cada fotografia e colocar a fonte de onde você retirou o trecho.

As fotografias, suas legendas e o trecho escolhido devem ser enviados para os e-mails dos professores.

TRECHO 1

“Quando atritamos os materiais, há transferência de elétrons entre eles: o objeto que perde elétrons fica com excesso de carga positiva, enquanto o outro, que ganha elétrons, fica com excesso de carga negativa. Ao esfregar o plástico no papel, o plástico adquire carga negativa e o papel, carga positiva. Isso significa que elétrons foram transferidos do papel para o plástico. Os átomos que compõem o plástico atraem mais fortemente seus elétrons externos do que o fazem os átomos de papel. Por essa razão, quando atritamos diferentes materiais, os elétrons mais externos dos átomos de um deles (no caso, o papel) são mais facilmente arrancados e transferidos para os átomos do outro material (nesse caso, o plástico)”.

Retirado de Caro, C.; Paula, H.; Barbosa, M.; Caixeta, M. E.; Soares, N.; Aguiar, O.; Schmitz, R.; Moura, S. *Construindo consciências: 9º ano: Ensino Fundamental*. São Paulo: Scipione, 2009, p. 93.

TRECHO 2

“Num aspecto muito difundido e aceito universalmente pode-se definir corrosão como a deterioração de um material, geralmente metálico, por ação química ou eletroquímica do meio ambiente associada ou não a esforços mecânicos. A deterioração causada pela interação físico-química entre o material e o seu meio operacional representa alterações prejudiciais indesejáveis, sofridas pelo material, tais como desgaste, variações químicas ou modificações estruturais, tornando-o inadequado para o uso”.

Retirado de Gentil, V. *Corrosão*. Rio de Janeiro: LTC, 2014, p. 1.

TRECHO 3

“A termodinâmica parte do princípio que a noção intuitiva de temperatura, que todos temos (‘mais quente’, ‘mais frio’), está na verdade associada justamente à parte cinética da energia de um corpo [...] Sabendo, também intuitivamente, que dois corpos em temperaturas diferentes terminam por igualá-las quando postos em contato, ao que chamamos de equilíbrio térmico. Por que isso ocorre? Pela passagem de energia do corpo mais quente para o corpo mais frio. O corpo com maior temperatura é aquele cujas moléculas e átomos acumulam mais energia de movimento”.

Retirado de Haddad, T. A. S.; Tufaile, A. P. B. *Termodinâmica, o que é possível e o que é espontâneo*. In: Amaral, L. Q. *Entre sólidos e líquidos: uma visão contemporânea e multidisciplinar para formação de professores e divulgação do conhecimento*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014, p. 61-75.

TRECHO 4

“Açúcares, amido e celulose são termos que podem permanecer deslocados junto aos de *nylon* e lã. [...] Tal como as proteínas, amido e celulose são polímeros naturais; a unidade que neles se repete é a glicose ou uma outra molécula similar. Amido é comestível; a

celulose não, mas tem função estrutural e é a substância orgânica mais abundante sobre a Terra. Ambos são exemplos de carboidratos, substâncias cujas fórmulas são frequentemente múltiplas de CH_2O , o que sugere (falsamente) que sejam 'hidratos de carbono'.

Retirado de Atkins, P. W. Moléculas. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000, p. 95.

FÓRUM “OS MODELOS DA ARTE E NA CIÊNCIA”

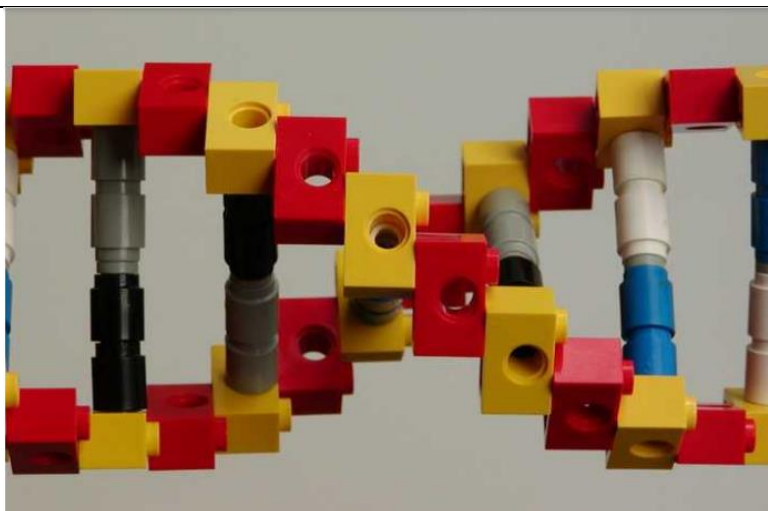
Esta semana a atividade assíncrona será sobre os modelos da Arte e na Ciência e contamos com sua participação em um fórum. Antes de participar do fórum, faça a leitura dos textos: “Concurso no ICB vai premiar melhor representação criativa do DNA”, “Modelos e Modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos” e reflita sobre a forma com a qual os modelos foram representados nos trechos de livros didáticos contidos no arquivo.

Sua participação no fórum contará com a discussão de uma das representações dos modelos científicos. Para isso,

- Discuta o que seria um modelo científico;
- Selecione uma das imagens contidas neste arquivo;
- Poste essa imagem juntamente com um comentário sobre como os autores construíram o modelo científico representado;
- Destaque as possibilidades e as limitações que cada uma das representações dos modelos científicos;
- Caso você queira comentar outra representação, fique a vontade para pesquisar e apresentar essa imagem no fórum, com seus comentários.

Reportagem “Concurso no ICB vai premiar melhor representação criativa do DNA”
Construção de modelos a partir de desenhos e suas representações tridimensionais
Concurso no ICB vai premiar melhor representação criativa do DNA

Iniciativa recebe inscrições até o dia 23



Montagem em lego da estrutura do DNA

Fonte: Mike & Amanda Knowles / Wikimedia Commons / Creative Commons Attribution 2.0 Generic

Estão abertas, até 23 de abril, as inscrições para a segunda edição do concurso Está no DNA, que vai premiar a representação mais criativa da molécula, que traz no núcleo das células toda a informação genética dos seres vivos. Poderão ser inscritos trabalhos em forma de dobradura, pintura, moldagem, tricô, fotografia, mosaico e música. Promovido pela Diretoria do ICB, o concurso tem o apoio da Fundação Danilo Pena (Fundape), que patrocina o prêmio de R\$ 500 que será entregue ao autor do melhor trabalho. Para se inscrever, basta enviar e-mail com o assunto “Prêmio DNA” para comunica@icb.ufmg.br. Na mensagem, devem constar nome do interessado, título do trabalho com breve apresentação, área física e infraestrutura necessárias para a exposição e contatos (e-mail e telefone).

Exposição

O concurso marca as comemorações do Dia Internacional do DNA, celebrado em 25 de abril, data em que os trabalhos inscritos ficarão expostos no hall do ICB, das 9h às 15h. A seleção será feita por comissão julgadora, mas o público também poderá votar. O expositor do trabalho preferido pelo público receberá um voto extra. A urna ficará no local da exposição. A divulgação do resultado ocorrerá no dia 27 de abril, e a entrega do prêmio em data a ser posteriormente agendada. A dupla hélice de DNA é um modelo simples e estético proposto pelos cientistas Francis Crick e James Watson. Sua divulgação se deu em 25 de abril de 1953.

Retirado de <https://ufmg.br/comunicacao/noticias/concurso-promovido-pelo-icb-vai-premiar-melhor-representacao-criativa-do-dna>. Acesso em 21 de janeiro de 2020.

Trecho do capítulo “Modelos e Modelagem no Ensino de Química: Um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos” de Rosária Justi

De uma forma geral, podemos afirmar que, em ciência, *um modelo é uma representação parcial de uma entidade, elaborado com um, ou mais, objetivo(s) específico(s) e que pode ser modificado*. [...] o fato de modelos serem representações parciais significa que eles (i) não são a realidade; (ii) não são cópias da realidade e (iii) têm limitações.

No contexto científico é essencial reconhecer que objetos a serem representados podem ou não ser visualizados no cotidiano. Por exemplo, é possível representar um aparato de laboratório, assim como uma célula. Além disso, é preciso considerar que modelos também podem representar processos e ideias.

Em Química, os principais objetivos de modelos são:

- Simplificar entidades complexas de forma que seja mais fácil pensar sobre as mesmas;
- Favorecer a comunicação de ideias;
- Facilitar a visualização de entidades abstratas;
- Fundamentar a proposição e a interpretação de experimentos sobre a realidade;
- Ser um mediador entre a realidade modelada e teorias sobre ela, isto é, fundamentar a elaboração de: *explicações* sobre a realidade; *questões* sobre a realidade, sobre teorias a ela relacionadas e sobre como realidade e teorias se relacionam, e *previsões* sobre o comportamento da realidade em diferentes contextos.

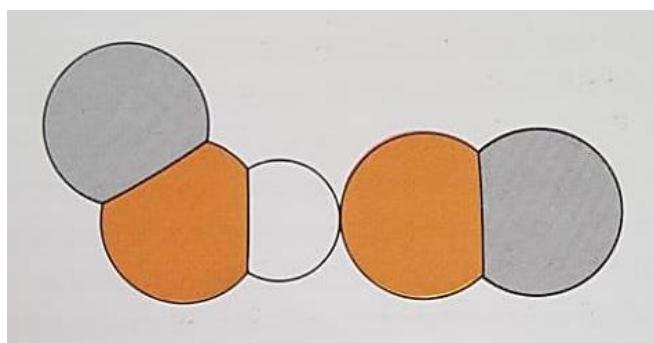
O meio pelo qual o modelo é expresso é conhecido como seu *modo de representação*. Um ou mais dos seguintes modos de representação podem ser empregados para produzir um modelo expresso de alguma entidade:

- O *modo concreto* caracteriza-se pela utilização de materiais resistentes para a produção de uma representação tridimensional. Exemplos: modelo metálico de uma locomotiva, modelo de plástico ou isopor de uma estrutura de cristal.
- O *modo verbal* pode consistir da descrição de entidades e dos relacionamentos entre elas e o modelo. Ele pode também ser constituído de metáforas e analogias nas quais o modelo se baseia (por exemplo, “o coração é uma bomba”). Ambas as versões são faladas ou escritas.
- O *modo matemático* consiste de expressões matemáticas, particularmente equações, tais como a equação dos gases ideais, as equações do movimento planetário.
- O *modo visual* implica uma representação bidimensional que pode ser vista. Ele faz uso de gráficos, diagramas e animações.

- Finalmente, o *modo gestual* faz uso do corpo humano ou de alguma de suas partes. Exemplo: representação do sistema solar a partir de crianças se movendo umas ao redor das outras.

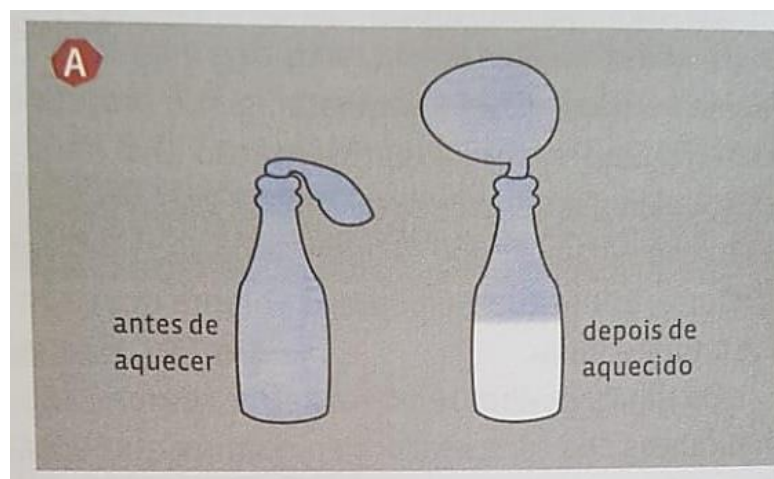
Adaptado de Justi, R. Modelos e Modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos. In: Santos, W. L. P.dos; Maldaner; O. A. (orgs.) Ensino de Química em Foco. Ijuí: Editora Unijuí, 2010, p. 209-230.

Imagens retiradas de livros para a discussão na atividade “Modelos científicos”



Uma ponte de hidrogênio é formada por um átomo de hidrogênio que está entre os átomos de dois elementos fortemente eletronegativos (tipicamente, o oxigênio). As esferas cinzas representam o resto da molécula.

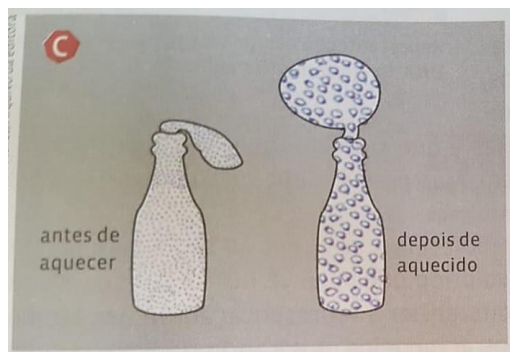
Retirado de Atkins, P. W. Moléculas. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000, p. 11.



Você acha que, em (A), o ar está somente na parte superior ou também espalhado por todo o espaço dentro da garrafa e do balão?

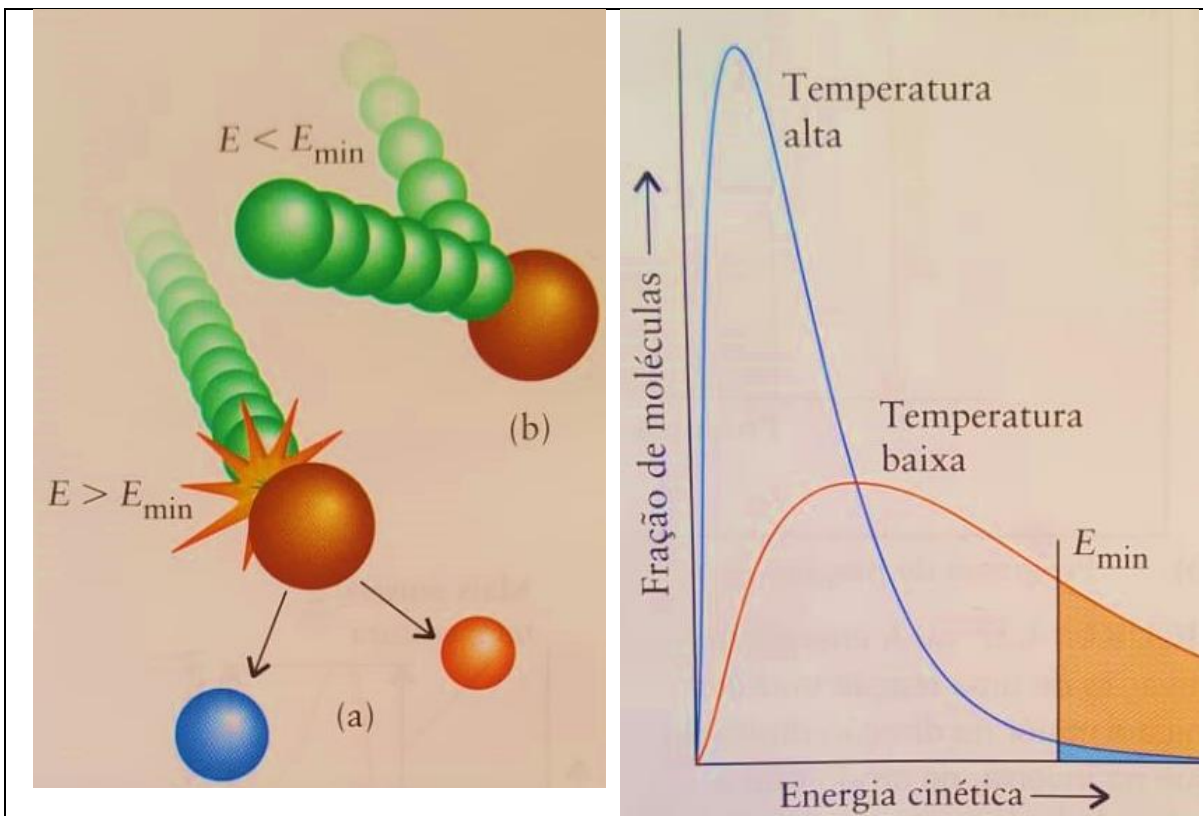


Quais seriam as diferenças entre essas substâncias? Seriam elas tipos distintos de “nuvens”? O que aconteceria se o ar ou um gás qualquer se liquefizesse? Será que podemos responder a essa pergunta usando o modelo (B)?



Mas o que existe entre as bolinhas indicadas nos modelos (C) e (D)? Lembre-se de que, no modelo cinético molecular, cada partícula que compõe o ar é muito pequena. As partículas não têm as propriedades das substâncias. Os materiais sofrem dilatação quando são aquecidos. Mas as partículas não se contraem nem se dilatam.

Retirado de Caro, C. de et al. Projeto Velejar: Ciências. São Paulo: Scipione, 2012, p. 73-4.



Retirado de Atkins, P; Jones, L. Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre: Bookman, 2012, p. 591.

MODELARTE

Nesta semana, as experimentações se baseiam no processo de construção de modelos científicos. Vocês deverão elaborar uma representação de um modelo de acordo com um dos cinco trechos retirados de alguns livros didáticos. Os trechos abordam temas como os polímeros e seus estados físicos, a estrutura cristalina dos minerais, as moléculas anfífilas e os sistemas micelares, as transições eletrônicas do átomo de hidrogênio e as propriedades dos sólidos iônicos, conforme os trechos a seguir. Envie sua representação para o e-mail. Você também poderá selecionar um trecho de algum livro didático e construir uma representação a partir dele. Não se esqueça de indicar no seu trabalho o trecho escolhido por você.

Trecho 1 – “Os polímeros consistem em cadeias de moléculas, e estas cadeias têm em média pesos moleculares que variam de 10 mil a mais de um milhão de g/mol, sendo produzidas pela união de muitos meros por meio de ligação química para formar moléculas gigantes, as quais são conhecidas como macromoléculas. O peso molecular é definido como a soma de massas atômicas em cada molécula. A maioria dos polímeros, sólidos ou

líquidos, é à base de carbono; contudo, também pode ser inorgânica, como os silicões baseados na estrutura de Si-O”.

Adaptado de ASKELAND, W. J.; WRIGHT, W. J. Ciência e engenharia dos materiais. São Paulo: Cengage Learning, 2014, p. 507-8.

Trecho 2 – “Um dos aspectos mais agradáveis de espécimes minerais bem desenvolvidos são suas ocorrências em cristais ou grupos de cristais. Tais cristais tem superfícies planas lisas que assumem formas geométricas como um tetraedro, octaedro ou um cubo. Quando a aparência externa de um mineral assume uma forma geométrica regular, ela é referida como sua forma cristalina. As formas cristalinas podem ser utilizadas como uma propriedade física diagnóstica pois a forma externa é a expressão da organização interna do arranjo atômico ordenado”.

Retirado de KLEIN, C.; DUTROW, B. Manual de ciência dos minerais. Porto Alegre: Bookman, p. 46.

Trecho 3 – “Agregados macromoleculares em solução são formados por moléculas anfífilas, compostas por uma parte polar (cabeça polar) e uma parte apolar (tipicamente uma cadeia carbônica tipo parafina). Ou seja, uma parte com afinidade pela água (hidrofílica) e uma sem afinidade com a água (hidrofóbica). Devido a essas duas tendências opostas na mesma molécula, quando em solução aquosa se forma espontaneamente um agregado (micela) que contem em seu interior a parte parafínica que evita o contato com a água, enquanto as cabeças polares formam uma interface em contato com a água. Exemplos desses compostos são sabões e detergentes e também fosfolipídeos biológicos”.

Adaptado de AMARAL, L. Q. do. Sistemas micelares. In: _____. Entre sólidos e líquidos: uma visão contemporânea e multidisciplinar para a formação de professores e divulgação do conhecimento. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014, p. 131.

Trecho 4 – “Quando uma corrente elétrica passa por uma amostra de hidrogênio em baixa pressão, ocorre emissão de luz. A corrente elétrica, que funciona como uma tempestade de elétrons, quebra as moléculas de H₂ e excita os átomos de hidrogênio para energias mais altas. Esses átomos excitados liberam rapidamente o excesso de energia através da emissão de radiação eletromagnética, e depois se recombina para formar novas moléculas de H₂”.

Retirado de ATKINS, P; JONES, L. Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre: Bookman, 2012, p. 06.

Trecho 5 – “Muitos metais são maleáveis, o que significa que podem ser moldados em folhas finas e dúcteis – ou seja, podem ser transformados em fios. Os sólidos iônicos ou cristais da maioria dos compostos covalentes não exibem tal comportamento. Esses tipos de sólidos são geralmente quebradiços e racham com facilidade. Considere, por exemplo,

a diferença entre deixar cair um cubo de gelo e um bloco de alumínio em um chão de concreto”.

Adaptado de BROWN, Theodore; LEMAY, H. Eugene; BURSTEN, Bruce E. Química: a ciência central. 9 ed. Prentice-Hall, 2005, p.866.

FÓRUM “RESTAURO E CONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO”

A participação de vocês na disciplina essa semana contará com sua participação em um fórum de discussões. Para isso, veja três momentos da entrevista com o professor Dr. João Cura D’Ars de Figueredo Junior, da Escola de Belas Artes da Universidade Federal de Minas Gerais (EBA – UFMG). Esses momentos estão presentes nos seguintes links do YouTube:

Entrevista – Parte 1: <https://youtu.be/dFX7tZMXSsl>

Entrevista – Parte 2: <https://youtu.be/F1Q7sNojm50>

Entrevista – Parte 3: https://youtu.be/4ZkEQLm_pXE

Após assistir à entrevista, discuta no fórum um dos aspectos que você considerou mais relevante na integração entre a Química/Ciências e a conservação e o restauro do patrimônio. Sintam-se à vontade de pesquisarem mais sobre o assunto e trazer suas contribuições para o fórum.

FÓRUM “AUTENTICAÇÃO DE OBRAS DE ARTE”

A participação de vocês na disciplina essa semana contará com sua participação em um fórum de discussões. Para isso, veja dois momentos (Partes 4 e 5) da entrevista com o professor Dr. João Cura D’Ars de Figueredo Junior, da Escola de Belas Artes da Universidade Federal de Minas Gerais (EBA – UFMG) nos links a seguir.

Parte 4: <https://youtu.be/16SUcjNMFrs>

Parte 5: <https://youtu.be/so44TVw3YI4>

Após assistir à entrevista, discuta as possibilidades de integração entre a Química/Ciências respondendo às perguntas de uma atividade investigativa proposta a seguir no fórum.

Você trabalha em um laboratório do Cecor – Centro de Conservação e Restauração, situado na Escola de Belas Artes da UFMG. Duas telas, de tamanhos similares, foram deixadas para análise de autenticidade em seu laboratório. As fotografias das telas estão representadas a seguir.

TRABALHO FINAL

O trabalho final deve ser realizado de forma individual consiste na elaboração de um planejamento de uma aula, uma sequência de aulas, uma atividade, uma experimentação ou até mesmo um projeto a ser desenvolvido com os alunos do ensino básico (anos iniciais, ensino fundamental I ou II, ensino médio), integrando a Arte e a Ciência. Nesse trabalho final, você poderá selecionar uma das experimentações da disciplina “Ateliê de Ciências” ou criar uma atividade nova. Além disso, você poderá embasar seu planejamento nos conteúdos do CBC (Currículo Base Comum) da Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais e/ou nas competências e nas habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ministério da Educação. Em seu planejamento, explicita:

- A(s) etapa(s) de ensino (anos iniciais, ensino fundamental I ou II, ensino médio) à(s) qual(is) a atividade poderá ser discutida;
- A estratégia pedagógica a ser usada para integrar Arte e Ciência na atividade (como você integrou a Arte e a Ciência nessa atividade?);
- No caso de uma atividade mais longa, o número de aulas ou encontros que serão necessários para realizar a atividade;
- Quais os conteúdos, as competências e/ou as habilidades que poderão ser trabalhados na atividade;
- Os materiais e os recursos que poderão ser utilizados;
- O desenvolvimento da atividade.

Boas experimentações a todos e todas!

Anexo B: Seleção das produções dos professores feitas no encontro “Interações Químicas” baseadas na atividade “Desenhando os elementos químicos”



Elemento químico Oxigênio.



Elemento químico Prata.



Elemento químico Enxofre.



Elemento químico Prata.