

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

**“PIGMENTOS INORGÂNICOS COMO TEMA PARA
INTERDISCIPLINARIDADE E CONTEXTUALIZAÇÃO NO
ENSINO DE QUÍMICA”**

André Luís Della Volpe

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE PROFISSIONAL EM QUÍMICA, área de concentração: ENSINO DE QUÍMICA.

Orientador: Profa. Dra. Rosebelly Nunes Marques

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

**São Carlos - SP
2018**

Della Volpe, André Luís

Pigmentos Inorgânicos como tema para Interdisciplinaridade e Contextualização no Ensino de Química / André Luís Della Volpe. -- 2018. 272 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, campus São Carlos, São Carlos

Orientador: Rosebelly Nunes Marques

Banca examinadora: Carolina José Maria, Karina Omuro Lupetti

Bibliografia

1. Pigmentos Inorgânicos. 2. Ensino de Química. 3. Sequência Didática. I. Orientador. II. Universidade Federal de São Carlos. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo Programa de Geração Automática da Secretaria Geral de Informática (SIn).

DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)

Bibliotecário(a) Responsável: Ronildo Santos Prado – CRB/8 7325



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Química

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato André Luis Della Volpe, realizada em 16/02/2018:

Profa. Dra. Rosebelly Nunes Marques
USP

Profa. Dra. Karina Omuro Lupetti
UFSCar

Profa. Dra. Carolina José Maria
UNIMEP

Sou professor a favor da decência contra o despudor, a favor da liberdade contra o autoritarismo, da autoridade contra a licenciosidade, da democracia contra a ditadura de direita ou de esquerda. Sou professor a favor da luta constante contra qualquer forma de discriminação, contra a dominação econômica dos indivíduos ou das classes sociais. Sou professor contra a ordem capitalista vigente que inventou esta aberração: a miséria na fartura. Sou professor a favor da esperança que me anima apesar de tudo. Sou professor contra o desengano que me consome e imobiliza. Sou professor a favor da boniteza de minha própria prática, boniteza que dela some se não cuido do saber que devo ensinar, se não brigo por este saber, se não luto pelas condições materiais necessárias sem as quais meu corpo, descuidado, corre o risco de se amofinar e de já não ser o testemunho que deve ser de lutador pertinaz, que cansa, mas não desiste. Boniteza que se esvai de minha de minha prática se, cheio de mim mesmo, arrogante e desdenhoso dos alunos, não canso de me admirar. (PAULO FREIRE. *Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa*, Paz e Terra. 1997, p. 115-116).

*Starry, starry night.
Flaming flowers that brightly blaze,
Swirling clouds in violet haze,
Reflect in Vincent's eyes of china blue.
Colors changing hue, morning field of amber grain,
Weathered faces lined in pain,
Are soothed beneath the artist's loving hand.*

*Now I understand what you tried to say to me,
How you suffered for your sanity,
How you tried to set them free.
They would not listen, they did not know how.
Perhaps they'll listen now*

Trecho da música *Vincent (Starry Starry Night)* de Don McLean (1971). Esta música é um tributo a Vincent van Gogh, cuja genialidade só foi reconhecida após sua morte.

*Dedico este trabalho à minha esposa
Letícia e à minha filha Isabelle, fontes de
toda minha inspiração e dedicação.*

Agradecimentos

Agradeço a Deus pelo privilégio de poder retornar aos estudos, por todo Seu cuidado com minha vida e por cuidar de minha família nos momentos que estive ausente durante todo o mestrado.

A minha esposa, pelo seu apoio incondicional e sua fé inabalável em todos os momentos; sem sua paciência e compreensão, este projeto não teria chego ao fim.

Aos meus pais, pelo seu exemplo de vida, determinação e honestidade. Este trabalho traz intrinsecamente os valores que aprendi com eles.

Aos meus familiares e amigos que deram todo o apoio necessário e incentivaram cada etapa deste trabalho, oferecendo um ombro amigo ou apenas ouvindo as histórias sobre cada etapa vencida.

A minha orientadora, Profa. Dra. Rosebelly Nunes Marques, pela sua confiança em orientar-me mesmo sem referências anteriores e por conduzir-me a um novo olhar sobre minha prática docente.

Ao Grupo de Pesquisa CRECIN (Centro de Referência em Ensino de Ciências da Natureza) pelos momentos de incentivo, ajuda, sugestões e parcerias.

Meus respeitosos agradecimentos à Dra. Karina Omuro Lupetti e à Dra. Carolina José Maria pela contribuição como membros da banca examinadora na defesa desta dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Química.

Ao Sr. Diretor Waldo Luís de Lucca, representando o IFSP - Campus Capivari, pela confiança e apoio, possibilitando o desenvolvimento do projeto no âmbito do Instituto.

Aos meus colegas professores, em especial às Profas. Dra. Fabiana Tonin e Ms. Luciana Lima pelas valorosas contribuições, sem as quais grande parte deste trabalho não teria o mesmo brilho.

A todos os alunos que já tive o privilégio de ficar frente a frente em uma sala de aula; em especial os estudantes do IFSP - Campus Capivari, parceiros na construção deste trabalho: fontes de minha inspiração, dedico a eles o produto final de meu mestrado. Muito obrigado.

LISTA DE ABREVIATURAS

CCBB	Centro Cultural Banco do Brasil
CTS	Ciência, Tecnologia e Ambiente
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
EBTT	Ensino Básico, Técnico e Tecnológico
EMITQ	Ensino Médio Integrado ao Técnico em Química
EC	Ensino de Ciências
HFC	História e Filosofia da Ciência
IFSP	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
LDB	Lei das diretrizes e Bases da Educação
OCNEM	Orientações Curriculares do Ensino Médio
PCN+	Parâmetros Curriculares Nacional Mais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PIs	Pigmentos Inorgânicos
SDs	Sequências Didáticas
TQ	Técnico em Química na Modalidade Concomitante/Subsequente
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas

LISTA DE TABELAS

TABELA 5.1 - Características do grupo de estudantes do 2º Ano do EMITQ e do 2º Módulo do TQ.....	111
TABELA 5.2 - Disciplinas citadas pelos estudantes do EMITQ como correlacionadas à Química.....	112
TABELA 5.3 - Disciplinas citadas pelos estudantes do TQ como correlacionadas à Química.....	114
TABELA 5.4 - Correlações da química com outras disciplinas do curso citadas em sala de aula pelos estudantes do EMITQ.....	115
TABELA 5.5 - Correlações da química com outras disciplinas do curso citadas em sala de aula pelos estudantes do TQ.....	116
TABELA 5.6 - Situações cotidianas da Química citadas em sala de aula pelos estudantes do EMITQ.....	117
TABELA 5.7- Situações cotidianas da Química citadas em sala de aula pelos estudantes do TQ.....	117
TABELA 5.8 - Benefícios citados pelos estudantes do EMITQ resultantes do ensino da Química articulado a outras disciplinas.....	118
TABELA 5.9 - Benefícios citados pelos estudantes do TQ resultantes do ensino da Química articulado a outras disciplinas.....	118
TABELA 5.10 - Razões destacadas pelos estudantes do EMITQ que justificam o aprendizado de elementos da cultura brasileira em sala de aula.....	119
TABELA 5.11 - Razões destacadas pelos estudantes do TQ que justificam o aprendizado de elementos da cultura brasileira em sala de aula.....	120
TABELA 5.12 - Importância do desenvolvimento da criatividade e sensibilidade na visão dos estudantes do EMITQ.....	121
TABELA 5.13 - Importância do desenvolvimento da criatividade e sensibilidade na visão dos estudantes do TQ.....	121

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 5.1 - Disciplinas citadas pelos estudantes do EMITQ como correlacionadas à Química.....	113
GRÁFICO 5.2 - Disciplinas citadas pelos estudantes do EMITQ como correlacionadas à Química organizadas de acordo com a proposta do ENEM.....	113
GRÁFICO 5.3 - Disciplinas citadas pelos estudantes do TQ como correlacionadas à Química	114
GRÁFICO 5.4 - Expressões artísticas destacadas pelos estudantes do EMITQ....	122
GRÁFICO 5.5 - Expressões artísticas destacadas pelos estudantes do TQ.....	122
GRÁFICO 5.6 – Áreas de expressão artística de interesse dos estudantes do EMITQ	123
GRÁFICO 5.7 - Áreas de expressão artística de interesse dos estudantes do TQ	124
GRÁFICO 5.8 – Artistas plásticos citados pelos estudantes do EMITQ.....	125
GRÁFICO 5.9 - Artistas plásticos citados pelos estudantes do TQ	125
GRÁFICO 5.10 – Relação da Química com as Artes Plásticas identificadas pelos estudantes do EMITQ.....	126
GRÁFICO 5.11 - Relação da Química com as Artes Plásticas identificadas pelos estudantes do TQ	126

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 - Relação entre CTS/CTSA e a formação humana integral	36
FIGURA 3.1 - A Virgem de Foligno, de Raphael; Claude-Louis Berthollet	48
FIGURA 3.2 - A Noite Estrelada (<i>The Starry Night</i>) e a Um Campo de Trigo com Ciprestes (<i>Wheat Field with Cypresses</i>), de Vincent van Gogh	49
FIGURA 3.3 - <i>The Wounded Man</i> , de Gustave Courbet	50
FIGURA 3.4 - Mineral Goetita, fonte de pigmento amarelo	53
FIGURA 3.5 - Pinturas de Chauvet Pond'D'Arc.....	54
FIGURA 3.6 - Mineral Malaquita.....	55
FIGURA 3.7 - Artefatos do túmulo de Tutancâmon	55
FIGURA 3.8 - Maquiagem nos olhos (<i>Kohl</i>) usada pela rainha Nefertiti.....	56
FIGURA 3.9 - Mineral Azurita	56
FIGURA 3.10 - Pedaco de linho egípcio.....	57
FIGURA 3.11 - Pigmento amarelo Auripigmento.....	57
FIGURA 3.12 - Pigmento vermelho alaranjado Realgar	57
FIGURA 3.13 - O Jardim de Nebamun	58
FIGURA 3.14 - Faiança egípcia ushabti do Império Novo, XVIII dinastia, reino de Amenófis III.....	59
FIGURA 3.15 - Cena do Túmulo do Mergulhador	60
FIGURA 3.16 - Pigmentos de chumbo - Litargírio, Massicote, Vermelho de Chumbo e Branco de Chumbo.....	62
FIGURA 3.17 - Cinábrio em dolomita.	62
FIGURA 3.18 - Afresco romano da Villa dos Mistérios, Pompéia.....	63
FIGURA 3.19 - Afrescos encontrados na Villa Oplontis.	63
FIGURA 3.20 - Rocha metamórfica Lápis-lazúli.	66
FIGURA 3.21: Representação de Sassoferrato da Virgem Maria.	66
FIGURA 3.22 - <i>Madonna of Humility</i> (Virgem da Humildade), de Fra Angelico.....	67
FIGURA 3.23 - <i>Girl with a Pearl Earring</i> , de Vermeer.	67

FIGURA 3.24 - <i>Madonna and Child Enthroned with Saints</i> , de Raphael.....	68
FIGURA 3.25 - <i>Belshazzar's Feast</i> , de Rembrandt van Rijn.	69
FIGURA 3.26 - <i>The Milkmaid</i> (A Leiteira, 1657-58) de Johannes Vermeer.....	69
FIGURA 3.27 - Estrutura cúbica do Azul da Prússia.	70
FIGURA 3.28 - Johann Leonhard Frisch (1666-1743), professor e naturalista.....	71
FIGURA 3.29 - <i>Prussian Blue</i> , de Thomas Phillips, 1816.....	72
FIGURA 3.30 - <i>Starry Night Over the Rhone</i> , de Vincent van Gogh	73
FIGURA 3.31 - <i>Terrasse des Cafés an der Place du Forum in Arles am Abendl</i> , de Vincent van Gogh	74
FIGURA 3.32 - Logomarca da porcelana Meissen em azul ultramarino artificial.....	75
FIGURA 3.33 - <i>Petworth Park, Tillington Church in the Distance</i> , de Joseph Mallord William Turner	77
FIGURA 3.34 - <i>Autorretrato com a orelha cortada</i> (1889) de Vincent Van Gogh.	77
FIGURA 3.35 - <i>A Summer's Day</i> (1879), de Berthe Morisot e <i>Hillside in Provence</i> (1890-92) de Paul Cézanne.....	77
FIGURA 3.36 - O caso das crianças de Limehouse e Papel de parede fabricado com Verde de Scheele por William Morris	78
FIGURA 3.37 - Fotografias de <i>Longwood House</i> , em Jamestown, na ilha britânica de Santa Helena.....	79
FIGURA 3.38 - <i>Les Parapluies</i> (Os guarda-chuvas) e <i>Boating on the Seine</i> (Passeio de barco no rio Sena).....	80
FIGURA 3.39 - <i>A House in San Gimignano, Tuscany</i> , de Frances Shearing.	81
FIGURA 3.40 - Cristais de crocoíta encontrados em uma mina de chumbo na Tasmânia.....	82
FIGURA 3.41 - <i>Chestnut Tree in Blossom</i> (Castanheira em Flor - 1887) de Vincent van Gogh.....	82
FIGURA 3.42 - “ <i>Le Bonheur de vivre</i> ” (A alegria da vida), de Henri Matisse.....	83
FIGURA 3.43 - <i>Arrangement in Grey and Black N.º 1</i> (Arranjo em cinza e preto N.º 1), de James Abbott McNeill Whistler, de 1871.	85
FIGURA 3.44 - Composição da série <i>Symphony in White</i> , de Whistler: <i>Symphony in White</i> N.º1: <i>The White Girl</i> ; <i>Symphony in White</i> , N.º2: <i>The Little White Girl</i> e <i>Symphony in White</i> , N.º3.....	86

FIGURA 4.1- Sequência proposta de trabalho	90
FIGURA 4.2 – Síntese das etapas de desenvolvimento do trabalho	91
FIGURA 4.3: Localização da Cidade de Capivari	94
FIGURA 4.4 – Unidades da Rede Federal no território brasileiro	95
FIGURA 4.5 - Expansão da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica - Em unidades	96
FIGURA 4.6 – As diferentes designações que o Instituto Federal recebeu ao longo de seus 103 anos de história	96
FIGURA 5.1 – Os três momentos pedagógicos.....	129
FIGURA 5.2 – Estudantes realizando busca por imagens de pinturas rupestres e sua composição química.....	141
FIGURA 5.3 – Óxido de ferro (III) sintetizado por um dos grupos de estudantes...	142
FIGURA 5.4 – Elaboração das pinturas rupestres no laboratório do Campus.....	142
FIGURA 5.5 - Óxidos: suas características químicas e exemplos do dia a dia.	143
FIGURA 5.6 - Óxidos e o Meio Ambiente.....	143
FIGURA 5.7 – Mineração.	144
FIGURA 5.8 – Arte Rupestre no Brasil.....	144
FIGURA 5.9 – Arte Rupestre na Europa.	144
FIGURA 5.10 – Sítios Arqueológicos no Brasil.....	144
FIGURA 5.11 – Sítios Arqueológicos no mundo.....	145
FIGURA 5.12 – Arte Rupestre x Grafite x Pichação.....	145
FIGURA 5.13 - Pinturas Rupestres realizadas pelos estudantes.	145
FIGURA 5.14 – Exposição dos trabalhos no pátio do Campus.....	145
FIGURA 5.15 – Análise da SD1: Arte Rupestre e os óxidos	149
FIGURA 5.16 – Pigmentos sintetizados pelos estudantes do EMITQ: azurita e malaquita.....	161
FIGURA 5.17 – Estudantes elaborando releituras de pinturas murais tumulares egípcias.....	161
FIGURA 5.18 – Passo a passo do processo de mumificação.....	162

FIGURA 5.19 – Construção das Pirâmides.	162
FIGURA 5.20 – Hieróglifos.	162
FIGURA 5.21 – Cosméticos no Egito Antigo.	163
FIGURA 5.22 – Esquema da Vida após a Morte segundo os egípcios.	163
FIGURA 5.23 – A Mulher no Egito Antigo e no Egito atual.....	163
FIGURA 5.24 - Análise da Estética Feminina no Egito Antigo.....	163
FIGURA 5.25 – Objetos Funerários.....	164
FIGURA 5.26 – Pinturas Murais Tumulares elaboradas pelos estudantes.....	164
FIGURA 5.27 – Exposição dos trabalhos da SD2 no Campus.....	164
FIGURA 5.28 - Análise da SD2: Pigmentos Inorgânicos no Egito Antigo – Química e Arte para a Eternidade.	167
FIGURA 5.29 – Profa. Dra. Fabiana Tonin ministrando a palestra <i>Modernismo: rupturas e novidades</i> aos alunos do TQ.....	181
FIGURA 5.30 – Profa. Ms. Luciana Lima, ministrando uma palestra sobre Tarsila do Amaral e o movimento modernista.	181
FIGURA 5.31 – Sínteses de pigmentos inorgânicos.	182
FIGURA 5.32 – Releitura de obras de Tarsila do Amaral.....	182
FIGURA 5.33 – Exposição das releituras e fotografias das sínteses.	183
FIGURA 5.34 - Análise da SD3: Tarsila do Amaral – a Caipirinha de São Bernardo.	183
FIGURA 5.35 – Exposição O triunfo da cor - O pós-impressionismo: obras-primas do <i>Musée d’Orsay</i> e do <i>Musée de l’Orangerie</i>	184
FIGURA 5.36 – Visita dos estudantes do IFSP-Campus Capivari ao CCBB.....	184
FIGURA 5.37 – Fritilárias Coroa-Imperial em Vaso de Cobre, 1887, Vincent van Gogh.....	184
FIGURA 5.38 – Logo e convite da celebração do aniversário de 130 anos de nascimento de Tarsila do Amaral.	185
FIGURA 5.39 – Participação dos estudantes do TQ nos 130 anos do nascimento de Tarsila do Amaral coma releitura da obra A Caipirinha.	185

LISTA DE QUADROS

QUADRO 5.1 - Sequência Didática 1 - Arte Rupestre e os Óxidos.....	137
QUADRO 5.2 – Experimento realizado durante a aplicação da Sequência Didática 1	138
QUADRO 5.3 - Oficina de Arte: Preparo e elaboração de pinturas rupestres utilizando a técnica da têmpera-ovo	140
QUADRO 5.4 – Sequência Didática 2 - Pigmentos Inorgânicos no Egito Antigo – Química e Arte para a Eternidade	155
QUADRO 5.5 - Experimento realizado durante a aplicação da Sequência Didática 2	157
QUADRO 5.6 - Oficina de Arte: Preparo e elaboração de pinturas murais egípcias utilizando a técnica de pintura óleo	159
QUADRO 5.7 – Sequência Didática 3: Tarsila Do Amaral, a caipirinha de São Bernardo.....	174
QUADRO 5.8 - Experimento realizado durante a aplicação da Sequência Didática 3	178
QUADRO 5.9 - As obras de Tarsila do Amaral - elaboração de pinturas utilizando a técnica de pintura óleo.	180

RESUMO

PIGMENTOS INORGÂNICOS COMO TEMA PARA INTERDISCIPLINARIDADE E CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA. Apresentam-se neste trabalho os resultados obtidos durante o desenvolvimento de uma alternativa didática, interdisciplinar e contextualizada, utilizando um enfoque que promoveu elementos dos movimentos Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e da História e Filosofia da Ciência (HFC). Foram elaboradas três Sequências Didáticas (SDs) para o ensino de conceitos de Química Geral e Inorgânica, destacando-se o estudo das funções inorgânicas e a síntese de compostos inorgânicos. Dentro desta proposta, norteada pelos documentos oficiais da educação brasileira, a Química e sua relação com a utilização de Pigmentos Inorgânicos (PIs) nos cenários histórico-sociais tiveram papel fundamental no desenvolvimento dos conteúdos supramencionados. A metodologia de pesquisa utilizada neste trabalho caracterizou-se como qualitativa, buscando melhor entendimento do problema pesquisado a partir de observações extraídas diretamente dos sujeitos com os quais o pesquisador procurou estabelecer uma interação direta. A partir da aplicação e análise dos questionários prévios e caracterização do perfil da instituição onde a pesquisa se desenvolveu, foram elaboradas SDs que relacionavam os conteúdos com a utilização pictórica dos PIs. A primeira SD abordou a Química dos Óxidos nas pinturas rupestres; a segunda SD tratou dos Ácidos, Bases e Sais envolvidos com os pigmentos utilizados nas pinturas murais funerárias egípcias (ambas SDs aplicadas a estudantes do Ensino Médio Integrado ao Técnico em Química); a terceira SD abordou de forma integrada a Química das quatro Funções Inorgânicas sob a perspectiva das obras da artista natural de Capivari, Tarsila do Amaral (aplicada no Técnico em Química na modalidade Concomitante/Subsequente). Após a aplicação das SDs, os materiais produzidos pelos estudantes (maquetes, painéis, avaliações escritas e relatórios técnico-científicos) foram analisados e foi possível verificar indícios da presença, além dos conteúdos de química, de elementos dos movimentos CTS e HFC, indicando tanto a ocorrência da aprendizagem da Química, mas também de uma visão mais humanística e integrada aos aspectos sociais, como recomendado nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). Esta pesquisa possibilitou também o contato dos estudantes com aspectos relacionados à criatividade da Ciência Química e sua contribuição às Artes Plásticas, papel pouco explorado pelos livros didáticos.

Palavras-chave: Pigmentos Inorgânicos, Interdisciplinaridade, Contextualização, Sequência Didática.

ABSTRACT

INORGANIC PIGMENTS AS A THEME FOR INTERDISCIPLINARITY AND CONTEXTUALIZATION IN CHEMISTRY TEACHING. This paper presents the results obtained during the development of a didactic, interdisciplinary and contextualized alternative, using an approach that promoted elements of the Science-Technology-Society (CTS) and the History and Philosophy of Science (HFC) movements. Three Didactic Sequences (SDs) were elaborated for the teaching of General and Inorganic Chemistry concepts, emphasizing the study of the inorganic functions and the synthesis of inorganic compounds. Within this proposal, guided by the official documents of Brazilian education, Chemistry and its relation with the use of Inorganic Pigments (IPs) in the social-historical scenarios played a fundamental role in the development of the aforementioned contents. The research methodology used in this work was characterized as qualitative, seeking a better understanding of the problem researched from observations directly extracted from the subjects with whom the researcher sought to establish a direct interaction. From the application and analysis of the previous questionnaires and characterization of the profile of the institution where the research was developed, SDs were elaborated that related the contents with the pictorial use of the PIs. The first SD dealt with oxides chemistry in rock paintings; the second SD dealt with the Acids, Bases and Salts involved with the pigments used in the Egyptian funerary murals (both SDs applied to students of the High School Integrated to the Technician in Chemistry); the third SD approached in an integrated way the chemistry of the four Inorganic Functions from the perspective of the works of the natural artist of Capivari, Tarsila do Amaral (applied in Chemistry Technician in the Concomitant / Subsequent modality). After the application of the SDs, the materials produced by the students (mock-ups, panels, written evaluations and technical-scientific reports) were analyzed and it was possible to verify evidence of the presence of elements of CTS and HFC the occurrence of learning chemistry, but also a more humanistic and integrated approach to social aspects, as recommended in the National Curricular Parameters for High School (PCNEM). This research also made possible the students' contact with aspects related to the creativity of the Chemical Science and its contribution to the Plastic Arts, a role little explored by textbooks.

Keywords: Inorganic Pigments, Interdisciplinarity, Contextualization, Didactic Sequence.

SUMÁRIO

Introdução.....	1
I - Memorial	1
II - Definição da questão de pesquisa	5
III - Objetivos da Pesquisa	8
Capítulo 1 - A Interdisciplinaridade, a Contextualização e o Ensino de Química nos Documentos Oficiais da Educação Brasileira	9
1.1 - A escola frente ao novo contexto de educação	11
1.2 - Contextualização.....	12
1.3 - Interdisciplinaridade	20
Capítulo 2 - A Prática de Ensino com elementos dos movimentos CTS e HFC	29
2.1 - Ensino com proposta CTS	31
2.2 - Ensino utilizando o enfoque HFC	38
Capítulo 3 - Pigmentos Inorgânicos: breve revisão histórica de sua utilização como material pictórico	45
3.1 - Parcerias entre Ciência e Arte	47
3.2 - Os Pigmentos Inorgânicos	51
3.3 - Pré-História: a Arte expressa em ocre e carvão	52
3.4 - Pigmentos no Egito Antigo: Química e Arte para a Eternidade.....	54
3.5 - Gregos e Romanos: Branco e mortal.....	60
3.6 - Período Medieval e Renascentista: O Azul como símbolo de Santidade e Poder... ..	64
3.7 - Pigmentos Modernos – a química sintética no século XVIII.....	70
3.8 - Avanços em Química: Novos elementos impulsionam a criação de novos pigmentos	79

Capítulo 4 - Aspectos Metodológicos da Pesquisa	87
4.1 - Pesquisa Qualitativa.....	89
4.2 – Sequência proposta de trabalho e síntese da investigação	90
4.3 - Público Alvo	92
4.4 - O Município de Capivari.....	93
4.5 - O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo....	95
4.6 - O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus Capivari.....	97
4.7 - Instrumentos de Coleta de Dados.....	100
4.8 - Sequências Didáticas.....	102
4.9 - Análise dos Dados	104
4.10 - Referenciais de Análise	105
Capítulo 5 - Resultados e Discussão.....	109
5.1 - Análise dos Questionários Prévios	111
5.2 - Sequências Didáticas Construídas	128
5.3 - Alguns desdobramentos das SDs aplicadas.....	184
Capítulo 6 - Considerações Finais.....	187
Referências.....	193
APÊNDICES.....	201
APÊNDICE 1: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	203
APÊNDICE 2: Questionário Prévio	205
APÊNDICE 3: Avaliação sobre óxidos (EMITQ)	207
APÊNDICE 4: Avaliação sobre ácidos, bases e sais (EMITQ)	209
APÊNDICE 5: Avaliação TQ	215

ANEXOS.....	217
ANEXO 1: A RA de Campinas - alguns indicadores	219
ANEXO 2: O Registro dos Habitantes da Região de Capivari	221
ANEXO 3: Pré-história ilustrada.....	223
ANEXO 4: Cachoeira do Encantado, Bahia: depredação de um patrimônio ainda pouco conhecido e estudado.....	227
ANEXO 5: Os pigmentos Inorgânicos	229
ANEXO 6 – Afinal, o que são ocre?	231
ANEXO 7: A fantástica ciência do Antigo Egito.....	233
ANEXO 8: O Químico de Tutancâmon.....	237
ANEXO 9: Obtención del pigmento azul egipcio siguiendo la receta de Marcus Vitruvius Pollio descrita em su libro De Architectura (siglo I a.C.).....	239
ANEXO 10 – A química medicinal de cosméticos egípcios	243
ANEXO 11: The Chemistry of ammonia.....	245
ANEXO 12: Tarsila do Amaral – uma escolha pela arte	247
ANEXO 13: Um Exemplo de Aplicação da Microscopia Raman na Autenticação de Obras de Artes	255
ANEXO 14 - Os pigmentos Inorgânicos.....	261
ANEXO 15: Os últimos anos de Tarsila do Amaral.....	263

Introdução

I - Memorial

A presença da Química em minha vida se dá desde muito cedo, antes mesmo de meu contato com esta ciência na escola. Filho de Químico Têxtil (com formação prática), parte de minha infância e pré-adolescência foi vivida no interior de fábricas e de laboratórios, principalmente nos fins de semana, acompanhando meu pai. Desta forma, o interesse pela química me ocorreu de forma muito natural, quando, gradativamente, em vez de escolher brinquedos como presentes para datas especiais como aniversário, dia das crianças ou Natal, tornou-se comum escolher Kits de Experiências de Química, possibilitando realizar em casa as reações que tanto admirava. Meus pais estimulavam essa atividade recreativa, mas, em virtude de não terem completado os estudos do ensino médio, não se preocupavam com as teorias ou explicações científicas por trás destas brincadeiras: viam-nas apenas como diversão. Na escola sempre me destacava nas aulas de Ciências graças ao meu interesse, fazia coleção de minerais, montava insetários, borboletários, etc., mas a Química demorou a ser-me apresentada como disciplina escolar.

Fui conhecer a Química – ciência - apenas na oitava série do ensino fundamental, quando as aulas de Ciências se dividiram, juntamente com a disciplina de Física. Enquanto para os demais estudantes as reações demonstradas no laboratório da escola eram novidade, um show pirotécnico, pela primeira vez, comecei a refletir sobre as explicações e teorias que regiam tais fenômenos.

No Ensino Médio, meus estudos seguiram a mesma coerência: optei em ingressar em um curso Técnico em Química no período noturno. Visava, além da preparação para o vestibular, a ingressar no mercado de trabalho. Foi um período interessante porque meu pai, devido a não possuir o Curso Técnico, optou em cursarmos Química juntos, sendo motivo de grande sensação na turma, pai e filho estudando juntos. Já no segundo ano do curso técnico, fui selecionado para uma vaga como laboratorista em uma Indústria Têxtil. Após o período de três meses de experiência, fui efetivado com apenas 16 anos de idade, antes mesmo de ter concluído o curso técnico. Minha vida caminhava no sentido de seguir os passos de meu pai, atuando como químico em “chão de fábrica”. Embora meus pais

valorizassem esta atuação, não tinha muita certeza, pois apreciava muito mais a rotina do laboratório do que a linha de produção propriamente dita.

Graças a um Professor do Curso Técnico, que me auxiliou com a minha opção pela Química Pura em vez da Engenharia Química, ao final do terceiro ano, prestei o vestibular para Bacharelado em Química na UNICAMP e na FUVEST (optando pelo campus da UFSCar, pois não queria ter que me mudar para a Capital – São Paulo) sendo aprovado em ambas. A escolha pela Unicamp deu-se pela sua estrutura e, principalmente, pela redução dos custos, pois, na época (1993), não havia curso noturno de Química, apenas o Integral. Então, com 17 anos de idade, iniciei minha graduação, mas sem planos para meu futuro profissional.

Já no segundo ano da Graduação, por questões financeiras, buscava alguma opção para arcar com meus custos na Universidade e também contribuir financeiramente em casa. Fui convidado por uma amiga bióloga a ministrar aulas de Química em um curso Supletivo (1º e 2º graus) noturno em Americana/SP. Embora nunca tivesse pensado em tornar-me professor, estava precisando de dinheiro, aceitando o convite e, com apenas 18 anos de idade, em 1994, iniciei minha jornada docente. Durante toda a graduação, esta atividade foi exercida paralelamente, inicialmente no período noturno, posteriormente ocupando as janelas da graduação. No ano de 1996, após entregar um currículo, fui convidado a ministrar aulas de Química para o ensino médio na mesma escola onde havia cursado a oitava série (atual nono ano). No ano seguinte, uma rede de cursinhos preparatórios também entrou em contato e comecei a trabalhar efetivamente com preparação para os exames vestibulares. Cada diminuição da carga horária na Unicamp foi preenchida com aulas nas escolas; por esse motivo, durante minha graduação não participei de Iniciação Científica, não tinha tempo e nem precisava de bolsa, pois já ganhava o suficiente para me manter. Mesmo assim, realizei (informalmente) algumas atividades de pesquisa em Calorimetria, primeiramente com o Prof. Dr. Pedro Onófrio Volpe e, posteriormente, com o Prof. Dr. José de Alencar Simone (Cajá). Nos últimos anos de minha Graduação, optei em mudar de Bacharelado em Química para Bacharelado em Química Tecnológica, podendo cursar algumas disciplinas da Engenharia. Ainda não considerava que me tornaria efetivamente professor, ainda visava, graças à influência de meus pais, a exercer minha profissão dentro de uma indústria. No último ano de minha graduação inclusive consegui um estágio na Fibra-

DuPont, uma *joint venture* na cidade de Americana, que produzia principalmente Nylon 6 e 6.6.

O ano de 1997 foi decisivo para minha carreira docente. A empresa em que estagiava realizou uma oferta para minha efetivação. Passei em 14º lugar na prova para Mestrado em Físico-Química na Unicamp, automaticamente com bolsa do CNPq. Entretanto, a escola em que tinha sido aluno me ofertou a coordenação da área de química, sendo responsável não somente pelas aulas, mas pelo direcionamento da disciplina e a introdução de aulas experimentais, além de um significativo aumento de salário. Desta forma, não aceitei o convite da empresa e acabei desistindo do Mestrado, pois as aulas iriam consumir a maior parte do meu tempo.

Permaneci como professor da Escola Técnica de Americana (Politec) de 1996 a 2014. Ministrava as aulas de química da oitava série até o 3º ano do ensino médio, tanto teóricas quanto experimentais. Paralelamente, atuei em curso Técnico de Química do Colégio Anglo-Cezanne e também nas Faculdades Integradas Politec, com aulas de Química Geral e Química Orgânica para cursos de Tecnólogo em Estética e Cosmética e Engenharia de Produção. No início dos anos 2000, retornei à Unicamp para cursar a Licenciatura em Química, graças à sua exigência para continuar lecionando. Em duas outras ocasiões, realizei a prova para reiniciar o mestrado, sendo aprovado nas duas vezes. Entretanto, com mais de 60 aulas semanais, começava a pós-graduação e acabava desistindo. Sentia a necessidade de retornar aos estudos, mas com a rotina exaustiva de aulas, não encontrava alternativa.

No ano de 2014, insatisfeito com a rotina de trabalho e com menor compensação financeira, optei em prestar concurso público para o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP). Não conhecia a instituição, mas prestei por indicação de uma amiga da Graduação, que havia sido professora de grandes cursinhos no interior de São Paulo e também os havia trocado pelo IFSP. Como o concurso não exigia mestrado e/ou doutorado, resolvi enfrentar o desafio, ciente que concorreria com docentes que receberiam pontos através da prova de títulos. Obtive a 2ª maior pontuação na prova escrita de todo o Estado de São Paulo e, juntamente com a prova didática, passei em 2º lugar no IFSP-Campus Capivari. Em 15 de setembro de 2014, iniciei no Serviço Público Federal como

Professor EBTT (ensino básico, técnico e tecnológico) em regime de dedicação exclusiva (40 horas).

Com a minha entrada no IFSP, houve uma redução drástica em meu número de aulas. Entretanto, como não possuía pós-graduação, meu salário inicial era o piso da categoria, uma redução significativa em comparação àquele que possuía atuando na rede particular de ensino. Graças a esses dois fatos, no final de 2014, iniciei minha busca a uma Instituição para cursar o Mestrado, agora com a possibilidade real de poder cursá-lo. Inicialmente concorri e passei na seleção para cursar Mestrado Profissional no próprio IFSP- Campus São Paulo. Entretanto, com minha indisposição a permanecer alguns dias toda semana na Capital, busquei uma alternativa. Graças a um colega do Instituto, aprovado no mesmo concurso foi apresentado a Profa. Dra. Rosebelly Nunes Marques, lotada na ESALQ-USP, mas também credenciada no Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de São Carlos (PPGQ-UFSCar), orientando trabalhos no mestrado em Ensino de Química, opção mais adequada a minha realidade profissional e pessoal.

Durante nossa primeira reunião sobre a possibilidade de desenvolver um projeto de investigação no Programa de Pós-Graduação da Química da UFSCar, depois de algumas opções que não frutificaram, um relato pessoal do meu interesse pela correlação entre Química e Artes (interesse nascido em 1997, após assistir ao filme *Incógnito*¹, de John Badham, sobre um falsificador de obras de arte – e inspirado em uma história real) apresenta-se como promissor, ao tratar da interdisciplinaridade e contextualização no ensino de Química. Desta forma, com o aceite da Dra. Rosebelly Nunes Marques, iniciei a investigação desta temática, visando à elaboração do plano de pesquisa a ser apresentado ao PPGQ-UFSCar. Logo de início, ainda na proposta da escrita do projeto, percebeu-se que a temática, principalmente no Brasil, é pouco explorada, onde sua aplicação como intervenção pedagógica dentro do ambiente escolar apresentava-se como promissor. Embora os documentos oficiais que norteiam a educação brasileira, desde os anos 90, ressaltem a utilização da interdisciplinaridade, aliada à contextualização como recurso pedagógico que pode promover a aprendizagem de conceitos, ao conferir significado aos conteúdos e integrá-los ao cotidiano do estudante, tais práticas ainda representam um desafio à prática docente quando da sua aplicação. Observa-se

¹ INCÓGNITO. Direção: John Badham. Morgan Creek Entertainment Group, 1997.1 DVD (108 min), NTSC, color. Título original: Incognito.

também que a interdisciplinaridade também é pouco explorada em projetos que envolvam as Áreas de Ciências Naturais e da Terra e das Ciências Humanas. Como GORRI e FILHO (2009) destacam, disciplinas como Química, Arte e História são consideradas, tanto por discentes quanto docentes do Ensino Médio, completamente desvinculadas em seus conteúdos, mesmo havendo nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) a possibilidade de se promover a interdisciplinaridade entre as disciplinas de áreas distintas, sugerindo uma articulação entre estas áreas (BRASIL, 2002, p. 17). Tais indicações foram essenciais para a elaboração da questão de pesquisa e da construção do plano de pesquisa que permitiria sua investigação.

II - Definição da questão de pesquisa

A partir da intenção inicial de investigar a correlação entre Química e Arte, visando à construção de uma abordagem interdisciplinar e contextualizada, que pudesse promover o processo de ensino-aprendizagem, inicialmente se realizou uma breve investigação nos principais documentos oficiais. Tal investigação objetivou obter indicações mais concretas sobre os termos interdisciplinaridade e contextualização (ou quais possíveis interpretações, pois tratam-se de modelos híbridos, trazendo consigo suas concepções alicerçadas em diferentes correntes filosóficas e epistemológicas), de maneira que pudesse nortear como a articulação entre as diferentes disciplinas poderia ocorrer.

A Interdisciplinaridade entrou em pauta com a reforma do ensino médio, a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB nº 9.394/96)², sendo que, neste documento, se percebe a compreensão dos conhecimentos para uso cotidiano. Dentre as finalidades para o Ensino Médio contidos no documento da LDB, destacam-se a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos e o aprimoramento do educando como pessoa humana. Objetiva-se, portanto, uma metodologia que possibilite a articulação dos conceitos com a realidade social através de uma abordagem interdisciplinar e contextualizada.

Nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - DCNEM (Brasil, 1998), tanto no parecer técnico quando da aprovação do documento (processo nº 23001.000309/97 - 46 CNE/CEB nº 15/98), quanto nos Artigo 6 e 8, a

² Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm> Acesso em 03 nov. 2017

interdisciplinaridade é apresentada como princípio estruturador do currículo do Ensino Médio, permitindo ao professor dar sentido ao conteúdo específico de sua área e integrá-lo às demais disciplinas, alternativa que facilita a ponte entre a teoria e a prática. No parecer CNE/CEB nº 15/98 destaca-se que:

A interdisciplinaridade deve ir além da mera justaposição de disciplinas e ao mesmo tempo evitar a diluição das mesmas em generalidades. De fato, será principalmente na possibilidade de relacionar as disciplinas em atividades ou projetos de estudo, pesquisa e ação que a interdisciplinaridade poderá ser uma prática pedagógica e didática adequada aos objetivos do Ensino Médio (MEC – CNE, 2001, p 79).

Já a proposta apresentada para o ensino de Química nos PCNEM se contrapõe à velha ênfase na memorização de informações, nomes, fórmulas e conhecimentos como fragmentos desligados da realidade dos alunos. Neste documento, pretende-se que o aluno reconheça e compreenda, de forma integrada e significativa, as transformações químicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos em diferentes contextos. “Propôs-se, numa primeira abordagem, a reorganização curricular em áreas de conhecimento, com o objetivo de facilitar o desenvolvimento dos conteúdos, numa perspectiva de interdisciplinaridade e contextualização” (BRASIL, 1997, p. 8). Entretanto, observa-se que, nesse documento, é apresentada a ideia de interdisciplinaridade aliada à ideia de contextualização, como forma de dar sentido ao objeto de ensino:

(...) a Química deve ser apresentada estruturada sobre o tripé: transformações químicas, materiais e suas propriedades e modelos explicativos “... ao tripé de conhecimentos químicos, se agregar uma trilogia de adequação pedagógica fundada em: contextualização, que dê significado aos conteúdos e que facilite o estabelecimento de ligações com outros campos de conhecimento (PCN+, 2002, p. 87-89).

Destacam-se, ainda, as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), a possibilidade de se promover a interdisciplinaridade entre as disciplinas de áreas distintas, sugerindo uma articulação entre estas áreas (BRASIL, 2002, p. 17).

Apesar de todas essas indicações contidas nos documentos oficiais que norteiam a educação no Brasil como alternativas que possam beneficiar o processo de ensino-aprendizagem, existem indícios (como, por exemplo, as avaliações internas e externas) de que a prática em sala de aula não observa ou pouco incorpora tais alternativas pedagógicas. Em particular, o ensino de Química ainda: 1) apresenta pouca referência ao contexto do estudante; 2) não se articula com as demais áreas; 3) apresenta-se como proposta de ensino dogmático, na qual perpetua-se a ideia de que cientistas produzem verdades absolutas, sem interesses sociais e econômicos; 4) o livro didático aparece como definidor de currículos; 5) o professor atua como centro do processo de ensino-aprendizagem; 6) aplicação de listas de memorização e conteúdos desprovidos de sentido, dentre outros problemas. Percebe-se a necessidade de desenvolver o conteúdo das disciplinas forma integrada, atribuindo significado aos conhecimentos científicos escolares. DELIZOICOV, ANGOTTI E PERNAMBUCO (2011, p.32), afirmam que o senso comum no ensino de Química está marcadamente presente em atividades como: regrinhas e receituários; classificações taxonômicas; valorização excessiva pela repetição sistemática de definições, funções e atribuições de sistemas vivos e não vivos; questões pobres para prontas respostas igualmente empobrecidas.

Considerando a importância de desenvolver uma abordagem metodológica menos fragmentada e que possibilite a articulação com outras áreas do conhecimento, este trabalho visa reunir indícios que possam elucidar a questão:

Como e em qual extensão o tema Pigmentos Inorgânicos, considerando os conceitos de interdisciplinaridade e contextualização propostos pelos documentos oficiais, pode propiciar aprendizagem de conteúdos de Química Geral e Inorgânica?

A escolha pelo estudo dos pigmentos inorgânicos relaciona-se às suas características químicas e pela sua importância como material pictórico, que possibilitou tanto o registro artístico quanto cultural da espécie humana através da história. Um pigmento pode ser considerado uma substância química origem natural ou sintética (geralmente inorgânica), que é insolúvel no veículo de aplicação (aglutinante), por exemplo, óleos e a gema do ovo (diferentemente dos corantes - substâncias predominantemente orgânicas, sendo solúveis em seus respectivos solventes; uso mais voltado ao tingimento de fibras têxteis). Os pigmentos são formados por substâncias pertencentes às diferentes classes químicas (funções

inorgânicas) como óxidos, sulfetos, carbonatos, cromatos, sulfatos, fosfatos e silicatos de metais. Os pigmentos naturais, tal como os ocre e os óxidos de ferro têm sido usados como corantes desde a era pré-histórica. Apresenta-se, portanto, como rica fonte de conceitos de química além da possibilidade de articulação com outras áreas do conhecimento, como Artes, História, dentre outras. Entretanto seu potencial ainda é pouco explorado. Para CABRAL (1996):

“Sobre esta matéria, porém, praticamente nada tem sido considerado no ensino da Química em Portugal, seja para tornar este ensino porventura mais atractivo, seja para mostrar aos alunos que a Química também tem contribuído para o progresso das Artes” (CABRAL, 1996, p. 11).

III - Objetivos da Pesquisa

O objetivo deste trabalho foi utilizar a temática Pigmentos Inorgânicos para o desenvolvimento e aplicação de Sequências Didáticas que tratem de conteúdos de Química Geral e Inorgânica (Classificação e Nomenclatura das Funções Inorgânicas) através de uma abordagem interdisciplinar e contextualizada para o ensino de Química, norteada pelos documentos oficiais da educação brasileira, promovendo situações de ensino a partir de questões que possam incorporar elementos do movimento CTS e HFC.

Para responder à questão proposta e alcançar os objetivos, a dissertação é composta por seis capítulos. No primeiro capítulo, apresentam-se as concepções sobre interdisciplinaridade e contextualização contidos nos documentos oficiais da educação brasileira. No Capítulo 2, apresentamos a importância da prática de ensino incorporar elementos dos movimentos CTS e HFC. O Capítulo três traz um breve histórico do uso dos pigmentos inorgânicos em atividades pictóricas, resultado da investigação prévia desta temática, objetivando reconhecer as substâncias químicas inorgânicas utilizadas pelo homem nos principais períodos históricos. O Capítulo 4 versa sobre a metodologia desta pesquisa, descrevendo os processos de coleta e tratamento dos dados. No Capítulo 5, apresentam-se os resultados da pesquisa, assim como as Sequências Didáticas desenvolvidas e sua aplicação em sala de aula. Finalmente, no Capítulo 6, são trazidas as considerações finais deste estudo, constando no final do trabalho, as referências que foram utilizadas.

**Capítulo 1 - A Interdisciplinaridade, a
Contextualização e o Ensino de Química nos
Documentos Oficiais da Educação Brasileira**

1.1 - A escola frente ao novo contexto de educação

A sociedade contemporânea ainda apresenta características pertencentes ao pensamento iluminista do século XVIII, quando seus estudiosos buscavam explicar os fatos através da razão e tentavam fazer com que esse conhecimento fosse acessível a todos. Uma destas características ainda fortemente presente apresenta-se no fato de que o conhecimento científico e a ciência de maneira geral proporcionariam as soluções para os problemas humanos e que a civilização humana progrediria a cada ano com os novos conhecimentos adquiridos. Apesar de todas as mudanças proporcionadas pelas correntes de pensamento filosófico, a sociedade de maneira geral ainda mantém esta visão da ciência, como resposta às demandas sociais, talvez acrescida dos riscos à vida pela má utilização deste tipo de conhecimento.

O contexto escolar atual confronta uma nova geração de estudantes frente a um modelo de ensino em transformação. A (nova) escola enfrenta o desafio de preparar os cidadãos para viver e atuar conscientemente na sociedade em que estão inseridos. Como recomendado nos PCNEM (1999), a escola deve oferecer uma formação que permita os estudantes “[...] julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos”. As Leis de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) preconizam a articulação dos conceitos com a realidade social objetivando, como algumas das principais finalidades da educação, a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos e o aprimoramento do educando como pessoa humana. Conhecer os interesses e as necessidades dos jovens estudantes torna-se fundamental para a organização de um trabalho pedagógico que vai ao encontro da perspectiva das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM). A proposta de ensino contida neste documento, no qual o estudante é apresentado como sujeito central no processo de ensino-aprendizagem requer necessária reinvenção da escola. Além desta modificação nas relações entre os sujeitos, a escola “tem agora, também, de dar conta das demandas e necessidades de uma sociedade democrática, inclusiva, permeada pelas diferenças e pautada no conhecimento inter, multi e transdisciplinar, com a que vivemos neste início de século XXI” (ARAÚJO, 2011, p. 39)

1.2 - Contextualização

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB - Lei N. 9.394/96) destaca a importância e a necessidade de uma prática escolar que valorize a realidade e a cultura dos estudantes, de forma a tornar o ensino mais atrativo e significativo. No Artigo 3º e inciso XI, este documento norteador da educação brasileira vislumbra um ensino conectado ao mundo do trabalho e as práticas integradas à sociedade. Desse modo, os conteúdos escolares necessitam estar articulados ao cotidiano dos estudantes e sua realidade local. Outros dois documentos subsequentes, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) e as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM) também destacam a importância do ensino contextualizado, proporcionando integrar os estudantes ao processo de ensino-aprendizagem, como alternativa ao ensino tradicional, desvinculado ao cotidiano e a questões locais e culturais (BRASIL, 2000; OCEM, 2006, vol. 2). Outra virtude desta linha de abordagem didática é a possibilidade do ensino contextualizado, promovendo um ensino pautado em uma visão crítica do mundo, de forma a preparar os estudantes, futuros cidadãos integrados, para participarem efetivamente de seu momento histórico através da possibilidade de tomada de decisão.

Contextualização pode ser caracterizada como derivação do termo “contexto”, cujo significado literal vem do latim *contextu* e pode ser entendido por um encadeamento de ideias de um texto, ou seja, a forma como estão ligadas entre si as diferentes partes de um todo organizado. Gramaticalmente, considera-se como o enquadramento de uma unidade do discurso, ou circunstância de comunicação, ou um argumento; pode significar ainda, conjunto, texto geral. Verifica-se que os significados de contexto variam de contexto para contexto, ou seja, não há um único significado, tampouco um único contexto de significância; Segundo MACHADO (2004, p. 146) a palavra correta a ser considerada seria contextuação. “(...) o ato de se referir ao contexto é expresso pelo verbo contextuar, de onde deriva a palavra contextuação”.

O ensino contextualizado por meio da problematização, foi uma das ponderações observadas por FREIRE (2013), visão que procurava incitar e provocar os estudantes a reconhecer desafios ligados ao seu cotidiano, em uma perspectiva crítica e integradora, e, paralelamente, estimular o desenvolvimento do intelecto.

Para Freire, o processo de ensino-aprendizagem deve se opor a educação bancária em uma visão problematizadora, de “caráter autenticamente reflexivo” e, por sua vez, direciona “um constante ato de desvelamento da realidade” (p. 97).

Segundo LOPES (2002), uma prática de ensino pautada na contextualização é muito anterior à sua inserção nos documentos oficiais da educação brasileira, sendo tais documentos construções de caráter híbrido, elaborados a partir de diferentes referenciais teóricos. Segundo a autora, a contextualização no ambiente escolar surgiu como resposta a proposta de ensino tradicional, fragmentado, descontextualizado, acrítico e atemporal “preocupando-se apenas em disseminar um conhecimento que seja simplesmente reproduzido das situações originais de sua produção, apresentando conteúdos escolares na sua forma mais abstrata”. O maior problema, segundo a autora, é o processo de apropriação do conhecimento pela escola, “retirando dos conceitos sua historicidade e problemática, resultando em saberes sem produtores, sem origem, sem lugar, transcendentais ao tempo, ensinando-se apenas o resultado, isolando-os da história de construção do conceito, retirando-os do conjunto de problemas e questões que os originaram”. A autora também identificou o caráter ambíguo do conceito de contextualização, destacando três interpretações para “contexto” nas OCNEM: trabalho, cidadania e vida pessoal (cotidiana e convivência). Graças a preferência pelo tema tecnologia – área ligada ao mundo do trabalho – visando contextualizar os conhecimentos e as disciplinas no mundo produtivo como princípio integrador de cada uma das áreas, cidadania e vida pessoal ficam em 2º plano e subjugadas à temática principal, perspectiva, unilateral de que a educação tem por finalidade a inserção social no mundo produtivo, sem questionamento do projeto de construção desse mesmo mundo, limitando a dimensão cultural da educação.

Resultando do caráter polissêmico/ambíguo de contextualização, torna-se necessário observar, através da análise dos documentos oficiais, quais principais concepções de contextualização no contexto educacional, mais precisamente no Ensino de Ciências (EC). Como apontam KATO e KAWASAKI (2011), se faz necessário compreender o sentido do termo contextualização em relação aos significados pedagógicos para o Ensino de Ciências. Estudo realizado pelas autoras identificou dez concepções de contextualização do ensino nos documentos curriculares oficiais, demonstrando a complexidade de sua interpretação, por serem

documentos híbridos, formados através da contribuição de diversas linhas de pensamento epistemológicos e filosóficos.

A ideia de contextualização entrou em pauta com a reforma do ensino médio, a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB nº 9.394/96), que acredita na compreensão dos conhecimentos para uso cotidiano. Destaca-se neste documento:

Art. 26. Os currículos da educação infantil, do ensino fundamental e do ensino médio devem ter base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos. (Redação dada pela Lei nº 12.796, de 2013 – Grifo nosso)

Art. 35-A. § 1º A parte diversificada dos currículos de que trata o *caput* do art. 26, definida em cada sistema de ensino, deverá estar harmonizada à Base Nacional Comum Curricular e ser articulada a partir do contexto histórico, econômico, social, ambiental e cultural. (Incluído pela Lei nº 13.415, de 2017 – Grifo nosso)

Art. 36. O currículo do ensino médio será composto pela Base Nacional Comum Curricular e por itinerários formativos, que deverão ser organizados por meio da oferta de diferentes arranjos curriculares, conforme a relevância para o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino, a saber: (Redação dada pela Lei nº 13.415, de 2017 – Grifo nosso).

Segundo as DCNEM (MEC, 1998) em seus Artigos 6 e 9, a contextualização é fundamental no processo de diminuir a distância entre a formação atual e o novo perfil do egresso. A contextualização é citada como alternativa que pode ser utilizada pelo professor para dar sentido ao conteúdo específico de sua área e integrá-lo às demais disciplinas, recurso que a escola tem para retirar o aluno da condição de espectador, um ensino que facilite a ponte entre a teoria e a prática. As DCNEM enfatizam que o currículo deve ter tratamento metodológico que evidencie a interdisciplinaridade e a contextualização, sendo observado neste documento é apresentada a ideia de interdisciplinaridade aliada à ideia de contextualização como forma de dar sentido ao objeto de ensino. Há

também a indicação do uso cotidiano do aluno para um ensino que parta da prática para a teoria, sem que caia em uma simplificação do conhecimento científico.

Contudo, contextualizar não é banalizar o conhecimento das disciplinas, como apontam WARTHA, SILVA, e BEJARANO (2013). Uma prática pedagógica baseada na utilização de fatos do dia a dia para ensinar conteúdos científicos pode caracterizar o cotidiano em um papel secundário, ou seja, este servindo como mera exemplificação ou ilustração para ensinar conhecimentos químicos. Como também destacam RODRIGUES e AMARAL (1996), contextualizar o ensino significa trazer a própria realidade do aluno, não apenas como ponto de partida para o processo de ensino e aprendizagem, mas como o próprio contexto de ensino. Nessa linha de entendimento, em seu Artigo 9º, a Resolução CNE/CEB Nº 2, de 7 de abril de 1998, que instituiu as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental (DCNEM) destaca-se como possibilidades do ensino contextualizado o conteúdo curricular “adquirir significado”, a “concretização dos conteúdos” e a “aplicação de conhecimentos”, objetivando-se, como destacado no próprio artigo, o entendimento crítico dos conteúdos escolares:

Art. 9º - Na observância da Contextualização, as escolas terão presente que: I - na situação de ensino-aprendizagem, o conhecimento é transposto da situação em que foi criado, inventado ou produzido, e por causa dessa transposição didática deve ser relacionada com a prática ou a experiência do aluno a fim de adquirir significado; II - a relação entre teoria e prática requer a concretização dos conteúdos curriculares em situações mais próximas e familiares do aluno, nas quais se incluem as do trabalho e do exercício da cidadania; III - a aplicação de conhecimentos constituídos na escola às situações da vida cotidiana e da experiência espontânea permite seu entendimento, crítica e revisão (CNE/CEB Nº 2 – grifo nosso).

Outro importante documento oficial da educação brasileira, os PCNEM, definem contextualização como “o desenvolvimento da capacidade de compreensão e utilização da ciência, como elemento de interpretação e intervenção, e a tecnologia como conhecimento sistemático de sentido prático”, e ainda “... o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, ... que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo.” (BRASIL, 1.999). Neste documento, apresenta-se

a ideia de que contextualizar o ensino é trazer o conteúdo específico de cada área para a realidade cotidiana, vivenciada pelo aluno. Menciona em diversas ocasiões o termo “aprendizado significativo através do conhecimento prático”.

A proposta de contextualização, de acordo com os PCNEM, relaciona-se ao fato de que todo conhecimento inicia-se a partir da relação entre sujeito e objeto, de forma que o contexto da vida pessoal do estudante pode ser explorado visando proporcionar significado ao conteúdo da aprendizagem. Desta forma, a contextualização do conhecimento pode ser o recurso que a escola possui para retirar o aluno da condição de espectador passivo e o cotidiano e as relações estabelecidas com o ambiente físico e social possam permitir atribuir significado a qualquer conteúdo curricular, fazendo a ponte entre o que se aprende na escola e o que se faz, vive e observa no dia a dia (BRASIL, 2002).

Interdisciplinaridade e contextualização formam o eixo organizador da doutrina curricular expressa na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (1996). Elas abrigam uma visão do conhecimento e das formas de tratá-los para ensinar e para aprender que permite dar significado integrador a duas outras dimensões do currículo de forma a evitar transformá-las em novas dualidades ou reforçar as já existentes: base nacional comum/parte diversificada, e formação geral/preparação básica para o trabalho. (BRASIL, 1998, p.50)

FAVILA e ADAIME (2013), ao realizar uma análise da contextualização na perspectiva CTSA sob a ótica de professores de Química do ensino público e particular, identificaram que seu significado no seu sentido mais amplo é pouco compreendido pela maioria dos professores, predominando uma visão limitada, onde o conteúdo é relacionado “as coisas do cotidiano” e não objetiva a formação do aluno cidadão, habilitado na tomada de decisão sob a ótica CTSA. Os autores indicaram que a maioria dos professores associou a contextualização como uma simples exemplificação dos fatos do dia-a-dia, sem o desenvolvimento de atitudes e valores para formação do cidadão crítico. Os autores citam que, mesmo havendo indicação nos documentos oficiais, recomendando que o Ensino de Ciências englobe competências de inserção da ciência e de suas tecnologias em um processo histórico, social e cultural e o reconhecimento e discussão de aspectos práticos e éticos da ciência no mundo contemporâneo (BRASIL, 2002) predomina a

visão limitada, em que apenas os fatos do cotidiano são citados. No mesmo estudo, os mesmos autores, ao questionar aos professores se consideram suas aulas de química são contextualizadas, obtiveram uma resposta afirmativa, ou seja, a maioria afirma que a contextualização está ocorrendo de maneira equivocada e segundo os seus conhecimentos prévios.

Embora CHASSOT (1994), ao analisar o papel da contextualização, tenha destacado a importância do professor compreender as diferentes visões que cada aluno tem do mundo, indicando ao professor a necessidade da construção do conhecimento ocorrer de acordo com situações vividas em seu cotidiano, DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO (2011, p. 32), afirmam que o “senso comum no ensino de Química está marcadamente presente em atividades como regrinhas e receituários; classificações taxonômicas; valorização excessiva pela repetição sistemática de definições, funções e atribuições de sistemas vivos e não vivos; questões pobres para prontas respostas igualmente empobrecidas; uso indiscriminado e acrítico de fórmulas e contas em exercícios reiterados; tabelas e gráficos desarticulados ou pouco contextualizados relativamente aos fenômenos contemplados; experiências cujo único objetivo é a “verificação” da teoria...”. Para ASSIS, SCHMIDT e HALMENSCHLAGER (2013), a utilização de uma metodologia de ensino contextualizada apresenta-se um desafio para os professores de Química da Educação Básica, consequência da falta de uma formação inicial não se preocupou com a aplicação de práticas contextualizadas e interdisciplinares. O resultado é que a metodologia de ensino utilizada pelos docentes é aquela que lhes garante maior segurança no fazer pedagógico e que mais se aproxime das reais condições que o sistema de ensino lhe oferece para trabalhar, e, por isso, há resistência a novas metodologias e iniciativas curriculares.

Desde a Reforma Francisco Campos (1931) - primeiro documento oficial sobre o currículo da disciplina de Química – existe a preocupação com a relação entre o ensino de Química e suas aplicações no dia a dia. Em termos gerais, a contextualização no Ensino de Ciências abarca competências de inserção da ciência e de suas tecnologias em um processo histórico, social e cultural e o reconhecimento e discussão de aspectos práticos e éticos da ciência no mundo contemporâneo. (BRASIL, 2002, p. 31). Entretanto, diferentes concepções de contextualização nos documentos oficiais (DCNEM, PCNEM e OCNEM) resultaram em compreensões simplificadas ou distorcidas, como ilustração ou apenas

motivação para iniciar o estudo de um assunto. Desta forma, a Química abordada no Ensino Médio, em geral, ainda acaba sendo distante da realidade dos estudantes, oferecendo pouco significado. Aspectos relacionados a aprendizagem da Química, como investigação, problematização, formulação e resolução de problemas concretos deixem de ser abordados no contexto educacional, agravando a rejeição à Ciência e dificultando o processo de ensino-aprendizagem ou como destacam DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO (2011, p. 33), um trabalho didático-pedagógico que favorece a indesejável ciência morta. Como destacado por SCHNETZLER (2002), a Educação Química tem importância singular nos processos de educação científica voltados à formação cidadã, com ampla dimensão contextual e crítica, mas tais processos não fazem parte dos processos de ensino-aprendizagem. Como consequência, a formação de indivíduos que busquem melhores condições sociais para existência humana, de maneira sustentável e consciente, e não apenas o conhecimento químico relacionado a sua vertente tecnicista, está distante da realidade das salas de aula. Para SANTOS e SCHNETZLER (2010):

[...] as novas abordagens de ensino de Química antes referidas, constituem-se como possibilidades para concretizar os objetivos educacionais propostos para este ensino, tornando-o não somente relevante para os novos alunos, mas também para nós, próprios professores de Química e para nossas escolas, reafirmando a sua importância social, hoje em dia tão questionada. Afinal, é nessa instituição social que os alunos poderão ter acesso e se apropriar de conhecimentos historicamente construídos pela cultura humana: conhecimentos químicos que lhes permitirão outra leitura do mundo no qual estão inseridos (SANTOS E SCHNETZLER, 2010, p. 64)

De maneira particular, a construção do conhecimento químico, presente nos documentos oficiais e na literatura, deveria ser desenvolvida nos ambientes de ensino com práticas metodológicas contextualizadas, como destacado por KATO e KAWASAKI (2011). Para os autores, contextualizar o ensino deveria promover a aproximação entre o conhecimento científico, o qual designam como formal, com os conhecimentos prévio trazidos pelos estudantes, de forma que

proporcione condições para a ocorrência do processo de ensino-aprendizagem, onde o conteúdo escolar se torne interessante e possa gerar a aprendizagem significativa dos conteúdos escolares. Tal processo ocorreria em estreita ligação com o meio cultural e natural, em todas suas dimensões, com implicações ambientais, sociais, econômicas, ético-políticas, científica e tecnológicas (BRASIL, 2006, p.107).

1.3 - Interdisciplinaridade

Visando à melhor compreensão da interdisciplinaridade na prática de ensino, faz-se necessário compreender a utilização do conceito de disciplina, como destacado por FAZENDA (1999, p. 66). Disciplina, segundo MORIN (2002), é um modo de sistematizar e de demarcar, definindo um conjugado de procedimentos metodológicos, um aporte de conhecimentos que são organizados para serem apresentados aos estudantes, alicerçado em um rol de artifícios didáticos e metodológicos para a processo de ensino-aprendizagem e da avaliação ao final das atividades.

A organização disciplinar foi instituída no século XIX, notadamente com a formação das universidades modernas; desenvolveu-se, depois, no século XX, com o impulso dado à pesquisa científica; isto significa que as disciplinas têm uma história: nascimento, institucionalização, evolução, esgotamento, etc.; essa história está inscrita na da Universidade, que, por sua vez, está inscrita na história da sociedade; (MORIN, 2002, p. 105)

Entretanto, como alertado também por MORIN (2000, p. 45), tal proposta, baseada em um modelo sistematizador e fragmentado cria barreiras para a aprendizagem do estudante, pois não valoriza o estímulo ao desenvolvimento intelectual, não privilegia a interpretação e resolução de problemas e não desenvolve o estabelecimento de conexões entre os conteúdos curriculares, como o autor destaca, não se pensa sobre o que está sendo estudado.

O termo interdisciplinar apareceu na Europa, especialmente na França e Itália, no início da década de 60, no contexto educacional da modernidade, quando se iniciaram as críticas ao modelo de ensino fragmentado e desconectado do cotidiano, no qual os conhecimentos passam a ser questionados em sua utilidade prática. Segundo FAZENDA (1999), a interdisciplinaridade aportou no Brasil no final da mesma década, porém, distorcida e vista como modismo ou termo a ser explorado.

Os estudos e discussões pioneiros acerca da interdisciplinaridade têm origem no começo da década de 70. Alguns foram propostos pelo filósofo e

epistemologista francês Georges Gusdorf, ao apresentar a UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) um estudo de pesquisa interdisciplinar para as ciências humanas, visando indicar as tendências básicas de pesquisa, a fim de sistematizar sua metodologia e os direcionamentos. Já no Brasil, as primeiras produções e questionamentos acerca do termo interdisciplinaridade e de sua aplicação foram de autoria de Hilton Japiassu e posteriormente por Ivani Fazenda (em sua pesquisa de mestrado, iniciada a partir de Japiassu). Destaca-se também a visão de interdisciplinaridade de Paulo Freire, através da problematização de uma situação, pela qual se desvela a realidade e a sistematização dos conhecimentos de forma integrada, movimento interdisciplinar de ensino proposto supostamente capaz de possibilitar a superação da concepção fragmentária do conhecimento. FREIRE (2013) afirma, nesse sentido, que parece que a leitura da escola se distancia cada vez mais da leitura do mundo.

Desde a década de 90, há uma retomada da evolução conceitual e prática da interdisciplinaridade na educação, ensino e formação de professores. Resultado da melhor compreensão do conceito de interdisciplinaridade, amplia-se a partir de um novo olhar sobre as ciências, diminuindo visão simplista da interdisciplinaridade, situada como resultado apenas da integração/relação entre disciplinas. Na escola, a interdisciplinaridade ganha mais sentido no movimento que vai além da busca das conexões de conteúdos entre as disciplinas visando à interação professor-aluno, aluno-aluno e escola-família, para dotar de significados os conteúdos da realidade (relação teoria/prática). O movimento de integração de conteúdo pode ser um dos primeiros passos na interação entre pessoas, condição para o desenvolvimento de atitude interdisciplinar, categoria de ação na prática interdisciplinar, como alerta a autora, Ivani Fazenda. Cinco são os princípios que, de acordo com FAZENDA (2001, p. 11), deveriam subsidiar uma prática docente interdisciplinar “humildade, coerência, espera, respeito e desapego”.

O termo interdisciplinaridade é composto por três termos: Inter – significa ação recíproca: Ação de A sobre B e B sobre A, dentre as diversas conotações que podemos lhe atribuir, tem o significado de “troca”, “reciprocidade; Disciplinar – termo que diz respeito à disciplina, do latim *discere* – aprender, de “ensino”, e “instrução”, “ciência”, *discipulus* – aquele que aprende. Outro significado para o termo *disciplinar* consiste em ordem conveniente a um funcionamento regular, submissão, subordinação a regulamento superior, adequando-se a uma

hierarquia; *dade* corresponde a qualidade, resultado ou estado da ação. Pode-se definir Interdisciplinaridade: ação recíproca disciplinar – entre disciplinas, ou de acordo com uma ordem – promovendo um estado, qualidade ou resultado da ação (AIUB, 2006). Assim como contextualização, interdisciplinaridade é um termo passível de diferentes significados, dependendo do contexto em que está inserido. Logo, a interdisciplinaridade pode ser compreendida como sendo um ato de troca, de reciprocidade entre as disciplinas ou ciências – ou melhor, de áreas do conhecimento. O conceito e o significado de Interdisciplinaridade, portanto, é de difícil definição quanto ao seu sentido de aplicação, o qual ainda está por se firmar. Este termo é e continuará sendo debatido quanto a essa definição, pois ela associa-se diretamente à vivência dos sujeitos que participam do contexto escolar, cuja experiência e vivência são muito particulares. Para FAZENDA (1993), a interdisciplinaridade proporcionaria uma mudança de atitude perante o problema do conhecimento, da substituição de uma concepção fragmentária pela unitária do ser humano.

A interdisciplinaridade é uma das características da atividade científica que tem sido de grande interesse para pesquisadores nos últimos anos. Este interesse é resultado da sinergia que ocorre nas diferentes disciplinas como consequência do aumento da complexidade dos processos científicos, que requerem a contribuição das metodologias e conhecimentos de diferentes áreas, a fim de serem mais eficientes com os diferentes recursos disponíveis no sistema científico. Nesse sentido MORIN (2005), entende que somente o pensamento complexo sobre uma realidade também complexa pode fazer avançar a reforma do pensamento na direção da contextualização, da articulação e da interdisciplinaridade do conhecimento produzido pela humanidade:

...a reforma necessária do pensamento é aquela que gera um pensamento do contexto e do complexo. O pensamento contextual busca sempre a relação de inseparabilidade e as inter-retroações entre qualquer fenômeno e seu contexto, e deste com o contexto planetário. O complexo requer um pensamento que capte relações, inter-relações, implicações mútuas, fenômenos multidimensionais, realidades que são simultaneamente solidárias e conflitivas (como a própria democracia que é o sistema que se nutre de antagonismos e que, simultaneamente os regula), que respeite a diversidade,

ao mesmo tempo em que a unidade, um pensamento organizador que conceba a relação recíproca entre todas as partes (MORIN, 2005, p. 23).

Para JAPIASSU (1976, p.74): “A interdisciplinaridade caracteriza-se pela intensidade das trocas entre os especialistas e pelo grau de interação real das disciplinas no interior de um mesmo projeto de pesquisa”. Uma prática metodológica interdisciplinar no espaço escolar envolveria diferentes abordagens a partir das disciplinas escolares visando compreender e expandir, a partir das características próprias de cada área do conhecimento, o universo de interpretações dos problemas do cotidiano, ultrapassando as fronteiras fragmentadas das disciplinas escolares. Tal prática apresenta-se como um desafio não somente ao que se refere à sua prática, mas também porque, segundo GADOTTI (1993, p.5) “O conceito de interdisciplinaridade não é unívoco e está sujeito a conflito de interpretações. E, apesar do seu desenvolvimento, ainda não se firmou como um novo paradigma”.

Ao propor uma metodologia de ensino interdisciplinar, é fundamental profunda análise de sua intencionalidade e o cumprimento dos planos de ensino, pois, como definido nos PCNEM, tal prática não extingue as disciplinas, pois mantém suas características próprias, devido a necessidade de interpretar diferentes situações através de diferentes metodologias de análise, referentes à diferentes áreas do conhecimento. Tal análise possibilita compreender que um projeto interdisciplinar não se resume a apenas a possibilidade de integração de conteúdo, mas a “compreensão das múltiplas causas ou fatores que intervêm sobre a realidade e trabalha todas as linguagens necessárias para a constituição de conhecimentos, comunicação e negociação de significados e registro sistemático dos resultados” (BRASIL, 1999, p. 76). Tal processo não visa suprimir disciplinas, mas promover uma articulação de conteúdo, destacando seu processo histórico e cultural de construção, fato essencial ao se referir às práticas do processo de ensino (Fortes, 2009). A interdisciplinaridade surge, assim, como possibilidade de enriquecer e ultrapassar a integração dos elementos do conhecimento pois atravessa todos os elementos do conhecimento, pressupondo a integração entre eles. A prática interdisciplinar apresenta-se como um movimento interrupto, criando ou recriando outros pontos para a discussão. Buscam-se novas combinações e aprofundamento sempre dentro de um mesmo grupo de informações, como destacado nos PCNEM “O conceito de interdisciplinaridade fica mais claro quando se considera o fato trivial

de que todo conhecimento mantém um diálogo permanente como os outros conhecimentos, que pode ser de questionamento, de confirmação, de complementação, de negação, de ampliação, [...]” BRASIL (2000, p.75).

As DCNEM enfatizam que o currículo deve ter tratamento metodológico que evidencie a interdisciplinaridade e a contextualização, sendo alguns dos princípios organizadores do currículo do Ensino Médio. Na resolução CEB Nº 3, de 26 de junho de 1998, que instituiu as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, em seus Artigos 6 e 8 destaca-se a importância do tratamento interdisciplinar do currículo escolar objetivando a formação cidadã:

Art. 6º - Os princípios pedagógicos da Identidade, Diversidade e Autonomia, da Interdisciplinaridade e da Contextualização serão adotados como estruturadores dos currículos do Ensino Médio.

Art. 8º - Na observância da Interdisciplinaridade, as escolas terão presente que:

I - a Interdisciplinaridade, nas suas mais variadas formas, partirá do princípio de que todo conhecimento mantém um diálogo permanente com outros conhecimentos, que pode ser de questionamento, de negação, de complementação, de ampliação, de iluminação e de aspectos não distinguidos;

II - o ensino deve ir além da descrição e procurar constituir nos alunos a capacidade de analisar, explicar, prever e intervir, objetivos que são mais facilmente alcançáveis se as disciplinas integradas em áreas de conhecimento puderem contribuir, cada uma com sua especificidade, para o estudo comum de problemas concretos ou para o desenvolvimento de projetos de investigação e/ou de ação;

III - as disciplinas escolares são recortes das áreas de conhecimentos que representam, carregam sempre um grau de arbitrariedade e não esgotam isoladamente a realidade dos fatos físicos e sociais, devendo buscar entre si interações que permitam aos alunos a compreensão mais ampla da realidade;

IV - a aprendizagem é decisiva para o desenvolvimento dos alunos, e por esta razão as disciplinas devem ser didaticamente solidárias para atingir esse objetivo, de modo que disciplinas diferentes estimulem competências comuns e cada disciplina contribua para a constituição de diferentes capacidades, sendo indispensável buscar a

complementaridade entre as disciplinas, a fim de facilitar aos alunos um desenvolvimento intelectual, social e afetivo mais completo e integrado;

V - a característica do ensino escolar, tal como indicada no inciso anterior, amplia significativamente a responsabilidade da escola para a constituição de identidades que integram conhecimentos, competências e valores que permitam o exercício pleno da cidadania e a inserção flexível no mundo do trabalho (CEB, MEC).

Na visão dos PCNEM, a contextualização e a interdisciplinaridade são apontadas como norteadoras que orientam a escola e os professores na aplicação do novo modelo de ensino onde, a partir das disciplinas, as relações interdisciplinares se estabelecem quando conceitos, teorias ou práticas de uma disciplina são chamados à discussão e auxiliam a compreensão de um recorte de conteúdo qualquer de outra disciplina e ao tratar do objeto de estudo de uma disciplina, buscam-se nos quadros conceituais de outras disciplinas referenciais teóricos que possibilitem uma abordagem mais abrangente desse objeto. A proposta apresentada para o ensino de Química nos PCNEM se contrapõe à velha ênfase na memorização de informações, nomes, fórmulas e conhecimentos como fragmentos desligados da realidade dos alunos e pretende que o aluno reconheça e compreenda, de forma integrada e significativa, as transformações químicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos em diferentes contextos. A Química pode ser um instrumento da formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade, se for apresentado como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade. Segundo MENEZES e col. (2001), os PCNEM inferem que o conhecimento químico não deve ser entendido como um conjunto de conhecimentos isolados, prontos e acabados, mas sim como uma construção da mente humana.

Destacam-se, ainda, as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) que indicam a possibilidade de se promover a interdisciplinaridade entre as disciplinas de áreas distintas, sugerindo

uma articulação entre estas áreas (BRASIL, 2002, p. 17) através do desenvolvimento de projetos disciplinares ou interdisciplinares.

Entretanto, encontram-se nos PCNs diferentes possibilidades de interpretação para interdisciplinaridade, além de outros termos como por exemplo transversalidade e transdisciplinaridade: “Através da organização curricular por áreas de compreensão da concepção transdisciplinar e matricial, [...]”(PCN – Ens. Médio,1999, p. 44), na qual se referem apenas à interdisciplinaridade como tendo uma “função instrumental” e a qual se pode recorrer como “um saber diretamente útil e utilizável para responder às questões e aos problemas sociais contemporâneos” (PCN – Ens. Médio,1999, p. 44). Pode-se, então, afirmar, em função das diferentes compreensões sobre o termo, que existem “interdisciplinaridades” e não apenas uma possibilidade de ação quando usamos essa terminologia. SANTOS, JÚNIOR e BEJARANO (2011) realizaram um levantamento na Revista Química Nova na Escola buscando práticas pedagógicas interdisciplinares entre 1995 e 2010 encontrando 29 artigos. Dentre os artigos encontrados, foi possível classificá-los em dois grupos: a interdisciplinaridade como prática construída por diversas pessoas de disciplinas diferentes (articulações envolvendo mais de um professor) e como prática realizada por um único professor, que julga e admite conhecer o conteúdo de outras disciplinas. Esta divergência, resultante do sentido polissêmico da prática interdisciplinar e da falta de clareza em algumas situações por parte dos documentos oficiais, também foi investigada por BERTI e FERNANDEZ (2007). Os autores, ao analisar referenciais teóricos e documentos oficiais da educação acerca da prática interdisciplinar também encontraram duas possibilidades: a execução a partir do professor, postura proposta por PIAGET (1978), GUSDORF (1984), PCNs (1999) e PCNs+ (2002), enquanto que JAPIASSU (1976), FAZENDA (1999), ZABALA (2002) e nas Orientações Curriculares do Ensino Médio (2006), recomenda-se que tal prática seja conduzida entre professores de diferentes disciplinas

Como destacado por LAVAQUI e BATISTA (2007), a interdisciplinaridade não pretende gerar novas disciplinas ou saberes na prática pedagógica escolar, mas deixar claro, frente a nova proposta de formação cidadã, de reunir os saberes de diversas áreas para interpretar, analisar e propor resoluções aos desafios sociais, profissionais e ambientais. Pode-se afirmar que a interdisciplinaridade se apresenta como prática útil e utilizável para a sociedade

contemporânea. O modo de interpretar a interdisciplinaridade constrói-se a partir do modo como cada um vê o mundo, da sua vivência, do seu envolvimento, etc. O caminho interdisciplinar é amplo no seu contexto e nos revela um quadro que precisa ser redefinido e ampliado. Tal constatação nos induz a refletir sobre a necessidade de professores e alunos trabalharem unidos, se conhecerem e se entrosarem para, juntos, vivenciarem uma ação educativa mais produtiva. O papel do professor é fundamental no avanço construtivo do aluno. É ele, o professor, quem pode captar as necessidades do aluno e o que a educação lhe proporcionar. A interdisciplinaridade do professor pode envolver e modificar o aluno quando ele assim o permitir. Interdisciplinaridade como um projeto de envolvimento que parte do individual para o coletivo.

Ainda que a prática interdisciplinar não corresponda a um único sentido e nem com a precisão desejada, resultado das diversas facetas que o termo apresenta, e por consequência não há clareza em uma generalização de seu conceito, o que se pode ter certeza é o caráter imperativo de aprofundar as investigações acerca de seu sentido e de sua significância no processo de aquisição dos conhecimentos, principalmente dentro do ambiente escolar. Como apontado por FAZENDA (1992, p. 49): "O valor e a aplicabilidade da Interdisciplinaridade, portanto, podem-se verificar tanto na formação geral, profissional, de pesquisadores, como meio de superar a dicotomia ensino-pesquisa e como forma de permitir uma educação permanente".

Capítulo 2 - A Prática de Ensino com elementos dos movimentos CTS e HFC

2.1 - Ensino com proposta CTS

Como destacado nos documentos oficiais que norteiam a educação brasileira, a aplicação de uma metodologia didática firmada na contextualização como estratégia de ensino pode proporcionar a aquisição de características que podem favorecer a formação do cidadão crítico. Tal característica torna-se fundamental para uma proposta de ensino de química que possa proporcionar a compreensão dos conceitos químicos aliados a atitudes e valores na formação do cidadão crítico e atuante na sociedade, como destacado por SILVA e col.(2009). SANTOS (2008), do mesmo modo, infere que o objetivo final do ensino na perspectiva CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) na educação básica deveria ser a capacitação do estudante para tomada de decisão, visando à sua atuação como cidadão letrado e inserido nas questões de sua comunidade. Entretanto, a realidade do Ensino de Ciências e, em particular, do Ensino de Química apresenta-se muito distante, como destacado por SCHNETZLER (1992); ainda hoje os processos de ensino-aprendizagem acontecem de forma meramente mecânica, caracterizando-se por uma organização de informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos ou proposições relevantes, existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, implicando uma armazenagem arbitrária de novo conhecimento. O produto desta aprendizagem se caracteriza, portanto, em memorização com um subsequente esquecimento rápido do conhecimento aprendido. Os currículos escolares continuam organizados de forma fragmentada, situação ainda mais clara nas disciplinas da educação científica, com conteúdo descontextualizado sem enfatizar relações sociais, os momentos históricos e sociais, a fim de compreender como e por que tal conhecimento surgiu numa determinada época e local. (BRITO e col., 2008).

Torna-se, portanto, necessário superar o paradigma tradicional, que apresenta o professor como centro, listas de memorização e conteúdos desprovidos de sentido. Há uma necessidade urgente de trabalharmos de maneira integrada o conteúdo das disciplinas, atribuindo significado aos conhecimentos científicos escolares. Para CHASSOT (2003), hoje não se podem mais conceber propostas para um ensino sem incluir nos currículos componentes que estejam orientados na busca de aspectos sociais e tecnológicos. Em pleno século XXI, o Ensino de Ciências não pode ser materializado em uma aprendizagem compartimentada e

fragmentada, à margem da realidade, com nenhuma relação óbvia com fenômenos naturais. Pelo contrário, a relevância do conhecimento científico exige estudantes capazes de participar de discussões científicas e participar ativamente nas questões atuais da ciência e tecnologia. Neste sentido, tentativas (ou propostas) de “reforma” curricular do Ensino de Ciências, iniciaram no final do século XX, visando à promoção da alfabetização científica e tecnológica dos alunos, numa perspectiva CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente), onde a educação ambiental direciona-se para sustentabilidade. Esta é uma educação democrática orientada, que tem sido reforçada por organizações internacionais, como exemplo a UNESCO³.

A proposta curricular de ensino CTS/CTSA corresponde a uma integração entre educação científica, tecnológica, social e ambiental, na qual os estudantes integram o conhecimento científico com a tecnologia e o mundo social de suas experiências do dia-a-dia (SANTOS, 2008). Trata-se de uma alternativa de ensino que pode proporcionar, além de uma educação de qualidade através da promoção de métodos e aprendizagem ativa ligada à ação e reflexão inerente aos projetos de desenvolvimento de ensino, a formação de um novo perfil de cidadão, com condições reais de participar democraticamente de seu período histórico através de sua capacidade de tomada de decisão, além da capacidade de projetar, desenvolver e participar de projetos. Nesta proposta, destaca-se que a produção do conhecimento (científico ou não) deve obrigatoriamente possibilitar a compreensão por parte do estudante dos contextos sociais envolvidos neste processo. Esta é uma perspectiva da educação científica que enfatiza o ensino dos desenvolvimentos científicos e tecnológicos em seus contextos culturais, econômicos, sociais e políticos, onde os alunos são encorajados a envolver questões relacionadas com o impacto da ciência no cotidiano e tomar decisões responsáveis sobre como abordar tais questões. A utilização de um enfoque que valorize aspectos do movimento CTS pode proporcionar aos próprios estudantes condições para construir o seu próprio entendimento dos conceitos, unindo suas experiências de vida com o mundo natural em função do desenvolvimento científico com o mundo construído pelo homem em termos de tecnologia. Graças ao caráter contextualizado, os temas abordados neste enfoque com os estudantes permitem a construção de seus conceitos e relações de forma contínua e participativa, estimulando o protagonismo. Um estudo realizado por

³< <https://sustainabledevelopment.un.org/focussdgs.html>> Acesso em 12 fev. 2016

ROY (2000) concluiu que a abordagem de temas ligados a esse movimento proporcionaria aos estudantes o conhecimento sobre determinados temas relacionados à ciência e tecnologia com um nível mais elevado de consciência; capacitaria aos estudantes analisar e correlacionar temas relacionados à ciência e tecnologia; aumentaria o entendimento de como a tecnologia afetaria a vida social e de que maneira elas se correlacionam; o ensino científico com enfoque CTS não proporcionou apenas aos estudantes maior interesse em estudar temas científicos, mas também em qualquer campo relacionado.

O início do movimento CTS remete ao final dos anos 60, visando proporcionar uma nova forma de compreensão da ciência e da tecnologia, bem como suas inter-relações com a sociedade e a forma como ela vem sendo construída como destacado por RICARDO (2007). Para o autor, a Educação CTS ou CTSA e a ACT (Alfabetização Científica e Tecnológica) apresentam-se como propostas mais próximas e articuladas com as três grandes competências contidas nas Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares, os PCN+ (BRASIL, 2002), a saber: representação e comunicação, investigação e compreensão, contextualização sociocultural. Tanto a proposta contida nos PCN+ quanto a do ensino CTS propõem o protagonismo do estudante, como ser ativo do processo de aprendizagem, que poderá utilizar os conhecimentos adquiridos para opinar em decisões sociais e políticas, participando dos debates vigentes como cidadão crítico e também explicar o funcionamento do mundo, bem como planejar, executar e avaliar as ações de intervenção na realidade (BRASIL, 2002). Tal proposta de ensino pode proporcionar ao estudante melhor compreensão das dimensões técnicas e sociais da ciência e da tecnologia, ajudando-os se tornarem cidadãos críticos e melhor informados a respeito de nossa sociedade de alta tecnologia e também desenvolverem o seu pensamento crítico interdisciplinar, capacidade de pesquisa e habilidades de comunicação. O ensino CTS favoreceria o processo de ensino-aprendizagem no qual os alunos florescem intelectualmente em um ambiente em que o questionamento crítico é encorajado e as oportunidades de pesquisa são abundantes.

Destaca-se também nos PCNs+, no caderno destinado às Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, a finalidade do conhecimento científico ser abordado de forma a possibilitar o tratamento de situações reais (e portanto significativas), visando sua aplicação cotidiana e para a prática da cidadania,

demonstrando a evidente necessidade da compreensão das relações CTS no ensino: (...) Abordar Ciência e tecnologia, ética e cidadania a fim de reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania (p. 29). O documento oficial, portanto, ressalta a necessidade da formação para a cidadania como uma das competências e objetivos do ensino, sentido somente observado em ambientes democráticos. Desse modo, dentre os vários problemas e desafios apresentados para o ensino e a aprendizagem na área de ciências, fica evidente que a falta de interesse dos alunos em sala de aula, se deve, dentre a outros fatores, aos currículos defasados e a falta de interações e enfoque CTS. Para reverter tal quadro, enfatiza-se a necessidade de despertar no aluno a curiosidade, o espírito investigador, questionador e transformador da realidade para que aprenda a buscar a solução dos seus problemas e aplicá-los na prática diária (PINHEIRO, SILVEIRA e BAZZO, 2007).

MARCONDES e col. (2009) destacam a importância da utilização da abordagem CTS objetivando a nova concepção do Ensino de Ciências e o (novo) perfil desejado para o estudante (e cidadão, inserido no contexto histórico-cultural). Os conteúdos abordados nas aulas de química, por exemplo, devem habilitar os indivíduos atingir o conhecimento adequado para viver no ambiente tecnológico moderno. As relações CTS devem permitir aos alunos reconhecer seu ambiente e condição tecnológica, compreendendo suas contribuições para a sociedade e prevenindo os possíveis danos que poderiam causar. Esta abordagem, relacionada ao processo de ensino e aprendizagem, pode permitir que os alunos estabeleçam mais conexões com os temas, aumentando sua interação durante a aula e criando um ambiente de estudo centrado no aluno e não no professor. Como destacam os autores:

É papel da escola desenvolver nos estudantes o pensamento crítico, permitindo a sua imersão não apenas nos aspectos conceituais da ciência, mas possibilitando estabelecer relações destes com outros de natureza social, política, econômica e ambiental, integrando a aprendizagem da ciência com as questões problemáticas do meio em que estão inseridos. A introdução da abordagem CTS nas aulas de ciência possibilitaria romper com a imagem neutra da ciência, podendo promover o interesse pela Ciência, melhorar o nível de criticidade, ajudando na resolução de problemas de ordem

pessoal e social, permitindo maior consciência das interações entre ciência, tecnologia e sociedade contribuindo para o envolvimento mais atuante do aluno nas questões de ordem, social, políticas, econômicas, ambientais etc. (MARCONDES e col., 2009, p. 282).

Nesta perspectiva, uma proposta de ensino contextualizada obrigatoriamente deve empregar uma abordagem integrada, com enfoque CTS, como estratégia para o processo de ensino e aprendizagem, visando o desenvolvimento do estudante e formação do cidadão crítico. Em outras palavras, significa partir dos problemas reais incluídos nas perspectivas dos estudantes, em vez de começar com os conceitos básicos e processos. De acordo com YAGER (1996, p. 10), CTS significa "lidar com os alunos em seus próprios ambientes e com seus próprios quadros de referência". O processo de ensino e aprendizagem têm seu início com os próprios estudantes e suas questões, utilizando recursos disponíveis no sentido de resolver problemas e avançando para tomada de decisões reais, individuais ou coletivas. Tal proposta alinha-se com aquelas manifestadas nos documentos oficiais que norteiam o Ensino de Ciências e principalmente o Ensino de Química, pois, além de proporcionar a compreensão dos conceitos químicos, desenvolveria atitudes e valores na formação do cidadão crítico atuante na sociedade (SILVA, 2009). Como destacado por SANTOS e SCHNETZLER (2003) "A cidadania vai além de ensinar química, pois, a "questão da cidadania é muito mais ampla, englobando aspectos da estrutura e do modelo de organização social, política e econômica". O discurso de SANTOS (2008) também caminha neste sentido, em que o objetivo final do ensino na perspectiva CTS na educação básica é capacitar o aluno, que mais tarde será um cidadão letrado, na tomada de decisão e na participação da solução das questões locais de sua comunidade.

Adotar a educação com enfoque CTS como uma concepção de ensino permite que outras abordagens presentes na pesquisa da área de Educação em Ciências, como o ensino por investigação e o enfoque histórico-filosófico (proposta de ensino utilizando História e Filosofia da Ciência – HFC), por exemplo sejam utilizadas em determinados momentos do processo. Objetivando uma formação humana integral, surge a necessidade de se articular, juntamente com os componentes curriculares, questões referentes ao mundo do trabalho, ciência, tecnologia e cultura. Destaca-se nos PCN+, dentre as competências a serem

desenvolvidas em Química, na contextualização sociocultural, a inserção do conhecimento disciplinar nos diferentes setores da sociedade, suas relações com os aspectos políticos, econômicos e sociais de cada época e com a tecnologia e cultura contemporâneas. Desta forma, a organização dos conceitos a serem ensinados devem partir de sua relação com temas de natureza sociocientíficas (atuais), como: uso de recursos naturais (água, solo, minérios); produção e uso de energia (usinas, fontes renováveis); questões ambientais (lixo, poluição, aquecimento global); saúde pública (drogas, doenças, saneamento); processos industriais e tecnológicos; fome e alimentação da população; aspectos ético-sociais (guerra tecnológica, substâncias perigosas, manipulação genética) (BRASIL, 2002). Tais questões sociocientíficas devem permitir discussões que envolvam aspectos relacionados à interação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, processos tecnológicos, temas sociais relativos à ciência e à tecnologia, aspectos filosóficos e históricos da Ciência e aspectos sociais de interesse da comunidade científica, além da inter-relação destes itens, possam ser abordados no processo de ensino e aprendizagem. A abordagem, segundo um enfoque CTS, pode proporcionar uma “ponte” entre aspectos desejáveis a sociedade, visando a uma formação humana integral e aspectos relevantes à formação do cidadão, capaz de discutir temas que envolvam ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (Figura 2.1).

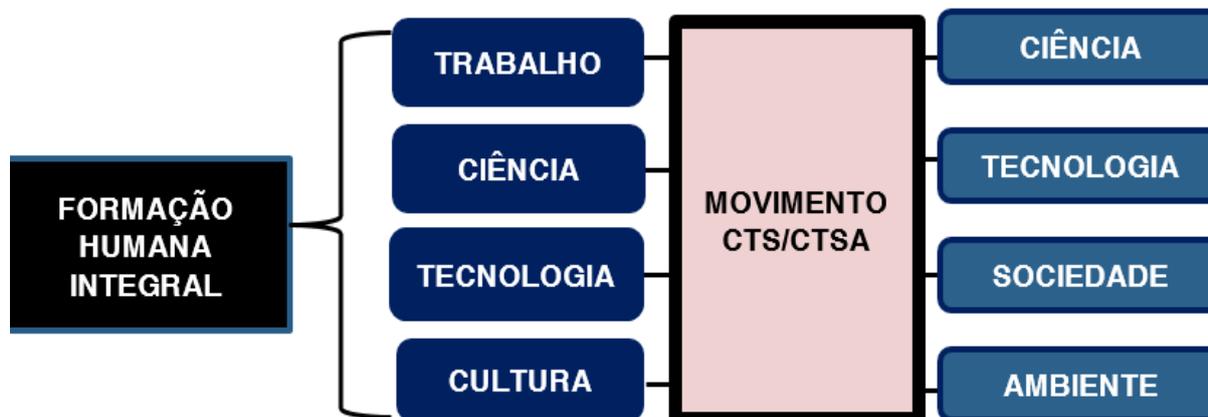


FIGURA 2.1 - Relação entre CTS/CTSA e a formação humana integral

Fonte: elaborado pelos autores (2017).

Os professores de Ciências são a chave mais importante no deslocamento em direção a educação com enfoque CTS. Para uma mudança bem-sucedida ocorrer, há a necessidade do professor de Ciências ter uma compreensão muito completa sobre o que é esta proposta de ensino e a sua filosofia por trás, além

da necessidade de apoio, ajuda e colaboração de outros docentes e sujeitos envolvidos no processo educativo. Se, por um lado, o ensino com enfoque CTS pode proporcionar o aumento do interesse, a motivação e a participação dos professores e também o comportamento na sala de aula, as habilidades de colaboração e o pensamento crítico e baseado em problemas por parte dos estudantes, por outro lado, há a necessidade de uma estrutura adequada, o preparo das questões problematizadoras e o compromisso necessário por todos os envolvidos neste processo também representam um grande desafio. A própria formação da maioria dos professores, a partir de um paradigma tradicional e fragmentado de ensino representa um desafio a esse tipo de abordagem, pois tal formação caracteriza-se na maioria das vezes como uma relação vertical professor-aluno, ao invés da participação integral dos estudantes em todas as etapas do processo educacional. As ideias e crenças dos professores sobre educação CTS influenciam diretamente seus comportamentos em sala de aula; conseqüentemente, caso as ideias dos docentes forem contrárias ou negativas para o Ensino de Ciências a partir de uma abordagem CTS, muito provavelmente o projeto fracassará, por melhor que seja a proposta de trabalho.

O Ensino de Ciências, dentro do paradigma de ensino com enfoque CTS, é resultado do desafio de estudantes e professores a trabalhar cooperativamente juntos, ou de sugestões oferecidas pelos alunos com base em seus interesses e questões de vida, confrontando-os. Então, é muito importante a considerar visualizações, interesses e atitudes dos alunos ao desenvolver o currículo de Ciências.

2.2- Ensino utilizando o enfoque HFC

O Ensino de Ciência e em particular, o Ensino de Química, como apresentado anteriormente, apresenta, em grande parte dos ambientes escolares, pouca referência ao contexto do estudante: não se articula com as demais áreas, é tratado sob a forma de ensino dogmático na qual se perpetua a ideia de que cientistas produzem verdades absolutas, sem interesses sociais e econômicos; o livro didático é considerado como o definidor de currículos, promovendo em muitos casos uma visão distorcida da ciência. Como destacado por OKI e MORADILLO (2008), a utilização da HFC, e em particular a História da Química (HQ), pode contribuir para que os estudantes adquiram uma imagem da ciência mais contextualizada, proporcionando o aprendizado significativo de conceitos químicos e adquirir concepções menos simplistas e mais contextualizados sobre a natureza da ciência (p. 68). A percepção de que descobertas e invenções são moldadas por forças históricas e, por sua vez, influenciam valores, aspirações, eventos e instituições, moldando o curso da história, contribuem para destacar a importância da utilização de tópicos da HFC dentro da prática de ensino. SCHNETZLER (*apud* BELTRAN, 2013, p. 69) destaca que:

Mesmo com relação ao conhecimento ou domínio de conteúdo a ser ensinado, a literatura revela que tal necessidade docente vai além do que habitualmente é contemplado nos cursos de formação inicial, implicando conhecimentos profissionais relacionados à história e filosofia das ciências, a orientações metodológicas empregadas na construção de conhecimento científico, as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, e perspectivas do conhecimento científico (BELTRAN, 2013, p. 69).

ERTHAL e LINHARES (2009) citam que, para alguns autores, a utilização da HFC em sala de aula deve estar vinculada a uma proposta de ensino CTS, com a finalidade de evitar visões distorcidas da ciência e dos cientistas. Citando OBREGÓN (1996), os autores destacam que o conhecimento da História da Ciência (HC) auxilia no desenvolvimento de espírito crítico, de análise e de atitude, crucial para o estabelecimento do pensamento científico.

Tratando-se de um campo de caráter interdisciplinar, envolvendo a interação da ciência e da tecnologia com a sociedade e a cultura, a utilização da História da Ciência na prática de ensino torna-se relevante para todas as áreas do conhecimento, desenvolvendo a habilidade de resolução de problemas e a capacidade de se adaptar às mudanças na ciência e na tecnologia, partindo de situações problematizadas em questões atuais. Abrange um amplo espectro social e não apenas acadêmico, permitindo a construção de coalizões, a conscientização de problemas do passado e do presente, fazendo-se necessário o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão, de forma responsável, visando à adoção de medidas (demonstrar, litigar, educar, legislar, etc.). Para BERNAL (1969, p. 31): “A Ciência é muito mais que a simples soma de fatos, leis e teorias conhecidas; é uma descoberta contínua de novos fatos, leis e teorias, criticando e muitas vezes destruindo tanto como constrói”.

Para BROTONS (*apud* CASTRO, 1993, p. 6), no final do século XIX e início do século XX, inicia-se maior atenção às relações entre a HC e o Ensino de Ciências. Considera-se que a utilização de elementos da HC na prática de ensino tivera seu início na Universidade de Harvard, por J. B. Conant, (1957) com estudos com alunos da área de humanidades acerca de casos históricos importantes para o desenvolvimento da ciência e suas implicações filosóficas e sociais. Na mesma Universidade, iniciou-se também o *Harvard Project Physics*, destacando-se a publicação do *The Project Physics Course* (1970). O projeto foi centrado na Universidade de Harvard, mas contou com a participação de escolas e educadores de todo o país. Os diretores deste projeto foram F. James Rutherford, coordenador do projeto (e após a conclusão do projeto, professor de educação científica na Universidade de Nova York), Gerald Holton, professor de física e de história da ciência na Universidade de Harvard e Fletcher G. Watson, professor de educação científica na *Harvard Graduate School of Education*. Foi um projeto de desenvolvimento curricular nacional visando desenvolver um programa de Ensino de Ciências, destacando-se o ensino de física nas escolas secundárias (alunos na faixa dos 16 a 18 anos) dos Estados Unidos durante a era da Guerra Fria, contemplando uma abordagem que trazia elementos da HC. O projeto foi ativo de 1962 a 1972 e produziu a série de textos *Project Physics*, que foram utilizados nas salas de aula de física nas décadas de 1970 e 1980 (SOLBES e TRAVER, 1996, p. 104).

A importância da utilização de elementos da HC para a aquisição de conhecimentos científicos tem sido descrita na literatura nas últimas décadas (OKI e MORADILLO, 2008, p. 68). Algumas das contribuições são salientadas por MATTHEWS (1995):

...humanizar as ciências e aproximá-las mais dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos; tornar as aulas mais estimulantes e reflexivas, incrementando a capacidade do pensamento crítico; contribuir para uma compreensão maior dos conteúdos científicos; melhorar a formação dos professores contribuindo para o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, isto é, a um melhor conhecimento da estrutura da ciência e seu lugar no marco intelectual das coisas (MATTHEWS, 1995, p. 164).

MARTINS (1993) defende que a utilização da HC permite mostrar, através de acontecimentos da história, o processo pode criar condições para que haja tanto a aquisição do conhecimento científico quando a percepção dos processos temporais de construção destes conceitos e, desta forma, pode-se perceber que não se trata de um fenômeno contínuo, linear e ausente de dúvidas. Para o autor:

As alterações históricas são lentas, graduais, difusas; são um trabalho coletivo; é difícil ou impossível caracterizar em uma só frase ou palavra o que foi uma determinada mudança; e há estreita correlação entre acontecimentos históricos de diferentes tipos (MARTINS, 1993, p. 74).

MARTINS *apud* QUINTAL e GUERRA (2009) aponta que a proposta de inserção da HC não visa substituir o Ensino de Ciências, mas a aplicação adequada de alguns episódios históricos e seus contextos podem permitir a compreensão das inter-relações CTS/CTSA, com a finalidade da formação do novo sujeito histórico dotado de compreensão dos fatos em uma perspectiva da ACT, como recomendado na literatura e nos documentos oficiais:

...a história da ciência não pode substituir o ensino comum das ciências, mas pode complementá-lo de várias formas. O estudo adequado de alguns episódios históricos permite compreender

as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade, mostrando que a ciência não é uma coisa isolada de todas as outras, mas, sim faz parte de um desenvolvimento histórico, de uma cultura, de um mundo humano, sofrendo e influenciando por sua vez muitos aspectos da sociedade (p. 22)

A HC é considerada como facilitadora e produtora da ACT na visão de CHASSOT (2000). Sua utilização como estratégia de ensino pode auxiliar a combater a visão distorcida que a sociedade possui da Ciência e da atividade científica, quando utilizada em uma perspectiva sócio-histórico-cultural, graças a percepção de que tais atividades são exercidas por seres humanos, com aparelhos e instrumentos nem sempre perfeitos. Sua utilização pode possibilitar alteração do senso comum que considera o conhecimento científico como puramente algorítmico, exato, descontextualizado, não inserido em um contexto histórico, linear, cumulativo, exclusivamente analítico, elitista, individualista, e socialmente neutro. Chassot, entretanto, adverte que a História não pode ser considerada como um acessório ou ferramenta para promover a ACT, pois, segundo o autor, por si só têm importância fundamental na prática de ensino. Como citado por ele também, não se pode ensinar a HC a quem não possui o mínimo de ACT, ou seja, as duas áreas são dependentes entre si. Do mesmo modo TRINDADE e col. (2010) argumenta sobre a inserção da HC pelos professores durante as situações de ensino e aprendizagem que podem contribuir para que seu aluno compreenda a ciência como produto da atividade humana, provisória e não como um conhecimento formado por descobertas científicas isoladas, pois como caracteriza MORTIMER (2002, p.30) "o uso de episódios e explicações que foram válidas em épocas passadas daria a oportunidade ao aluno de verificar a existência de modelos e explicações que já foram superados e que se aproximam de suas próprias explicações ou ideias informais". Para FOUREZ (1997), faz-se necessário entender que o cientista e a própria Ciência são produções humana, social e cultural. Portanto, a educação deve permitir ao estudante conhecer como o conhecimento humano, científico e tecnológico se desenvolveram, influenciados por aspectos políticos, econômicos e sociais.

Documentos oficiais que organizam a Educação Básica brasileira, como os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), o nível de ensino em que está a disciplina de Química traz consigo uma nova proposta para

o seu ensino, pautada na contraposição à memorização de informações, fórmulas e conhecimentos fragmentados; ao contrário, pretende-se que o aluno compreenda de forma significativa e contextualizada os conhecimentos químico-científicos. (PCNEM, 2000). Como destacado por CALLEGARIO e col. (2015), os PCNEM ressaltam que os conteúdos químicos devem ser ensinados de forma criativa, explorando a vivência cotidiana e a tradição, de modo a promover mudanças nas perspectivas de mundo dos educandos e tornar a aprendizagem significativa. Acrescenta-se que a Química pode colaborar para a formação humana, estendendo sua autonomia no exercício da cidadania, quando esse conhecimento for apresentado como ciência e de forma a interpretar o mundo e alterar a realidade, relacionando o desenvolvimento histórico e tecnológico à vida em sociedade.

No Brasil, entre propostas de alterações no Ensino de Ciências e no Ensino de Química, destaca-se a utilização de práticas de ensino interdisciplinares pautadas na História da Ciência. Para GANDOLFI e FIGUERÔA (2013), o Ensino de Ciências possibilita formar cidadãos conscientes e críticos; entretanto, o ensino ainda se baseia na memorização, repetição e resolução de exercícios, portanto ineficaz e promovendo visão distorcida da ciência. Para as autoras, a formação de um estudante a partir de práticas interdisciplinares mostra-se como alternativa a proposta tradicional, atribuindo caráter autônomo e crítico ao ensino, formando um cidadão preocupado com problemas reais de caráter interdisciplinar. FAZENDA (1993) destaca que tal prática, além de socializar o conhecimento, promove ganho nas relações e na sua visão crítica. Entretanto, levantamento de GANDOLFI e FIGUERÔA (2013) de propostas de uso de HC com atividade interdisciplinar de ensino publicadas de 1993 a 2013 encontrou apenas 33 publicações. CALLEGARIO e col. (2015) buscaram artigos que dissertassem sobre o uso da HC no EQ entre 2003 e 2013 encontrando 19 publicações. Para os autores, a questão histórica, tão rica em interdisciplinaridade, ainda é vista como complementar e a aprendizagem de conceitos não participa do processo de construção do conhecimento científico. Embora uma prática pedagógica alicerçada na interdisciplinaridade tenha seu reconhecimento, sua aplicação em sala ainda é tímida.

Entretanto, visando a uma abordagem que possa promover o ensino contextualizado, mais significativo para o estudante, contribuindo para uma melhor compreensão da natureza da Ciência e, conseqüentemente, para promover a ACT

em uma perspectiva CTS/CTSA, alguns cuidados devem ser tomados. Para MARTINS (1993):

As seguintes ideias: a História é feita por grandes personagens; a História é constituída a partir de eventos ou episódios marcantes; cada alteração histórica ocorre em uma data determinada; cada fato independente dos demais pode ser estudado isoladamente. Colocados dessa maneira, qualquer pessoa vê que tais pressupostos são insustentáveis (MARTINS, 1993, p. 74).

Compreende-se, portanto, que, após avaliar as questões anteriormente mencionadas, uma abordagem contextualizada utilizando elementos da HC favorece tanto a ACT quanto a difusão dos pressupostos do movimento CTS, que, por sua vez, instrumentaliza o aprendiz, por meio de conhecimentos científicos que possam ampliar sua visão de mundo, além de despertar maior interesse pela ciência e estabelecer uma aprendizagem significativa dos conteúdos do currículo escolar, além de contribuir para a diminuição da visão distorcida da Ciência e do trabalho dos cientistas.

**Capítulo 3 - Pigmentos Inorgânicos: breve
revisão histórica de sua utilização como
material pictórico**

3.1 - Parcerias entre Ciência e Arte

Talvez tal ligação não seja tão evidente fora do mundo acadêmico, porém faz-se necessário recordar que, no princípio, os primeiros artistas também eram os cientistas e tecnólogos. Para satisfazerem suas necessidades artísticas, procuraram, selecionaram e processaram os materiais necessários para a obtenção e fabricação das tintas. O homem pré-histórico, que marcou suas primeiras impressões em um paredão de pedra, sem saber, já poderia ser considerado um investigador químico. Entretanto, mesmo se considerarmos que, desde o seu nascimento, a Arte se relaciona com a Química, somente a partir do século XVIII as novas descobertas e técnicas de análise foram utilizadas formalmente a serviço da Arte. Data de 1880 o primeiro laboratório museológico em Berlim, porém cientistas de renome ligados à Química já se debruçavam sobre questões relacionadas a Arte e a Arqueologia (FERREIRA, 1987). O físico francês Jacques-Alexandre Cesar Charles (1746-1823), conhecido pelos seus trabalhos sobre os gases e pela fórmula que relaciona a pressão e a temperatura, foi comissionado por Luís XVI a construir no Museu do Louvre um Megascópio, um instrumento ótico constituído por uma câmara escura capaz, através de uma lente maior, fazer imagens em grande escala de objetos menores, possibilitando visualização minuciosa de detalhes das obras de arte. Jean-Antoine Chaptal (1756-1832) foi o primeiro químico solicitado a colaborar com especialistas de arte para fazer um estudo químico dos pigmentos das ruínas de Pompeia (CHAPTAL, 1809), sendo autor em 1806 de "*La chimie appliquée aux arts*" (Química Aplicada às Artes, obra em 4 volumes).

Claude-Louis Berthollet (1748-1822), foi colaborador juntamente com Lavoisier da reestruturação da nomenclatura química, introdutor do conceito de equilíbrio químico além de relatar o uso do hipoclorito como descolorante e descobrir o clorato de potássio. Foi chamado em 1800 a acompanhar o estudo da obra "Virgem de Foligno" de Raphael (Figura 3.1).



Rafael Sanzio (1483-1520): *A Virgem de Foligno*, 1512.
Óleo sobre tela, 320 x 194 cm.
Roma, Pinacoteca do Vaticano.



FIGURA 3.1 - A Virgem de Foligno⁴, de Raphael; Claude-Louis Berthollet⁵

O químico francês Barão Louis Jacques Thénard (1777-1857) é um dos 72 nomes na Torre Eiffel; foi amigo e colega de trabalho de Louis Joseph Gay-Lussac (1778-1850) no *École Polytechnique*, onde realizaram investigações no campo da eletroquímica. Produziu a água oxigenada em 1818 e, decompondo o ácido bórico usando potássio fundido, descobriu o elemento boro. Pesquisou novos pigmentos estáveis e sintetizou, em 1802, o Azul de Cobalto (Azul de Thénard) $\text{CoO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, muito apreciado pelos pintores do período, como os impressionistas Renoir e Monet, e pós-impressionistas como van Gogh. É um pigmento estável e resistente à luz, compatível com todos os outros pigmentos. Foi utilizado na confecção de *A Noite Estrelada* e *Um Campo de Trigo com Ciprestes*, duas das pinturas mais conhecidas do artista holandês, criadas enquanto esteve em um asilo em Saint-Rémy-de-Provence (1889-1890). Os trabalhos foram inspirados pela vista da janela no asilo para os Alpes (Figura 3.2). Van Gogh declarou em carta a seu irmão Theodorus, em 28 de dezembro de 1885 (mais conhecido por seu apelido familiar Theo), “Cobalt [blue] is a divine colour and there is nothing so beautiful for

4

<[https://en.wikipedia.org/wiki/Madonna_of_Foligno#/media/File:Madonna_di_Foligno_\(Raphael\)_September_2015-1a.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Madonna_of_Foligno#/media/File:Madonna_di_Foligno_(Raphael)_September_2015-1a.jpg)> Acesso em 27 nov. 2017

5 <https://en.wikipedia.org/wiki/Claude_Louis_Berthollet#/media/File:Berthollet_Claude_Louis.jpg> Acesso em 27 nov. 2017

putting atmosphere around things" (cobalto (azul) é uma cor divina e não há nada tão bonito para criar uma atmosfera ao redor das coisas) (GELDOF e STEYN, 2013).



FIGURA 3.2 - A Noite Estrelada (*The Starry Night*)⁶ e a Um Campo de Trigo com Ciprestes (*Wheat Field with Cypresses*), de Vincent van Gogh

Já o eminente físico e químico Michael Faraday (1791-1867), em 1850, fez um estudo de solventes sobre óleos e resinas, visando à sua aplicação em Arte, objetivando orientar o *National Gallery* em Londres na limpeza e proteção de suas obras. Neste período, a atmosfera do centro de Londres encontrava-se intensamente poluída e em 1850 e 1853, a Câmara dos Comuns nomeou comissões para examinar os efeitos desta poluição nas coleções da Galeria, sendo que o eminente cientista Michael Faraday foi consultado. Ele observou que "não tinha dúvida de que uma pessoa de conhecimento químico competente e um pouco familiarizado com pinturas de períodos antigos e modernos pode ser um valioso empregado em averiguar tais questões".

O físico alemão Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923), em novembro de 1895, abriu novos horizontes para o estudo e conservação das obras de arte ao descobrir os raios-X, descoberta que o levaria a ser agraciado com o primeiro prêmio Nobel de Física em 1901. Diferentes técnicas são usadas hoje na Arte e na Arqueologia, como a Radiografia de raios-X, Fluorescência de raios-X (FRX) e a Difração de raios-X (DRX), ferramentas para investigações não-destrutivas de objetos de Arte e Arqueologia. A radiografia de raios-X, por exemplo, é uma técnica-padrão amplamente utilizada e aceita pelos historiadores da Arte, arqueólogos,

⁶ <https://en.wikipedia.org/wiki/The_Starry_Night#/media/File:Van_Gogh_-_Starry_Night_-_Google_Art_Project.jpg> Acesso 27 nov. 2017

curadores e conservadores, permitindo obter informações sobre o processo de fabricação e a condição de um objeto sem "tocar" o artefato. FRX e DRX permitem determinar, de forma não-destrutiva, a composição dos materiais e também determinar a estrutura dos componentes químicos, de forma a reunir informações que possibilitam elucidar técnicas de preparo e aplicação das camadas pictóricas. A aplicação de técnicas analíticas, inicialmente desenvolvidas no campo da ciência dos materiais, de objetos de Arte e Arqueologia dá aos historiadores a possibilidade de obter informações sobre a composição de tais objetos e fornece algumas repostas sobre onde, quando ou por quem tal artefato foi feito. Além disso, as investigações podem ajudar a compreender a forma de fabricação de artefatos e, portanto, o modo de vida das culturas estudadas. As investigações também são importantes e, indispensáveis para projetos de conservação, reconhecimento de técnicas de pintura, elucidar o contexto da criação da obra de arte e até mesmo para a identificação de falsificações. Somente através de uma análise por raios-X foi possível a descoberta de uma senhora escondida na obra de Courbet "O homem ferido"; o artista possuía um talento tão grande que foi capaz de fazer alterações em uma pintura com 10 anos de idade sem criar discrepâncias sobre o efeito final, fazendo com que estudiosos levassem décadas para descobrir essas mudanças - e apenas com o uso da tecnologia de raios-X (Figura 3.3).



FIGURA 3.3 - *The Wounded Man*⁷, de Gustave Courbet

⁷ <[https://en.wikipedia.org/wiki/The_Wounded_Man_\(painting\)#/media/File:The_Wounded_Man.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/The_Wounded_Man_(painting)#/media/File:The_Wounded_Man.jpg)> Acesso 27 nov. 2017

3.2 - Os Pigmentos Inorgânicos

Primeiramente, faz-se necessário caracterizar o significado, do ponto de vista químico, do termo pigmento, o principal responsável pela cor de uma pintura (ou de uma tinta, em um contexto mais amplo). Podendo ser de origem natural ou sintética, pigmento refere-se a uma substância química (geralmente inorgânica) que é insolúvel no veículo de aplicação (aglutinante), por exemplo, óleos e a gema do ovo. Os corantes, por sua vez, são associados a substâncias predominantemente orgânicas, sendo solúveis em seus respectivos solventes de aplicação, com uso mais voltado ao tingimento de fibras têxteis. Os corantes também podem ser utilizados em pintura, porém associados a um material insolúvel, geralmente um pigmento branco transparente como suporte (laca), como o carbonato de cálcio. A primeira utilização do termo pigmento inicia-se em 1881, enquanto que o uso do termo corante desde 1862 (CRUZ, 2007). Anteriormente, quase que como senso comum, ambos os termos eram substituídos por cores, referindo-se, porém, à tinta em vez de os constituintes químicos do material.

Os pigmentos ditos naturais são de origem mineral e obtidos diretamente da natureza, passando apenas por processos físicos de obtenção e purificação (moagem, peneiramento, lavagem, etc.). Já os artificiais são aqueles que resultam de um processo químico de obtenção, ou seja, através de reações químicas. É interessante notar que, desde o início, a utilização dos pigmentos pelo homem fez uso tanto de naturais quanto de artificiais. Evidências científicas apontam para o aquecimento de ocres amarelos para a obtenção, por desidratação, de ocres vermelhos (ocres correspondem a misturas de sílica e argila, e sua cor varia em função do teor de óxido de ferro e do grau de hidratação), além da obtenção do pigmento negro de fumo através da queima da madeira. No Egito Antigo, foi produzido o azul egípcio, um silicato de cálcio e cobre ($\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$), através do aquecimento e reação de uma mistura de um sal de cálcio (carbonato, sulfato ou hidróxido – componentes do natrão, utilizado no processo de mumificação), um composto de cobre (óxido ou a malaquita) e areia (sílica). Após o período correspondente ao Império Romano, o azul egípcio não foi mais utilizado, porém houve uma retomada no interesse no século XIX em investigar como era fabricado, sendo até objeto de investigação de Sir Humphry Davy em 1815.

Os pigmentos são formados por substâncias pertencentes às diferentes classes químicas (funções inorgânicas) como óxidos, sulfetos, carbonatos, cromatos, sulfatos, fosfatos e silicatos de metais. Muito raramente podem ser utilizados em sua forma elementar, por exemplo o ouro e o alumínio (pigmentos metálicos) (PEREIRA e col., 2007). São os pigmentos a matéria-prima da pintura e da arte; partículas insolúveis que dão cor e cobertura sobre a superfície que são aplicadas, proporcionando, além da qualidade estética, proteção para o material.

3.3 - Pré-História: a Arte expressa em ocres e carvão

Seja nas mais antigas pinturas conhecidas da gruta de Chauvet Pond'Arc ou nas famosas cavernas de Lascaux e Altamira, a paleta de cores do homem que viveu nestes períodos restringiu-se à utilização de um número bastante limitado de cores, como o pigmento preto obtido da calcinação da madeira (constituído basicamente por Carbono, conhecido como negro de fumo), ossos e marfim (constituído por carbono e $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), chamado de negro de osso ou negro de marfim), fato que possibilitou sua datação através de C-14, além da comparação com artefatos encontrados na mesma camada geológica. Tons de vermelho, amarelo e marrom decorrentes dos minerais hematita ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), óxidos de manganês a partir da pirulose (MnO₂, negro de manganês), goetita ($\alpha\text{-FeOOH}$ – Figura 3.4), além do branco obtido da argila micácea completam a lista, na qual poderiam constar também corantes orgânicos, mas, provavelmente, em decorrência das intempéries, estes não resistiram até os dias atuais. A água foi o veículo de aplicação e o pigmento podia ser pulverizado a partir da boca ou pintado sobre a superfície usando os dedos como escovas. A palavra "ocre" vem da palavra grega Ochros, que significa amarelo. A substância química responsável pela cor é o de óxido férrico mono-hidratado, $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, encontrado misturado com sílica e argila. A moagem e lavagem produzem o pigmento, que é, essencialmente, argila amarela, sendo o ocre vermelho produzido por aquecimento do amarelo para eliminar a água e produzir o óxido férrico anidro. Com controle do processo de aquecimento, é possível produzir uma gama de amarelos quentes para o vermelho brilhante, este último encontrado naturalmente em regiões vulcânicas, onde a atividade térmica causou a desidratação naturalmente. São pigmentos de baixo custo, com boa

capacidade de cobertura e sua cor tem excelente permanência, sendo utilizados desde a pré-história, por toda a Idade Média e Renascimento por artistas como Michelangelo e Rembrandt, chegando até os dias atuais.



FIGURA 3.4 - Mineral Goetita, fonte de pigmento amarelo

Fonte: arquivo pessoal do autor

Usando técnicas de análise como microscopia eletrônica de varredura (SEM), espectrometria de raios-X e análise elementar, especialistas conseguiram obter informações valiosas sobre a forma que estes pigmentos foram utilizados: a granulometria encontrada (10 a 30 μ m) indica um processo de moagem, com bom grau de homogeneidade, indicando a seleção de materiais e a presença sistemática de pequenos grãos de quartzo. Estas evidências podem indicar que houve receitas de preparação destes pigmentos. Aglutinantes orgânicos também foram utilizados, porém, devido a sua degradação, não foi possível identificá-los. Destaca-se também que, em especial, as pinturas encontradas em Chauvet Pond'Arc representaram um marco, pois alteram a concepção do nascimento e evolução da Arte. Além da altíssima qualidade gráfica dos desenhos nas pinturas (com os recursos de sombreamento e perspectiva), o que mais tem impressionado os investigadores é a sua idade. Estudos confirmaram que as pinturas murais da gruta Chauvet têm mais de 30 mil anos de idade, o que faz delas as mais antigas representações artísticas da Humanidade. As pinturas mais antigas que eram conhecidas como as de Altamira e Lascaux, têm assim metade da idade das de Chauvet. Para atingir este nível, muito provavelmente a pintura já era praticada desde o Paleolítico Superior, ou seja, por volta de 90.000 anos atrás. Entretanto, tais indícios ainda não foram encontrados ou não se conservaram para confirmar esta hipótese. Nas pinturas da Figura 3.5 de Chauvet Pond'D'Arc destacam-se o Rinoceronte voltado para a direita datado com aproximadamente 32.410 anos e o Rinoceronte voltado para o lado esquerdo com

30.940 anos, enquanto que os cavalos apresentam altíssima qualidade artística, levando-se em conta o período em que foi produzido.



FIGURA 3.5 - Pinturas de Chauvet Pont'D'Arc⁸

3.4 - Pigmentos no Egito Antigo: Química e Arte para a Eternidade

A paleta do artista egípcio antigo foi consideravelmente maior do que em tempos pré-históricos. Além desse fato, neste período, também foram criados novos métodos de pintura que possibilitaram a decoração de túmulos e muros por meio da aplicação de novos pigmentos. Uma das técnicas mais empregadas no período foi a do afresco, que consiste em pintar sobre gesso enquanto ele ainda está molhado. Outra técnica bastante empregada foi a de tempera, método provavelmente desenvolvido pelos babilônios e passado para os egípcios. A pintura têmpera tradicional consiste em uma técnica onde o pigmento é aplicado utilizando como aglutinante gema de ovo, a qual pode ter sido adicionado um pouco de vinagre.

A Arte vigente no Egito Antigo, compreendida entre o período pré-dinástico até o domínio romano (entre 4500 a.C. e 359 d.C.), introduziu novos pigmentos, incluindo as cores verde e azul (que por algum motivo ainda não elucidado e/ou compreendido não fizeram parte das pinturas da pré-história), alguns pigmentos brilhantes e até mesmo pigmentos sintéticos produzidos sistematicamente pelo homem, como o Azul Egípcio. Estes pigmentos naturais podem ser classificados conforme sua cor, destacando-se:

a) Pigmentos Verdes

- A Malaquita, um carbonato básico de cobre de fórmula $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$ (Figura 3.6) foi extensamente utilizada em pintura desde a 4ª Dinastia no Egito até os

⁸ <<http://www.cavernedupontdarc.fr/>> Acesso em 20 out 2016

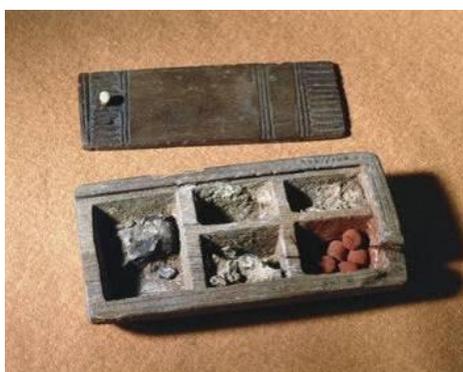
séculos XV e XVI d.C. no período da Renascença (CABRAL, 1997). Diversas civilizações antigas deixaram registros de preparos e técnicas para a proteção dos olhos contra doenças.



FIGURA 3.6 - Mineral Malaquita

Fonte: arquivo pessoal do autor

Na Figura 3.7 destacam-se, entre os vários artefatos do túmulo de Tutancâmon (destinados a acompanhar o Rei Tut em sua jornada para a vida após a morte), uma caixa de pintura pequena, contendo auripigmento, ocre vermelho e malaquita; na imagem inferior, pode-se observar um dos cartões de anotação de Howard Carter descrevendo a descoberta de pequena quantidade de Ouripigmento amarrado em um pequeno pedaço de linho. Os Egípcios utilizavam, além do conhecido Kohl, de cor preta, (mistura constituída, dentre outros materiais, sulfetos de chumbo e antimônio), principalmente as mulheres egípcias usavam malaquita (Figura 3.8) e óxido de cobre para pintar as pálpebras (MAHMOOD e col., 2009).



620-86 (from under 507)

Natural yellow sulphide of arsenic (orpiment)
It has been ~~found~~ tied up in small piece of linen (or bag), but this has
largely disintegrated and only pieces are left.
The material is very typical; part is in small lumps and part in
powder.
The material was mixed with dust & dirt from the floor which
was ^{well} sifted & picked out as far as possible.

FIGURA 3.7 - Artefatos do túmulo de Tutancâmon⁹

⁹ <<http://www.griffith.ox.ac.uk/discoveringtut/>> Acesso em 20 out 2016

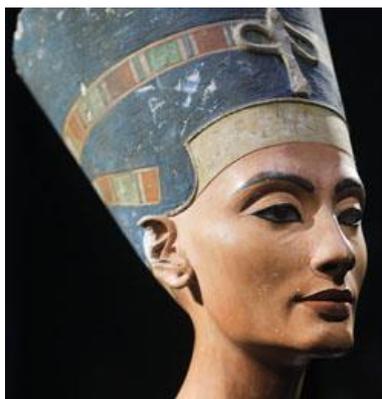


FIGURA 3.8 - Maquiagem nos olhos (*Kohl*) usada pela rainha Nefertiti¹⁰

Os antigos egípcios utilizavam Azurita para o azul, Malaquita para o verde, Cinábrio e Ocre para o vermelho. Na imagem, a maquiagem nos olhos (*Kohl*) usada pela rainha Nefertiti e outros antigos egípcios se baseava na crença de seu poder de cura, evocando a proteção dos deuses Hórus e Ra, capazes de afastar doenças. A composição à base de chumbo usada pelos egípcios possuía propriedades antibacterianas que ajudavam a prevenir infecções comuns na época.

- Plancheíta, $\text{Cu}_8\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, cujo nome é uma homenagem a J. Planche, pesquisador de minerais na África que o descobriu em 1908;
- Sampleíta ($\text{NaCaCu}_5(\text{PO}_4)_4\text{Cl} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$);
- Crisocola ($\text{Cu}_{2-x}\text{Al}_x(\text{H}_{2-x}\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$).

b) Pigmentos Azuis:

- Azurita, $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$, um carbonato básico de cobre de fórmula similar à Malaquita (Figura 3.9);



FIGURA 3.9 - Mineral Azurita

Fonte: arquivo pessoal do autor

- Lazurita, $\text{Na}_6\text{Ca}_2(\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24})(\text{SO}_4, \text{S}, \text{S}_2, \text{S}_3, \text{Cl}, \text{OH})_2$ (em que o K muitas vezes pode substituir o Na), obtida a partir da rocha Lápis-Lazúli.

c) Pigmentos Amarelos:

- Jarosita, $\text{K} \cdot \text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$;

¹⁰ <https://en.wikipedia.org/wiki/Nefertiti#/media/File:Nofretete_Neues_Museum.jpg> Acesso em 27 nov. 2017

- Natrojarosita, $\text{NaFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$;
- Auripigmento, também chamado de Ouripigmento, As_2S_3 (o Auripigmento, ao longo do tempo, pode sofrer fotodecomposição e formar As_2O_3 , de cor branca, e liberar o óxido ácido SO_2 , provocando a alteração da cor de outros pigmentos ao redor) (Figuras 3.10 e 3.11).



FIGURA 3.10 - Pedaco de linho egípcio

Fonte: Petrie Museum, University College, London ¹¹

Este pedaço de linho egípcio foi pintado com negro de carbono, auripigmento e azul egípcio, durante o período Romano.



FIGURA 3.11 - Pigmento amarelo Auripigmento

Fonte: arquivo pessoal do autor

d) Pigmentos vermelhos:

- O belo e tóxico cinábrio HgS ;
- Realgar ($\alpha\text{-As}_4\text{S}_4$, Figura 3.12);



FIGURA 3.12 - Pigmento vermelho alaranjado Realgar

Fonte: arquivo pessoal do autor

e) Pigmentos brancos:

- Calcita, CaCO_3 ;
- Huntita, um carbonato de cálcio e magnésio - $\text{Mg}_3\text{Ca}(\text{CO}_3)_4$ - que resulta da alteração de rochas dolomíticas e de outras contendo magnésio;
- Gesso, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

¹¹ <<http://petriecat.museums.ucl.ac.uk/>> Acesso em 20 out 2016

Dentre outros pigmentos artificiais desenvolvidos pelos egípcios no 3º Milênio a.C., sem dúvida o que mais se destacou foi o Azul Egípcio. O pigmento é uma forma sintética do mineral cuprorivaíta, sendo que devido à extrema raridade de ocorrência natural, os egípcios dificilmente poderiam ter recolhido este pigmento da natureza (JAKSCH, H, e col., 2009). Este pigmento é um silicato de cálcio e cobre ($\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$), feito por aquecimento a cerca de 850-950°C através da mistura de um sal de cálcio (carbonato, sulfato ou hidróxido), um composto de cobre (óxido ou a malaquita), areia (sílica) e natrão (cujo principal componente, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, exercia o papel de fundente da mistura). Este foi aquecido para produzir um vidro colorido (ou frita) e moído como um pó. Azul egípcio foi amplamente utilizado nos tempos antigos como um pigmento na pintura, como em pinturas de parede (como o belíssimo afresco *O Jardim de Nebamun* da Figura 3.13, um mural de um túmulo em Tebas que se estima que tenha sido pintado em 1400 a.C.), túmulos e caixões das múmias, e também como um esmalte cerâmico conhecido como faiança egípcia (Figura 3.14). O fato de que ele não estava disponível na natureza significava o desenvolvimento de uma série de técnicas de preparo e manipulação, sendo que seu uso se espalhou por todo o Egito, Mesopotâmia, Grécia até os confins do Império Romano. Frequentemente foi utilizado como substituto do lápis-lazúli, mineral extremamente caro, raro originário do Afeganistão. Após o colapso do Império Romano, o uso de azul egípcio diminuiu drasticamente.



FIGURA 3.13 - O Jardim de Nebamun

Fonte: Museu Britânico¹²

A Utilização do pigmento Azul Egípcio no afresco *O Jardim de Nebamun* (XVIII dinastia, c. 1350 a.C.) é considerado um dos melhores exemplos da

¹² <http://www.britishmuseum.org/visiting/galleries/ancient_egypt/room_61_tomb-chapel_nebamun.aspx> acesso 20 out 2016

pintura tumular egípcia; pertencia a uma série de afrescos que decoravam o túmulo do escriba Nebamun.



FIGURA 3.14 - Faiança egípcia ushabti do Império Novo, XVIII dinastia, reino de Amenófis III.

Fonte: JÚNIOR, 2011.

Como descrito por Vitruvius no século I a.C. na sua obra “Sobre a Arquitetura” ou “Os Dez Livros de Arquitetura”, no livro VII, cap. XI:

“A preparação do azul-egípcio foi inicialmente inventada em Alexandria, e mais tarde Vestório deu início à sua preparação em Puzzuoli. A invenção é admirável, vistas as substâncias a partir das quais é preparado. Areia e “flores” de natrão são moídas juntamente até ficarem tão finas como farinha; adiciona-se limalha de cobre de Chipre feita com limas grossas e rega-se tudo com um pouco de água para fazer uma pasta com a qual se moldam várias bolas com as mãos, que se deixam secar; depois de secas, colocam-se estas bolas num pote e o pote no forno: o cobre e a areia, devido à veemência do fogo, dão e recebem os suores libertados ao serem aquecidos e perdem as suas propriedades devido à veemência do fogo e originam a cor azul” (CRUZ, 2004).

A precisão e a relativa complexidade do procedimento que deve ser seguido para produzir azul egípcio, portanto, sugere que para os antigos egípcios a compreensão da química era extraordinariamente bem avançada. Certamente, o esforço e dedicação dos egípcios desenvolveram habilidades para processar e até criar materiais para os artistas do período mais do que qualquer outra civilização do oeste do Nilo durante milhares de anos (BELL, 2001).

3.5 - Gregos e Romanos: Branco e mortal

Os gregos herdaram a paleta de pintura dos egípcios, mas logo começaram a utilizar um grupo inteiramente novo de pigmentos naturais, além de desenvolver novos métodos para produzir outros artificiais. Estes novos pigmentos artificiais, alguns dos quais ainda estão em uso hoje, incluem branco de chumbo, vermelho de chumbo, verdete e vermelhão. Poucas pinturas reais da Grécia antiga sobreviveram, e a maior parte do conhecimento de pigmentos vem de escritos da época, que muitas vezes descreviam os processos de fabricação de forma bastante detalhada, sendo que os gregos começaram a tendência para a fabricação de pigmentos que tem continuado até hoje. Na rara pintura grega da Figura 3.15, cena encontrada no Túmulo do Mergulhador, 470 a.C., Paestum, encontram-se afrescos que são o único exemplo de pintura de parede grega com cenas figuradas do arcaico ou períodos clássico que sobreviveram em sua totalidade.



FIGURA 3.15 - Cena do Túmulo do Mergulhador¹³

Uma das principais contribuições dos gregos para a pintura foi a produção do pigmento branco de chumbo, também conhecido por alvaiade, que se manteve o pigmento branco disponível mais utilizado até o século XIX, permanecendo em uso constante até o advento de dióxido de titânio, no século XX, e ainda é utilizado em pinturas a óleo. É ainda considerado o mais branco dos pigmentos brancos, como originalmente citado por Terry (1893), branco muito superior quando comparado com o giz e ossos, sendo constituído por carbonato básico de chumbo ($2\text{Pb}(\text{CO}_3) \cdot 2\text{Pb}(\text{OH}_2)$) e é, naturalmente, tóxico. Assim como o cinábrio (HgS), foi usado como cosmético por mulheres que viveram no período

¹³ <https://en.wikipedia.org/wiki/Paestum#/media/File:The_Tomb_of_the_Diver_-_Paestum_-_Italy.JPG> acesso 27 nov. 2017

Greco-Romano, usando-o como pó facial (com efeitos previsíveis sobre a sua saúde e a dos homens que as beijaram). Ele continuou em uso como cosmético durante toda a Idade Média e não somente na Europa. Os gregos produziam o alvaiade através de um processo descrito em detalhes por Plínio, o Velho, em seu História Natural, sendo que este processo ainda foi utilizado em tempos relativamente modernos pelos holandeses. O processo envolvia a colocação de pilhas de tiras de chumbo em painéis de barro em prateleiras acima de potes contendo vinagre. Estes vasos eram armazenados juntos em uma pequena construção coberta e as lacunas entre as painéis ficavam cheias de esterco animal. A construção ficava então selada por um período de cerca de três meses, durante os quais a ação do ácido acético, o oxigênio e do dióxido de carbono produzido na fermentação do esterco, formavam carbonato básico de chumbo sobre a superfície das tiras do metal. O branco de chumbo era removido raspando-o, e, em seguida, o pigmento era moído estando pronto para o uso.

Os gregos também desenvolveram o uso do vermelho de chumbo ou minio, uma forma de óxido de chumbo (Pb_3O_4), fabricado por meio de aquecimento do litargírio (PbO , um óxido de chumbo II de cor amarela, pertencente ao sistema tetragonal) na presença do ar. Vermelho de chumbo foi fabricado utilizando um processo de que também produzia um outro pigmento, o óxido de chumbo conhecido como massicote (também possui cor amarela como o litargírio, porém o massicote pertence ao sistema ortorrômbico). Este processo foi também descrito por Plínio e envolvia a agitação contínua de chumbo fundido num forno aberto por cerca de cinco horas. Durante este tempo com constante aquecimento, o chumbo oxidava para formar um pó cinza-amarelado, o qual era subsequentemente moído e lavado com água para separar o massicote (que ficava disperso na água) do resíduo de chumbo metálico (que se depositava no fundo do vaso). Após decantação e evaporação da água, era obtido o massicote seco. Os óxidos amarelos de chumbo amarelo não são na verdade bons pigmentos e sua utilização principal era como intermediário na produção de chumbo vermelho. O chumbo é um pigmento vermelho-escuro, opaco, que tem propriedades muito duráveis como pigmento sendo ainda hoje usado em pinturas de proteção (revestimento) de metal, conhecido como zarcão (Figura 3.16).



FIGURA 3.16 - Pigmentos de chumbo - Litargírio, Massicote, Vermelho de Chumbo e Branco de Chumbo.

Fonte: arquivo pessoal do autor.

Além do vermelho de chumbo, os antigos romanos criaram pinturas e estátuas decoradas e com Cinábrio, utilizando como aglutinante gema de ovo e gomas vegetais (Figura 3.17). Cinábrio foi amplamente utilizado na decoração das paredes das casas dos ricos em Pompéia (SIDDALL, 2006), como a famosa “Villa dos Mistérios”, uma gigantesca mansão, com 60 quartos construída no século 2 a.C., sendo uma das mais bem preservadas, local onde muitas famílias ricas romanas ficavam durante as férias (Figura 3.18); gladiadores e estátuas estavam pintadas com ele e também foi utilizado por mulheres romanas como batom. A intensidade de sua cor vermelha explica o porquê de ser utilizado até o século XIX, apesar de seus efeitos tóxicos (EASTAUGH e col., 2004). Também, neste período, utilizava-se o pigmento Vermelhão (Vermilion), o sulfeto de mercúrio artificial. O pigmento foi utilizado até a descoberta do vermelho de cádmio, quando o seu uso foi reduzido drasticamente devido ao seu enegrecimento após reação com sulfetos (principalmente de hidrogênio) presentes no ar.



FIGURA 3.17 - Cinábrio em dolomita.

Fonte: arquivo pessoal do autor.

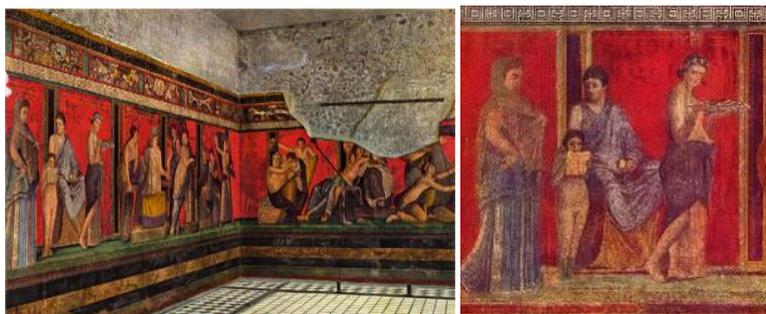


FIGURA 3.18 - Afresco romano da Villa dos Mistérios, Pompéia¹⁴

Dentre os pigmentos verdes utilizados no período, Plínio descreveu que eram derivados principalmente da malaquita e da *viridis creta* ou terra verde (RACKHAM,1952). Foi extensivamente utilizada neste período, de forma que vários afrescos foram preservados até os dias atuais, como aqueles encontrados no jardim interior da *Villa Oplontis*, uma antiga Villa Romana à beira-mar, situado entre Nápoles e Sorrento, no sul da Itália (Figura 3.19). Plínio também mencionou o uso de verdigris ($\text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 2\text{Cu}(\text{OH})_2$) e outros pigmentos derivados da corrosão do cobre em ambiente ácido. Malaquita foi detectada em vasos de Pompeia assim como misturas de azul egípcio e ocre amarelo, ou ainda terra verde clareada pela adição de azul egípcio. A terra verde pode ocorrer em depósitos formados a partir de dois minerais glauconita e celadonita, opticamente indistinguíveis. Geologicamente, eles são identificados através de seu modo de formação; glauconita ocorre apenas em sedimentos marinhos e celadonita apenas em rochas vulcânicas.



FIGURA 3.19 - Afrescos encontrados na Villa Oplontis¹⁵.

Verdigris é um pigmento verde (acetato básico de cobre II), preparado pelos gregos a partir de cobre e vinagre de vinho, também descrito em detalhes por Plínio. Tem sido amplamente utilizado em toda a Europa há muitos séculos e seu

¹⁴ <https://en.wikipedia.org/wiki/Vermilion#/media/File:Villa_Mystery_fresco.jpg> acesso em 20 out 2016

¹⁵ <https://en.wikipedia.org/wiki/Villa_Poppaea#/media/File:Oplontis_Caldarium_room8.jpg> acesso 20 out 2016

nome vem do francês, *vert-de-Grèce* (Verde da Grécia). Como descrito por Plínio, era produzido através da adição de vinho tinto azedo em panelas de barro e em seguida colocando-se placas de cobre em uma grade acima do vinho, permanecendo assim por vários dias. O material verde formado sobre a superfície de cobre era raspado, seco e moldado para uso como pigmento.

3.6 - Período Medieval e Renascentista: O Azul como símbolo de Santidade e Poder

A maior parte das informações sobre os pigmentos do período medieval vem de tratados técnicos sobre tecnologia e pintura do século I ao XV. Descrição das técnicas de pintura murais romana assim como características e usos de pigmentos podem ser encontradas no “*De architectura*” de Vitruvius e “*História Natural*” de Plínio. O estudo medieval melhor conhecido da tecnologia do período, a *Mappae Clavicula*, foi produzido por volta de 1130 d.C. e, além de conter a primeira receita para o sabão, estes manuscritos incluíam procedimentos para a produção e mistura de pigmentos. Outras fontes conhecidas incluem o tratado escrito por Theophilus, um monge alemão, que escreveu um relato exaustivo das técnicas de quase todos os ofícios conhecidos do início do século XII intitulado *De diversis Artibus* e também o italiano Cenino Cennini que produziu um tratado sobre a pintura no início do século XV, *Il Libro dell'arte*.

A paleta medieval caracterizou-se principalmente pela utilização de cores claras e brilhantes. Alguns pigmentos da antiguidade deixaram de ser utilizados pelos artistas e outros foram descobertos. Os pigmentos medievais comuns podem ser divididos em quatro categorias: terras (ocres, óxido de manganês, terra verde - $K[(Al,Fe^{3+}),(Fe^{2+},Mg)(AlSi_3,Si_4)O_{10}(OH)_2]$, terras de Sienna (um pigmento cujo nome é uma homenagem à cidade de Siena, onde era produzido durante o Renascimento, contendo óxido de ferro e óxido de manganês; em seu estado natural, é castanho-amarelado e é chamado Sienna cru, porém quando aquecido, torna-se um marrom avermelhado e é chamado Sienna queimado), minerais (Ultramarino - $Na_{8-10}Al_6Si_6O_{24}S_{2-4}$, Azurita - $2CuCO_3.Cu(OH)_2$, Ouropigmento - As_2S_3 , Folheados em Prata e Ouro), sintéticos (Branco de Chumbo - $2PbCO_3.Pb(OH)_2$, Vermelho de chumbo - Pb_3O_4 , Amarelo de Chumbo e Estanho – Tipo I - Pb_2SnO_4 , Verdigris - $Cu(OH)_2.(CH_3COO)_2.5H_2O$, Vermelhão – HgS) e orgânicos (Índigo, Brasileína, entre outros).

Dentre todos os pigmentos utilizados, destaca-se, neste período, o uso do ultramarino natural, pigmento obtido através da pedra preciosa Lápis-lazúli proveniente do Afeganistão e proximidades (Figura 3.20). Esse pigmento possui um azul violáceo inigualável e, durante a Idade Média, consistia no pigmento mais caro a ser encontrado, sendo que seu uso indicava uma posição de status, ostentação e de competência artística. Além dele, a azurita (que havia sido usado como um azul desde o tempo dos antigos egípcios) também era utilizada, mas com certeza o azul mais importante na Idade Média foi o ultramarino (PARRY e col., 1902). O nome pode estar relacionado com o forte azul do pigmento, significando que sua cor era mais azul do que a do mar, embora tenha sido interpretado no sentido de vir “através dos mares” ou importado de outras terras, levando-se em conta que os principais fornecedores se encontram no Afeganistão, Paquistão e Índia (FRISON e BRUN, 2016). Era produzido por trituração da rocha metamórfica lápis-lazúli, que contém um mineral, a Lazurita, um complexo de silicato de alumínio que contém enxofre $((Na,Ca)_8[(Al,Si)_{12}O_{24}](S,SO_4))$. Muitos dos pigmentos naturais podem ser obtidos apenas por simples trituração dos respectivos minerais, porém o ultramarino precisa ser purificado, pois, sendo uma rocha constituída por vários minerais dos quais apenas a Lazurita tem cor azul, se ela não for separada dos outros minerais normalmente presentes como a calcita, de cor branca, e a pirita, de cor amarela, obtém-se um pigmento de cor acinzentada e não a tão apreciada cor azul. O processo de separação é bastante complexo em comparação aqueles utilizados para outros pigmentos e só foi descoberto cerca de 1200 d.C., motivo pelo qual os pigmentos obtidos a partir do lápis-lazúli foram pouco utilizados antes dessa data. No período do renascimento, a cor azul foi associada à pureza, e o ultramarino foi propositalmente usado em pinturas das vestes azuis da Virgem Maria (Figuras 3.21 e 3.22). O alto preço do pigmento justificava seu uso para a representação de uma figura nobre tal como a mãe de Cristo. Esta cor, portanto, melhor caracteriza as pinturas da época. Os lápis-lazúli eram moídos e em seguida misturados com cera e amassados em um banho de lixívia para separar as impurezas (principalmente calcita e pirita) a partir dos cristais de lazulita, como pormenorizadamente descrito por Cennino Cennini no cap. LXII da sua obra *O Livro da Arte*, de 1390: “Cor nobre e bela, a mais perfeita de todas as cores, da qual nada se pode dizer ou fazer que a sua qualidade não ultrapasse”. A combinação do preço para sua obtenção de países longínquos e o custo do processo resultava que o ultramarino era mais caro do que

o ouro. O turbante da menina do quadro *Girl with a Pearl Earring* (*Menina com um brinco de pérola*) pintura a óleo do pintor holandês Johannes Vermeer do século XVII (supõe-se que tenha sido pintada por volta de 1665) utilizou o ultramarino natural (e complementado com branco de chumbo). É uma das pinturas mais representativas tanto do estilo de Vermeer quanto da Idade de Ouro Holandesa (Figura 3.23). É considerada a obra-prima de Vermeer, uma pintura tão cativante que muitas vezes é citada como "a "Monalisa do Norte" ou a "Monalisa Holandesa". Já na obra *Madonna and Child Enthroned with Saints*, (*A Virgem e a Criança entronizados com os Santos*), também conhecido como *Retábulo de Colonna*, uma pintura da Alta Renascença (1504) do artista italiano Raphael, o manto azul da Virgem Maria escureceu. Tal fato ocorreu porque ele foi pintado com azurita, pigmento mais acessível do que o azul ultramarino (Figura 3.24), porém de qualidade muito inferior.



FIGURA 3.20 - Rocha metamórfica Lápis-lazúli, de onde se extrai a Lazurita.

Fonte: arquivo pessoal do autor.



FIGURA 3.21: Representação de Sassetto da Virgem Maria¹⁶.

¹⁶ <https://en.wikipedia.org/wiki/Giovanni_Battista_Salvi_da_Sassoferrato#/media/File:Sassoferrato_-_Jungfrun_i_b%C3%B6n.jpg> Acesso 20 out 2016



FIGURA 3.22 - *Madonna of Humility* (Virgem da Humildade), de Fra Angelico¹⁷.



FIGURA 3.23 - *Girl with a Pearl Earring* (Garota com Brinco de Pérola) de Vermeer¹⁸.

Os pigmentos brancos utilizados no período não sofreram grandes mudanças no período: o tóxico branco de chumbo e as alternativas mais seguras, o branco de osso, giz, cascas de ovos e ostras calcinadas também foram ocasionalmente utilizados. Para o vermelho brilhante, em substituição ao caro e tóxico cinábrio (HgS natural), utilizava-se o vermelhão, de mesma fórmula do cinábrio, porém produzido artificialmente, que se tornou no pigmento vermelho mais

¹⁷ <[https://en.wikipedia.org/wiki/Madonna_of_Humility_\(Fra_Angelico\)#/media/File:Virgen_humildad-fra_angelico.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Madonna_of_Humility_(Fra_Angelico)#/media/File:Virgen_humildad-fra_angelico.jpg)> Acesso 20 out 2016

¹⁸ <https://en.wikipedia.org/wiki/Girl_with_a_Pearl_Earring#/media/File:Meisje_met_de_parel.jpg> Acesso 20 out 2016

comum, ficando o vermelho de chumbo (ou *Minium*, Pb_3O_4), preparado por aquecimento de branco de chumbo, sendo uma fonte mais barata e disponível, limitado às iluminuras.



FIGURA 3.24 - *Madonna and Child Enthroned with Saints*, de Raphael ¹⁹.

Em relação ao uso de pigmentos amarelos, aquele que pode ser considerado o principal (ou preferido por alguns dos pintores expoentes) foi o venenoso Amarelo de Chumbo e Estanho, dos tipos 1 e 2. O “tipo 2”, um produto de composição mal definida, talvez $Pb_2Sn_{1-x}SixO_3$ ($x \approx 1/4$) é o mais antigo, tendo sido detectado sobretudo em pinturas italianas do século XIV. Já o “tipo 1”, de composição Pb_2SnO_4 , desenvolvido no início do século XV e, sendo mais fácil de preparar que o de tipo 2, a partir da metade do século XV, passou praticamente a ser o único utilizado, como principal pigmento amarelo na pintura a óleo até o século XVIII, o preferido pelos mestres holandeses como Rembrandt (em grande quantidade no caso do quadro *Belshazzar's Feast*, na Figura 3.25) e Vermeer, como por exemplo na confecção da parte de cima do vestido do conhecido *The Milkmaid* na Figura 3.26). Entretanto, em seguida, foi substituído Amarelo de Nápoles, até quase ser esquecido no século XIX.

19

<[https://en.wikipedia.org/wiki/Madonna_and_Child_Enthroned_with_Saints_\(Raphael\)#/media/File:Madonna_and_Child_Enthroned_with_Saints.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Madonna_and_Child_Enthroned_with_Saints_(Raphael)#/media/File:Madonna_and_Child_Enthroned_with_Saints.jpg)> Acesso 20 out. 2016



FIGURA 3.25 - *Belshazzar's Feast*, de Rembrandt van Rijn²⁰.



FIGURA 3.26 - *The Milkmaid (A Leiteira, 1657-58)* de Johannes Vermeer²¹.

O Amarelo de Nápoles é um dos mais antigos pigmentos produzidos sinteticamente. Já foram encontrados vestígios de seu uso em esmalte cerâmicos de pelo menos 2.500 anos, sobre tijolos encontrados na região que antigamente encontrava-se a Babilônia e em peças de cerâmica persa. Seu uso em pinturas inicia-se, porém, a partir do Renascimento. O primeiro uso do termo é comumente atribuído a Andrea Pozzo, no *Luteolum Napolitanum*, seu tratado em latim sobre a técnica de pintura em afresco, escrita entre 1693 e 1700. O Amarelo de Nápoles é um antimoniato de chumbo ($\text{Pb}(\text{SbO}_3)_2$ ou PbSbO_4), produzido por aquecimento de um óxido ou nitrato com um composto de antimônio (óxido ou sulfeto), ou ainda

²⁰ <https://en.wikipedia.org/wiki/Belshazzar%27s_feast#/media/File:Rembrandt-Belsazar.jpg> Acesso 20 out. 2016

²¹ <[https://en.wikipedia.org/wiki/The_Milkmaid_\(Vermeer\)#/media/File:Johannes_Vermeer_-_Het_melkmeisje_-_Google_Art_Project.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/The_Milkmaid_(Vermeer)#/media/File:Johannes_Vermeer_-_Het_melkmeisje_-_Google_Art_Project.jpg)> Acesso 20 out 2016

antimoniato de potássio. Devido à sua toxidez, desde o século XIX, tem sido substituído por outros pigmentos, como o amarelo de cádmio (sulfeto de cádmio).

3.7 - Pigmentos Modernos – a química sintética no século XVIII

O século XVIII destaca-se principalmente pelo aparecimento de novos pigmentos azuis, porém, sintéticos, muito mais econômicos e em maior escala. Destacam-se especialmente o Azul da Prússia (sintetizado pela 1ª vez entre 1704 e 1707), o Azul de Cobalto ou Azul de Thénard (1802) e, finalmente, o Azul Ultramarino Sintético (1828). Além deles, neste período, também ocorre a desastrosa utilização de compostos de arsênio (Verde de Scheele e o Verde de Paris) tanto em pinturas quanto na produção de papel de parede, provocando a intoxicação e morte de muitas pessoas durante a Era Vitoriana.

Podemos considerar que a história da indústria dos pigmentos começou com o Azul da Prússia, primeiro pigmento inorgânico sintético do início da era industrial (LOWENGARD, 2012). Por este motivo, e também porque sua descoberta além de acidental possuía alguns detalhes obscuros, é provavelmente o pigmento mais investigado em artigos científicos. O interesse também se deve às características químicas da substância, pois o metal ferro está presente em dois estados de oxidação (+2 e +3) e sua estrutura tridimensional apresenta-se como um *cluster*, permitindo a captura de outros íons metálicos que se ajustam a essa cavidade (Figura 3.27), justificando a capacidade do Azul da Prússia ser utilizado no tratamento de alguns casos de envenenamento por substâncias químicas, por exemplo, o tálcio.

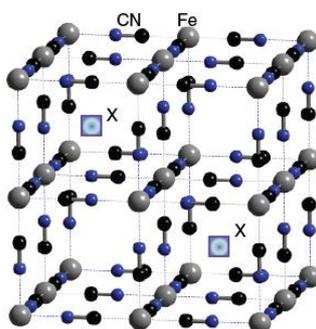


FIGURA 3.27 - Estrutura cúbica do Azul da Prússia, destacando-se os interstícios marcados com um “X” onde cátions ou mesmo a água podem ocupar²².

²² <<http://www.chemtube3d.com/solidstate/SS-PruBlu.htm>> Acesso em 30 set. 2016

Este pigmento é mencionado pela primeira vez em uma carta escrita por Johann Leonhard Frisch (1666-1743) para o presidente da *Royal Academy of Sciences*, Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716), em 31 de março de 1708. Em agosto de 1709, o pigmento foi chamado de "*Preussisch blau*" e em novembro de 1709, o nome alemão "*Berlinisch Blau*" foi utilizado pela primeira vez. Frisch não foi o inventor do pigmento, mas foi o responsável pela sua divulgação e comercialização. Três fontes históricas mencionam que na verdade Diesbach foi o criador do pigmento: Frisch (FRISCH, 1710), Georg Ernst Stahl (STAHL, 1731) e Joachim Ernst Berger (BERGER, 1730). Diesbach trabalhava para Frisch desde 1701, mas não há um consenso na literatura sobre seu primeiro nome, sendo que a maioria das referências simplesmente não o menciona (Figura 3.28). Apenas Berger se refere a ele como Johann Jacob Diesbach.



FIGURA 3.28 - Johann Leonhard Frisch (1666-1743), professor e naturalista.

Fonte: KRAFT, 2012.

Em 1731, Stahl publicou uma descrição da primeira síntese do azul da Prússia, sendo que a história envolve não só Diesbach, mas também Johann Conrad Dippel. Nenhuma outra fonte histórica conhecida menciona Dippel neste contexto, sendo desta maneira difícil julgar a confiabilidade dessa narrativa. De acordo com o relato de Georg Ernst Stahl, de 1731, “o fabricante de pigmentos Diesbach costumava fazer uma laca florentina adicionando cochinhila a quente (em ebulição), alúmen e sulfato ferroso e depois um certo álcali que originava a sua precipitação. Um dia, tendo acabado o álcali, pediu emprestado algum a J. C. Dippel, em cujo laboratório trabalhava. Dippel deu-lhe um álcali que repetidamente tinha utilizado na destilação de um óleo animal e que já não servia para o efeito. Para surpresa de Diesbach, quando o usou, surgiu uma bela cor azul em vez da cor vermelha que esperava” (CRUZ, 2004). Há também dúvidas sobre a data da descoberta, sendo que algumas fontes referenciam o ano como 1704 neste

contexto, mas provavelmente a descoberta ocorreu entre 1704 e 1707, período em que Dippel estava morando em Berlim. Como a carta escrita por Frisch para Leibniz em 31 de março de 1708, época em que Frisch já havia lucrado com o pigmento e como não menciona nada sobre o Azul da Prússia em suas cartas a Leibniz de 1706 a 1707, é mais provável que a síntese tenha ocorrido em 1706. A partir de 1709, Frisch e também Joseph Werner, o diretor da Academia Real de Artes em Berlim, começaram a enviar amostras de azul da Prússia para pintores de toda a Europa. Considerando-se as fontes históricas mencionadas acima, Azul da Prússia não é encontrado em pinturas criadas antes de 1706 e também não é muito provável de ser encontrado em objetos de arte produzidos antes de 1708. Pode, no entanto, aparecer como um pigmento azul em toda a Europa a partir de 1708 em diante, como substituto do azul ultramarino, custando um décimo da lazurita. O pigmento estava disponível para artistas por volta de 1724 e é extremamente popular durante os últimos três séculos desde a sua descoberta (KRAFT, 2008), fazendo com que outros azuis praticamente desaparecessem da paleta dos artistas (Figura 3.29). O Azul da Prússia tem um papel tão importante na História da Química e da Arte que um famoso pintor do período, Thomas Phillips, retratou em seus quadros alguns dos grandes homens do século XVIII, incluindo cientistas, artistas, escritores, poetas e exploradores como Michael Faraday, John Dalton e Sir Humphry Davy. Em uma das suas pinturas mais conhecidas, *Prussian Blue*, de 1816, Thomas Phillips retratou um aluno e seu professor observando a reação de síntese do Azul da Prússia. (Fonte: ORNA, 2012)



FIGURA 3.29 - *Prussian Blue*, de Thomas Phillips, 1816.

Fonte: ORNA, 2012.

O Azul da Prússia foi um dos pigmentos preferidos para a criação de Van Gogh, graças a sua intensidade e profundidade. Ele o utilizou em diversas de suas obras (Figuras 3.30 e 3.31), e o citou em diversas cartas que escreveu a seu irmão Theo, como este trecho de 17 de setembro de 1888:

“Com este eu tenho três quadros dos jardins frente à minha casa. Mais os dois cafés, mais os girassóis. Mais o retrato de Bock e o meu. Mais o sol vermelho sobre a fábrica, os carregadores de areia, o velho moinho. Deixando os outros estudos de lado, você vê que já é bastante trabalho realizado. Mas minhas cores, minhas telas e meu bolso esgotaram-se totalmente hoje. O último quadro, feito com os últimos tubos na última tela, um jardim naturalmente verde, foi pintado com verde propriamente dito, só com um pouco de azul da Prússia e de amarelo-cromo. Começo a me sentir totalmente diferente do que eu era ao vir para cá; não tenho mais dúvidas, não hesito mais ao atacar alguma coisa, e isto poderia se desenvolver ainda mais. Mas que natureza! Estou num jardim público, bem perto da rua das moças de vida fácil, e Mourier, por exemplo, mal entrava aqui, mesmo quando quase diariamente passeávamos nestes jardins, mas do outro lado (existem três)” (RUPRECHT, 1997).



FIGURA 3.30 - *Starry Night Over the Rhone*, de Vincent van Gogh²³

Noite estrelada sobre o Ródano é uma das pinturas de Vincent van Gogh em Arles, sul da França, para onde Van Gogh mudou-se em busca de luz e cor, nove meses antes de se internar. Foi pintado em um ponto na margem do rio Ródano, a apenas um ou dois minutos a pé da Casa Amarela, na Place Lamartine,

²³ <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/94/Starry_Night_Over_the_Rhone.jpg> Acesso 20 out 2016

que Van Gogh estava alugando no momento. Esta cena noturna baseou-se, segundo os pesquisadores, numa experiência comovente da escuridão sem fim, que Van Gogh descreve numa carta ao irmão Theo: “Uma vez fui dar um passeio pela praia deserta, à noite. Não foi alegre, nem triste – foi belo”.

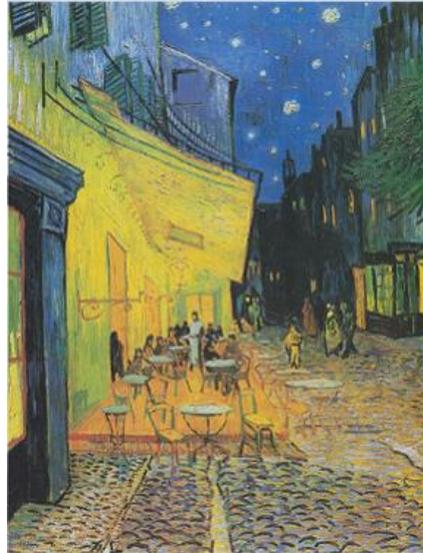


FIGURA 3.31 - *Terrasse des Cafés an der Place du Forum in Arles am Abendl*, de Vincent van Gogh

O céu e os efeitos da luz durante a noite tiveram destaque para algumas das principais obras de van Gogh, incluindo *Terrasse des Cafés an der Place du Forum in Arles am Abendl*, de 1888 (*Terraço do Café na Praça do Fórum, em Arles, à Noite*). Esta obra de Van Gogh retrata a Praça do Fórum, em Arles. Trata-se de uma cena noturna, pintada no local. O artista tinha fascinação pelas noites provençais, cheias de estrelas (“Com frequência penso que a noite é mais rica e viva em cores do que durante o dia”) e, depois de terminar a tela, o artista escreveu ao seu irmão Théo: “Aqui está um quadro noturno sem ter usado tinta preta, somente maravilhosos azuis, violetas e verdes”.

Somente a partir do século XIX outros pigmentos azuis começam a ser produzidos. Em 1824, o *Societe d'Encouragement* ofereceu um prêmio de 6.000 francos para a produção sintética do Ultramarino, sendo o mineral Lazurita responsável pela belíssima cor azul, cujo custo deveria ser inferior a 300 francos por quilograma, ou seja, aproximadamente um décimo do preço do Lápis-lazúli. Quatro anos depois, o prêmio foi entregue a Jean Baptiste Guimet, mas ainda sim seu ultramarino apresentava um custo de 400 francos por quilograma. Este pigmento, chamado Ultramarino francês, é quimicamente idêntico à Lazurita e continua sendo uma cor importante e popular para os artistas até hoje. Sua síntese foi publicada

posteriormente por Christian Gottlob Gmelin, professor de química na Universidade de Tübingen, Alemanha, que havia descoberto o método de forma independente. Por volta de 1830, o ultramarino de Guimet era produzido em uma fábrica que abriu em Fleurieu-sur-Saone, França. Paralelamente na Alemanha, ainda em 1830, Friedrich August Kötting desenvolveu um método de produção do ultramarino francês, utilizando-o na Porcelana *Meissen* (a porcelana *Meissen* - em alemão *Meißner Porzellan* - primeira porcelana produzida na Europa). Kötting inclusive utilizou este pigmento no famoso logotipo da porcelana, gravando-o em azul sob a camada vítrea superficial (Figura 3.32).

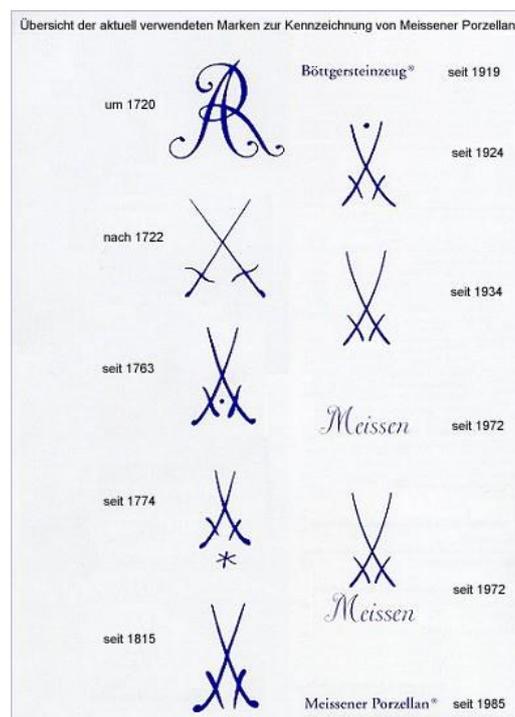


FIGURA 3.32 - Logomarca da porcelana Meissen em azul ultramarino artificial desde sua criação em 1720.

Fonte: POSNER; ROBERING; SEBEOK, 2004.

Ao ouvir a palavra "arsênio" relativo ao período vitoriano, nosso pensamento evoca histórias de empregados envenenando a comida de seus patrões ou vilões assassinos utilizando arsênico para seus crimes (WHORTON, 2010). Entretanto, o que era desconhecido para os indivíduos da época era o fato de que pigmentos formulados à base de arsênio eram utilizados na confecção de papéis de parede, provocando o envenenamento de pessoas dentro das paredes extravagantemente adornadas de suas próprias casas. Um destes "assassinos", o Verde de Scheele (arsenito de cobre, CuHAsO_3) foi um pigmento verde intenso descoberto em 1778 pelo químico e farmacêutico sueco Carl Wilhelm Scheele

(1742-1786). Embora hoje tenhamos consciência das descobertas de Scheele para o desenvolvimento da química, sabemos que muitas dessas descobertas, à época, não lhe foram creditadas. Além da síntese do pigmento verde, a ele são atribuídas a descoberta de elementos químicos, como cloro (1774), bário (1774), manganês (1774), molibdênio (1778) e o tungstênio (1781), assim como outros compostos, incluindo o ácido nítrico, o glicerol e o cianeto de hidrogênio (também conhecido como ácido prússico). Tal fato talvez possa ser explicado porque Scheele não publicava tudo o que fazia, ou publicava em periódicos científicos pouco divulgados no período.

No final do século 19, os pigmentos verdes eram baseados em carbonato de cobre, apresentando pouco brilho e sofrendo alterações com o tempo e da exposição atmosférica. Já o Verde de Scheele, sendo mais brilhante e durável que os carbonatos de cobre, fez enorme sucesso, sendo usado em pinturas, como por exemplo na *Petworth Park, Tillington Church in the Distance*, de Joseph Mallord William Turner (Figura 3.33), papéis de parede, cortinas de papel, tintas, velas de cera, brinquedos, vestidos de baile, confeitaria (corante alimentar para doces) e também foi usado para tingir algodão e linho (MEHARG, 2003). Tão significativa foi essa popularidade que a Grã-Bretanha Vitoriana era descrita como "banhada" no Verde de Scheele. Tanto este pigmento quanto o Verde Esmeralda ($\text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$), também conhecido como Verde de Paris, desenvolvido por volta de 1814 na tentativa de melhorar o Verde de Scheele (que escurecia na presença de sulfetos) liberavam gases tóxicos em determinadas condições, como por exemplo a arsina (ou hidreto de arsênio), AsH_3 (Figuras 3.34 e 3.35). À muitos pigmentos tóxicos, após estudos recentes, são atribuídos efeitos letais nos artistas que os utilizavam. Van Gogh, por exemplo, pintou seu *Autorretrato com a orelha cortada* (Figura 3.34) utilizando, como pigmentos verdes, compostos de arsênio. Há muita especulação de que o arsênico nas tintas levou à cegueira de Monet, à diabetes de Cézanne e aos episódios psicóticos de van Gogh (Figura 3.35).



FIGURA 3.33 - *Petworth Park, Tillington Church in the Distance*, de Joseph Mallord William Turner²⁴



FIGURA 3.34 - *Autorretrato com a orelha cortada* (1889) de Vincent Van Gogh²⁵.



FIGURA 3.35 - *A Summer's Day* (1879), de Berthe Morisot e *Hillside in Provence* (1890-92) de Paul Cézanne²⁶.

Na verdade, a toxicidade de compostos do arsênio não foi prontamente reconhecida, e não tardaram a aparecer, em revistas do século 19, relatos de

²⁴ <<http://williamturner-art.tumblr.com/post/97320405232/petworth-park-tillington-church-in-the-distance>> Acesso 20 out. 2016

²⁵ <<http://www.vangoghgallery.com>> Acesso 20 out. 2016

²⁶ <<https://www.artsy.net/article/artsy-editorial-these-queer-artists-are-claiming-their-place-in-london-s-art-world>> Acesso em 20 out. 2016

crianças definhando em salas verdes brilhantes e senhoras em vestidos verdes desmaiando, resultado da inalação de vapores de arsênico. Há um exemplo de uma intoxicação aguda de crianças que participaram de uma festa de Natal em que as velas tingidas por Verde de Scheele foram queimadas. A utilização deste pigmento só começa a ser contestada quando o famoso químico alemão Leopold Gmelin, após notar a produção do ácido dimetilarsênico em papéis de pares úmidos e relatar suas preocupações no jornal alemão *Karlsruher Zeitung*, alerta a população sobre os riscos da aplicação de papéis contendo o pigmento Verde de Scheele às paredes de suas casas. Gmelin inclusive escolhe a edição de domingo do jornal para publicar o seu artigo, visando alcançar um número maior de leitores, tratando-se, portanto, de um relato do uso da mídia para promover a conscientização da sociedade sobre possíveis danos e, portanto, abordar esta questão de saúde pública (HASLAM, 2013).

Pouco depois da descoberta de Gmelin, ocorreu um grande caso de envenenamento, ganhando as páginas de jornais no Reino Unido. Quatro crianças morreram no distrito de Limehouse, ocupada pela classe trabalhadora de Londres, uma após a outra, todas sofrendo de dor de garganta e problemas respiratórios. No momento da morte, as crianças foram diagnosticadas com difteria, embora não houvesse nenhum outro caso da doença na região, indicando, ser mais um caso de envenenamento causado pelo verde de Scheele (Figura 3.36).



FIGURA 3.36 - O caso das crianças de Limehouse e Papel de parede fabricado com Verde de Scheele por William Morris

Fonte: HASLAM, 2013.

Curiosamente durante seu exílio, de 10 de dezembro de 1815 até sua morte em 5 de maio de 1821, em St. Helena, em Longwood House, Napoleão residiu em um quarto muito luxuoso pintado de verde brilhante, sua cor favorita (Figura

3.37). A sua causa de morte é geralmente considerada como câncer no estômago, sendo que a exposição a arsênio tem sido associada ao aumento do risco de carcinoma gástrico. Análises de amostras do cabelo de Napoleão revelaram quantidades significativas de arsênico; como St. Helena tem um clima bastante úmido, há a possibilidade de haver ocorrido a liberação de arsênio (tanto pela reação direta com o pigmento da tinta ou através da formação de bolor devido a umidade – fungos dos gêneros *Scopulariopsis* ou *Paecilomyces*, podem liberar a arsina) porém também tem sido sugerido que a presença de elevados níveis de arsênio pode resultar de tentativas de preservação do corpo.



FIGURA 3.37 - Fotografias de *Longwood House*, em Jamestown, na ilha britânica de Santa Helena²⁷.

3.8 - Avanços em Química: Novos elementos impulsionam a criação de novos pigmentos

O Cobalto tem fundamental importância no desenvolvimento de alguns dos primeiros pigmentos sintéticos. Todavia, compostos de cobalto têm sido utilizados por séculos pelo homem, muito antes de sua descoberta e isolamento, conferindo uma cor azul ao vidro e cerâmicas. Já foi detectado em esculturas egípcias e pedras preciosas persas do terceiro milênio a.C., assim como também nas ruínas de Pompéia e na China da dinastia Tang (618-907) e Dinastia Ming (1368–1644). Este elemento foi descoberto por Georg Brandt entre 1730 e 1737. A combinação de óxido de cobalto com alumínio, fósforo, estanho, zinco e outros metais que resultam em grande variedade de cores. Azul de esmalte (ou simplesmente esmalte), um pigmento azul que compreende vidro moído contendo cobalto, foi descoberto antes do século XVI e foi produzido por aquecimento de quartzo, carbonato de potássio e cloreto de cobalto. Foi substituído no século XIX pelo Azul de Cobalto (ou Azul de Thénard), $\text{CoO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, desenvolvido em 1802 por Louis Jacques Thénard, em parte

²⁷ <[https://en.wikipedia.org/wiki/Longwood_House#/media/File:Longwood_House_\(16311222817\).jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Longwood_House#/media/File:Longwood_House_(16311222817).jpg)> Acesso em 20 out. 2016

como resultado do estudo da produção de porcelana de Sèvres. O Azul de Thénard é o pigmento de cobalto mais importante. É estável e resistente à luz e também compatível com todos os outros pigmentos. Vem sendo utilizado em pintura desde a sua descoberta por artistas como o pintor do período romântico Joseph Mallord William Turner, os impressionistas Renoir e Monet e também pós-impressionistas como Van Gogh (Figura 3.38). Pierre-Auguste Renoir utilizava o Azul de Cobalto em suas composições graças a seu brilho superior e contraste, subjugando o brilho de outros azuis; no passeio de barco, nota-se também a utilização do pigmento laranja cromato básico de chumbo, $\text{PbCrO}_4 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$.



FIGURA 3.38 - *Les Parapluies*²⁸ (Os guarda-chuvas) e *Boating on the Seine*²⁹ (Passeio de barco no rio Sena).

Além do Azul de cobalto, no mesmo período, foram descobertas outras variedades de pigmentos que compuseram a paleta de cores dos artistas: o Verde de Cobalto, o Violeta de Cobalto e o Amarelo de Cobalto. Verde de Cobalto (ou Verde de Rinman ou Verde de Zinco), CoZnO_2 , foi descoberto pelo químico e mineralogista sueco Sven Rinman, em 1780 através da combinação de cobalto e óxidos de zinco com um carbonato alcalino e o aquecimento da mistura. Violeta de cobalto (fosfato de cobalto ou arsenato de cobalto), $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2$ ou $\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2$, apareceram em 1859 (utilizado na *A House in San Gimignano, Tuscany*, aquarela de Frances Shearing, na Figura 3.39) e o Amarelo de Cobalto (cobaltonitrito de potássio), $\text{K}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$, foi descoberto por Nikolaus Wolfgang Fischer, em Breslau

²⁸ <[https://en.wikipedia.org/wiki/The_Umbrellas_\(Renoir_painting\)#/media/File:Pierre-Auguste_Renoir,_The_Umbrellas,_ca._1881-86.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/The_Umbrellas_(Renoir_painting)#/media/File:Pierre-Auguste_Renoir,_The_Umbrellas,_ca._1881-86.jpg)> Acesso 20 out. 2016

²⁹ <<http://www.rsc.org/learn-chemistry/resource/download/res00001515/cmp00003967/pdf>> Acesso 20 out. 2016

em 1830 e introduzido pela primeira vez como um pigmento para uso dos artistas por Saint-Evre, Paris, em 1852 .



FIGURA 3.39 - *A House in San Gimignano, Tuscany*, de Frances Shearing.

Fonte: PAUL, 2003.

Juntamente com o cobalto, o cromo foi outro elemento descoberto neste período, proporcionando uma nova gama de cores às paletas dos artistas. Sua história começa em 1770, com a descoberta de um belo mineral alaranjado chamado crocoíta, encontrado nas montanhas da Sibéria, em Okhansk, que rapidamente se tornou popular entre os colecionadores na Europa (Figura 3.40). O farmacêutico e químico francês nascido em Pont l'Évêque, Calvados, hoje Saint-André-d'Hébertat, Normandia, Louis Nicholas Vauquelin obteve uma amostra do mineral e o analisou em 1797. O renomado Vauquelin, além da descoberta do cromo em 1797, também foi o descobridor do berílio em 1798, do primeiro aminoácido, a asparagina, em 1806, da pectina e do ácido málico em maçãs e o primeiro a isolar o ácido canfórico e ácido quínico. No caso do cromo, ele descobriu que a crocoíta continha um elemento desconhecido na época que, através de análises químicas, produziu uma variedade de precipitados intensamente coloridos, de cores vermelha, amarela e verde. Graças a essa característica, Vauquelin batizou o novo elemento com o nome *chrôma*, a partir da palavra grega que significa cor ou colorido. Após certa dificuldade em adquirir minério de cromo, Vauquelin sintetiza em 1809 o brilhante pigmento amarelo cromato de chumbo (II), $PbCrO_4$ (FELLER, 1986)

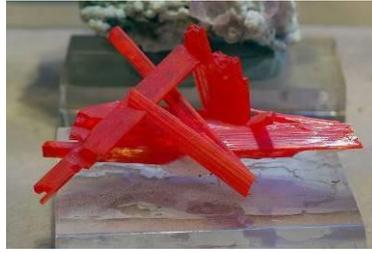


FIGURA 3.40 - Cristais de crocoíta encontrados em uma mina de chumbo na Tasmânia³⁰

Ainda em seus trabalhos com minério de cromo, Vauquelin descobriu o óxido de cromo (III), Cr_2O_3 , publicando o primeiro relato deste pigmento verde em 1809. O óxido de cromo (III) era utilizado na indústria cerâmica naquele período, sendo posteriormente voltado seu uso aos artistas. A partir de 1838, os produtores de pigmentos Pannetier e, após sua morte, Binet, desenvolveram através de um método secreto uma variedade mais forte e mais transparente de óxido de cromo (III) diidratado, conhecido como Viridian. Em 1859, Guignet patenteou um método de produção do Viridian, sendo que esse pigmento se tornou muito popular com os artistas e ainda hoje é amplamente utilizado (GETTENS, STOUT, 1966). Viridian foi amplamente utilizado no belíssimo quadro *Chestnut Tree in Blossom* de Vincent van Gogh (Figura 3.41).

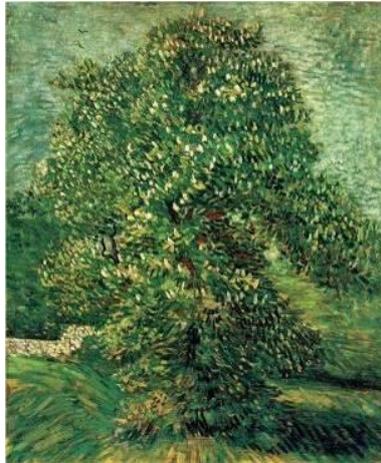


FIGURA 3.41 - *Chestnut Tree in Blossom* (Castanheira em Flor - 1887) de Vincent van Gogh.

Fonte: van Gogh Museum³¹.

Neste período, outro elemento que permitiu a introdução de uma nova gama de cores à paleta dos artistas foi o elemento cádmio. O cádmio metálico foi descoberto pelo químico alemão Friedrich Strohmeyer em 1817, observando que

³⁰ <https://en.wikipedia.org/wiki/Crocoite#/media/File:Crocoite_from_Tasmania.jpg> Acesso em 20 out. 2016

³¹ <http://lh5.ggpht.com/vEEQa3-gNPGSR29Kn0Filhg32ZVXPCqEfloxmlTwF1gn_f40JXuEndiHKUrQDIB3C8DQTkixMTMbmzLEq-9QXvWtwDsI0ye2puAXHvqU1HY=s3180> Acesso em 20 out. 2016

algumas amostras de calamina (nome que recebia antigamente o carbonato de zinco) com impurezas mudavam de cor quando aquecidas, o que não ocorria com a calamina pura, sendo o novo elemento, encontrado como impureza neste composto de zinco. Entretanto, a produção dos pigmentos de cádmio foi adiada até 1820 devido à escassez do metal. Somente a partir de 1829, amarelos de cádmio entraram em uso na Alemanha, na França em 1831, na América do Norte em 1842 e no Reino Unido em 1846. Vermelho de cádmio estava disponível na Alemanha em 1907, na Inglaterra, em 1912 e nos EUA em 1919. O pigmento cádmio amarelo refere-se a substância sulfeto de cádmio (CdS), enquanto que o laranja e o vermelho de cádmio são compostos por misturas de sulfeto de cádmio com seleneto de cádmio (CdSe) em diferentes proporções, originando os diferentes tons encontrados. Apesar da má fama do elemento cádmio, seus pigmentos não são considerados tóxicos. Os pigmentos amarelo e vermelho de cádmio não são considerados tóxicos, mas é necessário cuidado durante a utilização do pigmento em pó seco, evitando sua inalação ou ingestão. Todavia, é considerado cancerígeno em alguns países. Os pigmentos de cádmio foram largamente utilizados por pintores do início do século XX, como Matisse e Renoir (Figura 3.42).

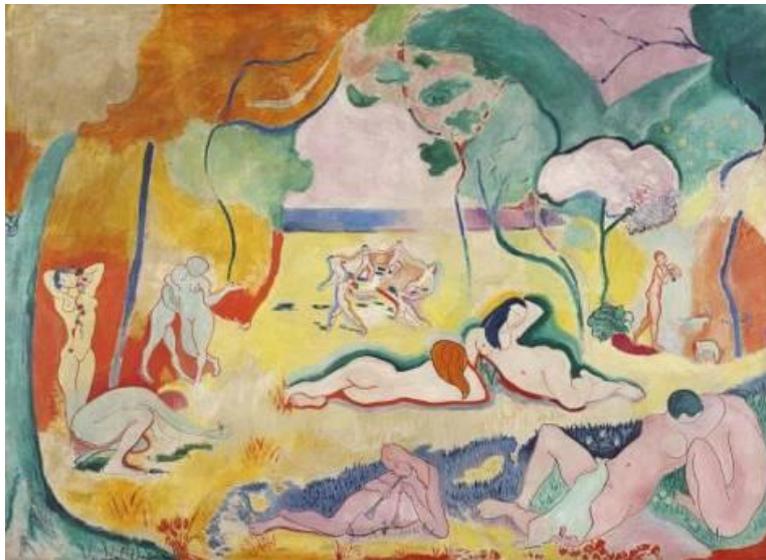


FIGURA 3.42 - “Le Bonheur de vivre” (A alegria da vida), de Henri Matisse³².

Le Bonheur de vivre, pintada em lona, encontra-se na Fundação Barnes, na Philadelphia, sendo criada entre outubro de 1905 e março de 1906. Entre 1905 e 1906, Matisse pintou quatro cópias diferentes desta mesma cena. Duas das cópias estão na Fundação Barnes, uma no Museu San Francisco de Arte Moderna e

³² <<http://www.livescience.com/51466-cadmium-yellow-fading-in-matisse.html>> Acesso em 20 out. 2016

outra está no Museu de Copenhague. Entretanto, em uma das cópias da Fundação Barnes, a cor amarela brilhante está desaparecendo, dando lugar a um branco apagado. Aparentemente, exposto ao ar, o amarelo brilhante sulfeto de cádmio está oxidando a sulfato de cádmio e, em seguida, reagindo com os materiais do ligante e do verniz. Como nas outras cópias o processo não está ocorrendo, provavelmente Matisse substituiu o amarelo de cádmio por outro pigmento.

Entre o final do século XVIII e o final do século XIX, a paleta atual dos artistas foi sendo consolidada. Novos pigmentos foram descobertos, graças a contribuição da química, fornecendo novos elementos. Alguns pigmentos, de grande importância histórica, porém com limitações ou restrições ao seu uso, foram sendo substituídos. O tóxico branco de chumbo, por exemplo, foi substituído principalmente por óxido de titânio. Embora este metal tenha sido descoberto em 1795, somente após 1920, o processo de purificação se tornou viável economicamente. Hoje, o óxido de titânio, juntamente com o branco de zinco (ZnO), são os pigmentos brancos mais populares entre os artistas. O branco de zinco foi desenvolvido no final do século 18, enquanto que o branco de titânio (TiO₂) é provavelmente o mais bem conhecido e amplamente utilizado hoje como tinta óleo branca. O titânio é um branco muito opaco e rígido. Entretanto, a maior parte dos tubos de tinta branco de titânio contêm branco de zinco adicionando para tornar a mistura mais viscosa, e formando uma película de tinta mais estável. Apesar dos riscos, graças às suas qualidades, alguns artistas ainda utilizam o branco de chumbo, porém quase sempre misturado com branco de zinco. Branco de chumbo é muito perigoso e não deve ser ingerido ou entrar em contato com a pele ou com os olhos, na verdade cuidado que deve ser tomado com a maioria das tintas óleo utilizadas. James Abbott McNeill Whistler (1834-1903), autor da conhecida *Arrangement in Grey and Black Nº1* (Figura 3.43), popularmente conhecida como *Whistler's Mother*, (*Retrato da Mãe do Artista*), exposta no *Musée d'Orsay*, adoeceu em virtude de envenenamento por chumbo, ao compor a série de pinturas *Symphony in White* (*Sinfonia em Branco* – Figura 3.44), devido à enorme quantidade do pigmento para pintar o quadro, em tamanho real (BRYSON, 2011). Embora o próprio Whistler tenha evitado analisar o significado da sua arte, críticos encontram na série *Symphony in White* símbolos da inocência perdida. A utilização de um título de natureza musical mostra, também uma expressão da teoria das artes correspondentes, uma ideia desenvolvida pelo

poeta francês Charles Baudelaire. Como o próprio Whistler escreve em seu livro *Ten O'clock*:

A Natureza contém os elementos, em cor e forma, de todas as imagens, como o teclado contém as notas de toda a música. Mas o artista nasce para escolher, escolher e agrupar com a ciência, esses elementos, que o resultado pode ser bonito - como o músico reúne suas anotações e forma seus acordes, até que ele traga do caos a gloriosa harmonia. Dizer ao pintor, que a natureza deve ser tomada como ela é, é dizer ao jogador, que ele pode sentar-se no piano. A natureza é sempre correta, é uma afirmação, artisticamente, como falsa, pois é uma verdade cuja universalidade é considerada universal. A natureza é muito raramente certa, até tal ponto que quase se pode dizer que a Natureza é geralmente errada: isto é, a condição das coisas que deve trazer a perfeição da harmonia digna de um quadro é rara, e não comum em tudo (WHISTLER, 1885, p. 14).



FIGURA 3.43 - *Arrangement in Grey and Black N°.1 (Arranjo em cinza e preto N°1)*, de James Abbott McNeill Whistler, de 1871³³.

³³ <https://en.wikipedia.org/wiki/James_Abbott_McNeill_Whistler#/media/File:Whistlers_Mother_high_res.jpg>
Acesso em 20 out 2016



FIGURA 3.44 - Composição da série *Symphony in White*, de Whistler: *Symphony in White* N°1: *The White Girl*³⁴; *Symphony in White*, N°2: *The Little White Girl*³⁵ e *Symphony in White*, N°3³⁶

³⁴

<[https://en.wikipedia.org/wiki/James_Abbott_McNeill_Whistler#/media/File:Whistler_James_Symphony_in_White_no_1_\(The_White_Girl\)_1862.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/James_Abbott_McNeill_Whistler#/media/File:Whistler_James_Symphony_in_White_no_1_(The_White_Girl)_1862.jpg)> Acesso em 20 out. 2016

³⁵ <https://en.wikipedia.org/wiki/James_Abbott_McNeill_Whistler#/media/File:Cult-of-beauty-001.jpg> Acesso em 20 out. 2016

³⁶ <https://en.wikipedia.org/wiki/Symphony_in_White,_No._3> Acesso em 20 out. 2016

Capítulo 4 - Aspectos Metodológicos da Pesquisa

4.1 - Pesquisa Qualitativa

O presente trabalho é de cunho qualitativo, método de investigação científica que se foca no caráter subjetivo do objeto analisado, estudando as suas particularidades e experiências individuais. Como CRESWELL (2007) destaca, tem como o objetivo final “compreender o contexto no qual determinado fenômeno se insere a partir da relação que tal fenômeno estabelece com o sujeito e por ele é interpretado” (pg. 18). Como destacado por VIEIRA e HOSSNE (2015) a pesquisa qualitativa tem o objetivo de entender o comportamento das pessoas, suas opiniões, seus conhecimentos, suas atitudes, suas crenças, seus medos; desta forma apresenta-se relacionada ao significado que as pessoas atribuem às suas experiências do mundo e ao modo como entendem o mundo em que vivemos. O pesquisador da área qualitativa levanta dados por meio de entrevistas, grupos de discussão, observação direta, análise de documentos e de discursos – ou seja, por meio de texto (p. 2). Também baseado em CRESWELL (2007), entende-se que a pesquisa qualitativa parte de premissas individuais, formas específicas de compreender o mundo, visando compreender o significado individual ou grupal que é dado a cada dimensão de um problema humano.

Para DEMO (1995), a pesquisa em ensino é essencialmente qualitativa, cujo objetivo fundamental é compreender e interpretar os fenômenos educacionais estudados ao invés de apenas descrevê-los, pois a pesquisa qualitativa busca analisar o aspecto subjetivo dos fenômenos transformados em dados relevantes. Este argumento foi apoiado por BERG (1995), ele destacou que o método a ser usado em tais pesquisas deve possuir elementos consistentes de flexibilidade e sensibilidade ao contexto social, pois é melhor entender o fenômeno em estudo. A base da pesquisa qualitativa estabelece a abordagem interpretativa da realidade social e na descrição dos processos desse movimento que muda constantemente de muitas maneiras. CRESWELL (1998) define a pesquisa qualitativa como um processo que requer o método de pesquisa tradicional, de forma a obter uma melhor compreensão em qualquer estudo que pretenda explorar um problema social ou humano.

BOGDAN (1994, p. 47-50) destaca cinco características da pesquisa qualitativa: tem o ambiente natural como fonte direta dos dados e o pesquisador como instrumento-chave; é descritiva; os pesquisadores qualitativos estão preocupados com o processo e não simplesmente com os resultados e o produto; os

pesquisadores qualitativos tendem a analisar seus dados indutivamente; o significado é a preocupação essencial na abordagem qualitativa. Segundo o autor, pode-se destacar também como características da pesquisa qualitativa sua visão holística, ou seja, a compreensão do significado de um comportamento ou evento só é possível em função das inter-relações que emergem de um dado contexto; sua abordagem, portanto, deve ser indutiva, pois parte de observações mais livres, deixando que dimensões e categorias de interesse apareçam progressivamente durante os processos de coleta e análise de dados.

4.2– Sequência proposta de trabalho e síntese da investigação

Neste trabalho, a partir do reconhecimento de características dos sujeitos participantes da pesquisa, foram elaboradas SDs que possibilitaram, por meio de uma abordagem interdisciplinar e contextualizada, tratar de conceitos relacionados às Funções Inorgânicas. Durante essa abordagem, incorporando elementos do movimento CTS e HFC, as atividades foram estruturadas de forma a permitir não só a aquisição de conhecimentos químicos, mas também de uma formação humana integral, como destacado nos documentos que norteiam a educação brasileira (Figura 4.1).

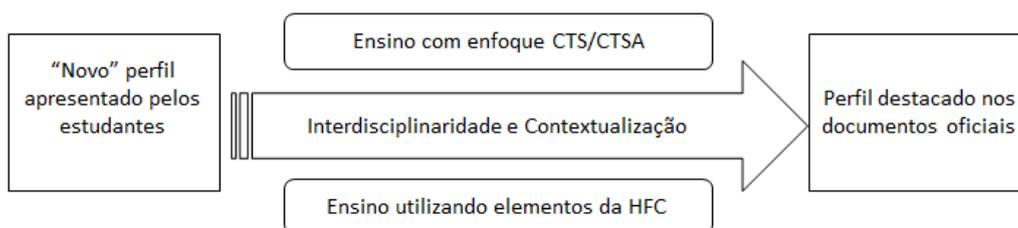


FIGURA 4.1- Sequência proposta de trabalho

Fonte: elaborado pelos autores (2017).

Para alcançar os objetivos propostos, esta investigação se compôs por 5 etapas principais, sendo o eixo norteador principal de toda a investigação o tema Pigmentos Inorgânicos. Na primeira etapa, procurou-se reconhecer características relevantes nos documentos oficiais da educação brasileira para uma proposta de ensino interdisciplinar e contextualizada, focada no Ensino de Química. Em seguida, foram destacados elementos dos movimentos CTS e HFC que pudessem contribuir para a formação cidadã dos sujeitos da pesquisa, aproximando-os do perfil desejado nos documentos oficiais. Utilizando-se dos elementos levantados nas etapas 1 e 2

foram construídas SDs que possibilitaram a partir de situações-problema abordar os conceitos químicos desejados, levando em conta os perfis dos sujeitos da pesquisa e também as características da instituição onde o trabalho foi desenvolvido. O levantamento das características da Instituição foi fundamental levando-se em conta a natureza Interdisciplinar da proposta do trabalho. Entre os anos de 2010 e 2015 a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica sofreu grande expansão, sendo que no ano de 2014 um número muito grande de docentes tomaram posse no IFSP-Campus Capivari. Neste grupo, que iniciaram suas atividades pouco antes do desenvolvimento desta pesquisa, haviam servidores que estariam exercendo a atividade docente pela primeira vez, provenientes muitas vezes diretamente da academia (mesmo o processo seletivo às vagas contar com prova didática). Tal fato pode ter contribuído para uma menor participação de docentes de outras disciplinas, graças à inexperiência ou por desconhecer a potencialidade de uma proposta de ensino interdisciplinar (herança também da sua própria experiência estudantil). Posteriormente, na etapa 4 foram realizadas as análises das SDs aplicadas, procurando destacar, a partir dos referenciais utilizados, características que pudessem estar relacionadas à interdisciplinaridade, à contextualização e a elementos dos movimentos CTS e HFC nos trabalhos dos estudantes. Por fim, com base nas informações obtidas nas etapas anteriores, as considerações finais sobre a questão de pesquisa e a efetividade das atividades propostas nas SDs são apresentadas. Na Figura 4.2 apresenta-se uma síntese de todas as etapas desenvolvidas durante esta investigação.



FIGURA 4.2 – Síntese das etapas de desenvolvimento do trabalho

Fonte: elaborado pelos autores (2017).

4.3 - Público Alvo

Participaram da pesquisa 32 estudantes do 2º ano do curso Ensino Médio Integrado ao Técnico em Química e 11 estudantes do curso Técnico em Química na modalidade concomitante/subsequente (noturno) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFSP), campus Capivari. Esta pesquisa foi desenvolvida e aplicada, tanto no médio Integrado quanto na modalidade Concomitante/Subsequente, na disciplina de Química Inorgânica. Entretanto, cada modalidade apresenta algumas características próprias que determinaram e/ou influenciaram algumas das ações deste trabalho. A seguir apresentam-se algumas características.

4.3.1 - Turma de Ensino Médio Integrado ao Técnico em Química

O projeto, como mencionado anteriormente, foi aplicado no componente curricular Química Inorgânica (sigla QIN), disciplina com 4 aulas semanais, com duração anual (totalizando 160 aulas (133 horas)/ano). No Projeto Pedagógico do Curso, a ementa da disciplina orienta que ocorra a discussão das características e principais aplicações dos elementos representativos, aprofundando o estudo dos compostos inorgânicos (ácidos, bases, sais e óxidos), ligações químicas e cálculo estequiométrico (aplicado a obtenção de substâncias inorgânicas), além de introduzir o estudo dos compostos de coordenação. Um dos desafios da disciplina encontra-se na bibliografia (básica e complementar) citada no Plano da Disciplina (inserido no Projeto Pedagógico do Curso - PPC), trazendo apenas livros que são utilizados em cursos de graduação, como Química Inorgânica não tão concisa (LEE, J.D.), Química Geral e Reações Químicas Vol. 1 (John C. KOTZ, J.C.; TREICHEL, P.M.; WEAVER, G.C.) e Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente (ATKINS, P.W.; Jones, L.). Mesmo sendo uma disciplina ministrada no 2º ano, após os estudantes já terem conhecimentos básicos obtidos nas disciplinas do 1º ano como Química Geral (QGR), Técnicas de Laboratório (TLB), Microbiologia (MBI), o que se observa é uma disciplina memorização de informações, nomes, fórmulas e conhecimentos como fragmentos desligados da realidade dos alunos.

4.3.2 - Turma de Ensino Médio Integrado ao Técnico em Química

O projeto foi aplicado também no componente curricular Química Inorgânica (sigla QIN-Q2), disciplina com 4 aulas semanais, porém semestral (total de 76 aulas (63 horas) /semestre. No Plano da Aula da disciplina são mencionados como objetivos compreender as propriedades físicas e químicas dos elementos representativos e compostos estudados, relacionando-as com as estruturas e as teorias de ligação; dominar a linguagem química, possibilitando identificar e interpretar processos químicos; aprofundar os conhecimentos de estequiometria aplicada à produção industrial de compostos inorgânicos e compreender a química dos compostos de coordenação. Assim como Para a Turma do médio Integrado, a bibliografia (básica e complementar) citada no Plano da Disciplina também traz livros de cursos de graduação, como Química Inorgânica não tão concisa, Química Geral e Reações Químicas 1 e Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente. Entretanto, para o perfil dos alunos que cursam o Concomitante/Subsequente o desafio de utilizar as fontes bibliográficas citadas é ainda maior, pois, na maioria das vezes, são turmas compostas por estudantes que retornam aos estudos após longo período afastados e apresentam grande dificuldade com pré-requisitos relacionados à leitura, escrita e interpretação de textos, além de realizar apenas as operações básicas da matemática.

4.4 - O Município de Capivari

A cidade de Capivari foi fundada em 10 de julho de 1832, situando-se no interior do estado de São Paulo e pertencendo à mesorregião e microrregião de Piracicaba, a 140 km da capital do Estado. Possui uma população estimada de 54.298 habitantes, tendo áreas limítrofes com os municípios de Elias Fausto, Mombuca, Monte Mor, Porto Feliz, Rafard, Rio das Pedras e Santa Bárbara D'Oeste. Em suas proximidades se encontram os municípios de Americana, Campinas, Cerquilha, Itu, Hortolândia, Indaiatuba, Laranjal Paulista, Paulínia, Piracicaba, Saltinho, Sorocaba, Sumaré e Tietê (Figura 4.3).



FIGURA 4.3: Localização da Cidade de Capivari

O acesso se dá por importantes rodovias do estado de São Paulo, como a Rodovia do Açúcar (SP-308), interligando Capivari aos municípios de Salto, Sorocaba e Piracicaba, a SP-101, que liga a cidade à Região Metropolitana de Campinas e à cidade de Tietê, e SP-306 dando acesso à cidade de Santa Bárbara D'Oeste³⁷. Em relação à rede de ensino do município, a cidade conta com um total de 43 escolas de Educação Básica e duas Instituições de Educação Superior. Desse total, 3 são particulares, 4 estaduais, 1 federal e 30 municipais sendo desse total 2 escolas rurais, segundo dados da Coordenadoria de Gestão de Recursos Humanos da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo³⁸.

O município possui como principal identidade industrial aquelas relacionadas à produção de açúcar e álcool, como destacado por dados da ASSOCAP³⁹ (Associação dos Fornecedores de Cana), entidade de classe fundada em 1943 que abrange os municípios de Capivari (sede), Rafard, Mombuca, Elias Fausto, Monte Mor, Cerquilha, Tietê, Indaiatuba, Salto, Laranjal Paulista, Tatuí e Cesário Lange. De acordo com as informações da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS/Ministério do Trabalho e Emprego), em Capivari há 382 estabelecimentos industriais, responsáveis por 37% do emprego formal no município⁴⁰. Dentre as indústrias instaladas no município, há 14 indústrias químicas e 30 indústrias de alimentos e bebidas, que são os principais setores em que há demanda por profissionais técnicos em química, juntamente com a agroindústria da cana de açúcar. A cana de açúcar é cultivada em 37% dos estabelecimentos

³⁷ <<http://www.capivari.sp.gov.br/index.php/cidade/historia.html>> Acesso em 13 dez 2017

³⁸ <<http://www.educacao.sp.gov.br/cgrh/escolas/>> Acesso em 13 dez 2017

³⁹ <<http://www.canacap.com.br/>> Acesso 13 dez 2017

⁴⁰ <<http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/SP/Munic%C3%ADpios/Capivari.pdf>> Acesso 13 dez 2017

agrícolas do município. A economia do município aponta para a existência de grande número de estabelecimentos cuja atividade, direta ou indireta, está relacionada à cana de açúcar. Além desses, outras indústrias do município e da região necessitam de profissionais qualificados para o trabalho com operação e análise de processos químicos.

4.5 - O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP – é uma autarquia federal de ensino, parte da chamada Rede Federal. A Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica é composta por um total de 644 Campi (Figura 4.4), pertencendo a esse número os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, os Centros Federais de Educação Tecnológica, as Escolas Técnicas Vinculadas às Universidades Federais, a Universidade Tecnológica Federal do Paraná e o Colégio Pedro II.



FIGURA 4.4 – Unidades da Rede Federal no território brasileiro

Fonte: www.conif.org.br

De 1909 a 2002, foram construídas 140 escolas técnicas no país, enquanto que, entre 2003 e 2016, o Ministério da Educação concretizou a construção de mais de 500 novas unidades, referentes ao plano de expansão da educação profissional, totalizando 644 campi em funcionamento (Figura 4.5).

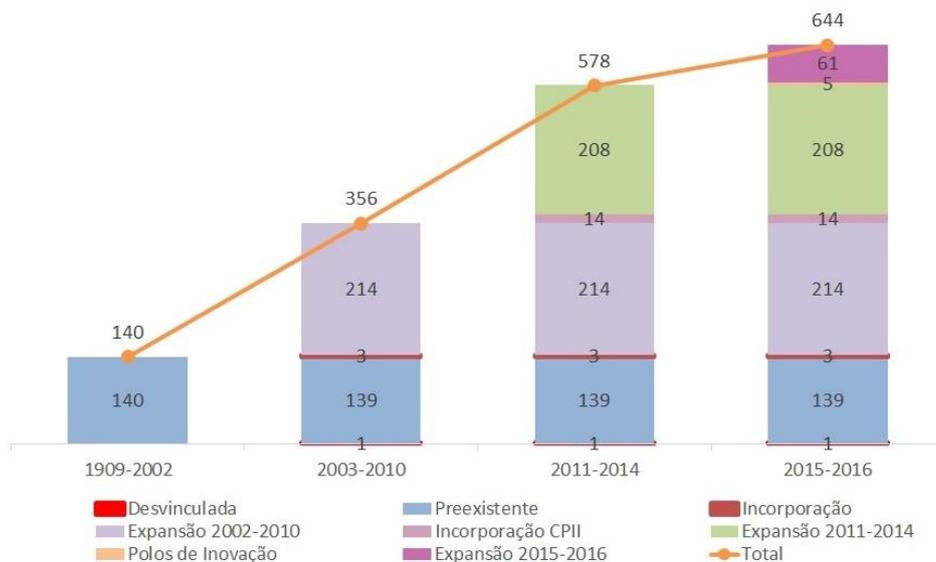


FIGURA 4.5 - Expansão da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica - Em unidades

Fonte: <http://redefederal.mec.gov.br/expansao-da-rede-federal>

Fundada em 1909, como Escola de Aprendizes Artífices, durante seus 103 anos de história, O IFSP recebeu também os nomes de Escola Técnica Federal de São Paulo e Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo (Figura 4.6). Com a transformação em Instituto (Lei 11.892 de 29 de dezembro de 2008), passou a ter relevância de universidade, destacando-se pela autonomia.

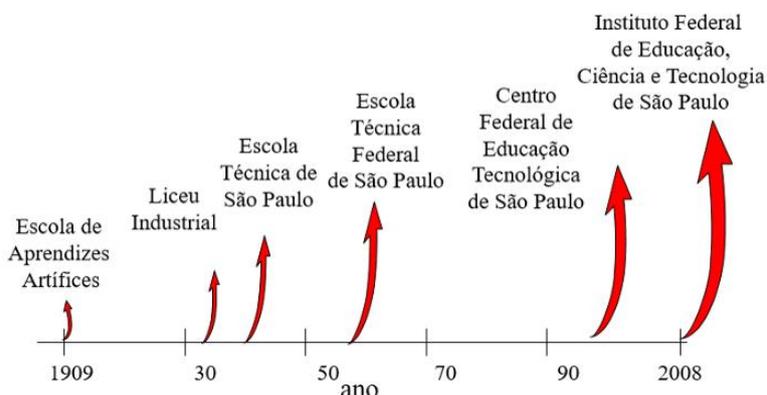


FIGURA 4.6 – As diferentes designações que o Instituto Federal recebeu ao longo de seus 103 anos de história

O IFSP é organizado em estrutura multicampi e possui aproximadamente 22 mil alunos matriculados nos 28 campi e 20 polos de educação a distância divididos pelo estado de São Paulo.

O IFSP tem atuação prioritária na Educação Tecnológica nos seus diversos níveis de ensino, atuando ainda na formação de professores e no

desenvolvimento de pesquisas tecnológicas. Os campi do Estado de São Paulo possuem aproximadamente sete mil alunos matriculados em cursos de longa duração, cursos técnicos integrados na modalidade – PROEJA, técnicos concomitantes e/ou subsequentes, cursos tecnológicos, licenciatura, engenharias e cursos de especialização.

4.6 - O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus Capivari

4.6.1 - História e Criação

Em 1º de fevereiro de 2010, o Campus Avançado Capivari foi criado, vinculado ao Campus Salto, em ato oficial realizado em Brasília conduzido pelo Presidente da República, Luiz Inácio Lula da Silva. A criação do Campus Capivari foi precedida pela assinatura de um termo de compromisso envolvendo o Ministério da Educação/Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (MEC/SETEC), o IFSP, o Município de Capivari, a Campanha Nacional de Escolas da Comunidade (CNEC) e o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). O objetivo do termo de compromisso foi a colaboração entre as partes no sentido de criação do campus, por meio da incorporação do Centro de Aprendizagem e Desenvolvimento Educacional de Capivari, objeto de convênio entre o Ministério da Educação e o CNEC, por meio do Programa de Expansão da Educação Profissional (PROEP). O Campus Capivari faz parte do Plano de Expansão da Rede Federal Fase II – campus avançados.

O IFSP-Capivari teve início em suas atividades no dia 26/07/2010 com a oferta dos cursos técnicos concomitantes ou subsequentes em Manutenção e Suporte de Informática e Química (Figura 4.5). No ano de 2012 o Instituto firmou parceria com a Secretaria Estadual de Educação e começou a disponibilizar cursos técnicos integrados ao ensino médio nas áreas de Informática e Química. No primeiro semestre de 2013 iniciou-se o primeiro curso superior, sendo este o Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas. Em 23 de abril de 2013, o Instituto Federal de Capivari teve sua condição promovida de Campus Avançado para Campus Pleno. Em fevereiro de 2014, começou a ser oferecido o curso superior de Tecnologia de Processos Químicos e em fevereiro de 2015 o curso de Licenciatura em Química.



FIGURA 4.5 – Imagem frontal do prédio do IFSP- Campus Capivari.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).

4.6.2 - Localização, Infraestrutura, Áreas de Atuação, Pessoal e Oferta de Cursos.

O IFSP – Campus Capivari está localizado na Avenida Ênio Pires de Camargo, número 2971, no Bairro São João Batista, em Capivari/SP. Sua Infraestrutura é composta por:

- 10 salas de aula (Figura 4.6);



FIGURA 4.6 – Aspectos das salas de aula do IFSP- Campus Capivari.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).

- 5 laboratórios de Informática (Figura 4.7);



FIGURA 4.7 – Aspecto dos laboratórios de Informática do IFSP – Campus Capivari.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).

- 1 laboratório de Hardware (Figura 4.8);



FIGURA 4.8 – Laboratório de Hardware do IFSP- Campus Capivari.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).

- 4 laboratórios de Química (Figura 4.9);



FIGURA 4.9 – Laboratório de Química 1 do IFSP- Campus Capivari.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).

- 1 laboratório de Física;
- Biblioteca;
- Auditório;
- Cantina;
- Reprografia e papelaria;
- Setores acadêmico-administrativos;
- Setor esportivo.

No Campus há um total de 112 Servidores: 19 Professores de Informática, Gestão e Direito, 26 Professores de Química e Educação, 27 Professores de Educação Básica, 40 Servidores Técnico-Administrativos. As Áreas de Atuação (atuais) são Educação Básica, Informática, Química e Gestão. Os Níveis de Ensino compreendem a Formação Inicial e Continuada, Ensino Técnico de Nível Médio (concomitante, subsequente, integrado, EJA) e Ensino Superior.

A Oferta atual em 2017 ofereceu vagas nos cursos de Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio, Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio, Técnico em Administração Integrado ao Ensino Médio (EJA), Técnico em Química Concomitante/Subsequente, Licenciatura em Química, Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas e Tecnologia em Processos Químicos.

4.6.3 Justificativa pela oferta do curso Técnico em Química⁴¹

A demanda por profissionais da área de Química é percebida pelos municípios da região de Capivari. Em consulta aos municípios de Capivari, Mombuca, Rafard, Piracicaba, Elias Fausto e Tietê, por intermédio do Centro

⁴¹ Fonte: <<http://www.ifspcapivari.com.br/documentos/ppc/plano-curso-integrado-quimica.pdf>> Acesso em 13 out 2017

Integrado de Apoio ao Trabalhador e Empresário de Capivari, todos os municípios indicaram a necessidade de um curso técnico na área de Química na região. O campo de atuação principal do Técnico em Química é a indústria, e a vocação industrial do município de Capivari pode ser percebida quando se analisa os dados do IBGE sobre a composição do Produto Interno Bruto (Valor Adicionado⁴²). Enquanto a participação da indústria no Estado de São Paulo é de 31,7% do PIB e nacionalmente é de 29,3%, no município de Capivari, a participação da indústria na composição do PIB é de 42,2%.

Mais de 15% dessas indústrias é da área química ou afim, necessitando de profissionais da área para a realização de suas atividades. Portanto, há a necessidade de atendimento às demandas dessas empresas, com formação profissional para atuação em operações e análises de processos químicos, contribuindo para a economia do setor e preservação da saúde e da qualidade de vida da população. Na região de Capivari não há oferta de Cursos Técnicos Integrados ao Ensino Médio, os alunos precisam concluir o Ensino Médio, para irem para cidades maiores para então se profissionalizar. Com o Curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio, a população tem a oportunidade de garantir o Ensino Médio com qualidade e obter formação técnica de nível médio, melhorando as expectativas das famílias social, cultural e economicamente. O profissional formado em química pode atuar nas empresas do setor químico, além de outros setores que realizam operações ou análises de processos químicos, incluindo empresas da área de alimentos, plásticos, bebidas, automotivas, metalúrgicas, dentre outras.

4.7 - Instrumentos de Coleta de Dados

Para a coleta de dados utilizou-se a observação participante, por compreender que melhor atendia ao caráter qualitativo da pesquisa. MINAYO (*apud* CUNHA e LATINI., 2014) define observação participante como

[...] processo pelo qual se mantém a presença do observador numa situação social com a finalidade de realizar uma investigação científica, na qual o observador está em relação

⁴² <<https://cidades.ibge.gov.br/painel/economia.php?lang=&codmun=351040&search=sao-paulo|capivari|infogr%E1ficos:-despesas-e-receitas-or%E7ament%E1rias-e-pib>> Acesso 18 dez 2017

face a face com os observados. Ao participar da vida deles, no seu cenário cultural, colhe dados e se torna parte do contexto sob observação, ao mesmo tempo modificando e sendo modificado por este (CUNHA e LATINI, 2014, p.327).

Para THIOLENT, (2000) a observação participante busca a inclusão da comunidade com sua própria realidade e ocorre a partir da interação conjunta entre pesquisadores e sujeitos que participam da investigação. Segundo BRANDÃO (1984), a pesquisa participante caracteriza-se pela sua faceta de investigação social, objetivando o total envolvimento da comunidade através do julgamento de sua realidade, objetivando a promoção do envolvimento social de forma a alcançar algum tipo de benefício àqueles que participaram nesta investigação, ou seja, uma atividade educativa de investigação e ao mesmo tempo a possibilidade de ação social. Para o autor, deve-se partir sempre da realidade concreta da vida cotidiana das pessoas, respeitando-se suas diferenças e valores, partindo-se do princípio que pesquisar e educar estão entrelaçados como um movimento único e dialético que visa, ao fim, à transformação de uma situação real. Destaca-se também que para o autor que a ideia de trocar ou partilhar conhecimento aparece como princípio para a realização da prática educativa (BRANDÃO, 2006), ou seja, a educação só se torna possível por meio da troca e da partilha de saberes, num movimento aberto às várias esferas do conhecimento, de modo a se gerar um novo saber, por intermédio de reconhecimento do outro como igual. Da mesma forma, GROSSI (1981) destaca que a pesquisa participante se apresenta como processo de investigação onde os sujeitos participam na análise crítica de sua realidade, objetivando uma transformação social que possa trazer algum tipo de benefício àqueles que são explorados; trata-se, portanto, de uma atividade de pesquisa educacional voltada para a ação.

De maneira geral, pode-se afirmar que a pesquisa participante busca o envolvimento da comunidade na análise crítica de sua própria realidade. Ela se desenvolve a partir da articulação entre o pesquisador e os sujeitos no contexto das situações inquiridas. Para GIL (2002, p. 55), "a pesquisa participante, assim como a pesquisa ação, caracteriza-se pela interação entre pesquisadores e membros das situações investigadas", ou seja, os objetos estudados são sujeitos e não "sujeitos de pesquisa", no sentido de simples fornecedores de dados, mas indivíduos que integram o cenário investigado. A Pesquisa Participante, portanto, tem raízes na

necessidade de gerar um processo de conscientização e reflexão constantes que, como destaca GAJARDO (*apud* ENGERS, 1994), visa "atuar como um mecanismo coletivo de negociação e aproveitamento de recursos e espaços de participação disponíveis na sociedade".

4.8- Sequências Didáticas

Para ZABALA (1998), SDs são:

[...] um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos", que "têm a virtude de manter o caráter unitário e reunir toda a complexidade da prática, ao mesmo tempo que (...) permitem incluir as três fases de toda intervenção reflexiva: planejamento, aplicação e avaliação" (1998, p.18).

Para DOLZ e SCHNEUWLY (2004), as SDs são instrumentos que podem guiar professores, propiciando intervenções sociais, ações recíprocas dos membros do grupo e intervenções formalizadas nas instituições escolares, tão necessárias para a organização da aprendizagem em geral e para o progresso de apropriação de gêneros em particular (Figura 4.10).

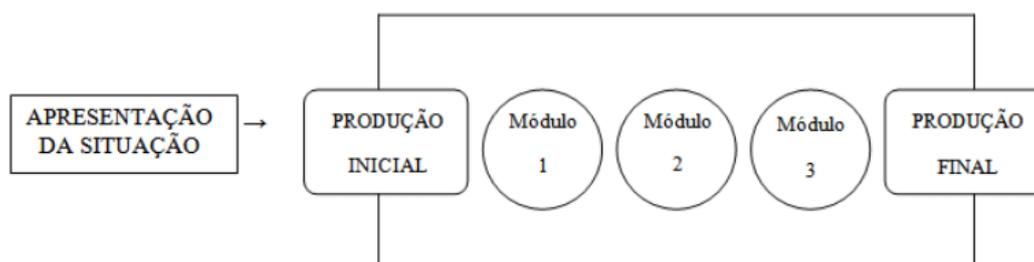


FIGURA 4.10 – Esquema de uma SD

Fonte: DOLZ, NOVERRAZ e SCHNEUWLY (2004, p. 97)

Também, segundo, ZABALA (1998), numa SD devem existir atividades: que permitam determinar os conhecimentos prévios dos alunos; em que os conteúdos são propostos de maneira significativa e funcional; adequadas ao nível de desenvolvimento de cada estudante; que representem desafios possíveis para o estudante e que permitam a percepção da zona de desenvolvimento proximal (VYGOTSKY, 2000, p. 112) sobre a qual se possa intervir; que promovam uma

atitude favorável e que sejam motivadoras em relação à aprendizagem dos novos conceitos; que estimulem a autoestima e o autoconceito do estudante em relação às aprendizagens, para que ele perceba que seu esforço vale a pena; que facilitem a aquisição de habilidades ligadas ao aprender a aprender (ZABALA, 1998, p 63-64) .

Alguns critérios para análise das sequências reportam que os conteúdos de aprendizagem agem explicitando as intenções educativas, podendo abranger três dimensões: “dimensão conceitual – o que se deve saber?; dimensão procedimental – o que se deve saber fazer?; dimensão atitudinal – como se deve ser? ” (ZABALA, 1998, p. 31). As SDs devem permitir, portanto ensinar conceitos e princípios, ensinar conteúdos procedimentais e ensinar conteúdos atitudinais. Zabala (1998) salienta que existem diversos tipos de sequência, não sendo possível afirmar que uma seja melhor ou pior que outra e vice-versa. O que importa é o reconhecimento das possibilidades e carências de cada uma, a fim de compreender quais tipos se adaptam melhor às necessidades educacionais de cada aluno, em determinados contextos, de acordo com o tipo de conteúdo (conceitual, procedimental ou atitudinal), principalmente. Dessa forma, a sequência tem por objetivo nortear a ação pedagógica do professor explicitando claramente o que e como se pretende construir determinado (s) conceito(s).

Para a construção das unidades, foi utilizado o modelo estrutural proposto para elaboração de unidade didática contextualizada (MARCONDES e col., 2007), como indicado na Figura 4.11. Neste modelo, recomenda-se iniciar com uma situação problematizadora contextualizada que poderá ser compreendida com base em conhecimentos químicos adequados, relacionados a aspectos sociais e tecnológicos, de forma a permitir que situação-problema possa ser interpretada com uma nova leitura mais integralizada. Além de permitir a contextualização do conhecimento, a problematização deve permitir certa flexibilidade aos conteúdos e interatividade, exigindo diversos aspectos do conhecimento escolar para sua compreensão e tentativa de buscas de soluções. A problematização inicial também deve contribuir para entendimento crítico da realidade do estudante, enfocando situações com significação individual, social e histórica. A escolha do tema para problematização pode incluir situações mais restritas à comunidade escolar, abordando temáticas do cotidiano dos alunos, da escola, do bairro, ou de interesse da classe, entretanto, sem perder a oportunidade de levar sua análise a uma perspectiva global.

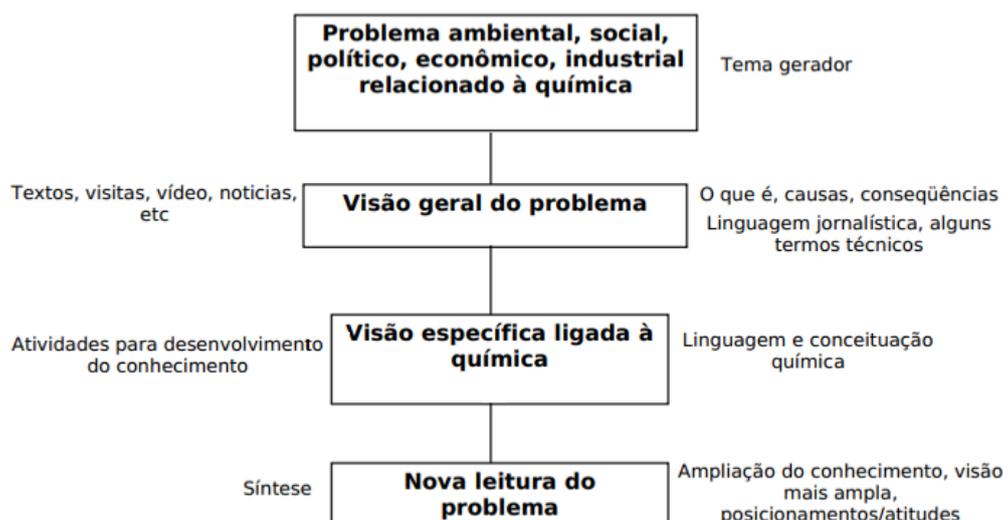


FIGURA 4.11 - Modelo estrutural de uma unidade didática contextualizada.

Fonte: Marcondes, M.E.R, Pitombo, L.R.M (coords). Projeto Pró-Ciências, FAPESP, 2001

4.9 - Análise dos Dados

A coleta de dados foi realizada ao longo do processo através de registros escritos no formato de diário de bordo, atividades escritas discursivas, maquetes, painéis e questionários. Este trabalho foi previamente submetido ao comitê de ética na Plataforma Brasil, com parecer favorável, sem restrições, pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal de São Carlos (Parecer N° 1.389.810). Também foi entregue aos responsáveis pelos estudantes o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 1). Para a coleta de dados elaborou-se um questionário para ser utilizado previamente (denominado Questionário Prévio – Apêndice 2), visando identificar características dos sujeitos participantes da pesquisa. Após a aplicação de duas Sequências Didáticas (SD) na turma de Ensino Médio integrado ao Técnico em Química e uma SD aplicada a turma do Técnico em Química na modalidade concomitante/subsequente, realizou-se o registro de todas as produções (maquetes, painéis, pinturas, avaliações) dos estudantes, visando verificar a evolução do pensamento científico e a efetividades da aplicação da SD. As SDs 1 e 2 são formadas por 10 etapas, tendo a duração de 5 semanas, com quatro encontros semanais de 200 minutos cada (Curso anual). A SD 3 era formada por 5 etapas, com duração de 1 semestre.

O diário de bordo auxiliou no processo de interpretação e análise das respostas dos estudantes. De acordo com GIL (2010, p. 154), a análise e interpretação de dados de uma pesquisa podem considerar etapas clássicas de

análise: “categorização, codificação, tabulação, a análise estatística e generalização”, ou ainda privilegiar “a discussão em torno dos dados obtidos, de onde decorre a interpretação de seus resultados”. Os dados dos questionários e da lista de hábitos e atitudes serão analisados de forma qualitativa a partir dos referenciais da análise de conteúdo categorial.

Para a análise de conteúdo dos questionários pré e pós atividade, foi utilizada a análise de conteúdo de BARDIN (1977). A análise de conteúdo de Bardin constitui-se em um conjunto de técnicas de análise das comunicações que objetiva, através da sistematização de operações e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indícios que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção desta mensagem. As etapas da análise de conteúdo compreendem a pré-análise, a exploração do material, o tratamento dos resultados e a inferência e interpretação.

4.10 - Referenciais de Análise

Para interpretação e avaliação dos dados obtidos após a aplicação da UD utilizou-se como referência o artigo de SILVA E MARCONDES (2015), onde é apresentado uma análise, com base na perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), de materiais didáticos elaborados por professores de química. Para tanto, os autores elaboraram um instrumento que buscava investigar os materiais construídos de acordo com os referenciais discutidos em meio a uma intervenção. Como destacado por ACEVEDO *apud* SILVA e MARCONDES (2015), a temática CTS, no contexto educacional: pode incrementar e possibilitar a compreensão dos conhecimentos científicos e tecnológicos, assim como suas relações e diferenças, com o propósito de atrair mais alunos para estudos relacionados à ciência e tecnologia; constitui-se em uma forma de potencializar os valores próprios da ciência e da tecnologia para entender o que delas se pode aportar na sociedade, considerando, também, aspectos éticos necessários para uso mais responsável; caracteriza-se como uma abordagem que possibilita, aos estudantes, obterem maior compreensão dos impactos sociais da ciência e da tecnologia, permitindo, assim, a participação informada na sociedade civil.

Visando sua análise através do instrumento proposto pelos autores do artigo anteriormente citado, as SDs foram desenvolvidas nesta dissertação a partir das partes destacadas no artigo, as quais são: 1. Situação-problema ou tema –

identificado pelo título dado à unidade didática e atividade de abertura; 2. Visão geral do problema ou tema, segundo os autores, tratam-se de informações que descrevem o tema ou problema abordado e sua articulação com características das áreas CTS contidos em sua estrutura; 3. Conhecimento específico da Química – conhecimento químico tratado na unidade e sua relação com o tema ou problema; 4. Nova leitura do tema ou problema – analisou-se se a sequência didática permite a retomada de alguma discussão sobre o tema ou problema ou não, apresentando uma nova situação que amplia os entendimentos sobre o problema ou, ainda, apresenta uma nova problemática visando a resolução da questão previamente proposta.

No artigo de SILVA E MARCONDES (2015), a análise das unidades didáticas foi elaborado um modelo a partir da sobreposição do modelo de MARCONDES e col. (2007) ao de AIKENHEAD (1994) que possibilitava detalhar os conhecimentos tratados nas unidades didáticas (Figura 4.12). Da mesma forma, após o desenvolvimento dos painéis, maquetes e pinturas dos estudantes, após a discussão de cada sequência didática aplicada, como resposta à sua aplicação, foram construídos modelos que pudessem destacar os elementos CTS presentes.

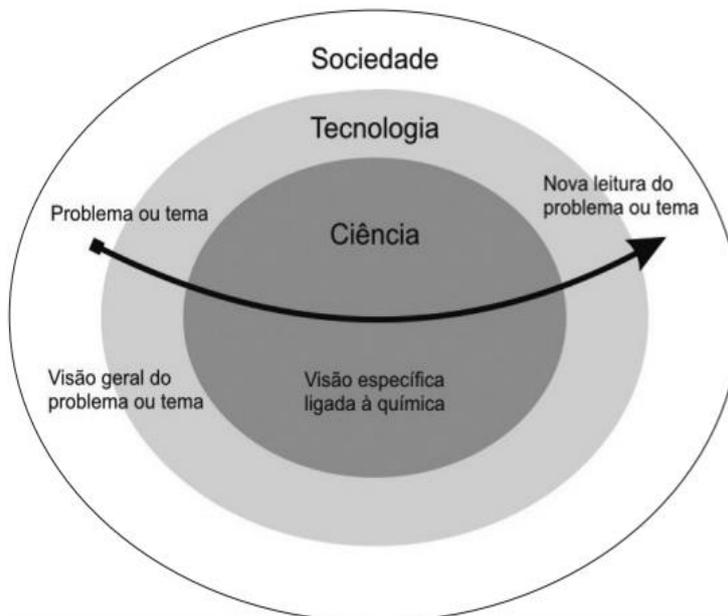


FIGURA 4.12 - Instrumento elaborado para análise das unidades didáticas.

Fonte: SILVA e MARCONDES, 2015.

A análise dos autores no artigo utilizado nesta dissertação procurou evidenciar os conhecimentos e focos das áreas CTS, a natureza das atividades propostas aos alunos e as estratégias que pudessem ser utilizadas para colocar as SDs em prática. Neste sentido, neste trabalho, procurou-se, através da análise

proposta, identificar a contextualização dos assuntos destacados nos objetivos gerais e específicos através da presença de elementos relacionados ao ensino CTS em uma abordagem interdisciplinar. A partir da problematização do tema gerador proposto pelo professor, contido em cada uma das SDs, procurou-se identificar nos trabalhos desenvolvidos pelos estudantes a presença ou não destes elementos, e se possibilitavam a releitura da situação problema apresentada. A escolha das situações problematizadoras que iniciavam cada uma das SDs procurou levantar questões sem a preocupação com a área de conhecimento envolvida, relacionadas às outras disciplinas e conteúdos presentes tanto na turma de Ensino Médio Integrado ao Técnico em Química quanto na turma do Técnico em Química concomitante/subsequente. A proposta desta pesquisa visou um projeto integrador, onde não somente durante as aulas de Química Inorgânica os estudantes desenvolvessem seus trabalhos, mas também, pelo fato de conteúdos das disciplinas de Geografia, História, Sociologia, Física, Matemática, Literatura e, principalmente, Artes, estarem envolvidos nas situações problematizadoras, tanto o espaço destas outras disciplinas quanto os demais docentes poderiam se envolver (no caso dos estudantes do Técnico em Química noturno, o aporte realizou-se com as demais disciplinas técnicas, como Análise Instrumental). Desta forma, os estudantes, de acordo com a necessidade de suas propostas de maquetes e painéis, como resposta às discussões realizadas dentro da disciplina de Química Inorgânica, buscaram ajuda dos docentes das demais disciplinas, acerca de conteúdos que já foram ou estavam sendo abordados em sala de aula.

Capítulo 5 - Resultados e Discussão

5.1 - Análise dos Questionários Prévios

A Questão 1 tratava sobre dados pessoais dos estudantes entrevistados, como idade, sexo, ocupação principal, e escola anterior (Tabela 5.1). Tais quesitos são importantes porque trazem particularidades importantes das turmas: enquanto que os estudantes do Ensino Médio Integrado ao Técnico em Química (doravante EMITQ) estão na série adequada à sua faixa etária e dedicam-se totalmente ao curso (modalidade integral), os estudantes do Ensino Técnico em Química modalidade concomitante/subsequente (doravante TQ) estão fora de fase na maioria dos casos, de forma que o curso técnico em química representa o retorno aos estudos principalmente por questões profissionais, buscando recolocação no mercado ou a habilitação técnica visando adequação às funções já desempenhadas nas empresas da região. Dentre as ocupações dos estudantes do Técnico na modalidade concomitante/subsequente, haviam funcionários de serviço de limpeza, tratamento e análise de água de caldeira, garçom, funcionário de lavanderia e operador de processos biológicos.

TABELA 5.1 - Características do grupo de estudantes do 2º Ano do EMITQ e do 2º Módulo do TQ

Dados Pessoais	2º Ano EMITQ	2º Módulo do TQ
Idade		
15 anos	18 (56,3%)	-
Entre 16 e 20 anos	14 (43,7%)	5 (45,5%)
21 a 29 anos	-	5 (45,5%)
Acima de 29 anos	-	1 (9%)
Sexo		
Masculino	9 (28,1%)	2 (18%)
Feminino	23 (71,9%)	9 (82%)
Trabalha		
Sim	-	6 (54,5%)
Não	32 (100%)	5 (45,5%)
Escola Anterior		
Publica	27 (84,3%)	10 (91%)
Privada	5 (15,7%)	1(9%)

A Questão 2 trazia a pergunta: Você acredita que a Química está correlacionada com outras áreas do conhecimento? Nesta Questão, 100% das respostas tanto do EMITQ quanto do TQ afirmaram positivamente que a Química se correlaciona a outras áreas do conhecimento, demonstrando que os estudantes, dentro de sua experiência escolar e vida cotidiana, percebem que existe uma articulação entre esta Ciência e os demais compôs do conhecimento. Em seguida, na mesma questão, havia um questionamento sobre quais áreas do conhecimento

correlacionavam-se com a Química. Neste quesito imaginava-se que os estudantes, por ser uma pergunta que possibilitava mais de uma indicação, apresentariam respostas mais ligadas às outras ciências ditas “duras”, como Física e Matemática, principalmente no caso dos estudantes do médio integrado (Tabela 5.2). Entretanto, ao quantificar o número de ocorrências pelas áreas indicadas pelos estudantes, disciplinas pertencentes à área de Humanidades apresentaram destaque, como Artes, História e Geografia. Este resultado pode relacionar-se ao próprio contexto do curso e da proposta do Instituto Federal: sendo um curso médio integrado ao técnico em química (que, inclusive, desenvolve com os estudantes Trabalhos de Conclusão de Curso e Iniciação Científica), é muito provável que tanto os docentes quanto discentes tenham observado ou tido alguma experiência de caráter interdisciplinar (projetos integradores, etc.), ressaltando a importância desta prática no ambiente de ensino.

TABELA 5.2 - Disciplinas citadas pelos estudantes do EMITQ como correlacionadas à Química

Disciplinas	Número de ocorrências	Porcentagem do Total
Biologia	32	15,2%
Física	28	13,3%
Artes	27	12,9%
História	24	11,4%
Matemática	22	10,5%
Geografia	18	8,6%
Informática	16	7,6%
Educação Física	13	6,2%
Sociologia	12	5,7%
Filosofia	8	3,8%
Literatura	5	2,4%
Língua Estrangeira	5	2,4%

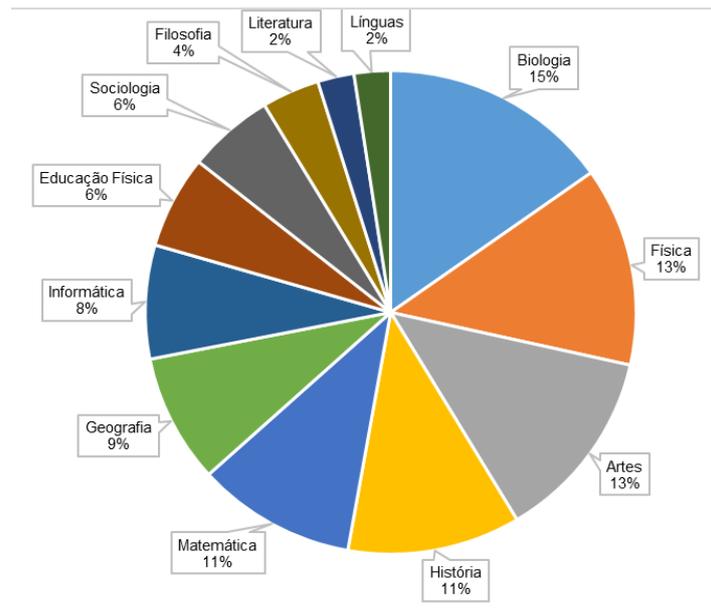


GRÁFICO 5.1 - Disciplinas citadas pelos estudantes do EMITQ como correlacionadas à Química.

Se as disciplinas citadas pelos estudantes forem organizadas nas 4 grandes áreas propostas pelo Ministério da Educação para certificação do Ensino Médio através do ENEM (Linguagens, Códigos e suas Tecnologias - Artes, Educação Física, Literatura, Língua Estrangeira e Informática; Ciências Humanas e suas Tecnologias - História, Geografia, Filosofia e Sociologia; Ciências da Natureza e suas Tecnologias - Química, Física e Biologia e Matemática e suas Tecnologias), as disciplinas ligadas às Humanidades e Linguagens apresentariam um número de citações maior que as disciplinas ligadas às Ciências Exatas (Gráfico 5.2).

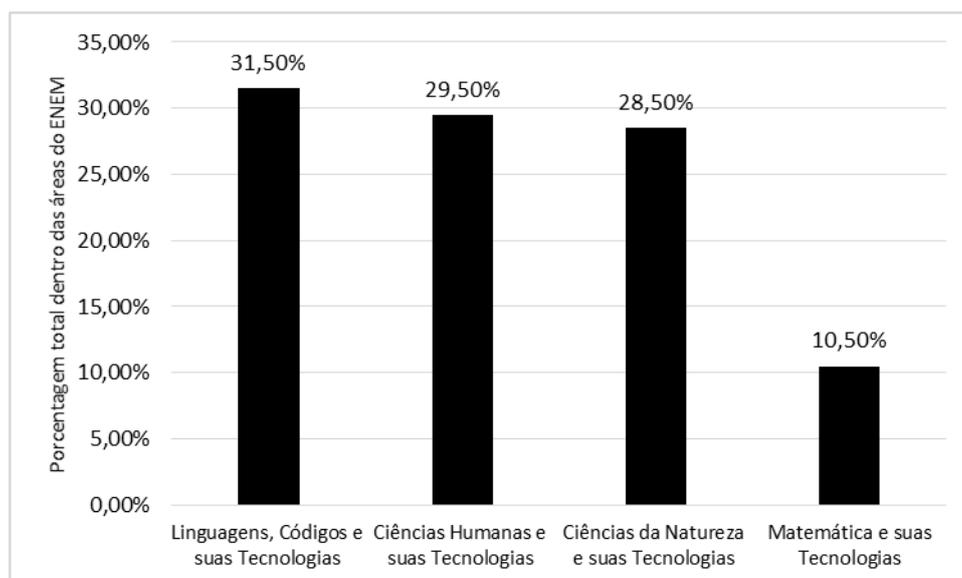


GRÁFICO 5.2 - Disciplinas citadas pelos estudantes do EMITQ como correlacionadas à Química organizadas de acordo com a proposta do ENEM.

Para os estudantes do TQ, as disciplinas relacionadas à área das ciências exatas e biológicas (Física, Matemática e Biologia) apresentaram maior número de citações em comparação às disciplinas da área de Humanidades (Tabela 5.3 e Gráfico 5.3). Tal dado pode ser resultado tanto da maior faixa etária dos estudantes do Técnico em Química (que muitas vezes tiveram sua formação escolar apenas baseada no paradigma tradicional de ensino - transmissão-recepção - onde, quando ocorre, a articulação ocorre entre as disciplinas da mesma área) quanto da experiência profissional de alguns destes estudantes que muitas vezes são “treinados” a utilizar determinadas fórmulas visando chegar a resultados de análises rotineiras.

TABELA 5.3 - Disciplinas citadas pelos estudantes do TQ como correlacionadas à Química.

Disciplinas	Número de ocorrências	Porcentagem do Total
Matemática	11	21,6%
Biologia	9	17,6%
Física	9	17,6%
Artes	7	13,7%
História	5	9,8%
Educação Física	3	5,9%
Informática	2	3,9%
Sociologia	2	3,9%
Filosofia	2	3,9%
Geografia	1	2%
Literatura	0	0%

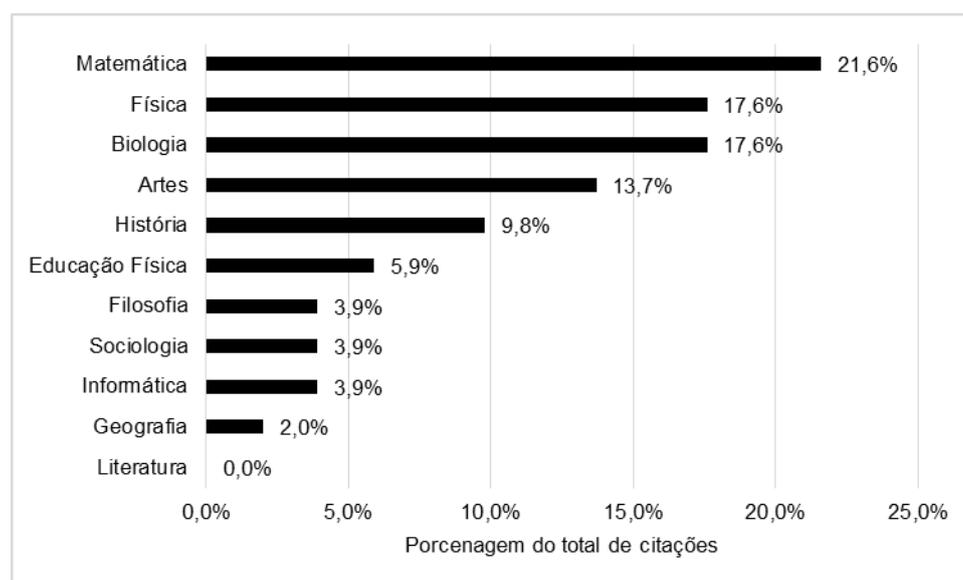


GRÁFICO 5.3 - Disciplinas citadas pelos estudantes do TQ como correlacionadas à Química

3) Você tem percebido durante as aulas de química se os conteúdos apresentados pelos professores estão sendo correlacionados com outras disciplinas?

Tratando mais especificamente das disciplinas técnicas (específicas), objetivou-se com esta questão analisar como a questão da articulação da Química com as demais disciplinas do curso estava ocorrendo, e se era possível perceber quais áreas desta ciência (como Química Geral, Inorgânica, Físico-Química, Química Orgânica, dentre outras) se destacavam frente à questão interdisciplinar. Nas respostas obtidas, 93,8% (30 respostas) dos estudantes do EMITQ assinalaram positivamente, ou seja, os estudantes percebiam que os conteúdos apresentados nas áreas específicas da Química permitiam a articulação com outras disciplinas, enquanto que apenas 2 estudantes (6,2%) declararam que não percebiam tal correlação. Entretanto, ao solicitar que exemplos desta articulação fossem citados (Tabela 5.4), os estudantes apresentaram dificuldade em citar exemplos e também destacaram-se exemplos ligados às Ciências Exatas, diferentemente do que foi verificado na Questão 2.

TABELA 5.4 - Correlações da química com outras disciplinas do curso citadas em sala de aula pelos estudantes do EMITQ

Citações	Número de citações	Porcentagem do total
Citou disciplinas, mas sem exemplos	6	19,4%
Cálculos matemáticos (Estequiometria e Logaritmos)	5	16,1%
Obras de arte	4	12,9%
Física (calor, energia, velocidade média)	3	9,7%
Biologia (glicose, digestão, microbiologia)	3	9,7%
Não soube/quis citar disciplinas ou exemplos	3	9,7%
Surgimento de conceitos e/ou personagens da História	3	9,7%
Mudanças no espaço geográfico resultante da Química	1	3,2%
Uso do Inglês em artigos científicos da Química	1	3,2%
Características químicas do solo	1	3,2%
Questão social da Química	1	3,2%

Da mesma forma, os estudantes do TQ também apresentaram dificuldade em apresentar exemplos de temas que permitiam a articulação da Química com outras disciplinas do curso. Os poucos exemplos citados foram bem específicos, destacando inclusive o nome dos docentes que estavam desenvolvendo estas atividades interdisciplinares em sala de aula, como por exemplo “*a aula de TLB (técnicas de laboratório) da professora X tinha um contato com a da professora*

Y". Como identificado na questão 2, a principal articulação da Química com outras disciplinas, identificada pelos estudantes do TQ, está relacionada a realização de cálculos, como densidade e estequiometria (Tabela 5.5).

TABELA 5.5 - Correlações da química com outras disciplinas do curso citadas em sala de aula pelos estudantes do TQ

Citações	Número de citações	Porcentagem do total
Cálculos Matemáticos	4	36,3%
Citou disciplinas, mas sem exemplos	2	18,2%
Saúde	2	18,2%
Obras de Arte	1	9,1%
História do uso da água	1	9,1%
Questão social da Química	1	9,1%

4) Você tem percebido durante as aulas de química se os conteúdos apresentados pelo professor estão sendo relacionados com aplicações ligados ao seu dia a dia?

Nesta questão objetivou-se investigar a contextualização no que se resume ao uso da química em situações do cotidiano. Nas respostas obtidas, 29 estudantes do EMITQ responderam afirmativamente (90,6%) enquanto que apenas três (9,4%) não percebiam a utilização da Química durante as aulas para exemplificar/explicar fenômenos do dia a dia (tabela 5.6). Novamente, ao ser solicitado que citassem algum exemplo, os estudantes apresentaram dificuldade ou simplesmente não respondiam a segunda parte da questão. O destaque do número de citações da presença da Química na cozinha pode estar relacionado a exemplos utilizados em estequiometria, conteúdo abordado praticamente em todas as disciplinas específicas do curso técnico.

TABELA 5.6 - Situações cotidianas da Química citadas em sala de aula pelos estudantes do EMITQ

Situações citadas	Número de citações	Porcentagem do Total
Química na cozinha (receita de bolo)	7	22,6%
Uso de substância químicas em casa (geral)	4	12,9%
Química presente em tudo	4	12,9%
Produtos de Higiene pessoal, cosméticos	3	9,7%
Não soube/não quis citar	3	9,7%
Citou apenas uso da química no cotidiano, mas sem um exemplo/situação específica	3	9,7%
Combustão, combustíveis	2	6,5%
Desastres ambientais	2	6,5%
Produção de detergentes	2	6,5%
Medicamentos	1	3,2%

Embora 100% dos estudantes do TQ tenham respondido afirmativamente a esta questão, assim como os do EMITQ, apresentaram dificuldade em apresentar exemplos da contextualização, sendo que aqueles que foram citados claramente apresentavam situações que foram trabalhadas pelos próprios docentes em aulas próximas do preenchimento do questionário, sem trazer nenhuma novidade (Tabela 5.7).

TABELA 5.7- Situações cotidianas da Química citadas em sala de aula pelos estudantes do TQ

Situações citadas	Número de citações	Porcentagem do Total
Química na cozinha (receita de bolo)	3	30%
Não soube/não quis citar	3	30%
Química presente em tudo	2	20%
Produtos de Higiene pessoal, cosméticos	1	10%
Uso de substância químicas em casa (geral)	1	10%

5) Você acredita que, ao correlacionar a Química com outras disciplinas escolares, o aprendizado desta disciplina pode sofrer algum benefício?

Nesta questão, 31 estudantes (97%) do EMITQ responderam afirmativamente, sendo que a principal motivação apresentada como vantagem à articulação da Química com outras disciplinas está relacionada à melhora da compreensão dos assuntos, como por exemplo: “ *as disciplinas não são aprendidas*

de forma isolada, o que facilita o entendimento”, ou então “ pode nos ajudar a compreender melhor cada disciplina”. Embora as respostas não deixem claro como a articulação da Química com outras disciplinas possa propiciar melhor compreensão, percebe-se que tal abordagem é vista como importante e um diferencial durante o processo de ensino (Tabela 5.8).

TABELA 5.8 - Benefícios citados pelos estudantes do EMITQ resultantes do ensino da Química articulado a outras disciplinas

Justificativa	Número de citações	Porcentagem do total
Melhor compreensão/aprendizado do conteúdo	20	58,8%
Não soube/quis citar	4	11,8%
A aula torna-se mais interessante ou dinâmica	4	11,8%
Ensino menos fragmentado	3	8,8%
Visão geral de tudo, mudança na visão de mundo	2	5,9%
Preparo para o trabalho	1	2,9%

Novamente 100% dos estudantes do TQ responderam afirmativamente à questão proposta, prevalecendo o mesmo aspecto apresentado pelos alunos do EMITQ: a possibilidade de articular a Química com outras disciplinas é percebida como uma forma de auxiliar a compreensão dos conteúdos e tornar a aula mais interessante (Tabela 5.9).

TABELA 5.9 - Benefícios citados pelos estudantes do TQ resultantes do ensino da Química articulado a outras disciplinas

Justificativa	Número de citações	Porcentagem do total
Melhor compreensão/aprendizado do conteúdo	5	50%
Não soube/quis citar	3	30%
A aula torna-se mais interessante ou dinâmica	1	10%
Ensino menos fragmentado	1	10%

6) Na sua opinião, é importante que na escola o estudante aprenda (além dos conceitos ligados a cada disciplina) sobre elementos da cultura brasileira, como música, artes plásticas, teatro, etc.?

A Questão 6 ressalta a importância de trazer elementos culturais para o processo de ensino, não só como forma de cumprir as recomendações dos

documentos oficiais, mas como possibilidade de intervenção pedagógica que possa promover a formação humana integral dos estudantes, fato destacado pelos próprios sujeitos da pesquisa. 100% dos estudantes, tanto do EMITQ quanto do TQ responderam afirmativamente a essa questão. Citações como “ *é importante sabermos na nossa cultura, do nosso passado, para podermos ver o impacto que isso possui atualmente e no futuro*” ou “*porque aprender elementos da cultura brasileira nos ajuda a conhecer a história de nosso povo e conseqüentemente criarmos uma identidade*” ressalta a importância de trazer tais elementos para o ambiente de ensino, independente da área de concentração da disciplina ministrada. Para os estudantes do EMITQ (Tabela 5.10), trazer tais elementos é uma grande oportunidade de se aprender sobre a própria cultura, enquanto que para os alunos do TQ tal inserção pode possibilitar melhor compreensão dos assuntos, provavelmente por ser uma forma de ensino mais contextualizada com a realidade local e nacional (Tabela 5.11).

TABELA 5.10 - Razões destacadas pelos estudantes do EMITQ que justificam o aprendizado de elementos da cultura brasileira em sala de aula.

Importância	Número de citações	Porcentagem do total
Aprender sobre a cultura local/brasileira	7	20%
Desenvolvimento cultural e social/Integração social	6	17,1%
Aumentar o conhecimento/aprendizado	5	14,3%
Aumento do capital cultural	4	11,4%
Conhecer os antepassados/passado do povo	3	8,6%
Desenvolvimento dos alunos/humanidade	3	8,6%
Preparar para a vida/pensamento crítico	2	5,7%
Relacionar as disciplinas c/ elementos culturais	2	5,7%
Inspiração	1	2,9%
Diminuir o preconceito	1	2,9%
Correlacionar com o cotidiano	1	2,9%

TABELA 5.11 - Razões destacadas pelos estudantes do TQ que justificam o aprendizado de elementos da cultura brasileira em sala de aula.

Importância	Número de citações	Porcentagem do total
Ajuda na compreensão dos conteúdos	4	36,4%
Conhecimento da cultura brasileira	4	36,4%
Aumentar o conhecimento/aprendizado	1	9,1%
Não soube/ quis citar	1	9,1%
Melhor formação profissional	1	9,1%

7) Você acredita que, quando alguma disciplina escolar estimula a criatividade e a sensibilidade dos estudantes, isso possa trazer algum benefício para sua formação ou vida cotidiana?

Visando obter dados relacionados a atividades que envolvam a construção de trabalhos relacionados às artes plásticas, a questão 7 buscava que os estudantes refletissem sobre tais atividades, de caráter mais introspectivo (criatividade e sensibilidade). No EMITQ, 31 estudantes (97%) responderam afirmativamente (com uma negativa e uma abstenção), manifestando que tais características podem apresentar algum benefício. Entretanto, por tais atividades serem pouco exploradas no ambiente escolar, houve dificuldade para os alunos expressarem quais os benefícios que a criatividade e a sensibilidade podem proporcionar no processo de ensino-aprendizagem (Tabela 5.12). Citações como “*de certa forma, estas atividades nos ensinam a ver o mundo ao nosso redor de maneira mais humana e crítica*” ou “*a possibilidade da construção de uma sociedade melhor com pessoas mais sensíveis e altruístas*” demonstra que os estudantes relacionam sensibilidade e criatividade como necessários à formação humana que possibilita uma sociedade melhor, mas em sua maioria não percebem que tais características também são importantes, por exemplo, no mundo do trabalho.

TABELA 5.12 - Importância do desenvolvimento da criatividade e sensibilidade na visão dos estudantes do EMITQ

Benefício	Número de Citações	Porcentagem do Total
Não soube/quis citar	6	18,8%
Melhora nos relacionamentos	5	15,6%
Expressar ideias	4	12,5%
Melhora comunicação	4	12,5%
Favorece escolhas diferentes	4	12,5%
Aumenta o conhecimento	4	12,5%
Sociedade melhor	3	9,4%
Mudança na leitura do mundo	2	6,3%

Para os estudantes do TQ, mesmo já inseridos muitas vezes no mercado de trabalho, o desenvolvimento de habilidades relacionadas à criatividade e sensibilidade também não são prontamente associadas às atividades profissionais (Tabela 5.13). Um dos estudantes citou que o estímulo à sensibilidade e à criatividade pode se configurar como *“um incentivo para escolher com o que trabalhar futuramente”* e também apenas um aluno citou que são características importantes também quando se visa a formação humana integral: *“a formação da pessoa, em uma visão mais ampla de mundo”*.

TABELA 5.13 - Importância do desenvolvimento da criatividade e sensibilidade na visão dos estudantes do TQ

Importância	Número de Citações	Porcentagem do Total
Não soube/quis citar	4	36,4%
Aumenta o conhecimento	2	18,2%
Aprendizado mais interessante	2	18,2%
Formação mais ampla	1	9,1%
Mudança na forma de pensar	1	9,1%
Tomada de decisão	1	9,1%

8) Você se interessa por algum tipo de expressão artística? Cite mais de uma (música, artes plásticas, teatro, artesanato, etc.) colocando-as em ordem decrescente de interesse.

A questão 8 objetivou investigar quais os gostos dos estudantes em relação ao mundo das diferentes expressões artísticas. Tal dado se mostra relevante para ser levado em conta na elaboração de atividades externas, durante o

desenvolvimento das sequências didáticas. Para os estudantes do EMITQ, o cinema mostrou-se como o preferido (Gráfico 5.4), enquanto que para o TQ a música é a expressão favorita (Gráfico 5.5). Para os estudantes do EMITQ, a disciplina de Artes já desenvolvia como principal atividade bimestral o desenvolvimento de filmes na forma de mostra de curtas, característica ligada à formação da docente da área. Desta forma, o desenvolvimento de atividades ligadas às Artes Plásticas, proposta deste trabalho, apresentava-se como uma alternativa a ser elaborada juntamente com os estudantes.

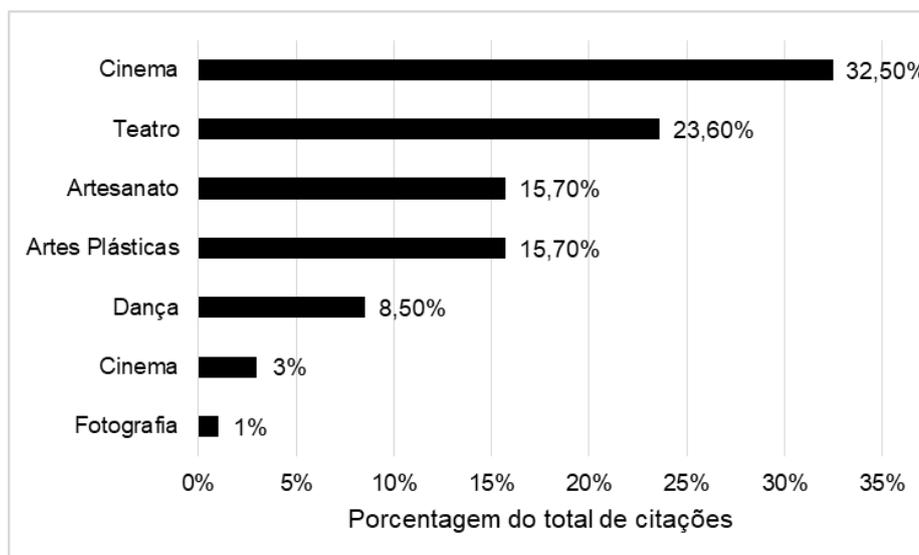


GRÁFICO 5.4 - Expressões artísticas destacadas pelos estudantes do EMITQ

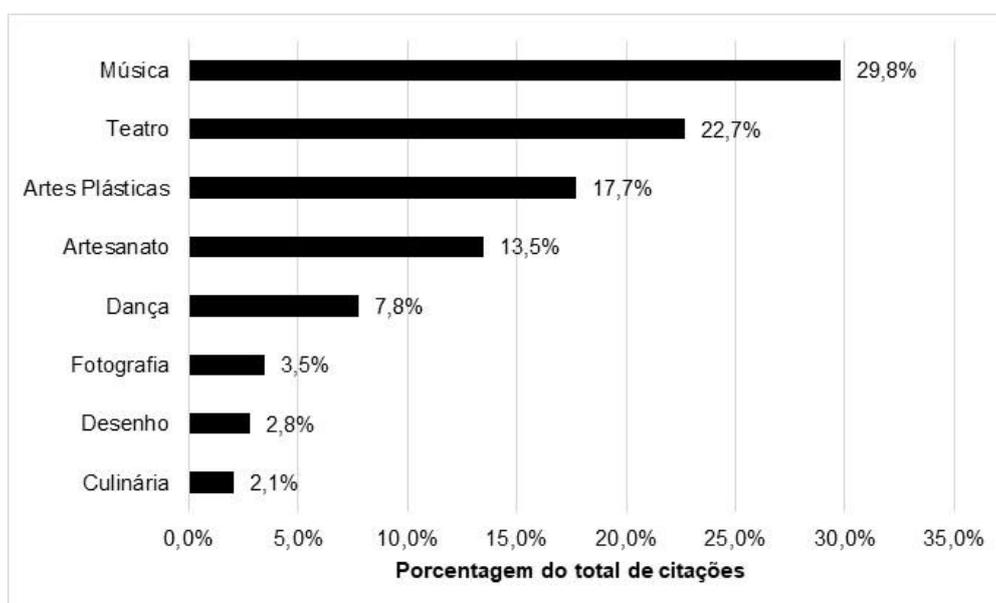


GRÁFICO 5.5 - Expressões artísticas destacadas pelos estudantes do TQ

9) Você gostaria de aprofundar seus conhecimentos dentro das áreas de expressão artística?

Visando conhecer o interesse dos estudantes, a questão 9 pode destacar que os estudantes desejam conhecer mais das expressões artísticas, sendo que esperam que a escola possa oferecer oportunidades para que isso ocorra. No EMITQ 93,8% dos estudantes responderam afirmativamente à pergunta, destacando seu interesse pelo teatro, museus, etc. (Gráfico 5.6). Desta forma, durante a aplicação das sequências didáticas, procurou-se dentro das atividades, além de desenvolver trabalhos relacionados às artes plásticas (pinturas), explorar o interesse dos alunos em conhecer (externamente) mais do mundo das expressões artísticas (visita a exposição).

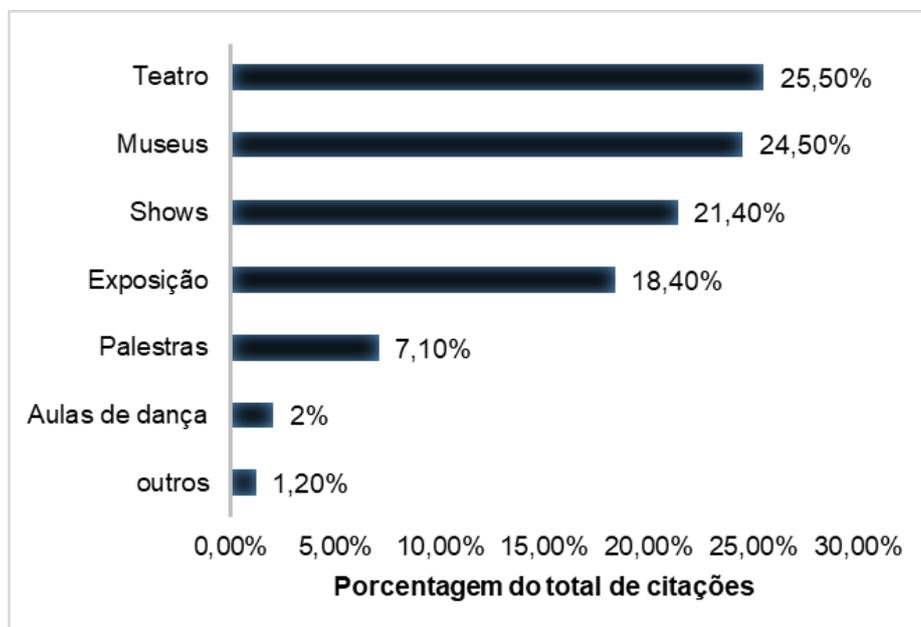


GRÁFICO 5.6 – Áreas de expressão artística de interesse dos estudantes do EMITQ

A maioria dos estudantes do TQ trabalham no período diurno e estudavam a noite (alguns inclusive trabalhavam no turno noturno, após o horário das aulas), mas também apresentaram interesse em participar de atividades que desenvolver seus conhecimentos nas expressões artísticas. Como havia a impossibilidade de participar de atividades externas por questões profissionais, definiu-se que, por apresentarem interesse, palestras seriam apresentadas aos alunos dentro do próprio ambiente de ensino, sem a necessidade de ausentar-se do trabalho (Gráfico 5.7).

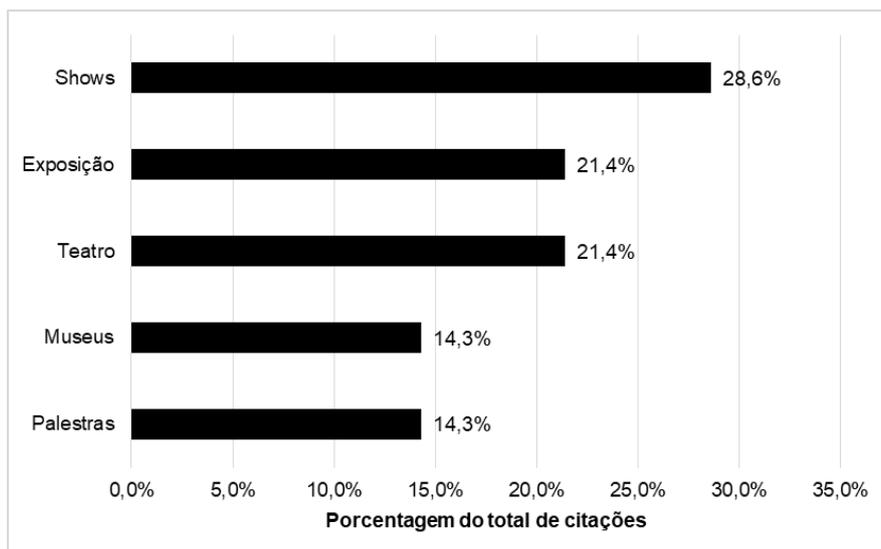


GRÁFICO 5.7 - Áreas de expressão artística de interesse dos estudantes do TQ

10) Em particular, no caso das artes plásticas (pinturas em telas, grafite, murais, etc.) você conhece o trabalho de artistas nacionais e/ou estrangeiros, do passado ou do presente?

Nesta questão, 78,1% dos estudantes do EMITQ manifestaram conhecer (embora a questão 10 não procurava analisar em qual profundidade) o trabalho de algum artista ligado às artes plásticas, do passado ou do presente (Gráfico 5.8). A diversidade de artistas relacionados foi bastante grande, com maior número de citações relacionadas a um artista que ganhou maior notoriedade na mídia na última década (Romero Brito) em comparação a artista local, uma das mais expoentes figura das artes plásticas brasileiras de todos os tempos (Tarsila do Amaral).

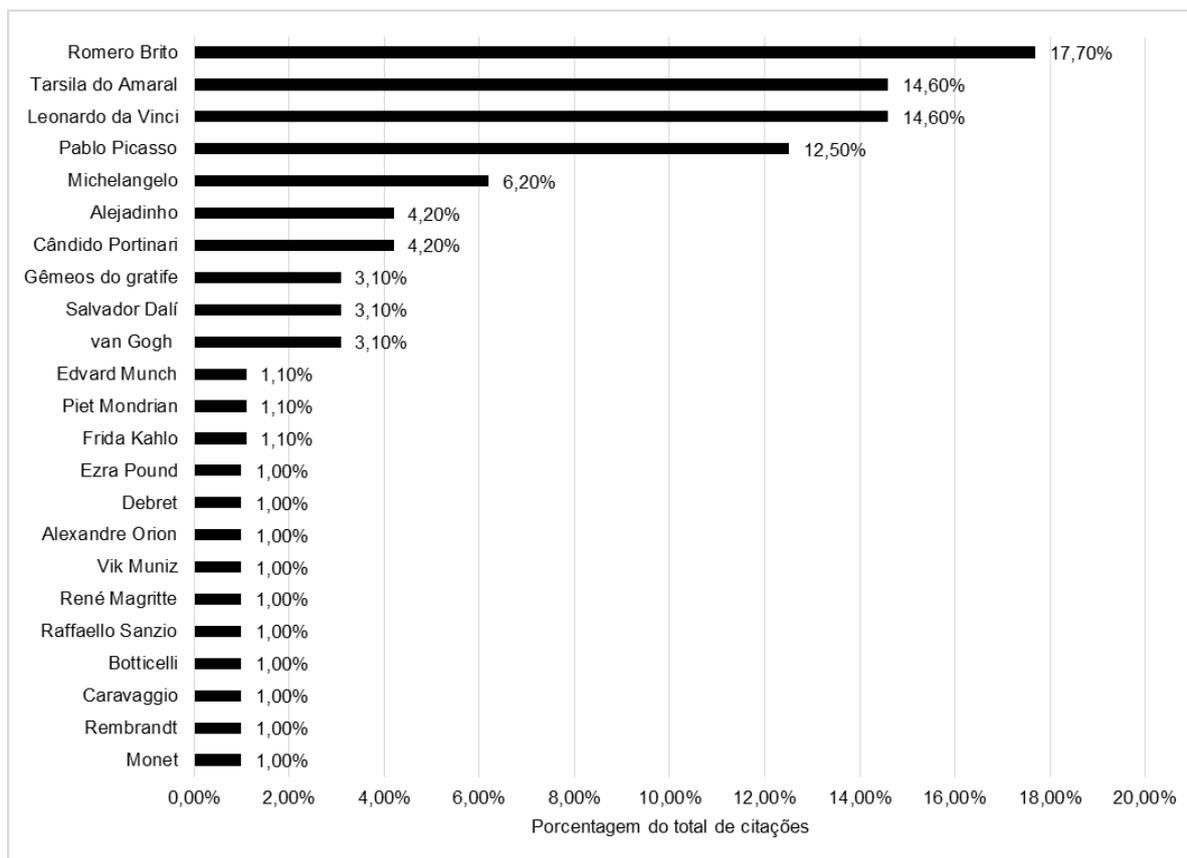


GRÁFICO 5.8 – Artistas plásticos citados pelos estudantes do EMITQ

Entre os estudantes do TQ há a predominância da artista local, Tarsila do Amaral e de outros com relevância artística e histórica, sem ocorrer nenhuma citação ao artista destacado pelos estudantes do EMITQ (Gráfico 5.9). Tal fato pode estar ligado a maior faixa etária dos estudantes do TQ, com menor influência de artistas promovidos pela mídia e maior conhecimento da cultura local.

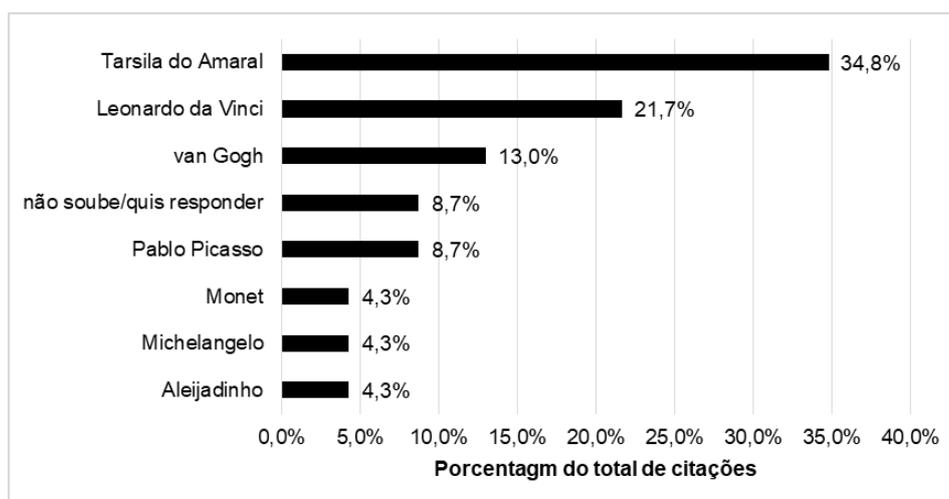


GRÁFICO 5.9 - Artistas plásticos citados pelos estudantes do TQ

11) Na sua opinião, a química pode estar relacionada à arte em particular às artes plásticas? Como?

Na questão 11, 93,8% dos estudantes do EMITQ responderam afirmando que Química e Arte estão correlacionados. Neste grupo, 85,7% dos estudantes citaram a Química como responsável pelo fornecimento dos materiais necessários (telas e pigmentos), sendo que poucos identificam seu importante papel para autenticação, preservação e restauro das obras de arte (Gráfico 5.10). Para os estudantes do TQ, 100% reconhecem tal articulação, mas citando apenas os materiais necessários às Artes Plásticas provenientes da Química, com 90,9% de ocorrência (Gráfico 5.11).

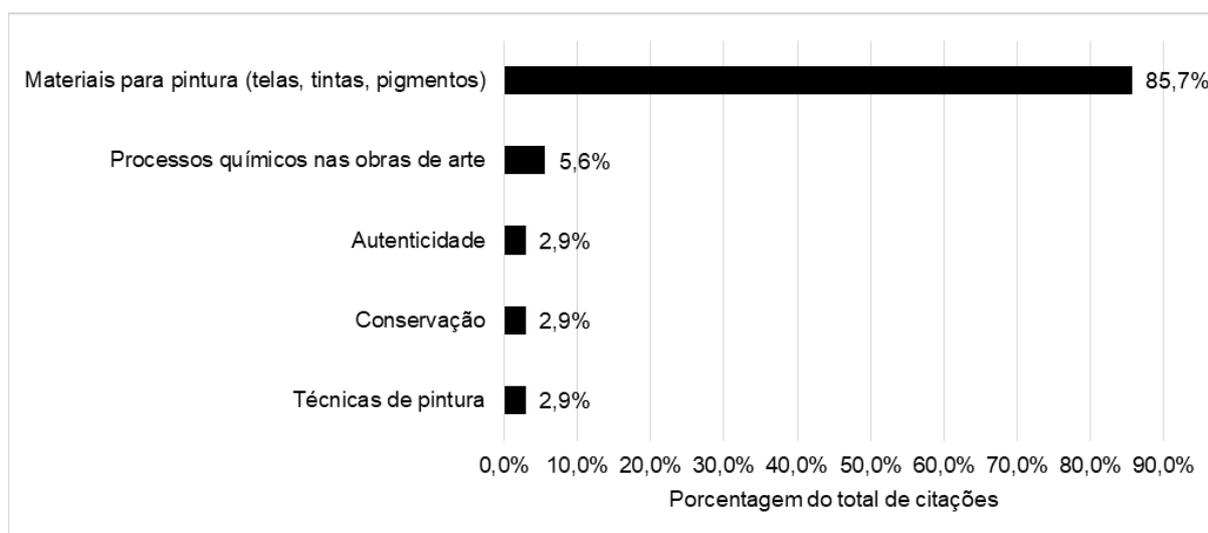


GRÁFICO 5.10 – Relação da Química com as Artes Plásticas identificadas pelos estudantes do EMITQ

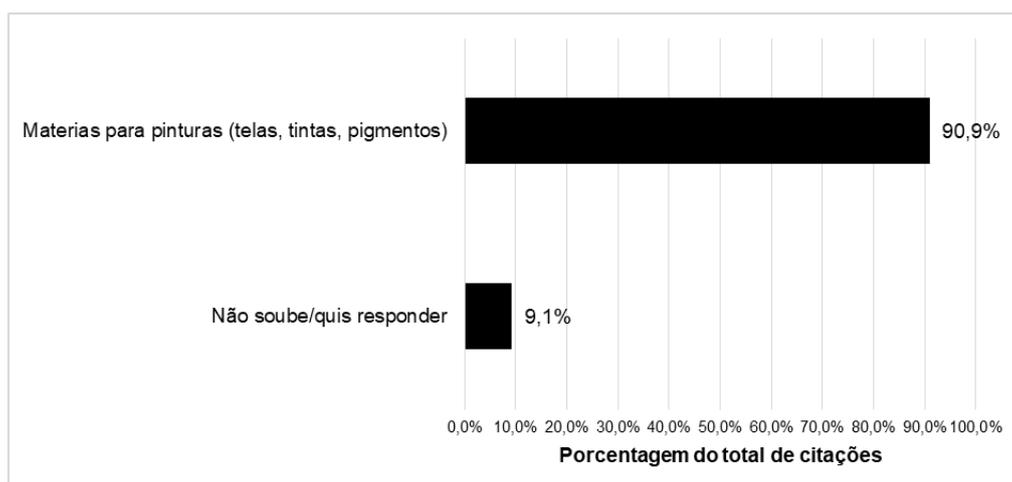


GRÁFICO 5.11 - Relação da Química com as Artes Plásticas identificadas pelos estudantes do TQ

12) Na sua opinião, aprender os conceitos de química de forma contextualizada com artes plásticas pode trazer algum tipo de benefício ao processo de ensino e aprendizagem, como interesse dos alunos, curiosidade, etc.

Como demonstrado anteriormente, a maior parte dos estudantes do EMITQ destaca a utilização de métodos alternativos ou novas propostas de ensino como iniciativas que podem proporcionar maior interesse às aulas e maior aquisição de conhecimento. Mais do que propor um novo paradigma de ensino, as respostas obtidas demonstram, além da preocupação de aquisição de conhecimentos para os exames vestibulares, a insatisfação com o modelo vigente de ensino. No total, 93,8% dos estudantes do EMITQ julgam que esta articulação poderá trazer benefícios, principalmente ao tornar as aulas mais interessantes e conseqüentemente tornar a aprendizagem mais significativa. Para os estudantes do TQ, todos também responderam afirmativamente à questão, destacando que tal articulação pode trazer benefícios relacionados a curiosidade, aprendizagem mais específica da área de artes e aquisição de maior conhecimento.

5.1.1 - Perfil da turma do 2º Ano do EMITQ

Entre 15 e 16 anos, do sexo feminino, não trabalha, proveniente anteriormente de escola pública, reconhece que a química se articula com as demais áreas do conhecimento, inclusive humanidades, porém apresenta dificuldade em reconhecer exemplos além daqueles mais comuns utilizados pelos professores em sala de aula. Reconhecem a importância da interdisciplinaridade e da contextualização, porém esta importância está mais relacionada à sua preocupação à aquisição de conhecimentos (provavelmente graças a preocupação do vestibular) do que propriamente à necessidade da formação humana integral (cidadã). Sente a necessidade de adquirir maior conhecimento cultural, destacando-se elementos da cultura brasileira, e demonstra interesse em participar em visitas à teatro, exposições, eventos musicais e audiovisuais. Reconhece que existe uma conexão entre química e arte graças aos materiais utilizados e possuem conhecimento de artistas, entretanto, com maior ênfase em artista plástico em evidência na mídia (Romero Brito) do que a própria artista plástica local (Tarsila do Amaral). Reconhecem que a articulação entre as áreas de Química e Arte podem trazer benefícios ao processo de ensino-aprendizagem, tornando as aulas mais atrativas e conseqüentemente preparando-os de forma mais completa possivelmente para os exames vestibulares.

5.1.2 - Perfil da turma do 2º Módulo do TQ

A maioria da turma é composta por mulheres na faixa dos 16 a 29 anos de idade, que trabalham e são provenientes das escolas públicas. Conseguem correlacionar a Química principalmente com as outras disciplinas de exatas e também com a Biologia, mas apresentam dificuldade em apresentar exemplos de sua articulação ligada ao cotidiano, mas reconhecem que tal articulação, com elementos da cultura local de forma criativa podem trazer benefícios ao aprendizado a aquisição de conhecimentos, além de tornar as aulas mais interessantes. Possuem interesse pelas expressões artísticas, principalmente por música e têm desejo de aumentar esse conhecimento frequentando shows e exposições, embora os compromissos profissionais dificultam esse trabalho fora do horário de aula. Conhecem a importância da artista local, Tarsila do Amaral e reconhecem a ligação da Química com a Artes graças ao fornecimento dos materiais necessários à pintura.

5.2 - Sequências Didáticas Construídas

A intervenção pedagógica proposta através da aplicação das SDs foi organizada e aplicada no ambiente de ensino a partir dos três momentos pedagógicos proposto por DELIZOICOV e col., 2002. Tal organização envolveu o estudo da realidade, a organização do conhecimento e a aplicação do conhecimento. Como proposto pelos autores, o estudo da realidade constitui-se na problematização, estabelecendo relações entre o conhecimento prévio dos estudantes e o problema a ser estudado; a organização do conhecimento objetiva a busca de informações para que se possam entender aspectos do problema; a aplicação sugere a reinterpretação do problema tendo como base os conhecimentos construídos na fase de organização, e o estabelecimento de relações entre essa e outras situações problemáticas e entre os conhecimentos tratados (Figura 5.1).

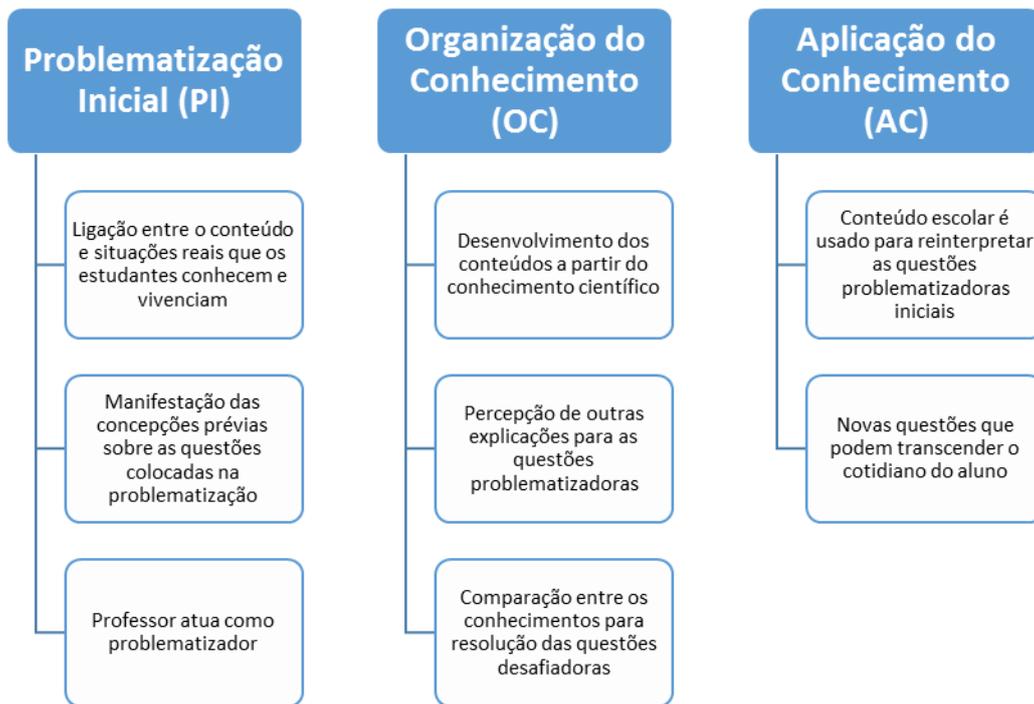


FIGURA 5.1 – Os três momentos pedagógicos.

Fonte: imagem elaborada pelos autores (2016).

5.2.1 - Sequência Didática 1: Arte Rupestre e os Óxidos

Título: Arte Rupestre e os Óxidos

Problematização:

Índice Paulista de Responsabilidade Social - Região Administrativa de Campinas

A RA de Campinas localiza-se na região centro-leste do Estado de São Paulo, ocupando uma área de 27.099,36 km², correspondente a 10,9% do território paulista. Formada por 90 municípios, dos quais 19 fazem parte da Região Metropolitana de Campinas (RMC), sete da Aglomeração Urbana de Jundiaí e 22 da Aglomeração Urbana de Piracicaba, a RA possui sete regiões de governo: Bragança Paulista, Campinas, Jundiaí, Limeira, Piracicaba, Rio Claro e São João da Boa Vista. Em 2012, 29% da população concentrava-se em três cidades com mais de 100 mil habitantes: Campinas, Jundiaí e Piracicaba. A RA desenvolveu-se economicamente a partir do século 19, com a expansão do café e das ferrovias, ocupando uma posição estratégica entre a capital, o porto de Santos e o interior. Ao longo do século 20, foi consolidada importante infraestrutura de transportes e energia, paralelamente à modernização do setor agrícola e à instalação de universidades e instituições de pesquisa. Possui uma diversificada estrutura produtiva, que envolve as telecomunicações, a eletroeletrônica, a informática, a química e a petroquímica, a indústria metalomecânica, o setor farmacêutico e a indústria de alimentos e bebidas. Destaca-se também o transporte aéreo, em razão do Aeroporto de Viracopos.

Disponível em <<http://indices-ilp.al.sp.gov.br/view/pdf/iprs/reg686.pdf>>

A importância de conhecer a nossa história

Para um país como o Brasil, em que a diversidade cultural é imensa, pode parecer estranho quando se fala na história dos nossos antepassados. Ainda mais se pensarmos na forma como ocorreu a formação da nossa sociedade, a partir das influências recebidas dos diferentes ciclos migratórios. Saber a história de uma nação significa resgatar e preservar a tradição daqueles que contribuíram para que chegássemos ao ponto em que nos encontramos. Trata-se de uma oportunidade única para compreender, inclusive, a nossa própria identidade. Apesar da visão europeia, que ainda é predominante nos livros didáticos e paradidáticos, há outra corrente que defende que a história da humanidade seja contada com base em outros relatos e visões de mundo. Nesse sentido, existe uma legislação federal que

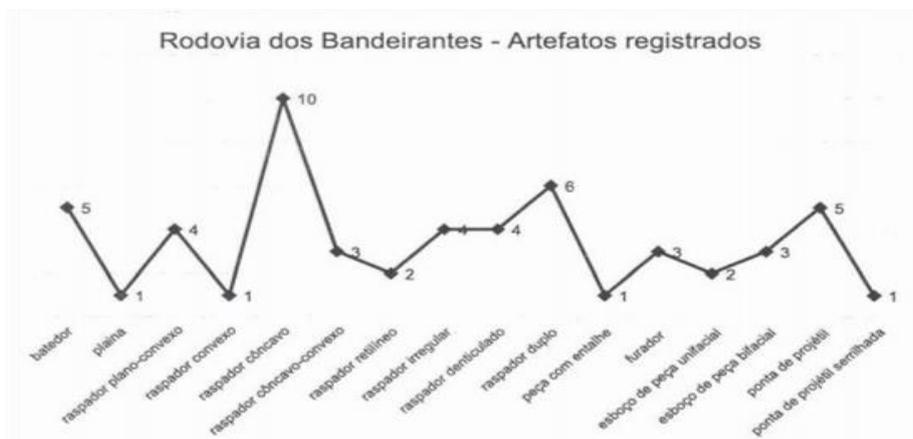
torna obrigatório o ensino nas escolas da cultura afro-brasileira e indígena. Essa lei, que acaba de completar dez anos, infelizmente ainda é pouco conhecida. Compete a nós, militantes e especialistas da área de educação, colocarmos isso em prática.

Disponível em: <<http://www.jb.com.br/sociedade-aberta/noticias/2014/05/18/a-importancia-de-conhecer-a-nossa-historia/>>

A Arqueologia do interior paulista evidenciada por suas rodovias

A bacia do Rio Piracicaba faz parte do contexto arqueológico da bacia do médio Tietê. Essa área foi ocupada por bandos de índios caçadores-coletores a partir de 9.000 até 2.500 antes do presente (AP) e por tribos horticultoras que produziram as cerâmicas das Tradições Tupi-guarani ou Itararé a partir de 800 AP até a chegada do colonizador europeu. Apresentaram uma intensa atividade de lascamento da pedra. Diversas descobertas foram efetuadas nesta região, grande parte durante a construção das rodovias.

Segundo CALDARELLI (2001-2002), durante o prolongamento da Rodovia dos Bandeirantes (SP-348) foram encontrados artefatos ligados a populações caçadoras-coletoras, forrageiras, com intensa atividade de lascamento da pedra. Cinco foram os sítios arqueológicos ali registrados, implantados em topo, alta e média encosta de colinas, em altitudes que variam de 515 a 640m sobre o nível do mar, sempre na proximidade de cursos d'água, dos quais distam entre 50 e 300m.



No Município de Capivari, SP, PEREIRA, PAZINATTO, MARCONDES e AYTAI (1982) e PAZINATTO (1983) localizaram duas urnas funerárias tampadas com telhas associadas à Tradição Tupi-guarani.

Os registros rupestres: a arte da Química e a química da Arte

Não se sabe exatamente quais motivações levaram os seres humanos a deixarem seus primeiros registros, mas, desde então, Arte e Química caminham lado a lado. Os primeiros exemplos de arte datam de cerca de 40.000 AC, quando o homem primitivo usou pigmentos extraídos de seu ambiente natural na pintura, resultando em uma identidade geográfica regional, sendo representados aspectos de seu ambiente, hábitos e costumes. Como alguns destes locais eram de difícil acesso, há indícios que esses ambientes podem ter sido utilizados com finalidades ritualísticas, talvez almejando sucesso nas caçadas; outras pinturas, devido a sua riqueza nos detalhes, podem revelar um fim puramente estético. Em meio a muitas dúvidas, uma das poucas certezas que podemos ter é que o impacto ao ficar frente a frente de sua criação transformou o homem. A visualização de sua manifestação artística o estimulou a sonhar, a modificar seus objetos, dar uma nova forma à sociedade, externando interpretações da realidade, a capacidade de transformar a realidade através da Arte. Neste primeiro momento criativo, no qual a ação intencional para transformação da realidade aparece como resposta às suas necessidades básicas de sobrevivência e a tantas outras que são criadas no seu processo de humanização, a Química estava presente, possibilitando exteriorizar as inquietações do espírito humano através das primeiras pinturas rupestres. Desde então, Arte e Química desenvolveram-se através dos séculos para deleite de seus apreciadores.

Você já tinha ouvido sobre o registro dos habitantes da Região de Capivari a partir das descobertas arqueológicas? Você conhece outros tipos de registros das primeiras ocupações humanas, como por exemplo, as pinturas rupestres? De que maneira podemos utilizar o conhecimento químico para obtermos mais informações sobre os antepassados do homem moderno?

Público Alvo, perfil da turma: Alunos de 2º Ano do Ensino Médio e/ou Técnico em Química

Número de Aulas: 10 aulas de 50 minutos

Objetivos Gerais: Verificar a utilização dos óxidos como pigmento para a pintura em cavernas; obter informações através da análise de tabelas e gráficos; estabelecer relações entre as características atuais da Região de Campinas com as ocupações humanas anteriores à chegada dos europeus.

Objetivos Específicos: Relacionar a fórmula química de um óxido com seu nome oficial e suas propriedades; distinguir um óxido das demais funções inorgânicas;

verificar o uso dos óxidos pelo homem em pinturas através da história.

Conteúdos Conceituais: Óxidos: formulação, nomenclatura e propriedades.

Conteúdos Procedimentais: Reconhecer algumas das substâncias utilizadas para Arte Rupestre, destacando-se os óxidos; A partir da fórmula química do óxido, reconhecer seu nome (de acordo com as regras oficiais) e algumas de suas principais propriedades químicas.

Conteúdos Atitudinais: Atentar e despertar para a importância da preservação dos sítios arqueológicos; reconhecer a importância dos registros deixados pelas comunidades indígenas visando reconhecer a diversidade da população brasileira; relacionar a obtenção de algumas substâncias químicas pelo homem com os impactos causados na natureza.

Dinâmica:

a) Início da Problematização: A região de Campinas nos dias atuais (Anexo 1) – alguns indicadores para leitura e posterior debate - Roda de Conversa 1, visando compor um paralelo entre a ocupação da região de Capivari no presente e no passado. Análise dos dados fornecidos nos gráficos e tabelas – de que maneira podemos relacionar a situação dos municípios com os dados fornecidos. Como estão os indicadores sociais através do IRPS para a cidade onde cada estudante reside (riqueza, longevidade, etc.)? Qual a percepção de cada um em relação aos problemas dos municípios? Estes problemas têm sua fonte em questões atuais ou já são antigos?

b) Entrega do texto completo sobre o Registro dos habitantes da região de Capivari a partir das descobertas arqueológicas (Anexo 2). Análise breve do mapa do Estado de São Paulo contendo o registro de artefatos arqueológicos encontrados na região durante a ampliação de rodovias. Registro das concepções prévias dos estudantes relacionados a Arte Rupestre e artefatos arqueológicos encontrados na região. De que forma os artefatos arqueológicos encontrados durante a ampliação das rodovias de nossa região nos fornece informações ou um retrato da ocupação do território no passado? Os estudantes já tinham ouvido falar dessas descobertas nas cidades em que residem? Qual a importância desses registros? De que forma a química pode contribuir, em relação a essas descobertas, na obtenção de informações sobre o passado de nossa região?

c) Pré-História – Introdução a Arte Rupestre, Arte rupestre no Brasil e no mundo – uma introdução (Aula expositiva). Entrega do texto da Revista da Fapesp Pré-

história ilustrada (Anexo 3); os estudantes são convidados a realizar posteriormente uma pesquisa na Internet com ferramentas de busca (*Search Engines*) visando escolher algumas pinturas que se identificassem, com registro no diário de bordo (pintura e informações textuais). Questões discutidas:

1. Defina Arte Rupestre.
2. Pesquise e explique o que significam as expressões: “Bens Patrimoniais da União” e “Tombamento”.

Entrega do Texto Cachoeira do Encantado, Bahia: depredação de um patrimônio ainda pouco conhecido e estudado (Anexo 4) e Roda de Conversa 3: Arte Rupestre x Grafite x Pichação.

d) Os Pigmentos Inorgânicos: breve estudo da utilização dos pigmentos inorgânicos, destacando as pinturas nas paredes das cavernas. Aula expositiva (uso do Power Point) com uma introdução às regras de nomenclatura de compostos inorgânicos. Entrega do Texto Os Pigmentos Inorgânicos (Anexo 5). Debate com os grupos visando avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes: nomes dos compostos químicos de algumas substâncias.

e) Entrega do Texto Afinal, o que são ocres? (Anexo 6). Exibição com Power Point de algumas pinturas feitas utilizando ocres. Estudantes anotam no diário de bordo o nome característica dos pigmentos utilizados (ocres), relacionando o nome do mineral e/ou substância química à cor obtida.

f) Os óxidos ontem e hoje: mineração, metalurgia e meio ambiente. Como podemos identificar os óxidos utilizados na pintura rupestre; como são obtidos e suas consequências ambientais. Aula expositiva sobre Funções Inorgânicas; Regras de nomenclatura de óxidos, utilizando os dados dos diários de bordo; mineração e obtenção dos principais metais; chuva ácida. A partir do levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes, estes realizam pesquisa na Internet com ferramentas de busca (*Search Engines*) sobre mineração e obtenção dos principais metais a partir dos óxidos e seu impacto no meio ambiente. Leitura do texto Desastre em Mariana foi maior acidente com resíduo de mineração em 30 anos.

Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2015/11/27/rompimento-da-barragem-em-mariana-mg-foi-o-maior-acidente-em-30-anos.htm>> Acesso em 20 jun 2016.

g) Aula Experimental: Síntese de Pigmentos Inorgânicos no laboratório: óxido férrico.

h) Oficina de Arte Elaboração de Pinturas Rupestres utilizando o pigmento

sintetizado e materiais coletados na natureza; elaboração de painéis e maquetes apresentando com o resultado das pesquisas das Etapas anteriores. Pintura usando têmpera-ovo e placa de gesso, a partir de imagens de pinturas rupestres escolhidas pelos grupos; intervenção da professora de Artes.

i) Exposição para a comunidade das pinturas elaboradas pelos estudantes, além dos painéis e maquetes.

j) Avaliação Escrita Resolução de atividade escrita individual abordando óxidos (classificação, reações, nomenclatura) elaborada a partir da análise das substâncias citadas no caderno de bordo dos estudantes.

Recursos de Ensino: Aulas expositivas utilizando Power Point; Aulas Experimentais; Uso de conteúdo multimídia; Livros, revistas.

Avaliação: Registros nos diários de bordo; atividade de pesquisa relacionada a temática, elaboração de pinturas rupestres e maquetes; relatório técnico-científico; avaliação escrita.

Para saber mais:

GOMBRICH, E. H.; História da Arte; São Paulo: LTC Editora, 2002.

NUNES, B. Introdução à Filosofia da Arte, São Paulo: Ática, 1999

➤ **Na Internet:** <<http://www.historiadasartes.com/>>

➤ **Vídeos:**

I) Univesp TV – Universidade Virtual do Estado de São Paulo

- SP Arqueologia - Sítio lítico (Ipeúna, SP)

<https://www.youtube.com/watch?v=yhlc0Xs_mkA&t=98s&list=PLxI8Can9yAHdE_2MRKsAf9Ktq3UN55dmq&index=1>

- SP Arqueologia - Sítio cerâmico (Peruíbe, SP)

<https://www.youtube.com/watch?v=RzzyEP8C0Cw&list=PLxI8Can9yAHdE_2MRKsAf9Ktq3UN55dmq&index=2>

- SP Arqueologia - Sítio rupestre (Itapeva, SP)

<https://www.youtube.com/watch?v=OPuxE9I74EA&t=95s&list=PLxI8Can9yAHdE_2MRKsAf9Ktq3UN55dmq&index=3>

- SP Arqueologia - Sítio histórico (Guarulhos, SP)

<https://www.youtube.com/watch?v=96ER7jF1rNI&list=PLxI8Can9yAHdE_2MRKsAf9Ktq3UN55dmq&index=4>

- SP Arqueologia - Sítio pré-histórico – Sambaqui

<https://www.youtube.com/watch?v=3rY4RTXnnhE&t=53s&list=PLxI8Can9yAHdE_2>

[MRKsAf9Ktq3UN55dmq&index=5](https://www.youtube.com/watch?v=MRKsAf9Ktq3UN55dmq&index=5)>

- Record News Paulista: Encontrados vestígios humanos de 14 mil anos no interior de São Paulo, comprovando a existência de seres humanos na América do Sul há mais tempo do que se imaginava. O sítio arqueológico foi encontrado por pesquisadores em Boa Esperança do Sul, próximo a Araraquara.

<<https://www.youtube.com/watch?v=udiQioPKnZU>>

II) Outros vídeos do Youtube

- Sítio arqueológico de mais de 11 mil anos é descoberto durante estudo em São Manuel, SP. Matérias Jornalísticas sobre Meio Ambiente é no Canal Consciência Ecológica.

<<https://www.youtube.com/watch?v=utjyW6atg5A>>

- Reportagem sobre preservação de patrimônio arqueológico - Jaboticabal SP - 1998.

<<https://www.youtube.com/watch?v=9vuDgKwjJaY>>

- Profissões: Arqueólogo. Pesquisa na universidade e trabalho em campo. São as possibilidades que o programa *Profissões: Arqueólogo* mostra. Érika González é professora doutora em arqueologia e responsável por uma empresa que analisa impactos ambientais de grandes obras de infraestrutura, como o Rodoanel de São Paulo. Já Alexandre Hering é pesquisador da Universidade de São Paulo e fez uma pesquisa sobre um determinado sítio arqueológico.

<<https://www.youtube.com/watch?v=jZhdBygroBc>>

- Sítio Arqueológico - Canas/SP

A urna foi achada nas escavações em um terreno de obras da CDHU, no centro da cidade. Um pedreiro estava trabalhando nas obras quando descobriu os objetos no solo do terreno, no final do mês de dezembro de 2001. Pesquisadores acreditam que as peças pertenceram aos índios tupis-guaranis, que teria vivido no Vale do Paraíba há cerca de 600 anos.

<https://www.youtube.com/watch?v=Hc24o7_r7Dg>

- A Arqueologia Brasileira. Um breve documentário sobre as perspectivas de atuação e pesquisa. Contendo também as descobertas mais relevantes no Brasil. Uma pequena amostra Sítio Arqueológico da Serra da Capivara e os mais antigos vestígios de presença humana na América.

<<https://www.youtube.com/watch?v=auFCCDhRaAA>>

- Caçadores-coletores antigos do vale do rio Tietê: a tradição Umbu em São Paulo

<<https://www.youtube.com/watch?v=0eLiYliVD5Y>>

- Sambaquis - Vale Ribeira. Vídeo feito pelo Museu de Arqueologia e etnologia da USP. Sítios arqueológicos do Vale do Ribeira.

<<https://www.youtube.com/watch?v=d8J8ryhJTvQ>>

Referências Bibliográficas:

PEREIRA, M.A., PAZINATTO, R.P., MARCONDES, S.E., AYTAI, D. Uma igaçaba de Capivari. Publicações do Museu Municipal de Paulínia, 1982, n.21

PAZINATTO, R.P. Uma segunda igaçaba de Capivari. Publicações do Museu Municipal de Paulínia, 1983, n.23

CALDARELLI, S.B. A Arqueologia do interior paulista evidenciada por suas rodovias. Revista de Arqueologia, 14-15: 29-55.2001-2002.

<http://historiasalto.blogspot.com.br/2010_01_01_archive.html> Acesso em 20 jun 2016.

QUADRO 5.1 - Sequência Didática 1 - Arte Rupestre e os Óxidos

Aula Experimental: Síntese do óxido de Ferro (III) – ocre vermelho**Introdução:**

A partir dos padrões de pinturas e gravuras encontradas nas paredes ou tetos de grutas, abrigos, blocos, lajedos e costões de pedras, os diferentes grupos humanos deixaram marcas esteticamente delineadas de sua presença. Essas marcas ou sinalizações muitas vezes fazem referência ao território, às práticas e às condutas de seus autores, bem como indicam locais importantes, às vezes, de forte motivo emocional, desejos íntimos e vontades latentes.

Os pigmentos de pinturas rupestres eram preparados de precursores naturais; as cores eram obtidas a partir de ocres ricos em óxidos de ferro (hematita, $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$, e goetita, $\alpha\text{-FeOOH}$), carvão vegetal, ossos queimados e óxido de manganês (MnO_2), entre outros minerais. É possível também que tenham sido feitas pinturas à base de pigmentos vegetais, que desapareceram totalmente no decorrer do tempo.

Procedimento:

- a) Pesar aproximadamente 2,5g de FeCl_3 e dissolver em 50mL de água destilada (anotar a massa);
 - b) Acrescentar solução de NaOH 0,5mol/L (entre 25-30mL), até que todo ferro na forma de Fe (III) precipite, e posteriormente, lavar o precipitado formado com água destilada para posterior filtração utilizando um aparato de filtração simples;
 - c) Calcinar o precipitado obtido foi na mufla durante 2h a 600°C e, posteriormente triturá-lo com o auxílio do almofariz e do pistilo.
- Após a realização da aula experimental, os estudantes (em grupos) devem elaborar relatório técnico-científico.

Reações:**Questões:**

- 1) Qual o rendimento obtido no processo?
- 2) Qual o nome dos reagentes e produtos das reações?

Referências Bibliográficas:

<[https://pt.wikipedia.org/wiki/Óxido_de_ferro\(III\)>](https://pt.wikipedia.org/wiki/Óxido_de_ferro(III)>)

QUADRO 5.2 – Experimento realizado durante a aplicação da Sequência Didática 1

Oficina de Arte: Preparo e elaboração de pinturas rupestres utilizando a técnica da têmpera-ovo

Introdução: Têmperas⁴³

Têmpera: de *temperare* (latim/italiano), que quer dizer misturar, juntar (mesma origem da palavra tempero). Assim, de certa forma, todas as tintas são tipos diferentes de têmperas. Quando fabricamos uma tinta, há sempre um *médium* cujas características definem o tipo de tinta com que trabalhamos. De acordo com a nomenclatura usada atualmente, excluindo a aquarela, a pintura a têmpera engloba todos os processos de pintura em cujo *medium* (ou aglutinante) seja solúvel em água. No que hoje chamamos têmpera é também obrigatório haver a utilização da lógica das opacidades - e não das transparências, como acontece na aquarela. Essa é uma das mais importantes propriedades das têmperas, que pode ser aplicada em suportes com fundos coloridos. Assim temos têmperas diversas como a têmpera a ovo, o guache, a têmpera a caseína, e também as têmperas sintéticas como a acrílica e a vinílica. Há também a têmpera mista a óleo e ovo, que não perde a característica de têmpera por seu solvente continuar sendo a água.

A têmpera a ovo tem como veículo a gema - composta por solução de água e goma, albumina e lecitina. A cor amarelada da gema em nada prejudica as cores quando misturada aos pigmentos e à água. Alguns afirmam que ao secar a pintura pode clarear se exposta à luz do dia. O ideal é usar ovos frescos, já que esses costumam mais tempo para se decompor.

Albumina: proteína que é coagulada pelo calor (quando o ovo é cozido, ele solidifica por causa da albumina). Essa propriedade é que faz com que o veículo feito com a gema também se solidifique quando esta é diluída e espalhada em uma camada fina; *Lecitina*: Substância gordurosa que estabiliza a emulsão.

Secagem da têmpera a ovo: As têmperas a ovo secam por endurecimento da albumina do ovo (é um processo químico) e podem não endurecer se a pintura não for suficientemente exposta à luz e ao calor. Por isso ela não pode ser novamente diluída em água como acontece com o guache e a aquarela.

⁴³ Material Extraído do blog [Pintura em Curso](http://pinturaemcurso.blogspot.com/2009/02/tecnicas-temperas.html), com autorização da autora Profa. Dra. Martha Werneck (col. Lícius Bossolan). <<http://pinturaemcurso.blogspot.com/2009/02/tecnicas-temperas.html>> Acesso em 20 jun. 2015.

Procedimento sugerido⁴⁴:

Separar na mão a gema de ovo (é importante tirar todos os traços da clara); passar a gema de uma mão para outra, secando as mãos alternadamente em papel absorvente para que o resíduo da clara seja mínimo; furar a gema com uma faca, deixando que ela escorra para um recipiente limpo; adicionar um fungicida (podem ser gotas de própolis ou de óleo de cravo); utilizar o pigmento em pó ou moer os pigmentos em água destilada para que fiquem com consistência parecida com a da tinta a óleo em tubo; colocá-los em frascos pequenos e muito bem tampados (rolos de filme são bons, especialmente se as tampinhas forem revestidas com uma camada de papel filme); Colocar uma parte de gema para uma parte dessa mistura de pigmento moído em água ou em pó (depende da opção do artista), pode-se medir essas quantidades com colheres.

Observação: depois de misturados à gema, a tinta dura no máximo três dias (dependendo das condições de temperatura) e não pode mais ser guardada. Por isso - e também porquê fica fácil medir a mistura com a gema na hora da pintura - autores como Ralph Mayer aconselham moer o pigmento em água destilada e reservá-lo. A têmpera a ovo deve ser fluida, porém não é recomendável fazer aguadas. O modo de proceder não é o mesmo da aquarela: a tinta deve estar mais espessa ou, quando mais aguada, deve ser aplicada sem que escorra. O pincel deve estar sempre mergulhado em água para que não endureça e se estraguem as cerdas.

QUADRO 5.3 - Oficina de Arte: Preparo e elaboração de pinturas rupestres utilizando a técnica da têmpera-ovo

A problematização escolhida para iniciar a aplicação da Sequência Didática intitulada *Arte Rupestre e os Óxidos* (Quadro 5.1) visou estimular os estudantes a refletir sobre os efeitos da ocupação do espaço geográfico na Região Administrativa de Campinas (RAC), onde praticamente todos os sujeitos da pesquisa nasceram e vivem, ou seja, conhecer um pouco mais do tempo presente. Entretanto, nos últimos anos, graças a ampliação da malha rodoviária, diversos sítios arqueológicos foram sendo identificados, desvendando um quadro muito diferente dos dias atuais e desconhecido a grande maioria da população. A partir desta problematização, a primeira roda de conversa com os estudantes abordou, de

⁴⁴ Extraído da Apostila *Têmperas*, do Curso de Grad. em Pintura da Escola de Belas Artes, UFRJ. Autores: Martha Werneck e Lício Bossolan (EBA-UFRJ) – utilização com autorização da autora, Profa. Dra. Martha Werneck

maneira específica, exemplos de descobertas arqueológicas da RAC e de que forma a ciência pode extrair informações a respeito das ocupações do passado e seu estilo de vida.

Após esta primeira roda de conversa, verificou-se a curiosidade dos estudantes em conhecer mais a respeito do assunto, principalmente a exemplos da Arte Rupestre não só no Brasil, mas também no mundo. A partir deste interesse, utilizando-se de vídeos e apresentação de slides, foram exemplificados alguns sítios arqueológicos no Brasil e no mundo, dando ênfase a análise da constituição química destas pinturas. Durante esta etapa, foi possível ao pesquisador registrar anotações referentes aos conhecimentos químicos prévios dos estudantes sobre a identificação das classes de funções inorgânicas, assim como regras de nomenclatura e principais propriedades físicas e químicas. Tais anotações possibilitaram identificar as principais dificuldades e dúvidas dos estudantes sobre estas questões específicas. Os estudantes, na biblioteca do IFSP-Campus Capivari, utilizando ferramentas de busca na internet (*Search Engines*), buscaram imagens de outras pinturas rupestres e, se possível, algum tipo de descrição dos pigmentos que foram utilizados naquela pintura (Figura 5.2).



FIGURA 5.2 – Estudantes realizando busca por imagens de pinturas rupestres e sua composição química.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).

A partir do registro dos estudantes, complementou-se a identificação das funções inorgânicas identificadas nos exemplos de pinturas rupestres com ênfase nos óxidos, identificando suas principais propriedades e critérios de nomenclatura, através da utilização do texto *Afinal, o que são ocre?* Durante esta etapa, foi possível estabelecer um comparativo das fontes de obtenção destes

óxidos no passado e no presente (mineração), a obtenção de alguns dos principais metais (metalurgia) e suas consequências ao meio ambiente, permitindo abordar, por exemplo, o rompimento da barragem de uma mineradora em Mariana em 05 de novembro de 2015, a formação da chuva-ácida antropogênica e a lixiviação do solo.

Utilizando-se dos dados registrados nos diários de bordo dos estudantes (composição química de algumas pinturas rupestres), propôs-se a síntese do óxido de ferro (III), um dos principais componentes de diversos ocre utilizados em pinturas (Quadro 5.2), objetivando além da retomada das propriedades dos óxidos, seu reconhecimento e regras de nomenclatura, desenvolver técnicas laboratoriais pertinentes aos estudantes do EMITQ, relativas a síntese proposta, envolvendo o preparo de soluções, filtração comum, filtração à pressão reduzida e calcinação (Figura 5.3).



FIGURA 5.3 – Óxido de ferro (III) sintetizado por um dos grupos de estudantes.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).

Posteriormente, os estudantes utilizaram o óxido de ferro (III) produzido – ocre vermelho – juntamente com outras amostras coletadas pelos mesmos (carvão, argilas contendo óxidos de ferro hidratados) e, através da técnica de pintura da têmpera-ovo, fizeram uma releitura de pinturas rupestres que haviam descrito na etapa de pesquisa da aplicação da Sequência Didática (Quadro 5.3). Utilizaram-se placas de gesso para a confecção das pinturas, realizadas no Laboratório do Campus (Figura 5.4)



FIGURA 5.4 – Elaboração das pinturas rupestres no laboratório do Campus.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).

A penúltima etapa da aplicação desta primeira Sequência Didática envolveu a divulgação de todos os conhecimentos desenvolvidos durante as etapas do trabalho, através da confecção de maquetes e exposição das pinturas dos estudantes. A escolha dos trabalhos a serem apresentados partiu dos sujeitos envolvidos e, como único critério apresentado pelo pesquisador, requisitou-se que o tema fosse abordado de maneira tão ampla como foi em sala de aula. Os estudantes, em grupos, decidiram expor seus trabalhos através, principalmente, de painéis explicativos, maquetes e pinturas. Os trabalhos relacionados pelos estudantes envolviam: Óxidos: suas características químicas e exemplos do dia a dia (Figura 5.5), Óxidos e o Meio Ambiente (Figura 5.6); Mineração (Figura 5.7); Arte Rupestre no Brasil (Figura 5.8); Arte Rupestre no Mundo (Figura 5.9); Sítios Arqueológicos no Brasil (Figura 5.10); Sítios Arqueológicos no Mundo (Figura 5.11); Arte Rupestre *versus* Grafite *versus* Pichação (Figura 5.12); Pinturas Rupestres realizadas pelos estudantes (Figura 5.13). Todos os trabalhos foram apresentados no pátio do Campus (Figura 5.14) para os demais estudantes e servidores



FIGURA 5.5 - Óxidos: suas características químicas e exemplos do dia a dia.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).



FIGURA 5.6 - Óxidos e o Meio Ambiente.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).



FIGURA 5.7 – Mineração.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).

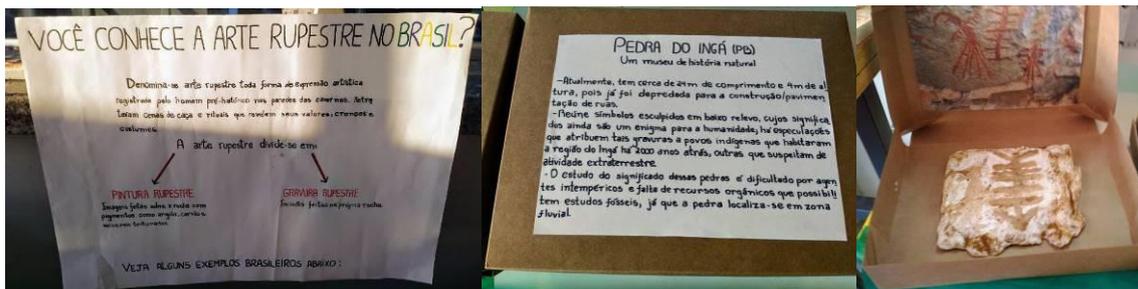


FIGURA 5.8 – Arte Rupestre no Brasil.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).



FIGURA 5.9 – Arte Rupestre na Europa.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).



FIGURA 5.10 – Sítios Arqueológicos no Brasil.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).



FIGURA 5.11 – Sítios Arqueológicos no mundo.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).



FIGURA 5.12 – Arte Rupestre x Grafite x Pichação.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).



FIGURA 5.13 - Pinturas Rupestres realizadas pelos estudantes.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).



FIGURA 5.14 – Exposição dos trabalhos no pátio do Campus.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).

Após a exposição dos trabalhos para toda a comunidade do IFSP-Capivari, os estudantes também foram submetidos a uma avaliação escrita (individual), tratando do reconhecimento e nomenclatura dos óxidos, assim como sua classificação (Apêndice 3). Por opção do pesquisador, a avaliação escrita aplicada após as atividades da SD1 procurou utilizar questões que pudessem evidenciar a habilidade dos estudantes em resolver exercícios envolvendo a aplicação direta dos conhecimentos obtidos. Todos os estudantes obtiveram notas acima da média (a média mínima no IFSP considerada para aprovação é 6,0), provavelmente resultado do longo período e da forma que o tema foi tratado, não privilegiando apenas a memorização ou aplicação de regras.

Ao analisar o desdobramento dos trabalhos apresentados pelos estudantes, como resposta à aplicação da SD1, verificou-se que a proposta de abordagem contextualizada, com enfoque CTS permitiu aos estudantes discutir, a partir de seus levantamentos nos momentos de pesquisa, diferentes temáticas relacionadas à problematização inicial. Aspectos relacionados a Sociedade, Tecnologia, Ciência e Meio Ambiente e algumas de suas interfaces foram contemplados através dos trabalhos desenvolvidos pelos estudantes. A partir das questões trabalhadas percebeu-se melhor entendimento dos estudantes em relação à preservação do patrimônio histórico, por exemplo, assim como a importância e impactos causados pela ciência e tecnologia na sociedade e meio ambiente. Uma das indicações de que a aplicação da SD1 possibilitou aos estudantes realizar uma (re)leitura da questão do patrimônio histórico-artístico foi a mobilização de um grupo em obter informações referentes a duas igaçabas, de origem tupi-guarani, que foram encontradas na cidade e que eram mantidas no museu, sem serem exibidas ao público. Após colher informações na prefeitura, os estudantes tiveram conhecimento que as igaçabas não eram expostas por falta de verba, pois aparentemente as alas do museu estavam fechadas aguardando reforma. Diversos artefatos indígenas que foram encontrados em Capivari e arredores haviam sido doados a Universidades, devido a cidade não contar com pessoal e condições financeiras de preservar esse patrimônio histórico.

Outra observação que pode ser destacada através da aplicação da SD1 refere-se ao intenso debate originado pela leitura do texto Cachoeira do Encantado, Bahia: depredação de um patrimônio ainda pouco conhecido e estudado, pelo fato da imagem trazer a pichação de um paredão que continha

pinturas rupestres. Embora, como destacado por vários estudantes, a pichação possa estar relacionada a uma forma de protesto e/ou rebeldia, a maioria do grupo declarou que tal ação danifica tanto o patrimônio público quanto particular, não se configurando como expressão artística, mas como poluição visual. Um dos grupos de estudantes elaborou uma pequena maquete e fez uma apresentação sobre essa temática, destacando alguns outros casos, além daquele apresentado pelo pesquisador com a aplicação de um dos textos durante a aplicação da SD1. Ao ser questionado pelo pesquisador sobre a diferença entre a pichação e o grafite, um dos componentes do grupo mencionou que “[...] *então, a pichação não é uma arte, é só um monte de rabisco, às vezes coisa sem sentido. O grafite é bonito, colorido [...] eu curto muito os grafite do Gêmeos, aí sim é arte*” (Os Gêmeos são uma dupla de irmãos gêmeos grafiteiros de São Paulo, Otávio e Gustavo Pandolfo). O mesmo estudante, ao ser questionado pelo pesquisador se as pinturas rupestres (Arte Rupestre) que o grupo havia estudado durante a aplicação da SD1 se assemelhavam mais a um exemplo de pichação ou de grafite comentou “[...] *ahhh (risos) mais aí é diferente, é que naquele tempo era assim que dava prá fazer [...] era muito antigo, não tinha jeito de fazer melhor, era homem das cavernas (risos)*”. Novamente ao ser questionado pelo pesquisador, referindo-se às belíssimas pinturas na Caverna de Chauvet-Pont-d'Ar (que estavam descritas na apresentação de outro grupo), este estudante, balançando a cabeça, mencionou “*então, aí eu não sei, não tinha pensado nisso [...] prá mim eu tinha só pensado em pintura nas cavernas como tipo uns rabiscos, uns desenhos de uns bichos e uns homenzinhos (risos) [...] esses outros são diferentes, são bonitos, parece grafite*”.

Outro tema que teve destaque entre os grupos de estudantes relacionava-se aos impactos ambientais causados pela atividade humana, em setores da indústria e do extrativismo mineral onde, em alguma etapa do processo, óxidos estavam relacionados. Um dos estudantes, durante a apresentação de seu trabalho, uma maquete que ilustrava a mineração, declarou que “*a extração de minerais é tipo uma troca, onde para abastecer as indústrias com os metais usados trocamos nosso futuro por um monte de coisas desnecessárias no presente*”. Quando questionado sobre a necessidade das matérias-primas para a produção tecnológica atual, o mesmo estudante respondeu: “*sim, eu sei que tem coisas que são importantes, não sei, pode ser na medicina, mas também na nossa casa tem uma porção de coisas que são inúteis, e a produção delas teve algum impacto na*

natureza, tipo tinha que ter um controle melhor sobre isso". De maneira geral, pode-se perceber, nos grupos de estudantes que trataram de aspectos relacionados à obtenção e/ou uso dos óxidos, uma grande preocupação com os impactos ambientais causados, destacando-se o aquecimento global, a chuva ácida e a extração de minerais. Nas falas dos estudantes pode-se perceber também essa preocupação relacionada ao consumo de bens materiais que nem sempre são indispensáveis à sociedade, questionando muitas vezes os objetos e hábitos relacionados ao consumo de suas próprias famílias. O pesquisador, ao indagar a uma estudante, se ela também era responsável pelo aumento das emissões de dióxido de carbono e o consequente aquecimento global, obteve como resposta: *"é, eu só achava que esse problema do efeito estufa era causado pelas fábricas e pelos carros, mas pensando bem a gente tem culpa também, a gente usa o carro às vezes sem precisar, dava pra ir andando, sei lá, acho que também muita coisa que a gente compra usa um pouco e depois já para, às vezes compra até outro parecido"*. Quando o pesquisador indagou que coisas seriam essas e qual sua relação com o as emissões de dióxido de carbono, a mesma estudante respondeu: *"sei lá, acho por exemplo celular, eu mesmo já tive uns quatro porque às vezes cai, começa a dar problema, aí tem uns mais novos na loja e eu fico atrás dos meus pais prá comprar outro (risos). E depois que a gente pesquisou, deu prá ver que tudo isso que a gente tem vem da indústria, teve alguma coisa ruim com o ambiente, como o gás carbônico"*.

Pode-se perceber que poucos grupos utilizaram uma abordagem mais relacionada aos conceitos químicos relativos aos óxidos, como por exemplo sua classificação, nomenclatura, reações características, obtenção de metais, etc. Uma quantidade significativa de grupos optou em utilizar uma abordagem mais contextual, preocupando-se em verificar sua relação com a Sociedade, como por exemplo a preservação do Patrimônio Artístico e Histórico da humanidade, seus impactos ambientais decorrentes de sua extração e do consumismo e dos impactos tecnológicos na vida moderna. Outro aspecto que foi bastante marcante durante a aplicação da SD1 relaciona-se à síntese do pigmento óxido férrico e sua posterior utilização para a confecção de pinturas rupestres. Nas falas dos estudantes destacou-se um apelo motivacional muito grande, pois, segundo os próprios estudantes, durante sua vivência no âmbito escolar poucas vezes tiveram oportunidade de

confeccionar pinturas propriamente ditas, e o que mais os surpreendia, que tal experiência havia ocorrido em uma aula de Química e não em uma aula de Artes.

Visando a avaliação da SD1, Arte Rupestre e os óxidos, utilizou-se o modelo sugerido por MARCONDES e col. (2007) para propor uma síntese baseada na análise dos trabalhos desenvolvidos pelos estudantes, suas falas durante as apresentações e rodas de conversa e anotações obtidas através das observações do pesquisador durante a intervenção (Figura 5.15).

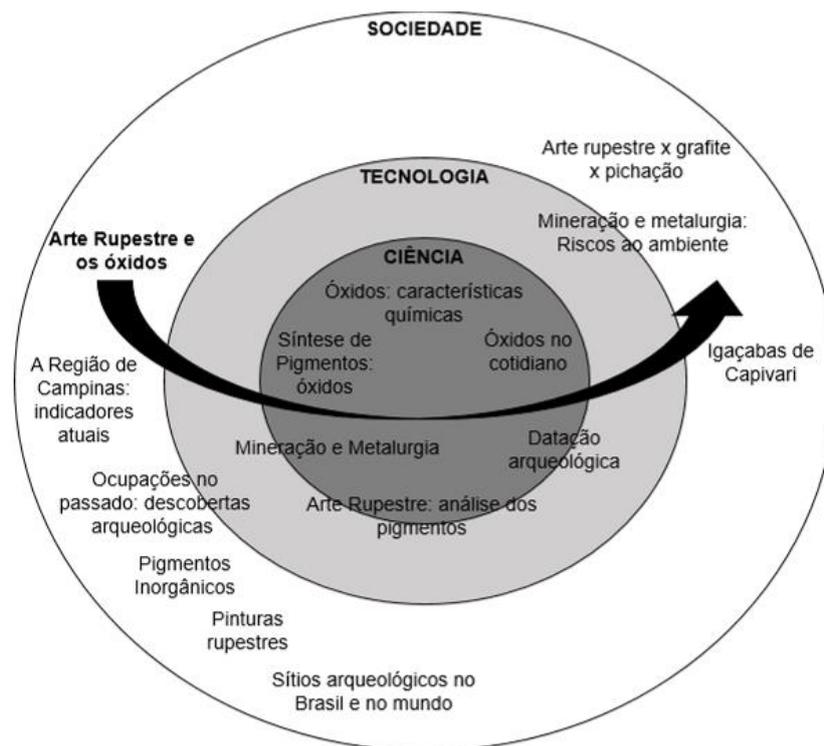


FIGURA 5.15 – Análise da SD1: Arte Rupestre e os óxidos

Fonte: elaborado pelos autores (2017).

Nesta proposta, procuraram-se evidências nas atividades desenvolvidas que pudessem indicar elementos relacionados do movimento CTS e seus possíveis desdobramentos. Nesta análise, sugere-se que a partir da problematização inicial, que tratava das ocupações humanas espaço geográfico comum aos sujeitos da pesquisa e, posteriormente, ampliando-se a nível nacional e global, por meio de uma abordagem contextual, a utilização dos pigmentos inorgânicos na Arte Rupestre possibilitou a abordagem de conceitos científicos relacionados aos Óxidos de forma bastante ampla, como suas propriedades físicas e químicas, formas de obtenção, aplicações e implicações com o meio ambiente. Percebeu-se também nas falas dos estudantes uma certa preocupação com hábitos contemporâneos relacionados ao consumo de novas tecnologias, o que está intimamente ligado ao extrativismo mineral e seu impacto ambiental. Por fim, por

iniciativa dos grupos de estudantes, considerado pelo pesquisador como uma resposta positiva à aplicação da SD1, ocorreram movimentos articulados questionando os hábitos de consumo e a preservação do Patrimônio Histórico local, relacionado às Igaçabas de Capivari.

5.2.2 - Sequência Didática 2: Pigmentos Inorgânicos no Egito Antigo – Química e Arte para a Eternidade

Título: Pigmentos Inorgânicos no Egito Antigo – Química e Arte para a Eternidade

Problematização:

Os pigmentos do Egito Antigo

A paleta do artista egípcio antigo foi consideravelmente maior do que em tempos pré-históricos, mas também criaram novos métodos de pintura e aplicar a cor aos túmulos e muros quisessem decorar. Utilizaram a técnica do afresco, que consiste em pintar sobre gesso enquanto ele ainda está molhado. Outra técnica muito antiga pintura era a de tempera, o que provavelmente foi desenvolvido pelos babilônios e passada para os egípcios. Na pintura têmpera tradicional do pigmento é realizada num meio de gema de ovo, a qual pode ter sido adicionado um pouco de vinagre.

A Arte vigente no Egito Antigo, compreendido entre o período pré-dinástico até o domínio romano (entre 4500 a.C. e 359 d.C.) introduziu novos pigmentos, incluindo as cores verde e azul (que por algum motivo ainda não elucidado e/ou compreendido não fizeram parte das pinturas da pré-história), alguns pigmentos brilhantes e até mesmo pigmentos sintéticos produzidos sistematicamente pelo homem, como o Azul Egípcio.

A fantástica ciência do Antigo Egito

Na sala, pai e filho estão entretidos com jogos de tabuleiro e bebem cerveja em um final de tarde de domingo. A perna engessada de um deles não permitiu que fossem a uma cervejaria. No quintal, as crianças se divertem brincando de amarelinha e entre os cães de estimação que correm derredor. Em um dos quartos, duas adolescentes experimentam novos cosméticos e cremes hidratantes, enquanto conversam sobre métodos contraceptivos e o teste de gravidez que a mais velha fará no dia seguinte. No quarto principal, uma mulher divide seus

pensamentos entre a contabilidade de sua padaria e o divórcio prestes a se concretizar. Para amenizar a dor de cabeça, ela toma um remédio à base de ácido acetilsalicílico, o princípio ativo da aspirina.

Se alguém perguntasse onde e quando essa cena aconteceu, a resposta poderia muito bem ser o Brasil ou os Estados Unidos há muito pouco tempo. Mas, por mais incrível que possa parecer, se alguém respondesse que a situação se deu no Egito no tempo dos faraós, estaria absolutamente certo. A chance de momentos como esses terem ocorrido durante o reinado de Tutancâmon ou Ramsés é praticamente tão grande quando no Ocidente do século 20.

Escondidos sob a mística de pirâmides e maldições de múmias, os avanços científicos e culturais dos povos do Antigo Egito costumam surpreender mesmo a quem se considera iniciado no assunto. Diversas descobertas atribuídas a europeus pós-Renascimento fizeram parte do cotidiano daqueles que viveram às margens do Nilo muitos séculos antes de Cristo. O histórico dessa lacuna científica é complexo, rende livros e mais livros. Mas o fato é que muitas coisas que se acredita serem méritos de um passado recente na verdade são muito, mas muito mais antigas que as nossas tataravós.

Disponível em <<https://super.abril.com.br/ciencia/a-fantastica-ciencia-do-antigo-egito/#>>

Acesso em 20 jun 2015.

O Químico de Tutancâmon

Alfred Lucas (nascido em Manchester em 1867 - morreu em 1945) foi um químico britânico que trabalhou para o Serviço Egípcio de Antiguidades entre 1923 e 1932. Por nove temporadas, ele trabalhou com Howard Carter, descobridor da tumba de Tutancâmon, e analisou os diferentes materiais encontrados.

Este foi o primeiro caso de integração de um químico em uma expedição arqueológica. Carter estimou que, sem medidas de conservação, apenas 10% do material encontrado poderia ser exposto. Lucas estudou, analisou e propôs técnicas de preservação a quase todos os objetos descobertos para atravessar os anos e, para ser exposto na coleção Tutancâmon no museu do Cairo. Lucas é o responsável por uma das maiores contribuições para o estudo dos materiais usados pelos egípcios na Antiguidade. Essa compilação foi feita em 1926 e constitui o célebre livro *Ancient Egyptian Materials and Industries*, que John Richard Harris reviu e ampliou em sucessivas edições, a última das quais (em 1962) compreende

os resultados de estudos elaborados até ao fim de 1960. Este livro adquiriu uma importância de tal modo que ainda hoje, passados quase 60 anos, é uma referência fundamental para os investigadores envolvidos no estudo das tecnologias do Antigo Egito.

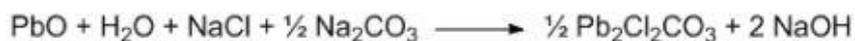
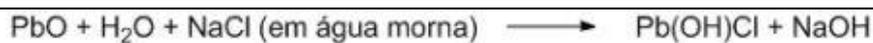
A química medicinal de cosméticos egípcios

O uso de maquiagem no antigo Egito é bem conhecido, tendo sido retratado em mulheres nas obras artísticas, como pinturas e estátuas. Razões estéticas, religiosas e propriedades terapêuticas justificavam o uso de diferentes tipos de cosméticos, que eram particularmente importantes em cerimônias religiosas. Relatos indicam que a rainha Nefertiti utilizava pinturas faciais para ser protegida por Hórus e Ra contra diversas doenças.

A análise por microscopia eletrônica de varredura e por difração de raios-X quantitativa de tinturas utilizadas em cosméticos, obtidos a partir de peças do Museu Louvre (Paris), mostrou que a formulação de tais tinturas era baseada em sais de chumbo: galena (PbS , sulfeto de chumbo) para coloração escura e também na formulação de gloss para os lábios, além de três tinturas brancas à base de cerusita ($PbCO_3$, carbonato de chumbo), fosgenita ($Pb_2Cl_2CO_3$) e laurionita ($[Pb(OH)Cl]$).

Segundo pesquisadores franceses, a ocorrência de substâncias à base de chumbo no Egito antigo é surpreendente, uma vez que este metal é pouco abundante naquela região. Porém, textos de autores romanos do século I d.C., como Plínio, o Velho, e Dioscórides, indicam que tais substâncias eram SINTETIZADAS pelos egípcios por suas propriedades medicinais. Por exemplo, Dioscórides afirma que “tais substâncias são bons remédios para os olhos e cicatrizes, para faces enrugadas e com manchas”. O mesmo autor forneceu descrições detalhadas de como tais substâncias eram sintetizadas em quantidade, uma vez que parte considerável da população as utilizava.

O processo de síntese era delicado, uma vez que devia ser realizado com ajustes de pH para evitar que substâncias secundárias (indesejadas) se formassem. Os egípcios agitavam energicamente óxido de chumbo, PbO , na presença de sal de cozinha bruto ($NaCl$), às vezes na presença de carbonatos de sódio (Na_2CO_3 ou $NaHCO_3$) em água morna:



Disponível em

<http://scienceblogs.com.br/quimicaviva/2010/01/a_quimica_medicinal_de_cosmeti/>

Acesso em 12 fev. 2016

Após a leitura do texto, quais aspectos que mais chamaram sua atenção sobre a “ciência” praticada no Egito Antigo? Qual a herança desse conhecimento até os dias atuais?

Público Alvo, perfil da turma: 2º Ano do Ensino Médio e/ou Técnico em Química

Número de aulas: 10 aulas de 50 minutos

Objetivos Gerais: Verificar a utilização das substâncias inorgânicas pelos egípcios; Obter informações através da análise de tabelas e gráficos; classificar as substâncias inorgânicas através de sua fórmula ou nome.

Objetivos Específicos: Relacionar a fórmula química de uma substância Inorgânica com seu nome oficial e suas propriedades; representar reações de neutralização total e parcial, identificando o sal formado; reconhecer o caráter ácido/básico de uma substância através de diferentes teorias (Arrhenius, Brønsted-Lowry e Lewis); verificar o uso de substâncias inorgânicas como pigmentos pelo homem em pinturas através da história.

Conteúdos Conceituais: Ácidos, Bases, Sais: formulação, nomenclatura e propriedades; Reações de Neutralização total e parcial; Teorias modernas ácido-base.

Conteúdos Procedimentais: Reconhecer algumas das substâncias químicas inorgânicas utilizadas no período correspondente ao Egito Antigo destacando a pintura mural funerária; A partir da fórmula química da substância inorgânicas, reconhecer seu nome (de acordo com as regras oficiais) e algumas de suas principais propriedades químicas; reconhecer o caráter ácido/básico de uma substância através de diferentes teorias (Arrhenius, Brønsted-Lowry e Lewis).

Conteúdos Atitudinais: Identificar a presença e utilização da química no período correspondente ao Egito Antigo; Atentar para aspectos toxicológicos envolvidos ao uso de algumas substâncias inorgânicas; utilizar procedimentos adequados para o manuseio de substâncias químicas corrosivas, como alguns ácidos e bases.

Dinâmica

- a) Revisão de algumas características do Egito Antigo: período histórico, arte, cultura e sociedade. Exemplificação de informações complementares sobre a cultura egípcia utilizando Power Point. Entrega do Texto 1: A fantástica ciência do Antigo Egito (Anexo 7), Texto 2: O Químico de Tutancâmon (Anexo 8). Roda de Conversa 1;
- b) Após a problematização os estudantes realizaram um levantamento, através de ferramentas de busca da Internet (*Search Engines*), de informações complementares acerca dos pigmentos, cosméticos, medicina e alimentação no Egito Antigo. Aula expositiva: a síntese do pigmento azul egípcio como exemplo da química realizada pelos egípcios. Entrega do artigo "*Obtención del pigmento azul egipcio siguiendo la receta de Marcus Vitruvius Pollio descrita en su libro De Architectura* (siglo I a.C.) (Anexo 9); Roda de conversa 2.
- c) Arte Mural Egípcia - Aula expositiva usando Power Point; busca de imagens de pinturas murais através da internet e anotam em seu diário de bordo.
- d) Química e Arte no Egito Antigo: Pesquisa bibliográfica realizada pelos estudantes, anotando em seu diário de bordo quais os principais pigmentos utilizados no período, procurando registrar informações como mineral, fórmula, cor, etc.
- e) Entrega do Texto 4 - A química medicinal de cosméticos egípcios (Anexo 10); Roda de Conversa 3: O chumbo nos cosméticos
- f) Pigmentos utilizados no Egito Antigo: Aula expositiva sobre Classificação das funções inorgânicas, Regras de nomenclatura e Neutralização utilizando os dados dos diários de bordo coletados na aula anterior. Explicação breve sobre Teorias Modernas Ácido-Base. Entrega do Texto 5 – *The Chemistry of Ammonia* (Anexo 11) utilizado para a discussão do conceito ácido-base de Lewis.
- g) Aula Experimental – síntese da malaquita e azurita; após a realização da aula experimental, os estudantes (em grupos) elaboraram um relatório técnico-científico.
- h) Oficina de Arte: Pintura a óleo utilizando papel canson a partir das imagens de pinturas murais egípcias escolhidas pelos grupos; elaboração de painéis e maquetes que pudessem destacar características sociais do Egito Antigo e da química do período.
- i) Exposição: Os estudantes reúnem todas as informações coletadas e preparam uma exposição para a comunidade, contendo informações técnicas, pinturas com

tinta óleo e painéis.

j) Avaliação Escrita: Resolução de atividade escrita individual abordando ácidos, bases e sais (classificação, reações, nomenclatura). A Avaliação foi elaborada a partir da análise das substâncias citadas no caderno de bordo dos estudantes e pelos textos estudados.

Recursos de Ensino: Aulas expositivas utilizando Power Point; Aulas Experimentais; Uso de conteúdo multimídia; Livros, revistas.

Avaliação: Registros nos diários de bordo; atividade de pesquisa relacionada a temática, elaboração de pinturas murais e maquetes; relatório técnico-científico; avaliação escrita.

Para saber mais:

GOMBRICH, E. H.; História da Arte; São Paulo: LTC Editora, 2002.

NUNES, B. Introdução à Filosofia da Arte, São Paulo: Ática, 1999

➤ Na Internet:

- O Antigo Egito

<<http://www.alunonota10.com/nota10/public/videoaula/historia/material/05%20-%20O%20Antigo%20Egito.pdf>>

- Maquiagem no Antigo Egito

<<http://boudoirdamaquiagem.blogspot.com.br/2011/10/historia-da-maquiagem-antigo-egito.html> >

➤ Vídeos:

- Civilização egípcia e a Ciência – Parte 1

<<https://www.youtube.com/watch?v=GCs6bK517Zw>>

- Civilização egípcia e a Ciência – Parte 2

<https://www.youtube.com/watch?v=pRMx4kWL_wU>

- História do Egito Antigo

<<https://www.youtube.com/watch?v=4eflYa2A1Uo>>

- Os Grandes Egípcios: O Mistério de Tutancâmon

<<https://www.youtube.com/watch?v=13wjicVbozq>>

- Documentário: As maiores descobertas do Egito

<<https://www.youtube.com/watch?v=EXbp8e3JhOw>>

- 3.000 a.C. a 730 a.C. – Antigo Egito – 1ª Potência Mundial

<<https://www.youtube.com/watch?v=ASc8QikVa2w>>

- Nefertiti, a mulher do faraó louco do Egito - Akhenaton

<<https://www.youtube.com/watch?v=prcl2Ji5fNM>>

QUADRO 5.4 – Sequência Didática 2 - Pigmentos Inorgânicos no Egito Antigo – Química e Arte para a Eternidade

Aula Experimental: Síntese da Malaquita e Azurita

Introdução:

Malaquita é um mineral do grupo dos carbonatos e geralmente resulta da alteração de minérios de cobre. Ocorre frequentemente associada com azurita, goetita e cuprita. À exceção da cor verde, as propriedades da malaquita são muito similares às das da azurita, e agregados conjuntos dos dois minerais são encontrados com frequência, embora a malaquita seja mais comum do que a azurita.

Foi usado como um pigmento mineral em pinturas verdes da antiguidade até aproximadamente 1800. O pigmento é moderadamente resistente à luz, muito sensível a ácidos e variável na cor. Quando a malaquita fica em contato com a água por muito tempo (em torno de 1 semana), sua cor muda para vermelho alaranjado. O tipo natural tem sido substituído por sua forma sintética, *Verditer*, entre outros verdes sintéticos. Foi principalmente utilizado no Antigo Egito tendo a particular importância nos sécs. XVI, sendo mesmo referenciado no livro Cennino Cennini "*Il libro dell'arte*". Sua fórmula química é $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$, e é conhecido como carbonato básico de cobre (II) e difere da azurita na quantidade e proporção de hidróxido cúprico: azurita: $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ malaquita: $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$. Azurita também é um mineral do grupo dos carbonatos, encontrada frequentemente em associação com a malaquita como resultado da alteração e oxidação de minerais de cobre. Pode ser encontrada em porções oxidadas dos filões de cobre que penetram em calcários. O nome azurita tem origem na palavra árabe para azul e há muito tempo usada como pigmento mineral azul, sendo usada também em joias; os melhores espécimes são apreciados por colecionadores de minerais.

Fonte: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Malaquita>> e <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Azurita>>

Acesso em 12 fev. 2016

Procedimento:

Para sintetizar azurita e malaquita, preparar duas soluções:

A - 12,5 g de Sulfato de cobre (II) hidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) dissolvido em 50 mL de água deionizada

B - 5,8 g de Carbonato de sódio (Na_2CO_3) dissolvido em 55 mL de água deionizada

Adicionar lentamente a solução B à solução A e observar a reação.

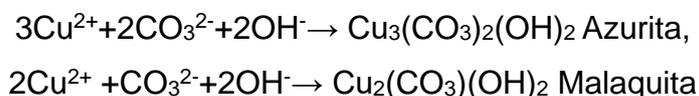
Filtrar metade da solução na semana 1 e cobrir a segunda metade e armazenar durante uma semana e depois filtrar na semana 2. Lavar os precipitados após a

filtração com água deionizada 3 ou 4 vezes cada. A azurita deve ser filtrada na semana 1. Enquanto o precipitado final não é muito diferente em cor da solução, torna-se visivelmente mais azul quando lavado com água deionizada. Esta lavagem remove sais solúveis e íons hidroxila extra (OH⁻). Se deixado em solução, a azurita continua a reagir com os íons hidroxila para se tornar malaquita, por isso a remoção desses íons é importante para obter a melhor cor azul possível.

Após a realização da aula experimental, os estudantes (em grupos) devem elaborar relatório técnico-científico.

Reações:

As reações que ocorrem são reações de precipitação formando azurita e malaquita:



Questões:

- 1) Qual o rendimento obtido no processo?
- 2) Qual o nome dos reagentes e produtos das reações?

Referências Bibliográficas:

<<http://quimicaemcores.blogspot.com.br/2014/05/pigmentos-e-sua-historia.html>>

QUADRO 5.5 - Experimento realizado durante a aplicação da Sequência Didática 2

Oficina de Arte: Preparo e elaboração de pinturas murais egípcias utilizando a técnica de pintura óleo

Introdução – A tinta óleo⁴⁵

A obra em tinta óleo mais antiga (pintura mural), que sobreviveu e chegou ao conhecimento humano, data do séc. 7 A.C. A pintura a óleo alcançou máxima expressão com os mestres flamengos e holandeses, que lançaram a técnica a óleo entre os artistas, em meados de 1600. Para exercer o ofício da pintura era necessário conhecimento de algumas substâncias, algo próximo da química moderna, para que o pintor pudesse produzir diferentes tintas, telas, impermeabilizantes, seladores, bases, vernizes, colas pigmentos e todos os outros materiais necessários para o feitiço de um trabalho artístico. Um de seus materiais principais, a tinta, era feita através de diferentes processos de pulverização ou moagem de uma infinidade de materiais brutos, como vários tipos de minérios e vegetais. O pó resultante desse processamento, devidamente seco e de partículas finas, era conhecido como pigmento.

Os artistas e médicos adquiriam seus materiais brutos e ingredientes num tipo de loja que atendia a ambos, o correspondente as farmácias de hoje. Desse modo, tintas eram feitas a partir dos mesmos ingredientes do que substâncias medicinais – mercúrio, ervas, óleos, marfim e outros. Até mesmo o santo padroeiro dos médicos, São Lucas, era o mesmo dos artistas. Os conhecimentos alquímicos em comum uniam ambas profissões, colocando-os praticamente no mesmo patamar. As tintas eram feitas através da dispersão desses pigmentos em óleos secantes, com o uso da moleta sobre uma lâmina de mármore, um demorado processo que exigia prática e paciência. O pintor era praticamente um químico, ou como dizíamos antes, um alquimista. O aspirante desse ofício tinha de aprender uma variedade enorme de receitas e conhecer as reações e propriedades de inúmeras substâncias para empregar esse conhecimento em seus processos artísticos. Sem esse conhecimento, seu treinamento não estaria completo, sendo indispensável para que pudesse se qualificar como um profissional.

⁴⁵ Extraído do blog Cozinha da Pintura com autorização do autor, Me. Márcio Alessandri (cozinhadapintura@gmail.com)
<<http://www.cozinhadapintura.com/2010/09/historia-da-tinta-oleo.html>> Acesso em 12 fev. 2016

Procedimento⁴⁶:

Numa superfície de vidro temperado, ou mármore, coloque uma pequena parte de pigmento, abra um pequeno buraco ao meio, e pingue algumas gotas de óleo de linhaça. Uma das vantagens do preparo da tinta no ateliê é a liberdade de adicionar óleo de sua escolha, inclusive, óleo processado dentro do ateliê. Os pigmentos em pó necessitam de muito menos óleo do que imaginamos, portanto, nunca adicione muito óleo, prefira ir despejando em gotas. É surpreendente a pequena quantidade necessária para fazer tinta. Com o auxílio de uma espátula dura, e não flexível, comece a misturar o óleo com o pigmento. No começo é difícil misturar. Procure "raspar" a espátula de modo a fazer força para que ambos misturem. O resultado é uma massa densa, grudenta e de movimento limitado, muito grosseiro. Continue forçando a espátula para ter certeza de que todas as partículas de pigmento foram "molhadas" pelo óleo. Deixe a pasta "descansar" por pelo menos 30 minutos antes da dispersão, isso ajuda a obter um pigmento mais absorto em óleo, fazendo o deslizar com mais facilidade. Também é possível o uso de um pilão de mármore para "macerar" a tinta, caso prefira não usar a espátula e a superfície de mármore. Espalhe todo o pigmento já pré-disperso com uma espátula por toda a superfície, observe atentamente para não deixar pequenos "montes" de pigmento aglomerados. A ideia aqui, é de que o pigmento pré-disperso fique espalhado formando um fino "lençol" de pasta sobre a superfície. Depois da pré-dispersão começa a dispersão propriamente dita, com o auxílio da moleta. A moleta é uma ferramenta de vidro, usada desde a idade média com o único intuito de dispersar veículos em pigmentos, servindo também para a têmpera de ovo. A moleta pode ser substituída por algum outro objeto pesado, em forma de pilão, que possua a parte de baixo levemente porosa. Para melhores resultados, use a moleta. Segurando a moleta com ambas as mãos, coloque-a em um dos lados do "lençol" (e não ao meio) e faça movimentos lentos em forma de "8". Quanto mais tempo o pigmento é disperso, mais perfeita é a tinta, em alguns antigos manuais de pintura que remontam a idade média, encontramos a sugestão de que "se passarmos um ano dispersando o pigmento, a cada dia ele melhorará".

QUADRO 5.6 - Oficina de Arte: Preparo e elaboração de pinturas murais egípcias utilizando a técnica de pintura óleo

⁴⁶ Extraído do blog [Cozinha da Pintura](http://www.cozinhadapintura.com) com autorização do autor, Me. Márcio Alessandri (cozinhadapintura@gmail.com) <<http://www.cozinhadapintura.com/2010/12/preparando-tinta-oleo-artesanal.html>> Acesso em 12 fev. 2016

A problematização inicial da Sequência Didática 2, Pigmentos Inorgânicos no Egito Antigo – Química e Arte para a Eternidade (Quadro 5.4) objetivou, principalmente, através da curiosidade dos alunos em relação a uma temática que é bastante apreciada por eles (O Egito dos Faraós), iniciar uma “separação” entre a “ciência” praticada no Egito Antigo que aparece na mídia (cinema, televisão, livros, jogos) e a Ciência que realmente existiu e pode ser evidenciada através de pesquisas sérias, ou pelos menos suscitou uma ampla discussão acerca do que podia ser considerado ficção e o que a ciência poderia evidenciar. Os textos e artigos utilizados possibilitaram também utilizar de relatos da História da Ciência, em especial, da História da Química (O Químico de Tutancâmon) e seu impacto na História e na Sociedade. Durante a problematização também foi possível avaliar uma parte dos conhecimentos prévios dos estudantes, no que diz respeito ao conhecimento das fórmulas e dos nomes dos compostos químicos.

Após a problematização inicial, os estudantes novamente participaram de um momento de pesquisa na biblioteca do Campus, utilizando tanto os livros disponíveis quanto as ferramentas de busca da internet, objetivando a obtenção de mais informações a respeito da utilização de compostos químicos pelos egípcios. A entrega do Texto *Obtención del pigmento azul egipcio siguiendo la receta de Marcus Vitruvius Pollio descrita en su libro De Architectura* (siglo I a.C.) pode, além de tratar de mais um caso pertinente à História da Ciência e Tecnologia, trabalhar com os estudantes a questão da existência de um método (industrial) de produção do pigmento azul egípcio, assim como a ideia de estequiometria por trás do processo e como os métodos instrumentais de análise podiam evidenciar a presença do pigmento. A partir deste texto, iniciou-se de maneira mais específica o estudo dos pigmentos inorgânicos utilizados pelos egípcios, principalmente nas pinturas murais tumulares. Os estudantes efetuaram um levantamento dos principais pigmentos do período, anotando seus nomes e fórmulas, que foram utilizados como ponto de partida para a abordagem das funções inorgânicas ácido/base/sal/óxido, como é feito sua nomenclatura e suas características químicas.

Nesta etapa de pesquisa dos pigmentos utilizados pelos egípcios, seus nomes e fórmulas, vários estudantes destacaram em seus diários de bordo a questão toxicológica de alguns pigmentos e sua utilização também como cosmético. Baseado neste fato foi entregue o Texto A química medicinal de cosméticos egípcios

objetivando a discussão da presença (e suas consequência à saúde) de metais pesados em produtos ligado à estética e arte, desde os egípcios, até os dias atuais.

Para abordar a questão das reações de neutralização (total e parcial) foi utilizado o Texto *The Chemistry of Ammonia* (objetivando a discussão dos conceitos ácido-base mais conhecidos/utilizados na química) e propôs-se a síntese de dois pigmentos inorgânicos (carbonatos básicos): a malaquita e a azurita (Quadro 5.5). Os estudantes realizaram a síntese destes dois compostos e os reservaram para a produção de suas releituras de pinturas murais tumulares (Figura 5.16).



FIGURA 5.16 – Pigmentos sintetizados pelos estudantes do EMITQ: azurita e malaquita.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).

Assim como na SD1, as sínteses realizadas no laboratório na aplicação da SD2 não serviram apenas para ilustrar conceitos relacionados à química. Os produtos das reações foram escolhidos de forma proposital para serem utilizados na confecção de pinturas, graças a sua importância histórica e baixa toxicidade. Utilizando seus diários de bordo, os estudantes puderam escolher pinturas murais de seu gosto para fazer uma releitura, utilizando a técnica da pintura a óleo (Quadro 5.6). O material utilizado para pintura foi papel canson e como pigmentos, além da azurita e da malaquita, foram utilizados o ocre vermelho (sobra da SD1), pó de carvão e gesso como pigmento branco. Os estudantes prepararam seus pigmentos e fizeram a releitura no laboratório de Química do Campus (Figura 5.17).



FIGURA 5.17 – Estudantes elaborando releituras de pinturas murais tumulares egípcias.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).

Assim como na SD1, a penúltima etapa da SD2 envolveu a elaboração de painéis e maquetes que pudessem evidenciar todos os conhecimentos tratados no projeto, tanto de aspectos que envolvessem Sociedade, Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, assim como as pinturas murais elaboradas pelos estudantes. Os trabalhos trouxeram os temas Mumificação (Figura 5.18), Pirâmides (Figura 5.19), Hieróglifos (Figura 5.20), Cosméticos (Figura 5.21), Vida após a Morte (Figura 5.22), A Mulher no Egito Antigo e no Egito Atual (Figura 5.23), Análise da Estética Feminina no Egito Antigo (Figura 5.24) e Objetos funerários (Figura 5.25). Estes painéis, maquetes e pinturas (Figura 5.26) foram também expostos no Campus para toda a comunidade (Figura 5.27).

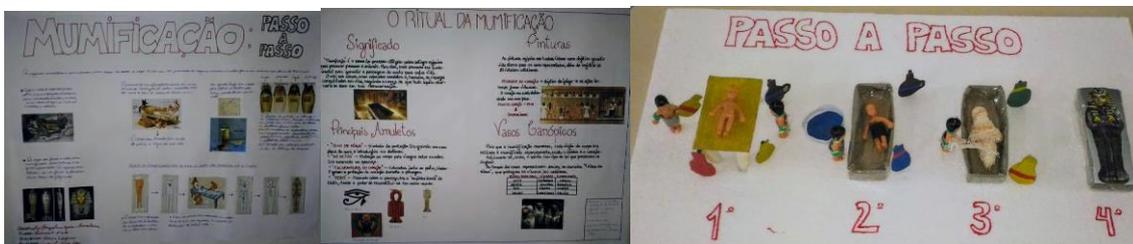


FIGURA 5.18 – Passo a passo do processo de mumificação.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).



FIGURA 5.19 – Construção das Pirâmides.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).

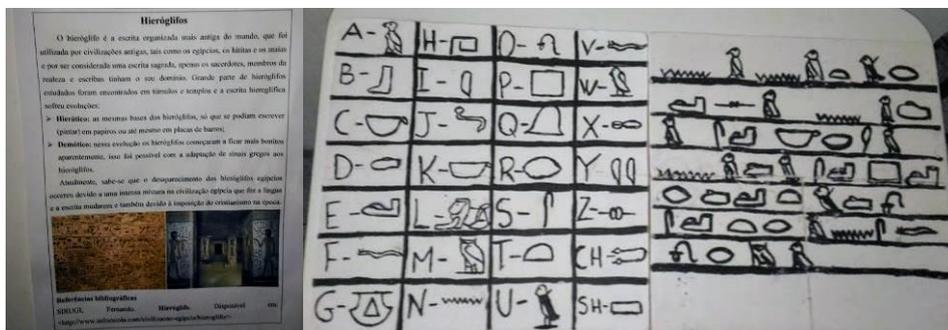


FIGURA 5.20 – Hieróglifos.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).



FIGURA 5.21 – Cosméticos no Egito Antigo.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).



FIGURA 5.22 – Esquema da Vida após a Morte segundo os egípcios.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).



FIGURA 5.23 – A Mulher no Egito Antigo e no Egito atual.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).



FIGURA 5.24 - Análise da Estética Feminina no Egito Antigo.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).



FIGURA 5.25 – Objetos Funerários.
 Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).



FIGURA 5.26 – Pinturas Murais Tumulares elaboradas pelos estudantes.
 Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).



FIGURA 5.27 – Exposição dos trabalhos da SD2 no Campus.
 Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).

Após a apresentação dos trabalhos, os estudantes novamente foram submetidos a uma avaliação escrita (Apêndice 4) relativa à classificação de funções inorgânicas, regras de nomenclatura e reações de neutralização (total de parcial). Nesta avaliação escrita optou-se por uma abordagem que pudesse identificar as competências desenvolvidas após a aplicação da SD2, por meio de textos construídos a partir das anotações obtidas dos próprios diários de bordo dos estudantes. Assim como na avaliação da SD1, no teste da avaliação 2 todos os estudantes conseguiram responder satisfatoriamente às questões, com todas as notas acima da média 6,0.

Analisando os trabalhos realizados pelos estudantes após a aplicação da SD2, percebeu-se que a problematização inicial e a mediação das etapas do projeto puderam contribuir satisfatoriamente para a abordagem contextualizada do tema, enfatizando questões referentes a Sociedade, Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. Entretanto, percebeu-se nesta SD2 que a utilização de temas com viés tecnológico foi pouco explorada pelos estudantes durante as aulas, sendo que o enfoque predominante abordou a relação entre sociedade e ciência.

Durante a análise dos trabalhos desenvolvidos durante a SD2 um dos destaques refere-se ao interesse dos estudantes pelo tema Egito Antigo. Um dos estudantes, que sempre se mostrava tímido e introvertido durante as aulas expositivas, expôs seu trabalho (que abordou a questão da concepção egípcia da vida após a morte através de um infográfico) com grande desenvoltura, tomando a frente do grupo. Ao ser indagado pelo pesquisador sobre sua relação com o tema, o estudante comentou “[...] *a, prá mim é fácil falar disso, é uma das coisas minhas preferidas (risos), [...] o professor sabe, num vô muito bem em química, mais disso eu gosto, leio bastante*”. Ao ser questionado o porquê desta identificação com a temática, o estudante respondeu “*então, acho que no final é mais ou menos assim mesmo [...] essa forma de vida após a morte ser como é, dependendo de como o cara foi vivo, como os egípcios falavam eu também acho que é meio assim (risos)*”. Percebeu-se que a utilização da temática proposta, por fazer parte do universo pessoal do aluno, possibilitou seu maior envolvimento nas atividades propostas.

Quatro trabalhos apresentados levantaram questões relacionadas à mulher no Egito Antigo, sendo que dois abordaram a utilização dos cosméticos nesse período, fruto de um dos textos utilizados durante a aplicação da SD2. Ambos os grupos destacaram características estéticas e de saúde relacionadas à utilização

da “maquiagem” egípcia, principalmente o *Kohl*. Os dois grupos procuraram estabelecer um comparativo entre a maquiagem do Egito Antigo com o Egito atual, principalmente em relação à presença de metais pesados e seus riscos à saúde. Um dos grupos mencionou uma intenção inicial de realizar uma investigação mais profunda sobre a presença de chumbo nas maquiagens atuais, abandonada em seguida pela falta dos equipamentos de laboratório necessários para uma análise de traças deste elemento. O grupo, formado apenas por meninas, foi questionado sobre o porquê deste interesse pelo pesquisador. Uma das meninas mencionou “[...] *todo mundo diz que tem chumbo no batom, na sombra, [...] vem muita coisa da China e a gente ouviu falar que tem. Só que é pouco, não dava pra gente analisar, a gente até pensou em tentar umas análises, mas aí um dos nossos professores falou que não dava, era muito pouco, a gente não tinha como medir, não, não dava*”. Outra integrante do grupo completou que “*seria muito legal, tipo se conseguisse, a gente podia trazer de marcas diferentes, ver se dava diferença, se tava na quantidade certa, mas não deu certo*”.

O outro grupo que abordou a questão dos cosméticos, apresentou abordagens diferentes dos dois primeiros. O grupo procurou informações não apenas sobre a composição das maquiagens do Egito Antigo, mas também procurou encontrar padrões estéticos na utilização desta maquiagem sobre a pele e sua presença nos dias atuais. Uma das meninas, ao ser questionada o motivo pela escolha do tema respondeu que “[...] *a gente achava bonito, e a gente vendo na internet encontrou que ainda hoje, na maquiagem pra noite, pode ser usado traços grossos nos olhos, bem parecido com as pinturas da egípcias que a gente vê nos livros [...] e tem também os acessórios, tipo os braceletes, as correntes, tudo muito parecido, [...]é como se a moda tivesse voltado (risos)*”.

O quarto grupo propôs um comparativo de como seria a vida das mulheres no Egito Antigo com a vida das mulheres no Egito Atual. Ao ser questionado sobre a motivação do tema, o grupo de meninas mencionou que um crime que estava em evidência na mídia (um estupro coletivo de uma menor de idade no Rio de Janeiro, ocorrido no mesmo período em que a SD2 foi aplicada) havia fornecido a motivação. O grupo efetuou o comparativo utilizando dois painéis com as principais características da vida das mulheres nos dois períodos históricos, e puderam concluir que no mundo atual, o Egito apresenta-se como um dos piores tratamentos à mulher, pior do que àquele considerado no período do Egito dos

faraós. Uma das meninas mencionou [...] *hoje professor, acho que o Egito pode ser considerado o país muçulmano onde menos direitos da mulher são respeitados, é o pior país pra mulher viver*”.

Outros trabalhos desenvolvidos como fruto da aplicação da SD2 abordaram temas considerados como senso comum em relação à temática: processo de mumificação, construção das pirâmides e hieróglifos. Dois grupos investigaram o processo de mumificação, destacando substâncias e materiais utilizados, procurando traçar um paralelo com a química que os grupos já haviam visto no curso (nome e composição química de alguns materiais utilizados na mumificação).

Apesar da tecnologia ter sido pouco explorada, acredita-se que após a aplicação da SD, os estudantes podem realizar uma leitura mais precisa referente ao período histórico do Egito dos faraós, assim como suas contribuições e legado para conhecimento químico dos dias atuais (Figura 5.28).

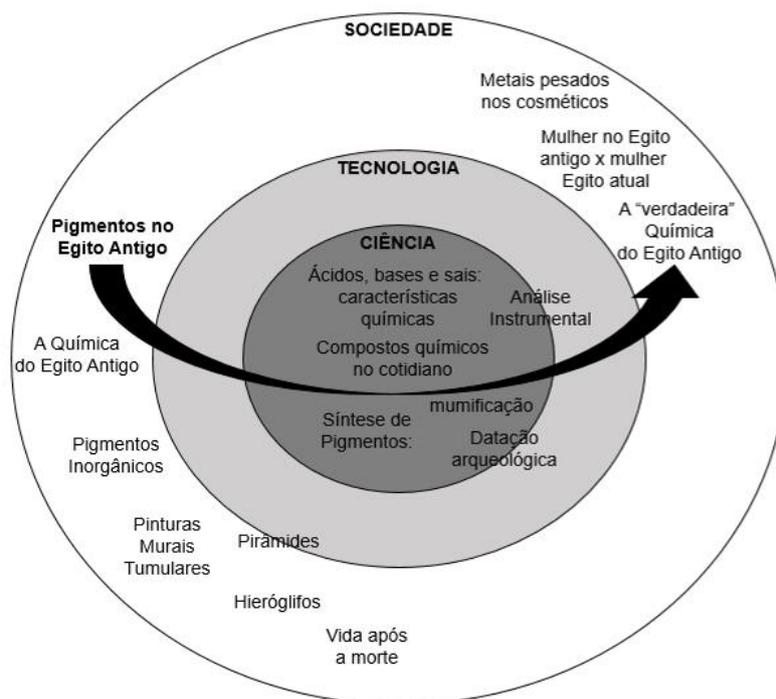


FIGURA 5.28 - Análise da SD2: Pigmentos Inorgânicos no Egito Antigo – Química e Arte para a Eternidade.

Fonte: elaborado pelos autores (2017).

A partir da problemática inicial, que instigava os estudantes a questionar a ciência presente no Egito Antigo e buscar mais informações sobre o período, possibilitou-se com a aplicação da SD2 tratar de questões abrangendo a Sociedade do período e estabelecer paralelos com a atualidade. Destacou-se

novamente o interesse e a motivação dos estudantes durante as etapas de síntese e utilização dos pigmentos inorgânicos na confecção de releituras de pinturas murais funerárias egípcias, resultando em trabalhos com grande qualidade artística. A intervenção proposta também possibilitou explorar satisfatoriamente os conceitos químicos relacionados aos ácidos, bases e sais, assim como reações de neutralização total e parcial. Como resposta à problematização da SD2, os estudantes puderam destacar questões relacionadas à presença de metais pesados na maquiagem do período (e questionar sua presença ou não nos produtos estéticos atuais); apresentaram comparativos e características da sociedade egípcia dos faraós e a atual; puderam investigar e conhecer um pouco mais da utilização das substâncias químicas no período.

5.2.3 - Sequência Didática 3: Tarsila Do Amaral, a caipirinha de São Bernardo

Título: Tarsila Do Amaral, a caipirinha de São Bernardo

Problematização:

“Minha carreira artística... Quando começou?

Foi no dia em que desenhei infantilmente uma cesta de flores e uma galinha rodeada por um bando de pintinhos. A cesta, bastante sintética, com uma grande alça, penso que teria sido influenciada por conselhos de adultos ou pela reminiscência de algum quadro desse gênero; mas as galinhas com os pintinhos saíram da minha alma, do carinho com que observava a criação ao redor da casa, na fazenda onde cresci como um animalzinho livre, ao lado de meus quarenta gatos que me faziam festa. Depois veio o internato. No colégio de freiras em Barcelona, onde estudei, minhas cópias de santos eram sempre elogiadas”.

Tarsila do Amaral, natural de Capivari/SP, foi uma pintora e desenhista brasileira e uma das figuras centrais da pintura e da primeira fase do movimento modernista no Brasil, ao lado de Anita Malfatti. Seu quadro Abaporu, de 1928, inaugura o movimento antropofágico nas artes plásticas. (A Antropofagia propunha a digestão de influências estrangeiras, como no ritual canibal - em que se devora o inimigo com a crença de poder-se absorver suas qualidades - para que a arte nacional ganhasse uma feição mais brasileira).

Fonte: **Tarsila Eterna**, de Jehoval Júnior, 1ª Ed., Capivari/SP, 2008.

Um exemplo de aplicação da microscopia Raman na autenticação de obras de arte

O termo Patrimônio Histórico e Cultural refere-se ao conjunto de bens móveis ou imóveis, tangíveis ou intangíveis, que caracterizam uma população. Representa, portanto, um conjunto único e insubstituível de valores e desempenha papel essencial na autodeterminação dos povos. A preservação desse Patrimônio é, assim, essencial para que a identidade cultural de uma dada população possa ser transmitida para gerações futuras. A Ciência da Conservação surge como consequência da necessidade de adoção de metodologias científicas na definição de estratégias de conservação e também de prevenção à degradação do Patrimônio Cultural. Especificamente no caso da Conservação Preventiva, a compreensão dos aspectos químicos das variadas substâncias empregadas, como a interação entre

elas e mecanismos envolvidos em sua degradação, é absolutamente essencial. Um desdobramento dessa atuação é a investigação de obras de arte e documentos em geral com o objetivo de esclarecer algum questionamento legal, como autenticidade, por exemplo. Estima-se que cerca de 20% das obras de arte que circulam nos principais centros do país (São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte) sejam falsas e a própria Interpol, reconhecendo que a violação de propriedade intelectual é uma atividade altamente lucrativa e de baixo risco, criou um Programa de Direitos de Propriedade Intelectual (IPRP) visando coibir essa prática por parte do crime organizado e no financiamento de organizações terroristas. Nesse contexto, fica clara a necessidade de formas de análise mais acuradas que deem suporte às apreciações geralmente subjetivas de especialistas em arte para a certificação de tais obras. A principal condição que se impõe ao tipo de análise a ser feita é que seja uma metodologia não destrutiva, uma vez que qualquer forma de amostragem afetará de modo irreversível a obra, a qual geralmente tem elevado valor comercial e/ou representa uma peça única, sem possibilidade de reposição. Tendo em conta essa restrição, as duas ferramentas que mais vem sendo empregadas na investigação de bens culturais são a fluorescência de raios X (XRF) e a espectroscopia Raman. A primeira fornece a composição elementar de determinada área do objeto estudado, mas não revela a identidade das substâncias presentes, o que pode ser feito de modo inequívoco através da espectroscopia Raman. Nesse caso, um feixe de radiação laser de baixa potência é focalizado em um ponto de interesse no objeto e a radiação inelasticamente espalhada é coletada por uma lente e analisada em um monocromador ou interferômetro, fornecendo um espectro que é característico da espécie química ou das espécies químicas presentes. Quando acoplada a um microscópio, a espectroscopia Raman ganha ainda a vantagem de ter resolução espacial capaz de diferenciar micro-heterogeneidades presentes na amostra.

Este trabalho insere-se nesse contexto, ou seja, o de avaliar se há compatibilidade entre os pigmentos encontrados e a suposta data de produção de um desenho feito a lápis de cor atribuído à Tarsila do Amaral. O desenho analisado apresenta traços característicos da artista (inclusive sua assinatura) e, descritivamente, contém 3 cactos, 1 casa, 6 árvores e 1 pássaro. A obra pertence a uma coleção particular e teria sido elaborada no final da década de 1920. Tarsila do Amaral (1886-1973) é uma das mais importantes artistas brasileiras, tendo desempenhado papel

extremamente importante no período modernista. As cores vibrantes e a temática tropical refletem a tradução que fez para a realidade brasileira dos períodos de estudo na Europa, gerando um novo conceito de pintura moderna e colocando suas obras entre as mais representativas do movimento antropofágico. Muitas vezes suas obras têm um estilo naïve, o que juntamente com o destaque e valorização de seus trabalhos, faz com que seu legado artístico seja alvo frequente de falsificadores. Neste trabalho usou-se a microscopia Raman para a caracterização química dos pigmentos empregados no desenho, devido à necessidade de utilização de técnica não destrutiva, com alta resolução espacial e especificidade química

Fonte: Faria, D.L.A., Puglieri, T.S., **Um exemplo de aplicação da microscopia Raman na autenticação de obras de arte**, Quim. Nova, Vol. 34, No. 8, 1323-1327, 2011.

Brasil Tarsila

A pesquisadora Aracy Amaral foi responsável pelo primeiro levantamento sistemático da obra da pintora Tarsila do Amaral, que se desdobrou em livros, exposições, trabalhos acadêmicos e textos jornalísticos. Quando Tarsila faleceu, Carlos Drummond de Andrade escreveu um poema sobre a pintora e o dedicou a Aracy. Foi publicado no jornal Tribuna da Bahia, Salvador, em 21 de janeiro de 1973.

Tarsila
descendente direta de Brás Cubas
Tarsila
princesa do café na alta de ilusões
Tarsila
engastada na pulseira gótica do colégio de Barcelona
Tarsila
medularmente paulistinha de Capivari reaprendendo
o amarelo vivo
o rosa violáceo
o azul pureza
o verde cantante
desprezados pelo doutor bom gosto oficial.
Tarsila radar tranquilo
captando em traço elíptico
o vazio da rua de Congonhas com um cachorro e uma
[galinha servindo de multidão
a mudez da rua de São João del Rei com duas meninas
[no cenário operístico de casas e igreja
o silêncio do desvio ferroviário
o sono da cidade pequena onde as casas são boizinhos
[espalhados em presépio.
(Tarsila, Oswald e Mário revelando Minas aos mineiros

[de Anatole.)
Tarsila acordando para o pesadelo
de assombrações pré-colombianas tão vivas agora
[como outrora
abaporu das noites na fazenda
bichos que não existem? mas existentes
cactos-animais, pedras-árvores,
monstros a expulsar de nossa mente
ou a recolher para melhor
seguir nosso traçado preternatural.
Tarsila mágica,
meu Deus, tão simples,
alheia às técnicas analíticas de Freud
e desvendando
as grutas, os alçapões, as perambeiras
da consciência rural,
expondo ao sol
a alegria colorida da libertação.
Tarsila relâmpago
de beleza no Grande Hotel de Belo Horizonte em 24
acabando com o mandamento das pintoras feias
Quero ser em arte
a caipirinha de São Bernardo
A mais elegante das caipirinhas
a mais sensível das parisienses
jogada de brincadeira na festa antropofágica.
Tarsila
nome brasil, musa radiante
que não queima, dália sobrevivente
no jardim desfolhado, mas constante
em serena presença nacional
fixada com doçura,
Tarsila
amora amorável d'amaral
prazer dos olhos meus onde te encontres
azul e rosa e verde para sempre.

Fonte:

<http://www.itaucultural.org.br/ocupacao/aracy-amaral/pesquisadora/?content_link=1>

- 1) Como foi a infância de Tarsila? É igual a sua? Por quê?
 - 2) Como foi a educação de Tarsila? Onde ela estudou?
 - 3) Por que Tarsila gostava tanto do campo e da vida na fazenda?
 - 4) Na sua opinião, Tarsila foi uma personalidade importante para o o Brasil?
- Comente. Depois desta reflexão, promover um debate sobre a vida e obra de Tarsila do Amaral e escrever um pequeno comentário sobre as impressões que ficaram desta artista.

Público Alvo, perfil da turma: Alunos de 1º/2º Ano do Técnico em Química

Número de aulas: 20 aulas de 50 minutos

Objetivos Gerais: Verificar a utilização das substâncias inorgânicas na composição

de tintas; classificar as substâncias inorgânicas através de sua fórmula ou nome.

Objetivos Específicos: Relacionar a fórmula química de uma substância Inorgânica com seu nome oficial e suas propriedades; representar reações de neutralização total e parcial, identificando o sal formado; aplicar técnicas laboratoriais como filtração comum, filtração à pressão reduzida, etc.; verificar o uso de substâncias inorgânicas como pigmentos pelo homem em pinturas através da história.

Conteúdos Conceituais: Ácidos, Bases, Sais e Óxidos: formulação, nomenclatura e propriedades; Reações de Neutralização total e parcial.

Conteúdos Procedimentais: Reconhecer algumas das substâncias químicas inorgânicas utilizadas pelos artistas na pintura; A partir da fórmula química da substância inorgânicas, reconhecer seu nome (de acordo com as regras oficiais) e algumas de suas principais propriedades químicas; aplicar técnicas laboratoriais como filtração comum, filtração à pressão reduzida, etc.

Conteúdos Atitudinais: Identificar a presença e utilização da química na Arte; Atentar para aspectos toxicológicos envolvidos ao uso de algumas substâncias inorgânicas; utilizar procedimentos adequados para o manuseio de substâncias químicas corrosivas, como alguns ácidos e bases.

Dinâmica:

a) Problematização Inicial – Tarsila Do Amaral, a caipirinha de São Bernardo. Entrega e Leitura do Texto 1: Tarsila do Amaral: uma escolha pela Arte (Anexo 12)

Aula expositiva: o que são pigmentos; linha do tempo do uso dos pigmentos; levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes. Entrega do Texto 2: Um exemplo de aplicação da microscopia Raman na autenticação de obras de arte (Anexo 13). Os Pigmentos Inorgânicos (Anexo 14). Projeção do Power Point da Tabela dos principais pigmentos utilizados em pintura. Debate com os grupos visando avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes: nomes dos compostos químicos de algumas substâncias. Aula expositiva: introdução às regras de nomenclatura de compostos inorgânicos.

b) Aula expositiva: Classificação das funções inorgânicas, Regras de nomenclatura e Neutralização; Intervenção envolvendo professores de Artes e Literatura. Entrega do Texto 3: Os últimos anos de Tarsila do Amaral (Anexo 15).

c) Síntese de Pigmentos Inorgânicos

I) Óxido de Ferro III (ocre vermelho)

II) Síntese do Carbonato Básico de Cobre II (Malaquita)

<p>III) Síntese do Acetato Básico de Cobre II – (Verdigris)</p> <p>IV) Síntese do Ferrocianeto de Ferro III (Azul da Prússia)</p> <p>V) Síntese do Cromato Básico de Zinco (Amarelo de Zinco)</p> <p>VI) Síntese do Óxido de Crômio III (Viridian)</p> <p>d) Intervenção envolvendo as professoras de Arte e Literatura;</p> <p>e) Oficina de Arte e Exposição: Os estudantes puderam escolher: 1) uma das obras da autora, onde sobre o papel canson já havia sido impresso o contorno do desenho 2) fazer uma releitura da obra. Posteriormente as obras foram expostas no Campus. Pintura a óleo utilizando papel canson; Pigmentos que não foram sintetizados: preto (pó de carvão - C) e branco (dióxido de titânio – TiO₂). Exposição das pinturas</p> <p>f) Avaliação Escrita: Resolução de atividade escrita individual abordando funções inorgânicas (classificação, reações de neutralização, nomenclatura).</p>
<p>Recursos de Ensino: Aulas expositivas utilizando Power Point; Aulas Experimentais; uso de conteúdo multimídia; Livros, revistas.</p>
<p>Avaliação: Relatório técnico-científico, anotações feitas pelo pesquisador durante os debates, telas elaboradas pelos estudantes, avaliação escrita.</p>
<p>PARA SABER MAIS:</p> <p>NA INTERNET:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O Brasil dos Modernistas <https://www.youtube.com/watch?v=Ejx3e82HJGY> • História da Arte - Semana de 22 e o modernismo no Brasil <https://www.youtube.com/watch?v=DqiDGH8m1iQ> • TARSILA do AMARAL, vida e obra <https://www.youtube.com/watch?v=q9Y2y1Fe-2Q> • TARSILA DO AMARAL <https://www.youtube.com/watch?v=0oL8_Yl48qw>

QUADRO 5.7 – Sequência Didática 3: Tarsila Do Amaral, a caipirinha de São Bernardo

Aula Experimental: Síntese de Pigmentos Inorgânicos

Introdução:

O homem utiliza as cores há mais de 20 mil anos. O primeiro corante a ser conhecido pela humanidade foi o Negro-de-Fumo (Carbon Black). Por volta de 3.000 A. C. foram produzidos alguns corantes inorgânicos sintéticos, como o Azul Egípcio. Sabe-se que os caçadores do Período Glacial pintavam, com fuligem e ocre, as paredes das cavernas reservadas ao culto, criando obras que resistem há milênios. Com o tempo, muitos corantes naturais foram sendo descobertos. O vermelho das capas dos centuriões romanos era obtido de um molusco chamado *Murex*, um caramujo marinho. Outro corante também muito utilizado era o índigo natural, conhecido desde os egípcios até os bretões, extraído da planta *Isatis tinctoria*. A história mostra que a importância, tanto comercial quanto estética, dos corantes somente cresceu desde então, de forma que no fim do século XIX, fabricantes de corantes sintéticos estabeleceram-se na Alemanha, Inglaterra, França e Suíça, suprimindo as necessidades das indústrias que, na época, fabricavam tecidos, couro e papel. Nos anos de 1994 e 1995, as grandes corporações implantaram unidades fabris próprias ou em parcerias com fabricantes locais em diversos países asiáticos, como China, Índia e Indonésia. Devemos, contudo, diferenciar os pigmentos dos corantes solúveis; os pigmentos são pequenos corpúsculos corantes insolúveis no meio em que são dispersos. No caso dos corantes solúveis, as soluções penetram no material a tingir (sobretudo têxteis), não apenas lhe emprestando coloração, mas também reagindo com este material.

Sob o ponto de vista dos pigmentos os primeiros a serem utilizados pelo homem foram os ocre que vem do grego e significa amarelo. A espécie química responsável pela cor do ocre é o óxido férrico mono-hidratado ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), ele é encontrado misturado com sílica e argila. Através de moagem e lavagem é produzido o pigmento amarelo e por meio de aquecimento outras cores podem ser obtidas. O primeiro pigmento quimicamente sintetizado foi obtido na Alemanha em 1704 por Heinrich Diesbach. Ele estava manufaturando pigmentos vermelhos usando potássio e outros álcalis, ao contaminar acidentalmente a mistura com óleo animal ele obteve uma cor púrpura ao invés do vermelho que ele estava tentando obter. O pigmento obtido ficou conhecido como azul da Prússia. As vantagens de utilizar pigmentos inorgânicos insolúveis para coloração foram logo descobertas pelos pesquisadores, o que proporcionou a produção de pigmentos em uma enorme

variedade de cores e desenvolvimento de vários métodos de síntese química.

Atualmente, muitos setores industriais (plásticos, cosméticos, vernizes, tinta de impressão para papel e tecido, decoração, materiais de construção) utilizam os pigmentos inorgânicos. Particularmente no setor cerâmico estes colorantes são ditos pigmentos cerâmicos e são caracterizados principalmente pela estabilidade térmica elevada. A importância dos pigmentos para a civilização humana é evidente e bem documentada. Embora, estes materiais tenham sido descobertos há tantos anos as pesquisas continuam até hoje, pois as indústrias exigem frequentemente novos tons e cores cada vez mais reprodutíveis e estáveis. O que torna necessário o desenvolvimento de novos pigmentos e métodos de síntese que superem as desvantagens apresentadas pelo processo industrialmente já consolidado.

Fonte:

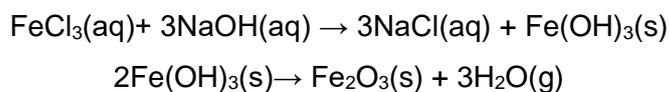
<<http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/411/1/srmi-12.pdf>>

Procedimento:

I) Síntese do Óxido de Ferro (ocre vermelho - hematita)

- a) Pesar 2,5g de cloreto férrico e dissolver em 50mL de água destilada;
- b) Acrescentar solução de NaOH 0,5mol/L, até que todo ferro na forma de Fe (III) seja precipitado (aproximadamente 25mL-30mL), e posteriormente lavar o precipitado formado com água destilada para posterior filtração utilizando um aparato de filtração simples;
- c) Calcinar o precipitado obtido na mufla durante 2h a 600°C e, posteriormente triturar com o auxílio do almofariz e do pistilo.

Reações:



II) Síntese do carbonato básico de cobre II (Malaquita)

- a) Dissolver 5 g de $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ em 500mL de água destilada sob forte agitação mecânica;
- b) Adicionar à solução anterior 1,75g de Na_2CO_3 (durante este processo ocorre liberação de CO_2);
- c) Após cessado a liberação de CO_2 , deixar a mistura reacional em repouso durante 24 horas, agitando suavemente 2 ou 3 vezes durante este período;
- d) Filtrar o precipitado obtido, lavar com água e secar à temperatura ambiente.

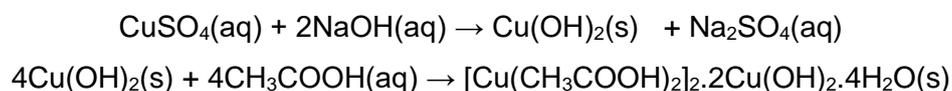
Reação:



III) Síntese do Acetato Básico de Cobre II – (Verdigris)

- Pesar 5,8g de sulfato de cobre II em um béquer de 250mL e adicionar 25mL de água destilada;
- Pesar 1,9g de NaOH em um béquer de 50mL e adicionar 10mL água destilada;
- Adicionar o hidróxido ao sulfato de cobre; agitando entre 5 a 10 minutos, até adquirir cor verde escura;
- Filtrar a vácuo e lavar 4 vezes com água destilada;
- Remover o precipitado do papel de filtro condicionando-o em um béquer de 250mL;
- Adicionar entre 25 a 50ml de água destilada para dissolver o precipitado, e então aquecer mistura até entrar em ebulição;
- Remover o béquer do aquecimento e adicionar 7mL ácido acético glacial;
- Resfriar a mistura deixando-a em repouso por 24 horas;
- Filtrar o precipitado obtido, lavar com água e secar à temperatura ambiente.

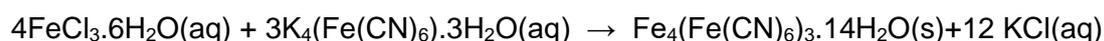
Reações:



IV) Síntese do Ferrocianeto de Ferro III (Azul da Prússia)

- Dissolver 2 g de FeCl₃ em 100mL de água destilada em um béquer de 250mL;
- Dissolver 1 g de K₄[Fe(CN)₆] em 200mL de água destilada em outro béquer de 250mL;
- Misturar as duas soluções em um dos béqueres;
- Filtrar o precipitado obtido lentamente, lavar e secar na estufa à temperatura de 100°C.

Reação:



V) Síntese do cromato básico de zinco (Amarelo de Zinco)

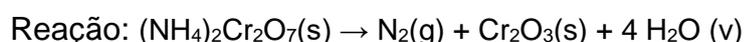
- Pesar aproximadamente 1g de cromato de sódio (Na₂CrO₄) em um béquer e adicionar 10mL de água destilada. Agitar a solução até a dissolução total;

- b) Pesar aproximadamente 4,5g de sulfato de zinco (ZnSO₄) em um béquer pequeno e adicionar 10mL de água destilada e agitar;
- c) Adicionar a solução de sulfato de zinco à solução de cromato de sódio sob forte agitação;
- d) Adicionar 2,5mL de NaOH 6mol/L sob forte agitação.
- e) Filtrar, lavar e secar o precipitado.



VI) Síntese do Óxido de Crômio III (Viridian):

Pesar 2g de dicromato de amônio sobre um cadinho de porcelana e aquecer em chapa de aquecimento.



Questões:

- 1) Qual o rendimento obtido no processo?
- 2) Qual o nome dos reagentes e produtos das reações?

Referências Bibliográficas: <<http://quimicaemcores.blogspot.com.br/2014/05/pigmentos-e-sua-historia.html>>

QUADRO 5.8 - Experimento realizado durante a aplicação da Sequência Didática 3

Oficina de Arte: As obras de Tarsila do Amaral - elaboração de pinturas utilizando a técnica de pintura óleo

Introdução:

A obra em tinta óleo mais antiga (pintura mural), que sobreviveu e chegou ao conhecimento humano, data do séc. 7 A.C. A pintura à óleo alcançou máxima expressão com os mestres flamengos e holandeses, que catapultaram a técnica à óleo entre os artistas, em meados de 1600. Para exercer o ofício da pintura era necessário conhecimento de algumas substâncias, algo próximo da química moderna, para que o pintor pudesse produzir diferentes tintas, telas, impermeabilizantes, seladores, bases, vernizes, colas pigmentos e todos os outros materiais necessários para o feito de um trabalho artístico. Um de seus materiais principais, a tinta, era feita através de diferentes processos de pulverização ou moagem de uma infinidade de materiais brutos, como vários tipos de minérios e vegetais. O pó resultante desse processamento, devidamente seco e de partículas finas, era conhecido como pigmento.

Os artistas e médicos adquiriam seus materiais brutos e ingredientes num tipo de

loja que atendia a ambos, o correspondente as farmácias de hoje. Desse modo, tintas eram feitas a partir dos mesmos ingredientes do que substâncias medicinais – mercúrio, ervas, óleos, marfim e outros. Até mesmo o santo padroeiro dos médicos, São Lucas, era o mesmo dos artistas. Os conhecimentos alquímicos em comum uniam ambas profissões, colocando-os praticamente no mesmo patamar. As tintas eram feitas através da dispersão desses pigmentos em óleos secantes, com o uso da moleta sobre uma lâmina de mármore, um demorado processo que exigia prática e paciência. O pintor era praticamente um químico, ou como dizíamos antes, um alquimista. O aspirante desse ofício tinha de aprender uma variedade enorme de receitas e conhecer as reações e propriedades de inúmeras substâncias para empregar esse conhecimento em seus processos artísticos. Sem esse conhecimento, seu treinamento não estaria completo, sendo indispensável para que pudesse se qualificar como um profissional.

Extraído de: <<http://www.cozinhadapintura.com/2010/09/historia-da-tinta-oleo.html>>

Acesso em 12 fev. 2016

Procedimento:

Numa superfície de vidro temperado, ou mármore, coloque uma pequena parte de pigmento, abra um pequeno buraco ao meio, e pingue algumas gotas de óleo de linhaça. Uma das vantagens do preparo da tinta no ateliê é a liberdade de adicionar óleo de sua escolha, inclusive, óleo processado dentro do ateliê. Os pigmentos em pó necessitam de muito menos óleo do que imaginamos, portanto, nunca adicione muito óleo, prefira ir despejando em gotas. É surpreendente a pequena quantidade necessária para fazer tinta. Com o auxílio de uma espátula dura, e não flexível, comece a misturar o óleo com o pigmento. No começo é difícil misturar. Procure "raspar" a espátula de modo a fazer força para que ambos misturem. O resultado é uma massa densa, grudenta e de movimento limitado, muito grosseiro. Continue forçando a espátula para ter certeza de que todas as partículas de pigmento foram "molhadas" pelo óleo. Deixe a pasta "descansar" por pelo menos 30 minutos antes da dispersão, isso ajuda a obter um pigmento mais absorvido em óleo, fazendo o deslizar com mais facilidade. Também é possível o uso de um pilão de mármore para "macerar" a tinta, caso prefira não usar a espátula e a superfície de mármore. Espalhe todo o pigmento já pré-disperso com uma espátula por toda a superfície, observe atentamente para não deixar pequenos "montes" de pigmento

aglomerados. A ideia aqui, é de que o pigmento pré-disperso fique espalhado formando um fino "lençol" de pasta sobre a superfície. Depois da pré-dispersão começa a dispersão propriamente dita, com o auxílio da moleta. A moleta é uma ferramenta de vidro, usada desde a idade média com o único intuito de dispersar veículos em pigmentos, servindo também para a têmpera de ovo. A moleta pode ser substituída por algum outro objeto pesado, em forma de pilão, que possua a parte de baixo levemente porosa. Para melhores resultados, use a moleta. Segurando a moleta com ambas as mãos, coloque-a em um dos lados do "lençol" (e não ao meio) e faça movimentos lentos em forma de "8". Quanto mais tempo o pigmento é disperso, mais perfeita é a tinta, em alguns antigos manuais de pintura que remontam a idade média, encontramos a sugestão de que "se passarmos um ano dispersando o pigmento, a cada dia ele melhorará".

Extraído de <<http://www.cozinhadapintura.com/2010/12/preparando-tinta-oleo-artesanal.html>>

Acesso em 12 fev. 2016

Fonte: <<http://www.cozinhadapintura.com>>

QUADRO 5.9 - As obras de Tarsila do Amaral - elaboração de pinturas utilizando a técnica de pintura óleo.

A Sequência Didática 3 intitulada Tarsila do Amaral, a Caipirinha de São Bernardo foi desenvolvida com os alunos do 2º módulo do TQ (Quadro 5.7). Por ser uma turma de curso noturno, na modalidade concomitante/subsequente, sem disponibilidade de realizar atividades fora do horário de aula e com pouquíssimo tempo em casa para estudar, as atividades propostas procuraram também abordar de forma contextualizada a temática funções inorgânicas, dando ênfase às atividades laboratoriais. A problematização envolveu avaliar quanto os estudantes conheciam da artista local Tarsila do Amaral, figura das artes plásticas mais conhecida pela turma, através da leitura do Texto Tarsila: uma escolha pela Arte. Em seguida, a utilização dos pigmentos inorgânicos foi introduzida através da entrega do artigo Um exemplo de aplicação da microscopia Raman na autenticação de obras de arte, que trata da utilização de uma análise instrumental para autenticação de um suposto desenho de Tarsila. A partir deste texto, utilizou-se o tema Pigmentos Inorgânicos para avaliar os conhecimentos prévios da turma sobre a classificação e nomenclatura de compostos inorgânicos. A leitura posterior do poema de Carlos Drummond de Andrade Tarsila Brasil objetivou levantar questões referentes à importância histórica da artista plástica, mais diretamente à sua atuação no período modernista.

A partir da investigação dos conhecimentos prévios dos estudantes, foi elaborada uma aula expositiva tratando, simultaneamente, da utilização dos pigmentos em pinturas e suas respectivas fórmulas e nomes, identificando os períodos históricos onde cada pigmento foi utilizado até os dias atuais, incluindo as obras de Tarsila do Amaral. Paralelamente, como consequência da leitura do poema de Carlos Drummond sobre Tarsila, a professora Dr. Fabiana Tonin foi convidada a ministrar uma palestra (Modernismo: rupturas e novidades) aos estudantes, abordando, no sentido literário, a importância histórica do movimento modernista (Figura 5.29).



FIGURA 5.29 – Profa. Dra. Fabiana Tonin ministrando a palestra *Modernismo: rupturas e novidades* aos alunos do TQ.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).

Da mesma forma, a professora de Artes do IFSP-Campus Capivari, Profa. Ms. Luciana Lima também ministrou uma palestra para a turma, trabalhando com as características e fases da artista Tarsila do Amaral e características artísticas do movimento modernista (Figura 5.30). As disciplinas de Arte e Literatura não fazer parte do currículo do Técnico em Química, mas as palestras foram essenciais para a compreensão da importância da obra de Tarsila do Amaral e sua figura na história do Brasil, além de fornecer subsídios para a confecção de releituras das obras da artista. Posteriormente foi entregue aos estudantes o texto Os últimos dias de Tarsila.



FIGURA 5.30 – Profa. Ms. Luciana Lima, ministrando uma palestra sobre Tarsila do Amaral e o movimento modernista.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).

Posteriormente, os estudantes realizaram a síntese de diversos pigmentos inorgânicos no laboratório (Quadro 5.8) visando, além de desenvolver técnicas específicas do curso, mais uma vez colocar em prática conceitos referentes à identificação das fórmulas dos nomes dos compostos inorgânicos, além de visualizar reações de neutralização. Os pigmentos sintetizados (Figura 5.31) foram utilizados para a confecção de releituras de obras de Tarsila do Amaral utilizando a técnica da pintura a óleo (Quadro 5.9).



FIGURA 5.31 – Sínteses de pigmentos inorgânicos.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).

No caso dos estudantes do TQ, devido ao tempo reduzido para desenvolver as atividades, apenas a releitura das obras da artista Tarsila do Amaral foi produzida (Figura 5.32) e expostas nas dependências do Campus (Figura 5.33).

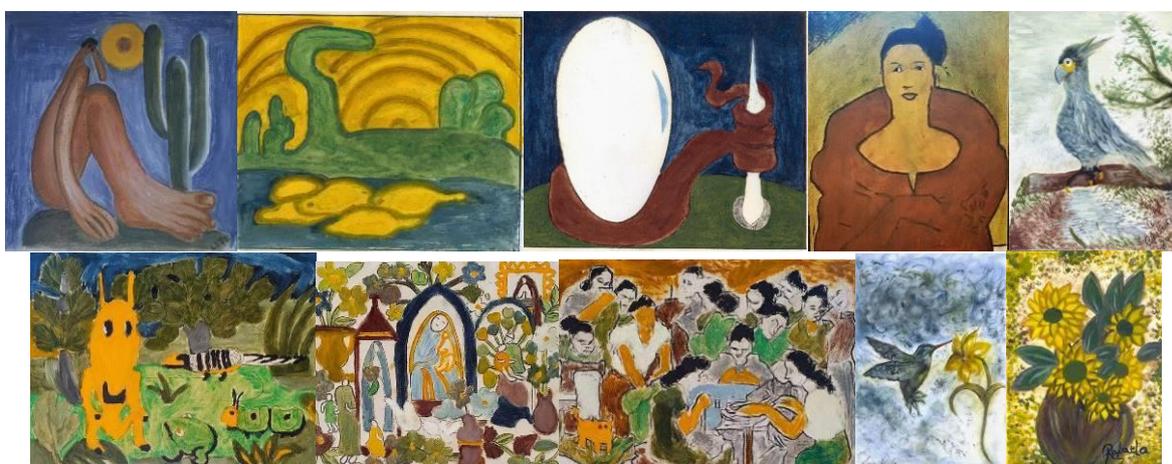


FIGURA 5.32 – Releitura de obras de Tarsila do Amaral.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).



FIGURA 5.33 – Exposição das releituras e fotografias das sínteses.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).

Para finalizar a aplicação da SD3, os estudantes do TQ foram submetidos a uma avaliação escrita individual (Apêndice 5) com questões que tratavam de classificação e nomenclatura de funções inorgânicas (Anexo 18). Como a turma do EMITQ, os estudantes do TQ não tiveram dificuldade em resolver a avaliação, sendo que todos os alunos obtiveram notas superiores a 6,0.

Em virtude do menor tempo disponível e às características da turma, a SD3 foi a que menos apresentou menor número de atividades, assim como menor número de textos. Entretanto, apesar destas particularidades, foi possível tratar de questões relacionadas ao tema CTS/CTSA, permitindo aos sujeitos da pesquisa um novo olhar sobre a figura histórica da artista Tarsila do Amaral, sua importância como participante do movimento modernista e ter, mesmo que pequeno, contato com as Artes Plásticas, assim como ampliar seu conhecimento em relação à articulação que ocorre entre as diferentes áreas (Figura 5.34).

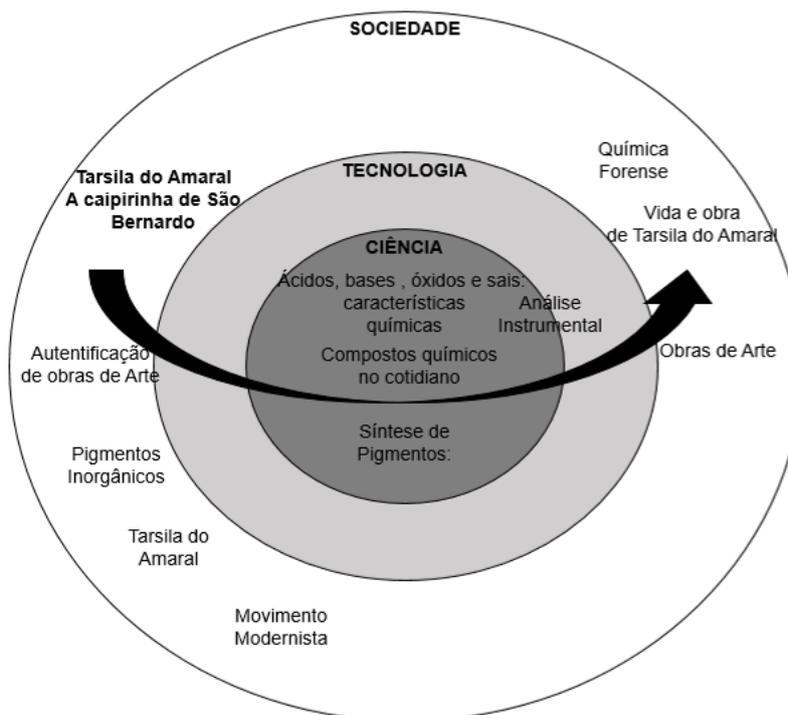


FIGURA 5.34 - Análise da SD3: Tarsila do Amaral – a Caipirinha de São Bernardo.

Fonte: elaborado pelos autores (2017).

5.3 - Alguns desdobramentos das SDs aplicadas

A utilização das sequências didáticas, que compõe a unidade didática elaborada, proporcionou aos estudantes, tanto do EMITQ quanto do TQ, um novo olhar à Química e principalmente ao mundo das Artes Plásticas. Para os estudantes do EMITQ foi possível, após a verificação dos questionários prévios o desejo dos alunos expandirem seus conhecimentos nas Artes, programar uma visita a uma exposição que ocorreu em São Paulo no Centro Cultural Banco do Brasil (CCBB), intitulada O triunfo da cor - O pós-impressionismo: obras-primas do Musée d'Orsay e do Musée de l'Orangerie (Figura 5.35).



FIGURA 5.35 – Exposição O triunfo da cor - O pós-impressionismo: obras-primas do *Musée d'Orsay* e do *Musée de l'Orangerie*.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).

A exposição apresentou 75 obras de 32 artistas que, a partir do fim do século XIX, buscaram novos caminhos para a pintura. Os estudantes (Figura 5.36) puderam apreciar de perto obras de ícones do movimento impressionista, como Van Gogh (5.37), Gauguin, Toulouse-Lautrec, Cézanne, Seurat e Matisse.



FIGURA 5.36 – Visita dos estudantes do IFSP-Campus Capivari ao CCBB.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).



FIGURA 5.37 – Fritilárias Coroa-Imperial em Vaso de Cobre, 1887, Vincent van Gogh.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).

Outro fruto resultante da aplicação da UD refere-se à SD3, *Tarsila do Amaral – A Caipirinha de São Bernardo*. No ano de 2016 foi celebrado o aniversário de 130 anos da artista e a prefeitura de Capivari, em parceria com a Secretaria de Educação e a Secretaria da Cultura e Turismo realizou em outubro uma série de atividades celebrando a vida e a obra da Artista (Figura 5.38). Cada escola da cidade desenvolveu um projeto a partir de uma das obras de Tarsila do Amaral, explorando o seu significado. Em virtude da aplicação da SDF3, os estudantes do TQ foram convidados a participar, através da releitura da obra A Caipirinha (Figura 5.39).



FIGURA 5.38 – Logo e convite da celebração do aniversário de 130 anos de nascimento de Tarsila do Amaral.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).



FIGURA 5.39 – Participação dos estudantes do TQ nos 130 anos do nascimento de Tarsila do Amaral como releitura da obra A Caipirinha.

Fonte: arquivo pessoal do autor (2016).

Capítulo 6 - Considerações Finais

O objetivo desta pesquisa foi utilizar a temática Pigmentos Inorgânicos para o desenvolvimento e aplicação de Sequências Didáticas (SD) que tratem de conteúdos de Química Geral e Inorgânica (Classificação e Nomenclatura das Funções Inorgânicas) através de uma abordagem interdisciplinar e contextualizada para o ensino de Química, norteada pelos documentos oficiais da educação brasileira, promovendo situações de ensino a partir de questões que pudessem incorporar elementos do movimento CTS e HFC. Para a construção das unidades, foi utilizado o modelo estrutural proposto para elaboração de unidade didática contextualizada por MARCONDES e col. (2007), modelo que recomenda iniciar com uma situação problematizadora contextualizada que poderá ser compreendida com base em conhecimentos químicos adequados, relacionados a aspectos sociais e tecnológicos, de forma a permitir que situação-problema possa ser (re)interpretada com uma nova leitura mais integralizadora.

A utilização das SDs mostrou-se um instrumento adequado para a organização e desenvolvimento deste trabalho. Nesta proposta de intervenção pedagógica, foi possível identificar a contextualização dos assuntos destacados nos objetivos gerais e específicos através da presença de elementos relacionados ao ensino CTS através de uma abordagem interdisciplinar. As situações problematizadoras apresentadas a partir do tema gerador, inseridos em cada uma das sequências didáticas, possibilitou identificar nos trabalhos desenvolvidos pelos estudantes a presença ou não destes elementos, e se possibilitavam a releitura da situação problema apresentada.

No caso da SD1, os estudantes apresentaram, além da assimilação de conceitos químicos relativos aos Óxidos, uma preocupação com a preservação do patrimônio histórico e cultural, presente nas críticas às pichações que danificam as pinturas rupestre dos sítios arqueológicos e também a preservação da própria história do local em que residem, manifestada no questionamento às condições de conservação das Igaçabas de Capivari. Outra preocupação (e autocrítica) apresentada pelos estudantes durante a SD1 relacionou-se com o consumismo tecnológico e seus impactos ao meio ambiente, tendo destaque o acidente ocorrido em Mariana.

Como destaque na aplicação da SD2, verificou-se a grande identificação dos estudantes com a temática ambientada no Egito dos Faraós. Graças aos “mistérios” e curiosidades que são destacados principalmente pelos

meios de comunicação, o Egito Antigo ainda provoca fascinação e interesse nos alunos, facilitando o processo de ensino-aprendizagem graças ao aspecto motivacional, favorecendo a aquisição de conceitos químicos relativos ao estudo dos ácidos, bases e sais. Destacou-se como resposta à SD2 questões da sociedade egípcia do passado e da atualidade, promovendo um debate relativo aos avanços e retrocessos nas relações entre homens e mulheres. A comparação proposta por um dos grupos estabeleceu um paralelo da situação da mulher no Egito Antigo com o Egito Atual, considerado o pior país árabe em relação aos direitos das mulheres; Destacou-se também durante a SD2 a preocupação dos grupos sobre a composição química dos produtos de maquiagem que consomem, incentivando a buscar informações nos rótulos e conhecer mais sobre os malefícios à saúde causados pelos metais pesados quando em concentração acima dos limites estipulados pelos órgãos regulamentadores. Outro grupo investigou o simbolismo presente na estética egípcia e sua contribuição para padrões (e acessórios) de beleza utilizados até hoje.

Por meio da aplicação da SD3 na turma do Técnico em Química na modalidade concomitante/subsequente, uma visão mais ampla da vida e obra da artista plástica natural de Capivari, Tarsila do Amaral, pôde ser apresentada aos estudantes. Procurou-se, a partir da problematização inicial, expor uma Tarsila muito além do Abaporu: mulher ativa, de qualidades excepcionais e com seu lugar de destaque presente na história do Brasil. Possibilitou-se com a SD3 aos estudantes do Técnico em Química, muitos dos quais retornando aos estudos após longo período, a aquisição de conceitos químicos relacionados às Funções Inorgânicas de forma contextualizada e lúdica, através da releitura das obras da Tarsila do Amaral a partir dos pigmentos por eles sintetizados.

Como elemento adicional, mas integrante da proposta desta dissertação, elementos da História e Filosofia da Ciência, em especial, da História da Química, foram utilizados no decorrer das SDs, não como exemplos meramente ilustrativos, mas como norteadores em discussões que desencadearam a escolha de assuntos a serem investigados pelos estudantes. Como destacado por OKI e MORADILLO (2008), a utilização da HFC, e em particular a História da Química, pode contribuir para que os estudantes adquiram uma imagem da ciência mais contextualizada, proporcionando o aprendizado significativo de conceitos químicos e adquirir concepções menos simplistas e mais contextualizados sobre a natureza da

ciência, um dos principais elementos levados em conta para sua utilização ao longo da aplicação das SDs.

Na mesma linha, as situações problematizadoras propostas pelo pesquisador no início de cada SD permitiu a livre circulação das áreas de interesse dos estudantes através das disciplinas que compõe o currículo dos cursos envolvidos no projeto, como proposta de metodologia de ensino interdisciplinar, de tal forma possibilita compreender que um projeto interdisciplinar não se resume a apenas a possibilidade de integração de conteúdo, mas a “compreensão das múltiplas causas ou fatores que intervêm sobre a realidade e trabalha todas as linguagens necessárias para a constituição de conhecimentos, comunicação e negociação de significados e registro sistemático dos resultados” (BRASIL, 1999, p. 76). A utilização desta prática metodológica objetivou promover uma articulação de conteúdo, destacando seu processo histórico e cultural de construção, fato essencial ao se referir às práticas do processo de ensino. Desta forma, a interdisciplinaridade, como descrita e recomendada como princípio metodológico nos documentos norteadores da educação brasileira, aparece nesta dissertação como a possibilidade de enriquecer e ultrapassar a integração dos elementos do conhecimento, atravessando-os e pressupondo a integração entre eles. Além das situações problematizadoras propostas pelo pesquisador, com características pertencentes à diversas áreas do conhecimento além da Química, os painéis, maquetes e pinturas dos estudantes puderam refletir as mais diversas áreas do conhecimento, não havendo fronteira daquilo que seria elaborado durante a aplicação de cada SD, o que seja, talvez, um dos pontos mais fortes desta pesquisa.

Em relação a uma resposta utilizando elementos do movimento CTS por parte dos trabalhos desenvolvidos pelos estudantes, e sua possível utilização para uma (re)leitura da situação problematizadora através de uma óptica mais integralizadora, pode ser considerado que cada SD cumpriu com o seu objetivo ao propor situações que possibilitaram a discussão de aspectos relacionados a Sociedade, Ciência e Tecnologia (e suas fronteiras). Neste enfoque, a vertente Tecnologia foi aquele que apresentou maior dificuldade a ser abordado e aplicado com os estudantes de forma a contribuir para uma mudança na análise do problema proposto, talvez por se tratar de aplicações científicas da Tecnologia muito mais ligadas ao Universo da Química do que dos alunos, como técnicas de análise instrumentais (espectroscopia, datação por C-14, dentre outros). Em contrapartida, a

forte utilização da articulação entre Química e Arte possibilitou ampla discussão envolvendo aspectos relacionados a Sociedade, Ciência e Meio Ambiente. Os conteúdos de Química propostos nos objetivos específicos foram tratados não como um fim, mas como parte integrada e necessária à compreensão da situação problematizadora, não sendo necessária a aplicação de listas de memorização; a compreensão da nomenclatura química e o reconhecimento das principais funções e reações inorgânicas ocorreram ao longo de algumas das atividades propostas durante a aplicação das SDs, de maneira que todos os estudantes apresentaram bom rendimento nas avaliações escritas. De maneira geral, esta proposta de ensino contextualizado, utilizando um enfoque que valorizasse elementos do movimento CTS, esta dissertação propôs e aplicou uma alternativa metodológica que pode contribuir para uma formação humana mais integral, possibilitando uma visão menos distorcida da ciência e um cidadão mais consciente de seu papel na sociedade.

Como fechamento desta dissertação, destaca-se a utilização da temática Pigmentos Inorgânicos como possibilidade de articulação entre Química e Arte. Apresenta-se como proposta de ensino contextualizado e interdisciplinar que pode contribuir consideravelmente tanto para a aquisição de conhecimento destas disciplinas quanto para uma visão menos fragmentada e mais integralizadora do processo de ensino-aprendizagem. Por não se tratar de uma correlação empregada tradicionalmente nos livros didáticos ou pelos próprios docentes, desperta grande curiosidade nos estudantes, fortalecendo o lado motivacional e proporcionando uma formação humana integrada. Graças aos Pigmentos Inorgânicos, que por suas características físicas e químicas, permaneceram (nas paredes de pedra, no interior das pirâmides, nas ruínas romanas, nos quadros dos mestres do Renascimento, etc.) ao longo da história como mensageiros das características da sociedade de cada período. A temática proposta apresentou-se extremamente rica tanto para tratar dos conceitos químicos envolvidos quanto contextualizar e motivar os estudantes. É um tema com infinitas possibilidades para ser explorado.

Pode-se destacar também, em um momento da educação brasileira onde se discute o currículo da educação básica e a consequente obrigatoriedade ou não de algumas disciplinas, esta dissertação e seus resultados podem contribuir para maior valorização do ensino de Artes e uma mudança significativa da visão dos estudantes sobre a disciplina de Química.

Referências

AIKENHEAD, G. S. The social contract of science: implications for teaching science on reform. In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. S. STS education-international perspectives. New York: Teachers College Press, 1994. p. 11-20.

AIUB, M. Interdisciplinaridade: da origem à atualidade. O Mundo da Saúde, São Paulo, v. 30, p. 107-116, janeiro/março 2006.

ARAÚJO, U. F. A quarta revolução educacional: a mudança de tempos, espaços e relações na escola a partir do uso de tecnologias e da inclusão social. ETD – Educ. Tem. Dig, Campinas, v. 12, p. 31-48, 2011.

ASSIS, L.M., SCHMIDT, A.M., HALMENSCHLAGER, K.R. Abordagem de temas sociais no Ensino de Química: compreensões de professores. Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Ciências Exatas. Universidade Federal do Pampa, 2013.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70, 1977.

BASTOS, F. História da ciência e pesquisa em Ensino de Ciências: Breves considerações. In: NARDI, R. Questões atuais no Ensino de Ciências. 5. ed. São Paulo: Escrituras, 1998.

BELL, P, Bright Earth: The Invention of Colour, Viking, London, 2001.

BELTRAN, M. H. R. História da Química e Ensino: estabelecendo interfaces entre campos interdisciplinares. Abakós, Belo Horizonte, v. 1, p. 67-77, maio 2013. ISSN 2316-9451.

BERGER, J. E., Kernn aller Fridrichs-Städtschen Begebenheiten, Berliner Staatsbibliothek Preußischer Kulturbesitz, Handschriftenabteilung, Ms. Bor. Quart. 124, Berlin ca. 1730, S. 26.

BERNAL, J. D. Ciência na História. Tradução de Antônio Neves Pedro. Lisboa: Livros Horizonte, v. 1, 1969.

BOGDAN, R.C. BIKLEN, S.K. Investigação Qualitativa em Educação, trad. Maria João Sara dos Santos e Telmo Mourinho Baptista, Porto Editora Porto 1994

BRANDÃO, C. R. Pesquisa Participante. 4ª Edição. São Paulo: Brasiliense, 1984

_____, O que é Educação Popular. São Paulo: Brasiliense, 2006.

BRASIL, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB Nº 9394/96. De 20 de dezembro de 1996. Brasília.

_____, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília:1999.

_____, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN + Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

BREDAL-JØRGENSEN J, SANYOVA J, RASK V, SARGENT ML, THERKILDSEN RH., Striking presence of Egyptian blue identified in a painting by Giovanni Battista Benvenuto from 1524, Analytical and Bioanalytical Chemistry, Sep 2011 Vol 401 Iss 4, p 1433.

BRITO, L. D., SOUZA, M. L., FREITAS, D. Formação inicial de professores de ciências e biologia: a visão da natureza do conhecimento científico e a relação CTSA. Interacções. no. 9, pp. 129-148, 2008.

BRYSON, B., Em casa: Uma breve história da vida doméstica, Editora Companhia das Letras, 2011

CABRAL, J. M. P. História Breve dos Pigmentos : 1- Da arte do Homem Pré-histórico. Boletim da Sociedade Portuguesa de Química, v. 62, p. 11-18, 1996.

- CABRAL, J. M. P.; História Breve dos Pigmentos: 2 – Da arte egípcia. Boletim da Sociedade Portuguesa de Química, no 66, 1997, p. 17-24.
- CALLEGARIO, L. J. e col. A História da Ciência no Ensino de Química: Uma Revisão. Revista Virtual de Química, v. 7, n. 3, p. 977-991, Maio-Junho 2015. ISSN 1984-6835. Disponível em: <<http://rvq.sbq.org.br/imagebank/pdf/v7n3a16.pdf>>.
- CASTRO, R. S. História e Epistemologia da Ciência: Investigando suas contribuições num curso de Física de segundo grau. Dissertação de mestrado. Instituto de Física/Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1993.
- CHAPLIN, T. D., LOPEZ, A. J., CLARK, R. J. H., BEECH, D. R., Identification by Raman microscopy of pigments on early postage stamps: distinction between original 1847 and 1858–1862, forged and reproduction postage stamps of Mauritius, J. Raman Spectrosc. 2004; 35: 600–604
- CHAPTAL J.A., Sur quelques couleurs trouvées à Pompeia, 'Annales de chimie', 70, 1809, pp. 22–31.
- CHASSOT, A. A ciência através dos tempos. São Paulo: Moderna, 1994.
- CHASSOT, A. I. Alfabetização científica: questões e desafios para a educação. Ijuí: Unijuí, 2000.
- CUNHA, A.S., LATINI, R.M. Pesquisa Participante como abordagem metodológica no ensino-aprendizado de Matemática e Educação Ambiental. Investigações em Ensino de Ciências – V19(2), pp. 323-341, 2014
- CRESWELL, J. W. Projeto de Pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto. Porto Alegre. Editora: Artmed. 2ª Edição. 2007.
- CRUZ, A.J. Os pigmentos naturais utilizados em pintura, Évora, Universidade de Évora, 2007.
- CRUZ, A. J., As Cores dos Artistas – História e ciência dos pigmentos utilizados em pintura, Lisboa, Apenas Livros, 2004.
- DAVY, H. Some experiments and observations on the colours used in painting by the Ancients, 'Philosophical Transactions of the Royal Society', 105, 1815, pp. 97–124, especially pp. 113–16.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. 4a. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- DEMO, P. Metodologia científica em ciências sociais. São Paulo: Atlas, 1995
- DOLZ, J. SCHNEUWLY, B. O oral como texto: como construir um objeto de ensino. In: SCHNEUWLY, Bernard; DOLZ, Joaquim. *Gêneros orais e escritos na escola*. Tradução de Roxane Rojo e Gláís Sales Cordeiro. Campinas, SP: Mercado das Letras, 2004, p. 149-185.
- DOLZ, J. NOVERRAZ, M. SCHNEUWLY, B. Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento. In: SCHNEUWLY, Bernard; DOLZ, Joaquim. *Gêneros orais e escritos na escola*. Tradução de Roxane Rojo e Gláís Sales Cordeiro. Campinas, SP: Mercado das Letras, 2004, p. 95-128.
- ENGERS, M. E. A. Pesquisa educacional: reflexões sobre a abordagem etnográfica. In: ENGERS, M. E. A. Paradigmas e Metodologias de Pesquisa em Educação: notas para reflexão. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1994. p. 65-74.
- ERTHAL, J. P. C.; LINHARES, M. P. História da Ciência em sala de aula: o que tem aparecido em nossas revistas? VII Enpec - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis/SC: [s.n.]. 2009.
- FAVILA, M. A. C.; ADAIME, M. A Contextualização no Ensino de Química sob a perspectiva CTS: uma análise das publicações. Vidya Revista Eletrônica, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 101-110, 2013. Disponível em: <<https://www.periodicos.unifra.br/index.php/VIDYA/article/view/258/234>>.

- FAZENDA, I. C. Integração e Interdisciplinaridade no Ensino Brasileiro: efetividade ou ideologia? São Paulo: Loyola, 1992.
- FAZENDA, I. C. A. Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa. Campinas: Papyrus, 1999.
- FAZENDA, I. C. A.; e col. Práticas Interdisciplinares na escola. 3a. ed. São Paulo: Cortez, 1996.
- FELLER, L. Artists' Pigments: A Handbook of Their History and Characteristics, Vol. 1, , Ed., Cambridge University Press, London 1986, p. 187 – 204
- FERREIRA, M. A. A., A Química e o Patrimônio Artístico, Sep. de "Rev. Port. de Química", 29(1) 1987
- FISCHER, Ernst. A Necessidade da Arte. Rio de Janeiro: Zahar, 1983.
- FORTES, C. C. Interdisciplinaridade: origem, conceito e valor. Revista acadêmica Senac online, 2009.
- FOUREZ, G. Alfabetización Científica y Tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Tradução de Elsa Gómez de Sarría. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.
- FREIRE, P. Pedagogia do oprimido. 54. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2013.
- FRISON, G., BRUN, G., Lapis lazuli, lazurite, ultramarine 'blue', and the colour term 'azure' up to the 13th century, Journal of the International Colour Association (2016): 16, 41-55
- FRISCH, J. L., Notitia Coerulei Berolinensis nuper inventi", Miscellanea Berolinensia ad incrementum Scientiarum 1 (1710), S. 377-378.
- GADOTTI, M., BARCELOS, E. S. Construindo a escola cidadã no Paraná. Brasília: MEC (Cadernos Educação Básica), 1993.
- GANDOLFI, H.E.; FIGUEIRÔA, S.F.M. A história da ciência e o ensino interdisciplinar: uma revisão de propostas e contribuições. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 9., 2013. Atas... Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2013.
- GELDOF, M., STEYN, L., Van Gogh's cobalt blue, in Vellekoop e col., op. cit. (note 3), pp.256–67.
- GETTENS, R. J., STOUT, G. L., Painting Materials: A Short Encyclopaedia, Courier Corporation, Massachusetts , USA1966, pag 173-174
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GODOY, L. B., Ceifar, Semear a Correspondencia Annablume, 2002
- GORRI, A. P.; FILHO, O. S. Representação de Temas Científicos em Pintura de Século XVIII: Um Estudo Interdisciplinar entre Química, História e Arte. Química Nova na Escola, 32, n. 3, agosto 2009. 184-189.
- GROSSI, Y. de S. Mina de Morro Velho: a extração do homem, uma história de experiência operária. São Paulo: Paz e Terra, 1981.
- GUSDORF, G. Para uma pesquisa interdisciplinar. Revista Diógenes, Brasília, v. 7, p. 25-44, 1984.
- HASLAM, JC. Deathly décor: a short history of arsenic poisoning in the nineteenth century, Res Medica 2013, 21(1), pp.76-81
- JACOB, F. La Statue intérieure. [S.l.]: Odile, 1987.
- JAKSCH, H, e col., Egyptian Blue – Cuprorivaite: A Window to Ancient Egyptian Technology, Die Naturwissenschaften 70, 525-535 (1983);
- JAPIASSU, H. F. Interdisciplinaridade e Patologia do Saber. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

JÚNIOR, A.B., Tempo, Matéria e Permanência: O Egito na Coleção de Eva Klabin Rapaport, Ed Casa da Palavra, 2001

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.

KRAFT, A. Wege des Wissens: Berliner Blau, 1706-1726, Mitteilungen Herausgegeben von der Fachgruppe „Geschichte der Chemie“ in der Gesellschaft Deutscher Chemiker, Nr. 22 (2012)

LAVAQUI, V.; BATISTA, I. D. L. Interdisciplinaridade em Ensino de Ciências e de matemática no ensino médio. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 13, n. 3, p. 399-420, 2007.

LOPES, A. C. Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e a submissão ao mundo produtivo: o caso do conceito de contextualização. *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 23, n. 80, p. 386-400, setembro 2002.

LOWENGARD, S. The Materiality of Color: The Production, Circulation, and Application of Dyes and Pigments, 1400-1800 Andrea Feeser, Maureen Daly Goggin, Beth Fowkes Tobin Ashgate Publishing, Ltd., 2012 pag 167-181

LUDI, A. Berliner Blau, *Chemie in unserer Zeit*, 22, 1988, p. 123

_____, Prussian blue, an inorganic evergreen, *J. Chem. Educ.* 58, 1981, p. 1013.

MACHADO, N. J. Educação: projetos e valores. 5. ed. São Paulo: Escrituras, 2004.

MAHMOOD, Z. A., ZOHA S., USMANGHANI, K., HASAN, M.M., ALI, O., JAHAN, S., SAEED, A., ZAIHD, R., Kohl (Surma): retrospect and prospect, *Pak. J. Pharm. Sci.*, Vol.22, No.1, January 2009, pp.107-122.

MAHMOOD, Z. A., AZHAR, I., AHMED, S. W. Kohl Use in Antiquity: Effects on the Eye. In *History of Toxicology and Environmental Health*, Vol. II. Org. Philip Wexler Elsevier Inc., 2015.

MARCONDES, M. E. R. e col. Materiais Instrucionais numa perspectiva CTSA: Uma análise de unidades didáticas produzidas por professores de Química em formação continuada. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 14, n. 2, p. 281-298, 2009.

MARTINS, R. D. A. Abordagens, métodos e historiografia da história da ciência. In: MARTINS, Â. M. O tempo e o cotidiano na história. São Paulo: Fundação para o Desenvolvimento da Educação, 1993. p. 73-78.

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MEHARG A. The arsenic green. *Nature*. 2003;423:688.

MENEZES, L. C. D.; e col. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, v. 3, 2001.

MORIN, E. Os Sete Saberes necessários à Educação do Futuro. 2a. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

MORIN, E. A cabeça bem feita. Repensar a reforma repensar o pensamento. 6a. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil Ltda, 2002.

OBREGÓN, D. Ciencia e historia de las ciencias. In: URIBE, J. J.; QUEVEDO, E. V.. *Historia social de la ciencia en Colombia*. [S.l.]: Colciencias, 1996. p. 543-556.

OKI, M. D. C. M.; MORADILLO, E. F. D. O Ensino de História da Química: contribuindo para a compreensão da natureza da Ciência. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 14, p. 67-88, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132008000100005&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 22 nov. 2017.

- ORNA, M. V., *The Chemical History of Color*, Springer Science & Business Media, 2012 Berlim, Alemanha
- PAUL, T., *How to Mix and Use Colour*, New Holland Publishers, 2003.
- PEREIRA, A. R. P.; SILVA, M. J. de S. F.; OLIVEIRA, J. A. Análise química de pigmentos minerais de Itabirito (MG). *Cerâmica*, v. 53, n. 325, p. 35-41. 2007. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/ce/v53n325/a0653325.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2015.
- PIAGET, J. W. F. *Para onde vai a educação?* 6a. ed. Rio de Janeiro: Livraria José Olímpio, 1978.
- PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W.. *Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio*. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 13, p. 71-84, 2007.
- PLÍNIO, o Velho. *Naturalis Historia*, Universidade de Chicago. Disponível em http://penelope.uchicago.edu/Thayer/E/Roman/Texts/Pliny_the_Elder/home.html. Acesso em 25 jul. 2016.
- POSNER, R., ROBERING, K., SEBEOK, T. A., *Semiotics - A Handbook on the Sign-Theoretic Foundations of Nature and Culture*, Vol. 4. Walter de Gruyter, Berlim, 2004.
- QUEIROZ, D. T., VALL, J., SOUZA, A.M.A., VIEIRA, N.F.C. Observação participante na pesquisa qualitativa: conceitos e aplicações na área da saúde. *Rev. Enferm. UERJ*, Rio de Janeiro, 2007 abr/jun; 15(2):276-83.
- QUINTAL, J. R.; GUERRA,. *A História da Ciência no Processo de Ensino Aprendizagem. Física na Escola*, v. 10, n. 1, p. 21-25, 2009.
- RICARDO, E. C. *Educação CTSA: Obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar*. *Ciência & Ensino*, Campinas, 2007.
- RODRIGUES, C. L.; AMARAL, M. B. *Problematizando o óbvio: Ensinar a partir da "realidade do aluno"*. Programa da 19ª ANPED. Caxambú: [s.n.]. 1996. p. 197.
- ROY, R. *Real Science Education: Replacing "PCB" with S(cience) through STS throughout All Levels of K-12 "Materials" as One Approach*. In: KUMAR, D. D.; CHUBIN, D. E. *Science, Technology, and Society: A Sourcebook on Research and Practice*. New York: Kluwer Academic/Pleum, p. 9-19.
- RUPRECHT, P., *Vicent van Gogh – Cartas a Théo*, Ed. L&PM Pocket, V. 21, 1997, Porto Alegre-Brasil.
- SANTOS, W. L. P. D. *Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS*. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, Florianópolis, v. 1, p. 109-131, março 2008. ISSN 1982-5153.
- SANTOS, W. L. P. D.; MORTIMER, E. F. *Dimensão social do ensino de química - um estudo exploratório da visão de professores*. II Enpec - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Valinhos: Atas em CD-rom e Livro de Resumos. 1999. p. 1-9.
- SANTOS, W. L. P. D.; SCHNETZLER, R. P. *Educação em Química: Compromisso com a Cidadania*. 4. ed. Ijuí: Unijuí, 2010.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. *Concepções de professores sobre contextualização social do ensino de química e ciências*. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. Poço de Caldas: [s.n.]. 1999. p. 22.
- SCHMIDKUNZ, H. *Berliner Blau - ein farbintensives Pigment*, *Naturwissenschaften im Unterricht-Chemie*, 4, No. 5 (20), 1993, p. 20

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de Química no Brasil: Conquistas e Perspectivas. *Química Nova*, p. 14-24, 2002.

SILVA, E. L. D.; MARCONDES, M. E. R. Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 21, n. 1, p. 65-83, 2015.

SILVA, R. T. D. e col. Contextualização e Experimentação Uma Análise dos Artigos Publicados na seção "Experimentação no Ensino de Química" da *Revista Química Nova na Escola* 200-2008. *Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 11, p. 277-298, jul-dez 2009.

SOLBES, J.; TRAVER, M. J. La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 14, n. 1, p. 103-112, 1996. Disponível em: <<http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21438/93400>>.

STAHL, G. E., *Experimenta, observationes, animadversiones, numero, chymicae et physicae* (Berlin: Haude, 1731), S. 280-284.

THIOLLENT, Michel. *Metodologia da Pesquisa-ação*. 4a. Ed. São Paulo: Cortez, 1988.

TRINDADE, L. S. P., Rodrigues, S. P., Saito, F. e Beltran, M. H. R.; *História da Ciência e Ensino: alguns desafios* In.: BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F.; TRINDADE, L. S. P.; *História da Ciência: tópicos atuais*, São Paulo: CAPES/LF Editorial, 2010.

VASCONCELLOS, M. W. de, BOSSOLAN, L. *Têmperas*. Rio de Janeiro; Apostila utilizada no Curso de Graduação em Pintura da Escola de Belas Artes, UFRJ.

VIEIRA, S.; HOSSNE, W. S. *Metodologia Científica para a Área da Saúde*. 2a. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2015.

VYGOTSKY, L. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

WARTHA, E. J.; ALÁRIO, A. F. A contextualização no ensino de química através do livro didático. *Química Nova na Escola*, v. 22, p. 42-47, 2005.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L. D.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 35, p. 84-91, maio 2013. Disponível em: <http://www.qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/04-CCD-151-12.pdf>.

WHISTLER, J.M., *Ten O'clock*, Marion Press, 1908.

WHORTON, J.C, *The Arsenic Century: How Victorian Britain was Poisoned at Home, Work, and Play*, OUP Oxford, 2010.

YAGER, R. E. *Science/Technology/Society as Reform in Science Education: Heideggerian Reflection*. Albany: State University of New York Press, 1996.

ZABALA, A. *A Prática Educativa. Como ensinar*. Tradução Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: ARTMED, 1998.

_____, *Enfoque Globalizador e pensamento complexo: uma proposta para o currículo escolar*. Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.

APÊNDICES

Apêndice 1: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



Universidade Federal de São Carlos
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Departamento de Química
Programa de Pós-Graduação em Química



Via Washington Luiz, Km, 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 – São Carlos – SP – Brasil

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Seu filho (a) está sendo convidado (a) a participar da pesquisa intitulada “PIGMENTOS INORGÂNICOS COMO TEMA PARA INTERDISCIPLINARIDADE E CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA: PROPOSTA E ANÁLISE DE MATERIAL DIDÁTICO”. Esta pesquisa tem como objetivo ensinar os conteúdos de química inorgânica, utilizando uma metodologia alternativa, contribuindo assim para a melhoria do aprendizado dos alunos do ensino técnico.

- A participação do seu filho (a) consistirá em:
 1. Participar em grupo da realização de atividades em sala de aula;
 2. Participar da discussão coletiva acerca das atividades desenvolvidas;
 3. Responder questionários individualmente;

Os benefícios esperados são: a motivação dos alunos para aprender Química; maior interação do aluno e professor nas aulas; uso de espaços não formais para um aprendizado mais efetivo da Química.

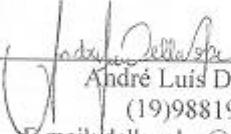
A participação do seu filho (a) no estudo é voluntária e esclarecemos que a participação na entrevista não implica no pagamento de nenhuma taxa ou qualquer outra forma de despesa.

Riscos e Desconfortos - Pela natureza da pesquisa, os riscos envolvidos são: O participante (aluno) pode não ser esclarecido dos objetivos, da metodologia da pesquisa e o que será feito com os resultados; o aluno pode não ter liberdade de expressão e ou de iniciativa durante a realização das tarefas propostas pelo professor ou até mesmo durante a socialização das atividades; o aluno pode não ter sua opinião respeitada durante a socialização; o aluno pode sentir-se desconfortável ou constrangido em participar das atividades.

O seu filho (a) tem total liberdade para recusar sua participação e o (a) senhor (a) poderá retirar o consentimento em qualquer etapa do estudo, podendo solicitar a exclusão dos dados do seu filho (a) sem qualquer penalização ou prejuízo.

Confidencialidade - Seguindo preceitos éticos, informamos que a participação do seu filho (a) será absolutamente sigilosa. As informações fornecidas serão confidenciais e será de conhecimento apenas do pesquisador. Garantimos enfaticamente de que não haverá nenhuma identificação e que se manterá o caráter confidencial das informações relacionadas com a privacidade, a proteção da imagem e a não-estigmatização. No texto final utilizaremos nomes fictícios, sem identificação dos participantes. Os resultados deste estudo comporão a dissertação final de mestrado e poderão ser publicados em artigos e/ou livros científicos ou apresentados em congressos profissionais.

O pesquisador responderá a todas as dúvidas sobre o projeto, a qualquer momento, mesmo após a participação no estudo. O senhor (a) receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone do pesquisador principal, e poderá tirar dúvidas sobre o projeto e a participação do seu filho (a), agora ou a qualquer momento.



André Luis Della Volpe
(19)98819-1124
E-mail: dellavolpe@gmail.com
André Luis D. Volpe
Professor EBT
CPV Nº 20024-4

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios da participação do meu filho (a) na pesquisa e concordo com a sua participação.

O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar que funciona na Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizada na Rodovia Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 - São Carlos - SP - Brasil. Fone (16) 3351-8110. Endereço eletrônico: cephumanos@power.ufscar.br

Local e data:

Pai (is) ou responsável (is)

Apêndice 2: Questionário Prévio

Evite rasurar o questionário

1) Dados do estudante:

a) Idade: _____ anos

b) Sexo: masculino feminino outro

c) Trabalha? Em qual atividade? _____

d) Escola anterior: particular pública

e) Qual o curso que você está matriculado no Instituto Federal:

Técnico em Química Integrado

Técnico em Informática Integrado

Técnico em Química Modalidade Concomitante/Subsequente

Qual módulo/ano? _____

2) Você acredita que a Química está correlacionada com outras áreas do conhecimento?

Sim Não

Em caso afirmativo, com quais?

Biologia; Matemática Física Educação Física

Literatura Artes (artes plásticas, música, teatro, etc.)

Informática História Geografia Línguas (inglês, espanhol, etc.)

Sociologia Filosofia Outras (especificar):

3) Você tem percebido durante a aulas de química se os conteúdos apresentados pelos professores estão sendo relacionados com outras disciplinas?

Sim Não

Em caso afirmativo você pode citar algum exemplo?

4) Você tem percebido durante a aulas de química se os conteúdos apresentados pelo professor estão sendo relacionados com aplicações ligadas ao seu dia a dia?

Sim Não

Em caso afirmativo você pode citar algum exemplo?

5) Você acredita que, ao correlacionar a Química com outras disciplinas escolares, o aprendizado desta disciplina pode trazer algum benefício?

Sim Não

Em caso afirmativo, citar algum?

6) Na sua opinião, é importante que na escola o estudante aprenda (além dos conceitos ligados a cada disciplina) sobre elementos da cultura brasileira como música, artes plásticas, teatro, etc.?

Sim Não

Por que?

7) Você acredita que, quando alguma disciplina escolar estimula a criatividade e a sensibilidade dos estudantes, isso possa trazer algum benefício para sua formação ou vida cotidiana?

Sim Não

Você pode citar algum exemplo de benefício?

8) Você se interessa por algum tipo de expressão artística? Cite mais de uma (música, artes plásticas, teatro, artesanato, etc.) colocando em ordem decrescente de interesse:

1º _____

2º _____

3º _____

4º _____

5º _____

9) Você gostaria de aprofundar seus conhecimentos dentro das áreas de expressão artística?

Sim Não

Se sim, quais você mais gostaria de participar?

Visita a museus

Visita a exposição de artes plásticas (pinturas, esculturas, etc)

Teatro

Shows musicais

Palestras com especialistas

Outras (especificar): _____

10) Em particular, no caso das artes plásticas (pinturas em telas, grafite, murais, etc.) você conhece o trabalho de artistas nacionais e/ou estrangeiros, do passado ou do presente?

Sim Não

Se sim, você consegue lembrar o nome de algum? (Não se preocupe em escrever corretamente o nome)

11) Na sua opinião, a química pode estar relacionada à arte, em particular às artes plásticas (pinturas)?

Sim Não

Como?

12) Na sua opinião, aprender os conceitos de química de forma contextualizada com as artes plásticas pode trazer algum tipo de benefício ao processo de ensino-aprendizagem como interesse dos alunos, curiosidade, etc.?

Sim Não

Como?

APÊNDICE 3: Avaliação sobre óxidos (EMITQ)



Química Inorgânica

Prof. André Della Volpe

Nome do aluno(a):	Prontuário:	NOTA
Curso: Médio Integrado - Química		
Disciplina: Química Inorgânica (QIN)		
Turma: 2º Ano	Data __/__/	

Leia atentamente os enunciados das questões. A interpretação dos enunciados das questões é parte integrante da prova. Boa Prova!

1) Escreva as fórmulas dos seguintes óxidos:

- a) monóxido de carbono: _____
- b) dióxido de carbono: _____
- c) dióxido de enxofre: _____
- d) trióxido de enxofre: _____

2) Escreva as fórmulas dos seguintes óxidos:

- a) óxido de cálcio: _____
- b) óxido de alumínio: _____
- c) óxido de zinco: _____
- d) óxido de prata: _____

3) Escreva as fórmulas dos seguintes óxidos:

- a) óxido de cobre (II) : _____
- b) óxido de ouro (III) : _____
- c) óxido de chumbo (IV) : _____
- d) óxido de ferro (II) : _____

4) Dê o nome aos óxidos com as seguintes fórmulas:

- a) NO: _____
- b) NO₂: _____
- c) ClO₂: _____
- d) I₂O₅: _____

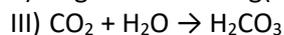
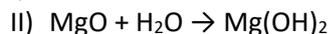
5) Escreva as fórmulas dos seguintes compostos:

- a) peróxido de hidrogênio: _____
- b) peróxido de sódio: _____
- c) peróxido de magnésio: _____
- d) peróxido de rubídio: _____

6) (VUNESP-SP)

- a) Escrever as equações das reações de óxido de potássio com a água e de trióxido de enxofre com água. Classificar os óxidos.
- b) Escrever a equação da reação entre os produtos formados nas reações dos dois óxidos com água.

7) (UFMA-MA) Dadas as reações:



Podemos afirmar que:

- a) SO_3 e CO_2 são óxidos básicos
- b) CO_2 e K_2O são óxidos básicos
- c) MgO , SO_3 e H_2O são óxidos básicos
- d) todos os óxidos são anfóteros
- e) SO_3 e CO_2 são óxidos ácidos

8) (UEPG-PR) Sobre o dióxido de carbono, classifique como Verdadeiro (V) ou Falso (F) as afirmações:

- () Presente na atmosfera, mesmo em ambientes não-poluídos, ao combinar-se com a água, forma o ácido carbônico, que torna a chuva ligeiramente ácida.
- () É um óxido ácido com caráter covalente que, ao reagir com bases, forma sal e água.
- () É um óxido molecular.
- () Quanto maior a sua concentração na atmosfera, mais absorve radiações infravermelhas, promovendo o aumento do efeito estufa.

9) (UENF-RJ) No Brasil, o transporte de produtos químicos, como o ácido sulfúrico, é essencialmente rodoviário. Na ocorrência de um acidente, em estradas, o ácido derramado causa sérios danos ao meio ambiente. Para neutralizar a ação do ácido e minimizar esses danos, utiliza-se cal, um produto que contém a substância química representada por CaO .
Indique:

- a) a equação química que representa a neutralização total do ácido sulfúrico pela cal;
- b) o nome e a classificação da substância CaO .

Apêndice 4: Avaliação sobre ácidos, bases e sais (EMITQ)



Química Inorgânica

Prof. André Della Volpe

Nome do aluno(a):	Prontuário:	NOTA
Curso: Médio Integrado - Química		
Disciplina: Química Inorgânica (QIN)		
Turma: 2º Ano	Data __/__/	

*Leia atentamente os enunciados das questões. A interpretação dos enunciados das questões é parte integrante da prova.
Boa Prova!*



Avaliação 2: Ácidos, Bases e Sais

Questão 1: Como se faziam as Múmias Egípcias?

Para preservar os cadáveres do apodrecimento, os egípcios desenvolveram uma técnica de embalsamamento extraordinária. Muitas de suas múmias alcançaram mais de 5 mil anos, conservando notável integridade. O processo completo de mumificação é ainda desconhecido, mas, graças a alguns textos da época, entre os quais o do grego Heródoto, sabe-se que era um trabalho meticuloso e altamente técnico. Os egípcios acreditavam que o homem tinha corpo e alma. Esta dividia-se em duas: **Ba**, a alma espiritual e **Ka**, a alma corpórea. Ka, ao voltar da viagem ao além, encarnaria no morto fazendo-o voltar à vida. Para isso era necessário conservar bem os corpos e, além disso, identificá-los com pinturas nos sarcófagos, tal e qual tinham sido em vida e colocar nos túmulos suas riquezas acumuladas durante a vida para que ele vivesse entre seus pertences para toda a eternidade. O processo de mumificação foi assim descrito por Heródoto: *“tiram-lhe, primeiro, o cérebro, por meio de um ferro recurvado que introduzem nas narinas, e com o auxílio de drogas que injetam na cabeça*. Fazem, em seguida, uma incisão no ventre com uma pedra cortante da Etiópia. Tiram por esta abertura os intestinos, que são lavados, passados por vinho de palma e por aromas; enchem, seguidamente, o ventre de mirra, de canela e de outros perfumes, depois do que o cosem cuidadosamente. Terminado isto, salgam o corpo e cobrem-no de natrão durante 70 dias. Acabado esse prazo, lavam o corpo e envolvem-no inteiramente com faixas de linho”*. * Com certeza utilizavam **ácidos fortes** para digerir os tecidos intracranianos.

* Todo esse tratamento dos corpos era feito pelos Sacerdotes-alquimistas de alto nível e com o consentimento e a supervisão do faraó.

1) Classifique os ácidos a seguir quanto à **sua força (forte moderado ou fraco)**:

a) H_2SO_4 : _____

b) H_3PO_4 : _____

c) HCl : _____

d) $HClO_4$: _____

e) HCN : _____

f) HIO_2 : _____

g) H_2S : _____

h) H_3PO_3 : _____

i) H_2SeO_4 : _____

j) H_3AsO_4 : _____

II) Dê o **nome** dos ácidos do exercício anterior:

a)
b)
c)
d)
e)

f)
g)
h)
i)
j)

Questão 2: O natrão era uma das substâncias utilizadas pelos antigos egípcios nos processos de mumificação; na verdade o natrão era composto por **carbonato de sódio**, **bicarbonato de sódio**, **cloreto de sódio** e **sulfato de sódio** - no qual as múmias ficavam imersas por durante 70 dias; a substância natural era encontrada em várias regiões do país, especialmente no *uádi el-Natrum*. Seu uso, neste fim, destinava-se à desidratação das células e combate às bactérias. Na antiguidade egípcia seu uso também era o de alvejante para roupas brancas, e misturado com argila formava um tipo de sabão, com uso no preparo da lã.

Dê a fórmula dos 4 sais citados no texto acima:

a) Carbonato de sódio: _____

b) Bicarbonato de Sódio: _____

c) Cloreto de Sódio: _____

d) Sulfato de Sódio: _____

Questão 3: O que a amônia tem a ver com o Egito Antigo?

Quem gosta do Egito Antigo provavelmente ouviu falar do deus **Amon**, Amen ou Amun, cultuado especialmente em Karnak, era tido como o rei dos deuses e tinha grande força criadora. *Mas o que tem a ver ele com a Química?*



De seu nome originou o nome da substância AMÔNIA. Os antigos, não somente os egípcios, mas também os mesopotâmicos e os gregos, chamavam o cloreto de amônio (NH_4Cl , sal utilizado em soldas, compensados, produtos de limpeza, doces, bebidas, etc.) de *sal de Amon*. E onde os egípcios achavam o sal de Amon? Nas fezes de camelos, sendo proveniente da decomposição destas.

Complete as reações de neutralização TOTAL (não esqueça de balancear a equação quando necessário):



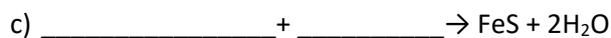
Ácido _____ + Hidróxido de _____ \rightarrow Cloreto de Amônio + Água



Ácido _____ + Hidróxido de _____ \rightarrow Nitrato de sódio + Água



Ácido _____ + Hidróxido de _____ \rightarrow Sulfato de Potássio + Água



Ácido _____ + Hidróxido de _____ \rightarrow Sulfeto de Ferro II + Água

Questão 4: A química medicinal de cosméticos egípcios



O uso de maquiagem no antigo Egito é bem conhecido, tendo sido retratado em mulheres nas obras artísticas, como pinturas e estátuas. Razões estéticas, religiosas e propriedades terapêuticas justificavam o uso de diferentes tipos de cosméticos, que eram particularmente importantes em cerimônias religiosas. Relatos indicam que a rainha Nefertiti utilizava pinturas faciais para ser protegida por Horus e Ra contra diversas doenças.

A análise por microscopia eletrônica de varredura e por difração de raios-X quantitativa de tinturas utilizadas em cosméticos, obtidos a partir de peças do Museu Louvre (Paris), mostrou que a formulação de tais tinturas era baseada em sais de chumbo: galena (PbS, **sulfeto de chumbo**) para coloração escura e também na formulação de gloss para os lábios, além de três tinturas brancas à base de cerusita (PbCO₃, **carbonato de chumbo**), fosgenita (Pb₂Cl₂CO₃) e laurionita ([Pb(OH)Cl]).

l) Complete as equações de **neutralização PARCIAL**:



Ácido _____ + Hidróxido de _____ \rightarrow _____ + Água



Ácido _____ + Hidróxido de _____ \rightarrow _____ + Água



Ácido _____ + Hidróxido de _____ \rightarrow _____ + Água



Ácido _____ + Hidróxido de _____ \rightarrow _____ + Água

Segundo pesquisadores franceses, a ocorrência de substâncias à base de chumbo no Egito antigo é surpreendente, uma vez que este metal é pouco abundante naquela região. Porém, textos de autores romanos do século I d.C., como Plínio, o Velho, e Dioscórides, indicam que tais substâncias eram SINTETIZADAS pelos egípcios por suas propriedades medicinais. Por exemplo, Dioscórides afirma que *“tais substâncias são bons remédios para os olhos e cicatrizes, para faces enrugadas e*

com manchas". O mesmo autor forneceu descrições detalhadas de como tais substâncias eram sintetizadas em quantidade, uma vez que parte considerável da população as utilizava.

O processo de síntese era delicado, uma vez que devia ser realizado com ajustes de pH para evitar que substâncias secundárias (indesejadas) se formassem. Os egípcios agitavam energicamente óxido de chumbo, PbO, na presença de sal de cozinha bruto (NaCl), às vezes na presença de carbonatos de sódio (Na₂CO₃ ou NaHCO₃) em água morna:



II) Dê o **nome** dos sais a seguir:

a) ZnBr ₂ :
b) Cu ₂ (OH) ₂ CO ₃ (malaquita):
c) Cu ₃ (OH) ₂ (CO ₃) ₂ (azurita):
d) AgCl:
e) LiNO ₂ :

f) NaI:
g) KBrO ₂ :
h) KMnO ₄ :
i) CaI ₂ :
j) Al ₃ :

A questão é como os egípcios mantinham o pH neutro (em 7,0) para evitar a formação de **hidróxidos** de chumbo, uma vez que hidróxido de sódio (alcalino) é formado durante a reação. Uma alternativa seria que o sobrenadante líquido fosse continuamente retirado da reação, ao mesmo tempo em que se adicionava água fresca e mais cloreto de sódio. A reação era realizada durante semanas, quando se formava um precipitado branco. Tais reações foram recentemente (1999 e 2003) realizadas segundo os procedimentos descritos por Dioscórides, e foram obtidos os sais de laurionita e fosgenita. III) Dê o **nome ou a fórmula** das bases a seguir:

a) Mg(OH) ₂ :
b) Cu(OH) ₂ :
c) Hidróxido de Platina II:
d) Hidróxido de Césio:
e) Zn(OH) ₂ :

f) AgOH:
g) Fe(OH) ₃ :
h) Au(OH) ₃ :
i) Co(OH) ₃ :
j) Hidróxido de Platina IV:

Tais preparados já eram utilizados pelos egípcios no século 16 a.C., e continuaram a ser utilizados até o império romano, uma vez que os egípcios tinham fama de serem famosos por terem medicamentos para o tratamento de problemas nos olhos (como inflamações e conjuntivites). Tais problemas oculares eram frequentes durante as cheias do Nilo. Para o tratamento, os egípcios desenvolveram tratamentos como colírios e emplastros que também serviam como cosméticos.

Atualmente a utilização de medicamentos a base de chumbo é totalmente proscria, devido à toxidez de compostos de chumbo. Na idade média, vários alquimistas apresentaram problemas como saturnismo, doenças neurológicas decorrentes da intoxicação por chumbo. O nome "saturnismo" vem justamente de chumbo, elemento associado ao planeta Saturno, que não tinha muito boa fama na idade média. Um dia cinzento, carregado de nuvens, pode ser chamado de um dia "plúmbeo", em alusão ao chumbo (Plumbus Plumbum, daí sua sigla, Pb). O fato é que o íon Pb²⁺ reage com vários tipos diferentes de moléculas biológicas, como co-fatores e proteínas, que naturalmente estão associadas a outros **íons divalentes: Ca²⁺, Zn²⁺, Fe²⁺, Cu²⁺ e Mg²⁺**. Uma vez associado a estas

biomoléculas o íon Pb^{2+} altera suas funções, e forma espécies pouco solúveis em água. Esta é possivelmente a origem da toxidez de substâncias com chumbo.

IV) Dê a fórmula e o nome dos respectivos **fosfatos dos 5 íons divalentes sublinhados no texto acima**

a)
b)
c)

d)
e)

O íon Pb^{2+} apresenta raio atômico e estados de oxidação idênticos aos do íon cálcio (Ca^{2+}), um íon extremamente importante em vários processos celulares e fisiológicos. Como o Ca^{2+} atua ativando processos celulares de oxido-redução, os pesquisadores franceses levantaram a hipótese de que o íon Pb^{2+} poderia atuar de maneira muito similar, estimulando processos imunológicos quando aplicado em baixas concentrações. Uma vez que os sais utilizados pelos egípcios são muito insolúveis em água, deveriam estar em concentração muito baixa quando em contato com fluidos corporais (nos olhos e em feridas).

Desta forma, o grupo francês decidiu investigar possíveis respostas celulares promovidas pela presença de concentrações muito pequenas de Pb^{2+} (sub-micromolares), utilizando amperometria com ultramicroeletrodos de fibra de carbono com platina. Vários experimentos permitiram observar que quantidades de chumbo em concentrações entre 0,2 e 0,4 μM levaram à formação de NO neutro. Esta substância atua como mensageiro no sistema imunológico. Indica a presença de infecções para macrófagos (células do sistema imunológico), aumenta o fluxo sanguíneo, e promove a vascularização capilar (de vasos sanguíneos muito pequenos). Ou seja, na presença de sais de chumbo olhos tratados com estas substâncias estão muito menos propensos a sofrer infecções.

Assim, quando os egípcios utilizavam tais tinturas cosméticas nos olhos, garantiam a proteção de Horus e Ra contra possíveis doenças. Embora atualmente se conheçam os reais motivos de tais substâncias atuarem de forma eficaz, nada tira o mérito dos egípcios de prepararem tais substâncias com extremo cuidado e de utilizar as mesmas de forma adequada. Os antigos egípcios eram investigadores natos, químicos de mão cheia e médicos que faziam uso de conhecimento empírico.

Uma bela história.

A referência completa deste trabalho é a seguinte: I. Tapsoba, S. Arbault, P. Walter e C. Amatore, **Finding Out Egyptian Gods' Secret Using Analytical Chemistry: Biomedical Properties of Egyptian Black Makeup Revealed by Amperometry at Single Cells**, *Analytical Chemistry*, 2010, 82 (2), pp 457–460 (DOI: 10.1021/ac902348g).

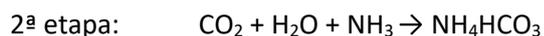
Apêndice 5: Avaliação TQ

Avaliação de Química

Prof. André Della Volpe

Nome do aluno:	Prontuário	NOTA
Curso: Técnico em Química		
Disciplina: Química Inorgânica		
Turma: 2º Ano Integrado	Data: ___/___/___	

1) Uma das maneiras de se obter industrialmente o bicarbonato de sódio (NaHCO_3) é através do chamado *Processo Solvay*, que consta da seguinte sequência de reações (1,5 pontos):



a) O que significa o símbolo Δ na 1ª etapa?

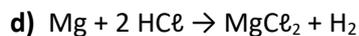
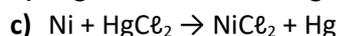
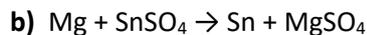
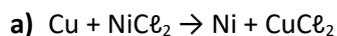
b) Como você classificaria a reação da 1ª etapa?

c) Como você classificaria a reação da 2ª etapa?

2) Decida se as seguintes reações podem ocorrer ou não (justifique) (2,0 pontos):

FILA DE REATIVIDADE DOS METAIS

Fr > Cs > Rb > K > Na > Li > Ra > Ba > Sr > Ca > Mg > Be > Al > Mn > Zn > Cr > Fe > Ni > Sn > Pb > H > Cu > Hg > Ag > Pt > Au



3) Equacione as seguintes reações, caso ocorram (1,5 pontos):



4) (Vunesp-SP – 1,0 ponto) Um processo de gravação em vidro envolve a ação corrosiva do ácido fluorídrico. O ácido fluorídrico em solução aquosa, reage com o dióxido de silício da superfície

do vidro, originando tetrafluoreto de silício gasoso e água. Escreva a equação química balanceada da reação que ocorre no processo de gravação do vidro.

5) (Fuvest-SP – 2,0 pontos) Considere soluções aquosas de nitrato de sódio (NaNO_3), nitrato de chumbo II ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) e cloreto de potássio (KCl). Misturando-se essas soluções duas a duas, obtêm-se os seguintes resultados:

- $\text{NaNO}_3 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow$ não há precipitação.
- $\text{NaNO}_3 + \text{KCl} \rightarrow$ não há precipitação.
- $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{KCl} \rightarrow$ forma-se precipitado.

a) Escreva a equação da reação de precipitação.

b) Qual substância constitui o precipitado? Justifique sua resposta, baseando-se nas informações acima.

6) Dê o nome das substâncias (1,0 ponto):

a) KCl **f)** HCl

b) H_2SO_4

c) NaOH

d) CO_2

g) PbCl_2

h) Na_2CO_3

i) CuSO_4

e) $\text{Zn}(\text{OH})_2$

j) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$

7) (Fuvest-SP – 1,0 ponto) Misturam-se duas soluções, preparadas com o mesmo solvente. Indique dois fatos, observáveis a olho nu, que demonstrem a ocorrência de uma reação química nesse processo.

ANEXOS

ANEXO 1: A RA de Campinas - alguns indicadores

A REGIÃO DE CAMPINAS NOS DIAS ATUAIS – ALGUNS INDICADORES

I) Introdução:

Para um país como o Brasil, em que a diversidade cultural é imensa, pode parecer estranho quando se fala na história dos nossos antepassados. Ainda mais se pensarmos na forma como ocorreu a formação da nossa sociedade, a partir das influências recebidas dos diferentes ciclos migratórios. Saber a história de uma nação significa resgatar e preservar a tradição daqueles que contribuíram para que chegássemos ao ponto em que nos



encontramos. Trata-se de uma oportunidade única para compreender, inclusive, a nossa própria identidade. A despeito da visão europeia, que ainda é predominante nos livros didáticos e paradidáticos, há outra corrente que defende que a história da humanidade seja contada com base em outros relatos e visões de mundo. Nesse sentido, existe uma legislação federal que torna obrigatório o ensino nas escolas da cultura afro-brasileira e indígena. Essa lei, que acaba de completar dez anos, infelizmente ainda é pouco conhecida. Compete a nós, militantes e especialistas da área de educação, colocarmos isso em prática.

II) Nossa região nos dias atuais



2012	RA de Campinas
População total (em mil habitantes)	6.392,5
Taxa de crescimento anual da população (%) 2010/2012	1,20
Razão de sexos (homens por 100 mulheres)	97,22
População com menos de 15 anos (%)	19,82
População com 60 anos ou mais (%)	12,45

Fonte: IBGE, Fundação Seade

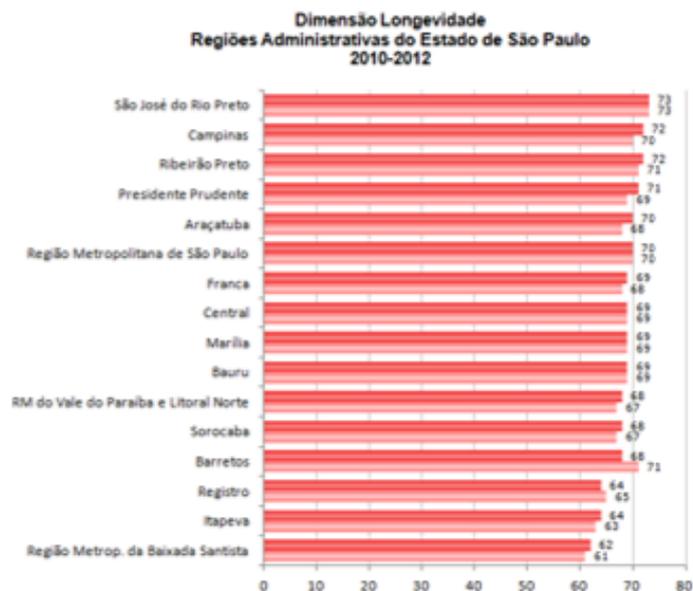
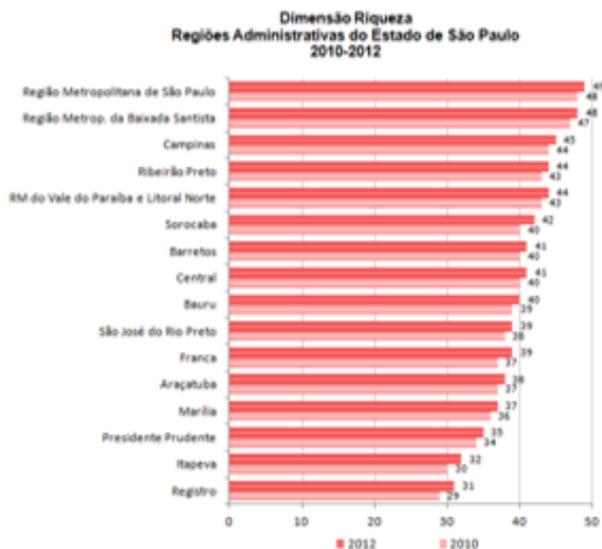
A RA de Campinas localiza-se na região centro-leste do Estado de São Paulo, ocupando uma área de 27.099,36 km², correspondente a 10,9% do território paulista. Formada por 90 municípios, dos quais 19 fazem parte da Região Metropolitana de Campinas (RMC), sete da Aglomeração Urbana de Jundiaí e 22 da Aglomeração Urbana de Piracicaba, a RA possui sete regiões de governo: Bragança Paulista, Campinas, Jundiaí, Limeira, Piracicaba, Rio Claro e São João da Boa Vista. Em 2012, 29% da população concentrava-se em três cidades com mais de 100 mil habitantes: Campinas, Jundiaí e Piracicaba.

A RA desenvolveu-se economicamente a partir do século 19, com a expansão do café e das ferrovias, ocupando uma posição estratégica entre a capital, o porto de Santos e o interior. Ao longo do século 20, foi consolidada importante infraestrutura de transportes e energia, paralelamente à modernização do setor agrícola e à instalação de universidades e instituições de pesquisa. Possui uma diversificada estrutura produtiva, que envolve as telecomunicações, a eletroeletrônica, a informática, a química e a petroquímica, a indústria metalomecânica, o setor farmacêutico e a indústria de alimentos e bebidas. Destaca-se também o transporte aéreo, em razão do Aeroporto de Viracopos.

III) Nossa região em números: o Índice Paulista de Responsabilidade Social – versão 2014

O Instituto do Legislativo Paulista da Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo e a Fundação Seade disponibilizam os resultados da oitava edição do Índice Paulista de Responsabilidade Social – IPRS, com dados de 2012. O IPRS foi criado em 2000, quando a Assembleia Legislativa solicitou à Fundação Seade a construção de indicadores que expressassem o grau de desenvolvimento social e econômico dos municípios paulistas. O indicador é composto de três dimensões – riqueza, escolaridade e longevidade – e em cada uma delas foram criados indicadores que permitem hierarquizar a posição de determinada

unidade territorial (município, região administrativa – RA, região metropolitana – RM e Estado). Esses indicadores são expressos em uma escala de 0 a 100. Além disso, a combinação das três dimensões propicia uma tipologia que classifica os 645 municípios do Estado de São Paulo em cinco grupos com características similares de riqueza municipal, longevidade e escolaridade da população. Os resultados desses indicadores encontram-se nos gráficos a seguir:



ANEXO 2: O Registro dos Habitantes da Região de Capivari

Você sabia?
A presença indígena em Salto/SP

A área onde hoje se localiza a cidade de Salto abrigava, ao início da colonização brasileira, aldeamentos dos índios **guaiaranês** (ou **guaiaranos**), do grupo Tupi-Guarani. Consta que a aldeia aqui localizada chamava-se Parani **Ytu**. Foram esses índios que deram à cachoeira o nome de **Ytu Guaçu**, que significa Salto Grande em língua nativa. Assim, fica claro que esta cachoeira acabou dando nome a duas cidades: a Salto (em português) e à vizinha Itu (em tupi-guarani).

Há registros que mencionam o ataque que, em 1532, os indígenas empreenderam contra Martim Alonso de Souza – primeiro donatário da Capitania de São Vicente. Dentre os líderes guerreiros, menciona-se o Cacique de **Ytu**. Sendo essa ocorrência de época em que Vila de Itu ainda não existia, acredita-se que seja uma referência ao chefe dos índios que viviam pelas terras da atual Salto. O Museu da Cidade, inclusive, exibe urnas funerárias, pontas de flecha e outros fragmentos de cerâmica recolhidos nos arredores, que testemunham essa presença. Esses indígenas, assim como outros das margens do Tietê, foram repellidos ou aprisionados nas investidas das primeiras bandeiras paulistas, que os levaram para abastecer de mão-de-obra as roças nas vilas do planalto.



gigaçaba (urna funerária indígena) encontrada no Jardim São Judas Tadeu em 1992.

Fonte:
http://historiasalto.blogspot.com.br/2010/01/03_ardf_wu.html

REGISTRO DOS HABITANTES DA REGIÃO DE CAPIVARI A PARTIR DAS DESCOBERTAS ARQUEOLÓGICAS:

COMO NOSSA REGIÃO ERA NO PASSADO?

COMO SABER?

A bacia do Rio Piracicaba faz parte do contexto arqueológico da bacia do médio Tietê. Essa área foi ocupada por bandos de índios caçadores-coletores a partir de 9.000 até 2.500 antes do presente (AP) e por tribos horticultoras que produziram as cerâmicas das Tradições Tupi-guarani ou Itararé a partir de 800 AP até a chegada do colonizador europeu. Apresentaram uma intensa atividade de lascamento da pedra. Diversas descobertas foram efetuadas nesta região, grande parte durante a construção das rodovias. Destacam-se:

- No Município de Capivari, SP, Pereira, **Pazinatto**, Marcondes e **Avtai** (1982) e **Pazinatto** (1983) localizaram duas urnas funerárias tampadas com tigelas associadas à Tradição Tupi-guarani;
- Presença de núcleos lascados de sílex no quilômetro 19 da Estrada Estadual 101, Campinas – Capivari, no terreno da Granja Sol. As peças estão na Universidade Católica de Campinas;
- Presença de uma ponta de flecha de sílex (1950) na estrada velha (de terra) de Monte Mor – Capivari, a uns cinco quilômetros de Monte Mor, lado esquerdo, em um vale de córrego seco. Foi doada para o Museu da Universidade Católica de Campinas;
- Presença de 15 pontas de flecha em sítio localizado na Estrada Estadual 101, Campinas – Capivari, a alguns quilômetros de Monte Mor para o lado de Capivari;

Dos sítios, áreas de ocorrências arqueológicas e informações a respeito da presença de materiais arqueológicos destaca-se o Município de Monte Mor, em virtude do alto potencial arqueológico do município, principalmente ao longo do curso do Rio Capivari. A região de Rio Claro é rica em sítios arqueológicos. Isto significa que há muitos testemunhos da ocupação humana na região. Quando falamos da região podemos estender essa área para os municípios de Itirapina, Ipeúna, São Carlos, Piracicaba e Pirassununga. Há cerca de 80 sítios catalogados.



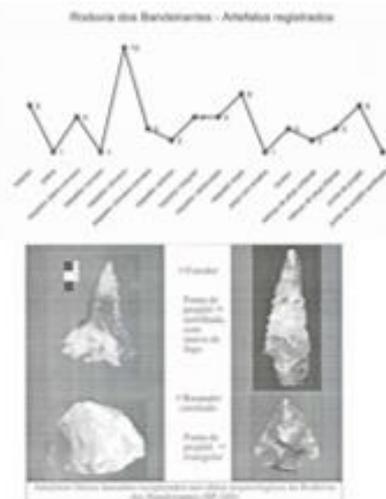
epicentro em termos de estudos arqueológicos pode ser considerado o Município de Rio Claro, é a região onde supostamente se localizam os sítios arqueológicos mais antigos do Estado

Essa concentração de sítios deve-se, em parte, às características geográficas da região. Apresenta-se como uma área de altitude mais baixa entre a Serra do Mar e o planalto do interior e, a confluência do Rio Tietê com o rio Piracicaba, abre um canal que facilita a penetração para oeste, configurando uma típica região de passagem,

percorrida por grupos humanos que se deslocavam tanto nos sentidos norte-sul como Leste-Oeste, desde os tempos pré-históricos.

Entre os séculos XVI e XVIII, em São Paulo, o número de índios e mamelucos (mestiços de branco e índio) era muito maior que o de europeus. Inclusive, até meados do século XVIII, predominava entre a população paulista uma língua de base tupi-guarani, sendo essa língua mais falada que o próprio português. Era o **nheengatu** ou **língua-geral**, cujo ensino acabou sendo proibido pelo governo de Portugal. Ficou, porém, uma enorme herança indígena, nos hábitos de alimentação e higiene, artesanato e técnicas manuais diversas, conhecimento de plantas, crenças e nomenclatura, entre outros itens, cuja influência pode ser percebida na cultura brasileira até os dias atuais.

Durante o prolongamento da Rodovia dos Bandeirantes (SP-348) foram encontrados artefatos ligados a populações caçadoras-coletoras, forrageiras, com intensa atividade de lascamento da pedra. Cinco foram os sítios arqueológicos ali registrados, implantados em topo, alta e média encosta de colinas, em altitudes que variam de 515 a 640m sobre o nível do mar, sempre na proximidade de cursos d'água, dos quais distam entre 50 e 300m.²



Sítio	Município	Responsável	Datação
Agua Roxa	Rio Claro	Uchôa & Garcia	6.160 ± 180 AP
Alcova Rebel	Rio Claro	Beldino	6.135 ± 160 AP
Alcova Rebel	Rio Claro	Beldino	6.085 ± 160 AP
Alcova Rebel	Rio Claro	Beldino	6.050 ± 160 AP
Candry	São Barb. d'Oeste	Moray	5.540 ± 120 AP
Passo d'Alto	Rio Claro	Uchôa & Garcia	5.505 ± 105 AP
Passo d'Alto	Rio Claro	Uchôa & Garcia	4.140 ± 245 AP
Santa Rosa	Rio Claro	Milner Jr.	4.550 ± 290 AP
Santa Rosa	Rio Claro	Milner Jr.	2.600 ± 400 AP
Santa Rosa	Rio Claro	Milner Jr.	3.080 ± 455 AP
Talodon	São Barb. D'Oeste	Caldarelli	2.900 ± 200 AP
Talodon	São Barb. D'Oeste	Caldarelli	2.780 ± 200 AP

² Caldarelli, S.B. A Arqueologia do interior paulista evidenciada por suas rodovias. Revista de Arqueologia, 14-15: 30-45 2004-2005

ANEXO 3: Pré-história ilustrada

Pinturas e gravuras revelam a diversidade de formas e estilos da arte rupestre nacional



Cinco homens encurralam um bicho imenso. Estão armados, arcos e flechas em suas mãos. O robusto animal, talvez um veado, parece apoiar as patas traseiras no chão ao passo que as da frente cortam o nada. Cercado, o cervo ensaia a fuga enquanto cada membro do quinteto firma a mira. Do combate, só sairá um vencedor – ou cinco. Mas nunca se saberá quem. Isso não importa. Importa é que a cena de caça está preservada há milhares de anos e é apenas parte de uma imensa pintura rupestre da Toca do Estevo III, um dos mais de 700 sítios pré-históricos encontrados no Parque Nacional Serra da Capivara, criado em 1979 em São Raimundo Nonato, município do sudeste semiárido do Piauí.

Rostos, rostos e rostos. Enigmáticos. Rindo. Com ar sério. Com cabelo, ou seria um cocar. Alguns acompanhados de tronco e membros. Outros soltos no ar, sem corpo. Todos expressivos, embora sem interagir entre si. A sucessão de cabeças forma mais um mosaico do que uma cena. Bichos por perto, aparentemente não há. Quem sabe, no máximo, um peixe estilizado ao lado de uma cara feliz. Afinal, o rio Cajueiro, um dos afluentes do Amazonas, corre ali ao lado. É difícil interpretar as gravuras rupestres de Boa Vista, um dos sete sítios pré-históricos de Prainha, município do noroeste do Pará.

Redigidos em linguagem simples, acessível a não-especialistas, dois livros recentes, dos quais se extraíram as imagens acima descritas, dão tratamento de protagonista para a arte rupestre nacional. Em outras obras, esse tipo de vestígio arqueológico raramente ultrapassa a condição de coadjuvante de fósseis de animais ainda mais antigos, de artefatos ou mesmo de esqueletos do *Homo sapiens*.

A primeira cena, uma pintura cheia de movimento e cor, faz parte de *Imagens da Pré-história – Parque Nacional Serra da Capivara*, trabalho da francesa Anne-Marie Pessis, professora da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e diretora científica da Fundação Museu do Homem Americano (Fumdam), entidade de pesquisa, sem fins lucrativos, que administra o parque federal ao lado do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). A segunda, uma gravura mais estática e sem tinturas, consta do título *Arte rupestre na Amazônia – Pará*, de Edithe Pereira, pesquisadora do Museu Paraense Emílio Goeldi, de Belém.

As publicações mostram a diversidade de técnicas, formas e temas exibidos pela atividade gráfica pré-histórica em duas áreas do território nacional, o Nordeste e a Amazônia. “As pinturas rupestres são uma porta de entrada para o conhecimento da vida na Pré-história, mas devem ser observadas com um olhar que permita ir além do mostrado, sem interpretações infundadas”, escreve Anne-Marie. “Os grandes temas que preocupam a sociedade atual são, em parte, os mesmos que preocupavam as populações em épocas pré-históricas.” Editado no final do ano passado pela Fumdam, com patrocínio da Petrobras, o livro sobre os sítios arqueológicos da Serra da Capivara é uma viagem fartamente ilustrada e trilingüe – escrita em português, francês e inglês – ao mundo perdido dos antigos habitantes que, um dia, ocuparam os 130 mil hectares do parque.

Lançado em abril deste ano, o título a respeito da arte rupestre na Amazônia é uma co-produção do Museu Goeldi e da editora da Universidade Estadual de São Paulo (Unesp), com patrocínio da Mineração Rio do Norte. Na obra, são inventariados 111 sítios com arte rupestre, em especial gravuras, no Pará. Nada mau para um estado (pré-) historicamente associado à produção de cerâmicas, como a marajoara. “Diante da beleza da cerâmica paraense, a arte rupestre foi deixada de lado por muitos pesquisadores, que nem citavam a sua existência em trabalho”, afirma Edithe, que, após a conclusão do livro, obteve informações sobre mais 15 sítios com pinturas e gravuras da Pré-história no Pará.

A atividade gráfica nos primórdios da humanidade, basicamente desenhos pintados ou gravados sobre pedra por povos do passado distante, está presente em todos os continentes, com exceção da gélida Antártida. Alvo tanto de estudos de pesquisadores como da curiosidade de turistas, as grutas de Lascaux, na França, e de Altamira, na Espanha, são famosas mundialmente por abrigar esse tipo de patrimônio cultural da humanidade. A caverna de Chauvet, também na França, descoberta apenas em 1994, apresenta pinturas de cavalos feitas há 30 mil anos. São os mais antigos desenhos de que se tem notícia. De dimensão quase continental, o Brasil é rico em arte

rupestre de norte a sul, de leste a oeste. “Os sítios com arte pré-histórica acompanham a adaptação do homem ao meio e variam com ele”, diz Pedro Ignácio Schmitz, da Universidade Vale do Rio dos Sinos (Unisinós), em São Leopoldo, Rio Grande do Sul. “Aparecem no território brasileiro desde o início de sua ocupação.”

Patrimônio da humanidade

Além da Amazônia e do Nordeste, há grafismos pré-históricos nas regiões Sul e Centro-Oeste, como atestam pinturas e gravuras encontradas, por exemplo, em Serranópolis e Caiapônia (Goiás) e em São Pedro do Sul (Rio Grande do Sul). No Sudeste, esse tipo de vestígio arqueológico é comum só em Minas Gerais – São Paulo é pobre em arte rupestre. Apesar da abundância de grafismos, só há duas ou três décadas o país passou a olhar com mais carinho e rigor científico os traços primordiais deixados pelos seus mais remotos antepassados. Em território nacional, a maior concentração conhecida dessa antiga manifestação cultural encontra-se no interior do Parque Nacional Serra da Capivara, considerado Patrimônio Mundial pela Unesco (órgão das Nações Unidas dedicado à cultura) desde 1991. Estima-se que haja cerca de 60 mil figuras pintadas (ou gravadas) no parque.

Numa região inserida no chamado Polígono das Secas, onde a caatinga encontra o cerrado e não faltam chapadas, a unidade de conservação é a morada de mais de 700 sítios arqueológicos. “Em cerca de 600 há arte rupestre, em especial pinturas”, diz a arqueóloga Niède Guidon, diretora-presidente da Fumdam, que enfrenta constantes dificuldades financeiras para manter o parque e desenvolver a região. “São milhares de figuras que formavam um sistema gráfico de comunicação, um dos primeiros a ser criado no mundo.” A maior parte da arte rupestre de São Raimundo Nonato se encontra em abrigos sobre rochas, locais com paredes relativamente protegidas da ação das intempéries. Essa característica, somada ao atual clima semi-árido, atuou a favor da preservação das marcas feitas pelos primeiros habitantes da região.

Os arqueólogos costumam agrupar pinturas e gravuras pré-históricas de estilo e temática semelhantes, feitas muitas vezes com a mesma técnica, numa unidade artística denominada tradição. A mais antiga e complexa tradição de arte rupestre brasileira é a Nordeste, caracterizada por pinturas de cenas e acontecimentos que sugerem movimento, com homens (de no máximo 15 centímetros) interagindo entre si ou com animais. É um tipo de pintura com alta carga narrativa. São desenhos geralmente em tons vermelhos, às vezes com algum amarelo e eventualmente outras cores, que retratam cenas de caça, de dança, de sexo. Uma representação clássica da tradição Nordeste é a de um conjunto de homens em torno de uma árvore, como se estivessem prestando uma reverência ao vegetal.

Segundo alguns pesquisadores, essa, diríamos, escola pictórica surgiu há 23 mil anos, talvez antes, e foi praticada até pelo menos 6 mil anos atrás. Seu epicentro foi a área hoje ocupada pelo Parque Nacional Serra da Capivara, de onde se irradiou para outros estados do Nordeste e porções do Centro-Oeste e norte do Sudeste. “As tradições não obedecem às fronteiras administrativas atuais”, afirma o pesquisador André Prous, do Museu de História Natural da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), que estuda arte rupestre em várias regiões mineiras, como a Serra do Cipó, Diamantina e Lagoa Santa, e em outros estados.

Apesar de predominante, a tradição Nordeste não é a única presente na Serra da Capivara. Outra importante tradição, também mostrada nas páginas de *Imagens da Pré-história*, é a Agreste, de origem provavelmente mais recente, de 9 mil anos atrás. Em alguns sítios do parque, como a Toca da Entrada do Baixão da Vaca e as Tocas da Fumaça I, II e III, desenhos dessa escola se sobrepõem ao da unidade artística Nordeste. Na tradição Agreste, menos refinada que a Nordeste, quase não há cenas narrativas e as figuras, em geral homens, são maiores e estáticas. Os únicos acontecimentos retratados que denotam algum movimento são as pinturas de caçadas. Essa escola menos rebuscada de arte rupestre surgiu provavelmente na margem pernambucana do rio São Francisco, local de clima mais ameno do que o sertão do Piauí.

Os pesquisadores acreditam que essa linha de pintura desapareceu há 2 mil anos. Outra tradição encontrada esporadicamente no parque é a Geométrica, que, como o nome sugere, produz grafismos mais abstratos, geralmente com linhas tracejadas, e seria originária da Bahia. Nominar autores da arte rupestre é virtualmente impossível. Os desenhos são produções coletivas, comunitárias e anônimas. Podem ter sido executados por membros de uma ou de várias culturas que habitaram, de maneira concomitante ou não, uma região. Então a presença de dois estilos de arte rupestre num mesmo sítio arqueológico significa o quê? Que dois povos distintos, com habilidades gráficas díspares, viveram ali em momentos diferentes do passado remoto? Ou que diversas gerações de uma mesma cultura acabaram desenvolvendo formas novas de utilizar pigmentos minerais (dissolvidos ou não em água) para desenhar nas rochas? É difícil dizer. “Uma tradição pode ser a expressão de uma etnia, mas também de várias”, pondera Prous.

Mais tortuosa ainda é a busca pelo significado dos desenhos da Pré-história. Em *Arte rupestre na Amazônia – Pará*, Edithe Pereira rememora as principais tentativas de análise da arte rupestre na região Norte feitas por pesquisadores e alguns viajantes. Entre o século 17 e o final do 19, essa forma de manifestação cultural em território amazônico foi alvo mais da curiosidade de aventureiros que da exegese rigorosa de cientistas. No século 20, alguns especialistas mais sérios, mas preconceituosos ou fantasiosos, exploraram novos sítios arqueológicos e opinaram sobre o tema.

Ócio indígena

Depois de percorrer o rio Negro e observar as suas gravuras, o etnólogo alemão Theodor Koch-Grünberg sentenciou, numa obra escrita em 1907, que os grafismos não queriam dizer nada. “Ele disse que eram resultado, única e exclusivamente, do ócio indígena”, diz a pesquisadora do Museu Emílio Goeldi. Desenhos pré-históricos encontrados em outras partes do globo também foram alvo desse tipo de comentário. Na década de 1930, um partidário da idéia de que gregos e fenícios estabeleceram colônias no Brasil e na América do Sul, Bernardo de Azevedo da Silva Ramos, “traduziu” para o português uma série de sinais “escritos” em gravuras e pinturas rupestres. Silva Ramos comparou os traços presentes na arte pré-histórica com as letras de antigos alfabetos e, assim, “decifrou” a voz esculpida nas rochas.

A partir dos anos 1950, o interesse pela arte rupestre amazônica refluíu em favor de trabalhos que passaram a explorar a espetacular cerâmica marajoara e tapajônica. Mas, quando começou a estudar a atividade gráfica de povos pré-históricos na Amazônia, no fim da década de 1980, Edithe percebeu que havia muito o que ser pesquisado no Pará. Depois de vasculhar a literatura sobre o tema, empreender viagens a sítios já conhecidos e descobrir novos locais com antigas representações pictóricas, a arqueóloga reuniu informações sobre 111 pontos do estado onde os índios da Pré-história deixaram suas marcas. São 77 sítios com gravuras, 29 com pinturas, 4 com gravuras pintadas e somente 1 com gravuras e pinturas. A maior parte dos grafismos produzidos no Pará não se encontra em cavernas ou abrigos sobre rochas, como acontece no Nordeste e em outras partes do país. Está situado em rochas que surgem ao longo do curso dos rios, locais que, às vezes, ficam sob as águas seis meses por ano. A maior concentração de sítios – 37 com gravuras e 2 com pinturas – fica na bacia do rio Trombetas, no noroeste do estado.

Em termos estilísticos, a arte rupestre no Pará, em especial em sua porção norte-noroeste, acima do rio Amazonas, pouco tem a ver com as pinturas e gravuras de outras partes do Brasil. As figuras humanas, e com menor frequência de animais, são representadas quase sempre de forma estática, sem que seja possível identificar a representação de cenas. “As gravuras rupestres dessa região se assemelham mais às que encontramos nos demais países amazônicos”, afirma Edithe. Há o predomínio de figuras humanas, com cerca de 50 centímetros de tamanho, às vezes só a cabeça, em outras também há o corpo. Alguns rostos entalhados parecem conter expressões de alegria ou tristeza.

Existem também gravuras de mulheres, aparentemente grávidas. Até hoje é um desafio situar no tempo essas representações. No Pará, apenas um sítio pré-histórico foi alvo de datação. No início dos anos 1990, a arqueóloga norte-americana Anna Roosevelt estimou em 11.200 anos as pinturas rupestres da Gruta do Pilão, também chamada Gruta da Pedra Pintada, na região de Monte Alegre, no baixo Amazonas. A idade do sítio, demasiado antiga segundo alguns pesquisadores, é alvo de polêmica até hoje. Aliás, controvérsia não falta quando o assunto é determinar a idade de amostras de arte rupestre. Amparada por datações feitas com os métodos do carbono 14 e termoluminescência, a equipe de Niède Guidon sustenta que algumas pinturas da Serra da Capivara, no Piauí, foram realizadas 48 mil anos atrás. Ao lado de restos de fogueiras pré-históricas, igualmente antigas segundo Niède, a arte rupestre do Nordeste seria a prova de que o homem chegou à América antes do que se pensa. É uma afirmação que se choca com uma das idéias mais difundidas pela arqueologia tradicional, a de que o *Homo sapiens* chegou à América há cerca de 12 mil anos. “Os europeus aceitam essas datações”, diz a diretora-presidente da Fumdham. “Alguns norte-americanos, não.” Como se vê, na América, a arte rupestre pode ser mais do que uma forma de pré-escrita dos povos pré-históricos, mais do que um dos primeiros legados culturais da humanidade. Pode ser a chave para se saber quando o homem fincou pé no último continente colonizado por nossa espécie.

ANEXO 4: Cachoeira do Encantado, Bahia: depredação de um patrimônio ainda pouco conhecido e estudado

O Brasil é dono de um dos mais extensos e diversificados conjuntos de arte rupestre do mundo. Dele, conhece-se apenas uma pequena parte. O Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan) registra a existência de 2 000 sítios arqueológicos com pinturas e inscrições pré-históricas, mas estima-se que esse número possa ser dez vezes maior. Esses registros gravados em rochas datam de até 40 000 anos atrás e constituem um patrimônio precioso e frágil por natureza, exposto que é à ação do tempo e das mudanças climáticas. No Brasil, a essa agressão inevitável soma-se uma praga vergonhosa. Aqui, o grande inimigo da conservação é o vandalismo. Pinturas milenares têm sido depredadas por pichações, fogueiras, gado – e até por cartazes de propaganda eleitoral. Em janeiro deste ano, no Parque Nacional do Catimbau, em Pernambuco, inscrições rupestres feitas há 6 000 anos foram destruídas depois de uma disputa entre guias que trabalhavam informalmente na região. Um deles sentiu-se lesado pelos colegas e jogou um balde de tinta vermelha sobre os desenhos. Até hoje ninguém foi indiciado. Nos precários levantamentos do Iphan, a depredação atinge 3% do patrimônio. Levantamentos feitos por instituições estaduais dão



uma ideia mais precisa do problema. A Universidade Estadual da Paraíba está fazendo o Mapa da Destruição no estado, cujo tesouro mais precioso é a Pedra do Ingá, um bloco de 24 metros de largura e 3 de altura coberto de grafismos misteriosos. Até agora, pesquisadores visitaram 44 sítios e encontraram marcas de vandalismo em 38 deles. Outra equipe, da Universidade Federal da Bahia, localizou dezoito casos de depredação em 120 sítios pesquisados no estado. País afora esse panorama desolador se repete, sem que se tome providência alguma para barrar a destruição.

O patrimônio rupestre conhecido até agora no Brasil não tem a mesma beleza dos desenhos de locais célebres como as grutas de Lascaux, na França, e de Altamira, na Espanha. Mas os cerca de 20 000 sítios formam uma das maiores concentrações do mundo de pinturas ainda não estudadas. Eles estão espalhados por todo o país e guardam desenhos de diferentes períodos. Alguns são inscrições geométricas, outros sugerem animais, rituais, cenas de luta. São uma ferramenta importante para os estudos sobre o processo de ocupação do continente americano, além de seu valor como registro artístico. Sua destruição é preocupante porque recai sobre material que ainda não foi sequer cadastrado e examinado. Desde 1961, o Iphan é responsável pela fiscalização desses sítios. Mas, até 2006, em seu quadro havia apenas seis arqueólogos. Atualmente há quarenta, um efetivo ainda ínfimo. "São milhares de sítios, muitas vezes em locais de difícil acesso, e pinturas isoladas, que ficam a centenas de quilômetros umas das outras. É impossível vigiar tudo", diz o diretor do Departamento de Patrimônio Material e Fiscalização do Iphan, Dalmo Vieira Filho.

ANEXO 5: Os pigmentos Inorgânicos

Primeiramente faz-se necessário caracterizar o significado, do ponto de vista químico, do termo pigmento, o principal responsável pela cor de uma pintura (ou de uma tinta, em um contexto mais amplo). Podendo ser de origem natural ou sintética, pigmento refere-se a uma substância química (geralmente inorgânica) que é insolúvel no veículo de aplicação (aglutinante), por exemplo, óleos e a gema do ovo. Os corantes, por sua vez, são associados a substâncias predominantemente orgânicas, sendo solúveis em seus respectivos solventes de aplicação, com uso mais voltado ao tingimento de fibras têxteis. Os corantes também podem ser utilizados em pintura, porém associados a um material insolúvel, geralmente um pigmento branco transparente como suporte (laca), como o carbonato de cálcio.

A primeira utilização do termo pigmento inicia-se em 1881, enquanto que o uso do termo corante desde 1862. Anteriormente, quase que como senso comum, ambos os termos eram substituídos por cores, referindo-se, porém, à tinta em vez de os constituintes químicos do material. Os pigmentos ditos naturais são de origem mineral e obtidos diretamente da natureza, passando apenas por processos físicos de obtenção e purificação (moagem, peneiramento, lavagem, etc.). Já os artificiais são aqueles que resultam de um processo químico de obtenção, ou seja, através de reações químicas. É interessante notar que, desde o início, a utilização dos pigmentos pelo homem fez uso tanto de naturais quanto de artificiais. Evidências científicas apontam para o aquecimento de ocres amarelos para a obtenção, por desidratação, de ocres vermelhos (ocres correspondem a misturas de sílica e argila, e sua cor varia em função do teor de óxido de ferro e do grau de hidratação), além da obtenção do pigmento negro de fumo através da queima da madeira. No Egito Antigo foi produzido o azul egípcio, um silicato de cálcio e cobre ($\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$), através do aquecimento e reação de uma mistura de um sal de cálcio (carbonato, sulfato ou hidróxido – componentes do natrão, utilizado no processo de mumificação), um composto de cobre (óxido ou a malaquita) e areia (sílica). Após o período correspondente ao Império Romano, o azul egípcio não foi mais utilizado, porém houve uma retomada no interesse no século XIX em investigar como era fabricado, sendo até objeto de investigação de Sir Humphry Davy em 1815.

Os pigmentos são formados por substâncias pertencentes às diferentes classes químicas (funções inorgânicas) como óxidos, sulfetos, carbonatos, cromatos, sulfatos, fosfatos e silicatos de metais.

Muito raramente podem ser utilizados em sua forma elementar, por exemplo o ouro e o alumínio (pigmentos metálicos). São os pigmentos a matéria-prima da pintura e da arte; partículas insolúveis que dão cor e cobertura sobre a superfície que são aplicadas, proporcionando, além da qualidade estética, proteção o material.

Tabela 1 - Principais pigmentos utilizados em pintura⁴⁷

Pigmento	Composição	Período de utilização
Pigmentos brancos		
Barita	BaSO_4	Antiguidade – presente
Branco de chumbo	$2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb(OH)}_2$	Antiguidade – presente
Giz, Cré ou greda	CaCO_3	Antiguidade – presente
Gesso	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Antiguidade – presente
Branco de zinco	ZnO	1834 – presente
Litopônio	30% ZnS + 70% BaSO_4	1874 – presente
Branco de titânio	TiO_2	1918 – presente
Pigmentos azuis		
Azurita	$2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$	Antiguidade – Séc. XIX

⁴⁷ Cruz, A.J. A matéria de que é feita a cor. Os pigmentos utilizados em pintura e a sua identificação e caracterização, 2008. Consultado em «<http://5cidade.files.wordpress.com/2008/04/a-materia-de-que-e-feita-a-cor.pdf>» Acesso 20 out. 2016

Ultramarino natural	$(\text{Na,Ca})_8[(\text{SO}_4, \text{S, Cl})_2](\text{AlSiO}_4)_6]$	Séc. XI – Séc. XIX
Esmalte	Silicato de K, Co, Al	1584 – Séc. XIX
Azul da Prússia	$\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$	1704 – presente
Azul de cobalto	$\text{CoO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	1804 – presente
Ultramarino francês	$(\text{Na}_{8-10}\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24})\text{S}_{2-4}$	1826 – presente

Pigmentos verdes

Malaquite	$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$	Antiguidade – Séc. XVIII
Verdete	$\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{Cu}(\text{OH})_2$	Antiguidade – Séc. XIX
Terra verde	$\text{K}[(\text{Al}, \text{Fe}^{\text{III}}), (\text{Fe}^{\text{II}}, \text{Mg})](\text{AlSi}_3\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2$	Antiguidade – presente
Verde de óxido de crômio	Cr_2O_3	1809 – presente
Verde esmeralda	$\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$	1814 – Séc. XX
Viridian	$\text{Cr}_2\text{O}(\text{OH})_2$	1838 – presente
Verde de crômio	$\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 + \text{PbCrO}_4$	1850 – presente

Pigmentos vermelhos e alaranjados

Ocre vermelho	Fe_2O_3	Antiguidade – presente
Siena	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{argila}$	Antiguidade – presente
Vermelhão	HgS	Antiguidade – presente
Vermelho de chumbo	Pb_3O_4	Antiguidade – Séc. XIX
Vermelho de cádmio	$\text{CdS} + \text{CdSe}$	1907 – presente

Pigmentos amarelos

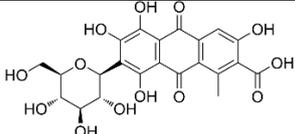
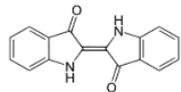
Ocre amarelo	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Antiguidade – presente
Massicota	PbO	Antiguidade – presente
Amarelo de chumbo e estanho	Pb_2SnO_4 ou PbSnO_3	Antiguidade – cerca de 1750
Auripigmento (Ouropigmento)	As_2S_3	Antiguidade – Séc. XIX
Amarelo de Nápoles	$\text{Pb}_3(\text{SbO}_4)_2$	Séc. XVII – presente
Amarelo de crômio	PbCrO_4	1818 – presente
Amarelo de cádmio	CdS	1829 – presente

Pigmentos castanhos

Ocre castanho	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Antiguidade – presente
Úmbria	Óxido de Fe, Mn, Al	Séc. XVI – presente
Betume	Hidrocarbonetos	Séc. XVII – presente

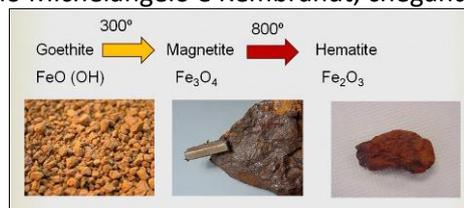
Pigmentos negros

Negro vegetal	C	Antiguidade – presente
Negro de osso	$\text{C} + \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{CaCO}_3$	Antiguidade – presente

Corante	Composição	Período de utilização
Cochinilha (Ácido Carmínico)		Séc. XVI – presente
Garança (extraída da <i>Rubia tinctorum</i>)	Mistura de antraquinonas (substâncias fenólicas) entre as quais pode-se citar a alizarina, a purpurina e a pseudopurpurina.	Antiguidade – presente (substituída pela versão sintética)
Índigo (indigotina)		Antiguidade – presente (substituído pela versão sintética)

ANEXO 6 – Afinal, o que são ocres?

Seja nas mais antigas pinturas conhecidas da gruta de Chauvet Pond'Arc ou nas famosas cavernas de Lascaux e Altamira, a paleta de cores do homem que viveu nestes períodos restringiu-se a utilização de um número bastante limitado de cores, como o pigmento preto obtido da calcinação da madeira (constituído basicamente por Carbono, conhecido como negro de fumo), ossos e marfim (constituído por Carbono e $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ – fosfato de cálcio), chamado de negro de osso ou negro de marfim), fato que possibilitou sua datação através de C-14, além da comparação com artefatos encontrados na mesma camada geológica. Tons de vermelho, amarelo e marrom decorrentes dos minerais hematita ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), óxidos de manganês a partir da pirulósita (MnO_2 , negro de manganês), goetita ($\alpha\text{-FeOOH}$), além do branco obtido da argila micácea completam a lista, na qual poderiam constar também corantes orgânicos, mas, provavelmente, em decorrência das intempéries, estes não resistiram até os dias atuais. A água foi o veículo de aplicação e o pigmento podia ser pulverizado a partir da boca ou pintado sobre a superfície usando os dedos como escovas. A palavra "ocre" vem da palavra grega *Ochros*, que significa amarelo. A substância química responsável pela cor é o de óxido férrico monohidratado, $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, encontrado misturados com sílica e argila. A moagem e lavagem produzem o pigmento, que é, essencialmente, argila amarela, sendo o ocre vermelho produzido por aquecimento do amarelo para eliminar a água e produzir o óxido férrico anidro. Com controle do processo de aquecimento é possível produzir uma gama de amarelos quentes para o vermelho brilhante, este último encontrado naturalmente em regiões vulcânicas, onde a atividade térmica causou a desidratação naturalmente. São pigmentos de baixo custo, com boa capacidade de cobertura e sua cor tem excelente permanência, sendo utilizados desde a pré-história, por toda a Idade Média e Renascimento por artistas como Michelangelo e Rembrandt, chegando até os dias atuais.



Esquema de transformação mineralógica no processo de aquecimento de ocre

Alguns tipos de Ocres

- **Hematita** (Fe_2O_3) - é uma variedade mais avermelhada de óxido de ferro, e é o ingrediente principal de ocre vermelho. Quando a *limonita* é aquecida, torna-se mais avermelhada graças a perda de água, tornando-se o ocre vermelho ou *Siena queimado*.
- **Limonita** $\text{Fe}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (Hidróxido de ferro contendo 90,0% de Fe_2O_3 e 10,0 % de H_2O)- um mineralóide contendo hidróxido de ferro hidratado, é o principal ingrediente de todos os pigmentos de cor ocre. Também chamado ocre ouro (*Goldochre*);
- **Ocre roxo**, é idêntico ao ocre vermelho quimicamente, mas com um matiz diferente causado por diferentes propriedades de difração de luz associados com um maior tamanho médio de partícula;
- **Goetita** - $\alpha\text{-FeOOH}$ (Óxido de ferro hidratado contendo 90,0% de Fe_2O_3 e 10,0% de H_2O);
- **Siena** - contém limonita e uma pequena quantidade de óxido de manganês (menos do que cinco por cento), o que o torna mais escura do que ocre;
- **Umber** contém uma proporção maior de manganês (cinco a vinte por cento), de cor marrom escuro.

Ocres são não-tóxicos, e podem ser utilizados para obtenção de tinta óleo. Os ocres modernos muitas vezes são feitos com óxido de ferro sintético. Pigmentos que usam pigmentos ocre naturais são indicados pela sigla PY-43 (pigmento amarelo 43) no rótulo, seguindo o sistema Colour Index International.

ANEXO 7: A fantástica ciência do Antigo Egito

Conheça as maravilhas que o Antigo Egito deixou para o mundo e saiba por que o povo do Nilo era tão criativo.

Por Da Redação access_time 31 jul 2003, 22h00 - Atualizado em 31 out 2016, 18h47

Fonte: Revista Superinteressante

<http://super.abril.com.br/ciencia/a-fantastica-ciencia-do-antigo-egito/>

Acesso em

A herança deixada pelos faraós à humanidade vai muito além de pirâmides e sarcófagos dourados. Eles também nos legaram invenções sofisticadas e costumes curiosos que atravessaram os séculos e continuam vivos. Conheça todas as contribuições do povo do Nilo e descubra por que eles foram tão criativos, avançados e misteriosos



Na sala, pai e filho estão entretidos com jogos de tabuleiro e bebem cerveja em um final de tarde de domingo. A perna engessada de um deles não permitiu que fossem a uma cervejaria. No quintal, as crianças se divertem brincando de amarelinha e entre os cães de estimação que correm derredor. Em um dos quartos, duas adolescentes experimentam novos cosméticos e cremes hidratantes, enquanto conversam sobre métodos contraceptivos e o teste de gravidez que a mais velha fará no dia seguinte. No quarto principal, uma mulher divide seus pensamentos entre a contabilidade de sua padaria e o divórcio prestes a se concretizar. Para amenizar a dor de cabeça, ela toma um remédio à base de ácido acetilsalicílico, o princípio ativo da aspirina.

Se alguém perguntasse onde e quando essa cena aconteceu, a resposta poderia muito bem ser o Brasil ou os Estados Unidos há muito pouco tempo. Mas, por mais incrível que possa parecer, se alguém respondesse que a situação se deu no Egito no tempo dos faraós, estaria absolutamente certo. A chance de momentos como esses terem ocorrido durante o reinado de Tutancâmon ou Ramsés é praticamente tão grande quando no Ocidente do século 20.

Escondidos sob a mística de pirâmides e maldições de múmias, os avanços científicos e culturais dos povos do Antigo Egito costumam surpreender mesmo a quem se considera iniciado no assunto. Diversas descobertas atribuídas a europeus pós-Renascimento fizeram parte do cotidiano daqueles que viveram às margens do Nilo muitos séculos antes de Cristo. O histórico dessa lacuna científica é complexo, rende livros e mais livros. Mas o fato é que muitas coisas que se acredita serem méritos de um passado recente na verdade são muito, mas muito mais antigas que as nossas tataravós.

Da aspirina ao teste de gravidez

Uma das revelações mais impressionantes ao estudar a herança do Antigo Egito é seu desenvolvimento em medicina e farmacologia. Em *O Legado do Antigo Egito*, o egiptólogo Warren R. Dawson, da Universidade de Oxford, na Inglaterra, cita papiros médicos datados de até mais de 40 séculos atrás retratando procedimentos médicos e remédios usados até hoje por profissionais da área de saúde. Substâncias como óleo de rícino, ácido acetilsalicílico, própolis para cicatrização e anestésicos já eram conhecidas. Os documentos descrevem cirurgias delicadas, o engessamento de membros com ossos quebrados e todo o sistema circulatório do corpo humano.

Antônio Brancaglion, historiador do Museu Nacional do Rio de Janeiro e membro da Associação Internacional dos Egiptólogos, conta que o desenvolvimento da medicina foi motivado, principalmente, pela quebra de um mito em relação à violação do corpo humano. “*Outros povos da época, como sumérios e assírios, acreditavam que, se o corpo fosse aberto, a alma escaparia. É claro que isso sempre foi um impedimento para experimentos médicos*”, diz Antônio. Entre os egípcios, no entanto, deu-se justamente o oposto.

A religião dos faraós deu uma senhora ajuda às descobertas médicas. “*Eles acreditavam que para alcançar vida eterna a alma de seus mortos precisava de um corpo. Por isso, desenvolveram o que chamamos genericamente de mumificação*”, afirma.

A mumificação, na verdade, é um conjunto de procedimentos químicos e físicos que visava a preservação dos corpos (veja infográfico nas páginas 48 e 49). Esses processos exigiam a retirada cirúrgica de alguns órgãos internos, que eram separados uns dos outros. Em alguns casos, eles eram tratados e recolocados no lugar. Com isso, os egípcios passaram a conhecer o interior do corpo humano de uma forma inédita até então. Localizaram cada órgão e estudaram a relação entre eles. Embora estivessem errados em algumas de suas conclusões – eles acreditavam que o coração comandava nossos pensamentos – eles descobriram várias coisas que podiam ser aplicadas aos vivos.

Um dos melhores exemplos disso é o conhecimento sobre o sistema circulatório. O corpo de Ramsés II (1279 a 1212 a.C.) teve suas veias e artérias retiradas, mumificadas e recolocadas. O hábito de tomar o pulso

do paciente como forma de avaliar sua saúde é descrito no papiro Ebers, datado de 1550 a.C. *“O batimento cardíaco deve ser medido no pulso ou na garganta”*, dizia o antigo documento, certamente um dos primeiros livros de medicina do mundo. Essa é outra inovação egípcia. Eles anotavam tudo nos chamados papíros médicos (alguns desses documentos serão citados no decorrer desta reportagem). Segundo Dawson, o conhecimento médico até então considerado era sagrado e geralmente transmitido por tradições orais. Os registros eram raríssimos. No Egito, a intensa documentação sobre os procedimentos médicos permitiu que esse conhecimento fosse passado com maior exatidão – embora não menos sagrado.

O conhecimento da circulação sanguínea é responsável por um costume que persiste até hoje: o uso da aliança de casamento. Para os egípcios, do coração partiam veias que o ligavam diretamente a cada um dos membros. Na mão esquerda, essa veia terminava no dedo anular. Acreditando que o coração era o centro de tudo e que ele está ligeiramente deslocado para o lado esquerdo do peito, os casais passaram a colocar uma fita no dedo anular esquerdo como forma de prender o coração do amado. Com o passar do tempo, essa fita foi substituída por um aro de metal que, dependendo das posses do casal, poderia ser o ouro. Bonito, não?

A mumificação mudou muito nos mais de 3 mil anos em que foi praticada. Com ela, evoluiu também o conhecimento que tinham do cérebro. As primeiras descrições do processo indicam que o cérebro era retirado pelo nariz e jogado fora junto com o conteúdo dos intestinos dos mortos. Mas, com o tempo, os egípcios passaram a relacionar o funcionamento do órgão com a coordenação motora. Há descrições completas de procedimentos cirúrgicos intracranianos nos papíros do século 15 a.C. No entanto, só recentemente, em 2001, especialistas da Universidade de Chicago, Estados Unidos, que realizaram tomografias em ossadas encontradas em Saqqara, um dos sítios arqueológicos mais importantes do Egito, conseguiram demonstrar casos em que os crânios abertos cirurgicamente apresentavam indícios de cicatrização, o que leva a crer que o paciente sobreviveu à operação. E melhor: ele não deve nem ter sentido muita dor.

O uso de anestésicos era prática comum dos médicos da época. O professor da Universidade Federal do Rio de Janeiro (URFJ) Mário Curtis Giordani cita em seu livro *História da Antiguidade Oriental* um processo de adormecimento de partes do corpo feito com a utilização de uma mistura de pó de mármore e vinagre. Antônio Brancaglione destaca os anestésicos à base de opiáceos que eram ingeridos. Esses antecessores da morfina só voltaram a fazer parte dos procedimentos cirúrgicos cerca de três séculos atrás, na Europa. Os egípcios dominavam métodos avançados para amputação de membros e cauterização e davam pontos para fechar incisões. Acredita-se que foram os primeiros a utilizar essa técnica. Os médicos eram especializados como nos dias de hoje. Quem cuidava de fraturas não mexia com problemas de pele. A especialização incluiu o aparecimento dos odontólogos. Os dentistas já usavam brocas, drenavam abscessos e faziam próteses de ouro.

E, para quem pensa que a medicina egípcia era coisa para poucos, aí vai uma nova: os trabalhadores braçais – os mesmos que empurraram pedras monumentais para construir as pirâmides – possuíam uma espécie de plano de saúde. Escavações na Cidade dos Trabalhadores – um conjunto de casas encontrado na planície de Gizé, à sombra da grande pirâmide – revelaram múmias com até 4 500 anos que receberam tratamento médico. *“Eram pessoas comuns que se curaram e voltaram ao trabalho”*, afirma Zahi Hawass, diretor do Conselho Supremo de Antiguidades do Egito. *“Alguns corpos apresentavam marcas de fraturas consolidadas, membros amputados e até cirurgias cerebrais.”*

Outro avanço da medicina egípcia foram os métodos contraceptivos. A egiptóloga Margaret Marchiori Bakos, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, diz que a maioria deles consistia na aplicação de emplastos espermicidas na vagina. O papiro Ebers relata que *“para permitir à mulher cessar de conceber por um, dois ou três anos: partes iguais de acácia, caroba e tâmaras; moer junto com um henu de mel, um emplastro é molhado nele e colocado em sua carne.”* Um “henu” equivale a cerca de 450 mililitros. *“A acácia continha goma arábica, que com a fermentação e a dissolução em água resulta em ácido lático, ainda hoje utilizado em algumas geleias contraceptivas. O mel, que também aparece no papiro Kahun, pode ter tido alguma eficácia. Seu efeito tende a diminuir a mobilidade do espermatozoide”*, diz Margaret.

Quando havia suspeita de gravidez eram feitos testes com a urina. *“A mulher urinava em um recipiente em que havia uma variedade de cevada. Se ela germinasse, a gravidez estava confirmada”*, diz Antônio Brancaglione. Para o especialista, independentemente do percentual de acertos, o mais notável é o conhecimento da relação entre a composição da urina e a gravidez.

Circunavegação da África e controle de cheias

A medicina não foi a única ciência em que os egípcios se desenvolveram. Eles foram engenheiros notáveis em química, construção civil, naval e hidráulica. *“Nem sempre é possível afirmar que tenham sido precursores nesta ou naquela descoberta”*, afirma Antônio, *“pois a pesquisa nunca termina. Baseando-se no que se encontrou até hoje, dá para concluir que eles foram os primeiros em diversas tecnologias”*.

Na navegação, há fortes indícios de que alguns dos louros atribuídos aos fenícios precisam ser divididos com os egípcios. A vela mais antiga de que se tem notícia, por exemplo, é egípcia e foi encontrada dobrada dentro de uma múmia em Tebas, de cerca de 1000 a.C. Os mais antigos modelos de barcos a vela dos

fenícios de Tiro e Cartago datam do século 8 a.C. Os egípcios foram os primeiros a projetar barcos pensando previamente no destino que eles teriam. Modelos militares eram diferentes dos cargueiros, que por sua vez não se pareciam com os utilizados para lazer ou cerimônias religiosas. Eles criaram os melhores barcos militares e a frota mais veloz. A chamada nau de Quéops, com 47 metros de comprimento e datada da Quarta Dinastia (2589 a 2566 a.C.), é a mais antiga embarcação desse porte encontrada até hoje. Num barco ainda maior, durante o governo do Necho II (610 a 595 a.C.), eles já haviam realizado a circunavegação da África.

Quem acredita que o primeiro navegador a dobrar o cabo das Tormentas, no sul da África, foi o português Bartolomeu Dias, em 1488, precisa rever seus conceitos.

Os armadores egípcios conheciam as propriedades de expansão da madeira, rigidez e durabilidade. Tais conhecimentos eram vitais na construção de embarcações capazes de sustentar blocos de pedras com mais de 80 toneladas. *“O grande mistério da engenharia naval do Antigo Egito não é como os barcos aguentavam tanto peso, mas de que forma as pedras eram colocadas neles. Há diversas suposições, que vão da construção de diques secos até afundamento dos barcos para posterior emergência, no caso de cargas menores”,* diz Antônio Brancaglioni. Até agora não foram encontrados registros sobre como eles colocavam uma rocha de 80 toneladas numa balsa sem que ela adernasse durante a operação. Mas que eles conseguiam, conseguiam.

Um dos feitos mais impressionantes dos engenheiros do Antigo Egito foi a construção de um antecessor do atual Canal de Suez. *“Em aproximadamente 2500 a.C. os egípcios construíram uma eficiente passagem ligando o mar Vermelho ao Mediterrâneo, como os europeus vieram a fazer em 1869”.*

O Nilo, artéria que era a própria vida do Antigo Egito, desde os primeiros povos que se instalaram na região, cerca de 5500 a.C, foi também uma importante fonte de pesquisa e avanços científicos. Os egípcios sabiam da importância do rio como via de transporte e de sua relação com a preservação e manutenção das terras férteis ao longo do vale. As cheias eram vistas como benéficas pelos egípcios e não como uma vingança dos deuses, como na Mesopotâmia. O livro do professor Mário Giordani mostra o uso de instrumentos para medir a variação das cheias (nilômetros), relata os conhecimentos sobre fertilizantes naturais, como esterco, o trabalho das minhocas e a própria lama do Nilo, que era transportada para áreas a princípio estéreis. Foram os primeiros também a utilizar o arado manual.

Por volta de 2300 a.C. eles já aplicavam técnicas de irrigação artificial, por meio de canais com vazão controlada. Criaram um sistema de bombeamento de água chamado shaduf. Consistia em um processo elevatório que levava a água até locais naturalmente não inundados, para aumentar a área produtiva. O shaduf é usado até hoje, principalmente no bombeamento de pequenas quantidades de água ou situações em que o custo da implantação de sistema automático não é compensador. A roda para bombear água movida a tração animal também vem do Egito, no tempo dos romanos, entre 30 a.C. e 395 d.C.

Greves e telhado de vidro

Na construção civil, os egípcios foram grandes mestres. Construções como as grandes pirâmides, a esfinge e as estátuas no Vale dos Reis estão entre as estruturas mais belas e requintadas da Antiguidade, mas os exemplos do impressionante uso da pedra, da marcenaria e da fabricação do vidro estão por todo o Egito. E, mais uma vez, o modo de vida e a religião estão diretamente ligados ao desenvolvimento de técnicas de construção. *“Os egípcios queriam durar para sempre e isso fazia parte de vários aspectos de sua cultura. Seus templos eram construídos com a expectativa de serem eternos. As paredes de pedra serviam, ainda, como suporte para sua história, seu contato com o passado”,* diz Antônio Brancaglioni.

Os egípcios são considerados precursores do uso de pedras para obras em larga escala. Os primeiros registros datam de quase 5 mil anos atrás. Na Terceira Dinastia, por volta de 2700 a.C., já se cortavam pedras no tamanho e no formato dos tijolos atuais. As construções em rocha e a precisão nos cortes mostram os conhecimentos geológicos avançados dessa civilização. Eles já sabiam que a dureza das rochas variava conforme sua composição mineralógica e que elas tinham pontos frágeis em sua estrutura, por meio dos quais se aplicavam as técnicas de corte. Nas fissuras eram introduzidos instrumentos de madeira, posteriormente molhados. Expandidos, eles forçavam a quebra da rocha no ponto desejado. Os egípcios criaram também os primeiros serrotes de metal. Eram utilizados em rochas menos duras, como o calcário.

Desenvolveram técnicas de polimento com areia e modernas formas de encaixe, tanto da madeira quanto da pedra. *“Recortes tipo macho e fêmea vieram daí”,* afirma Antônio. *“O pó que sobrava do corte e polimento das rochas era misturado a cal, gesso e água, formando uma massa usada para tapar buracos ou corrigir irregularidades nas paredes: um antepassado do cimento”.* Ainda na construção civil, os discípulos dos faraós foram os primeiros a estudar profundamente o solo para a colocação de fundações e a construir sistemas de calhas para escoamento da água da chuva.

A estrutura de dutos e calhas também era montada no campo, para evitar deslizamentos de terra e inundação de áreas férteis pela chuva que escorria das encostas. A primeira barragem pluvial de que se tem notícia data do final da Segunda Dinastia (2750 a.C.). Tinha 10 metros de altura e 1,5 quilômetro de extensão.

Cedeu numa tempestade quando estava em fase final de construção. A engenharia egípcia também foi a primeira a utilizar réguas, esquadros e prumos. Eles foram os inventores do vidro moldado, processo ainda presente em alguns setores da fabricação de vidro opaco. A técnica do sopro foi desenvolvida posteriormente na Mesopotâmia. A base da tecnologia da fundição do bronze e de outros metais no mundo todo também veio do Antigo Egito.

Os egípcios eram caprichosos joalheiros e marceneiros. A técnica de solda e montagem de joias é a mesma dos tempos atuais e, na marcenaria, se destacaram pelos detalhes no entalhamento dos móveis e modernidade dos projetos. Já produziam móveis dobráveis e foram os precursores das camas com estrado. *“Os egípcios de classes mais altas foram os primeiros a dormir em camas de madeira com estrado”*, conta o especialista do Museu Nacional.

Com tanto trabalho por fazer, era natural que as primeiras organizações entre os operadores dessa incrível máquina de construir se formassem por ali. O Antigo Egito foi palco das mais antigas greves de que se tem notícia. O registro mais remoto de uma paralisação desse tipo aconteceu no Novo Império (entre 1570 e 1070 a.C.), durante o reinado de Ramsés III. Os operários da construção de um templo decidiram cruzar os braços por não receber no prazo combinado comida, roupas e maquiagem que usavam para trabalhar. O sacerdote tentou negociar com os grevistas, mas o patrão, ou melhor, o faraó não cumpriu a promessa. Só o fez dois meses depois, quando os operários não apenas cruzaram os braços novamente, mas também ocuparam o templo que estavam construindo.

Se por um lado fizeram greves, por outro criaram técnicas de policiamento utilizadas até hoje, como o uso dos animais na captura de malfeitores. Há registros de policiais fazendo patrulhamento acompanhados por macacos e cenas de babuínos pegando ladrões em mercados.

Azul do céu e das tintas sintéticas

“Nem sempre os egípcios foram inventores desta ou daquela tecnologia. Muita coisa feita por outros povos eles aperfeiçoaram”, diz Antônio Brancaglion. Seu papel no mundo antigo não era o de produtor de matéria-prima, mas o de transformador de tecnologia e exportador. *“Poderia ser comparado aos Estados Unidos de hoje, um grande centro de pesquisa e comércio internacional”*.

A criação da cerveja, por exemplo, costuma ser atribuída a eles, mas os mesopotâmicos também conheciam o método de fermentação e fabricavam bebida semelhante. *“Só que ninguém se aperfeiçoou tanto nos aromas e na variedade de sabores como os egípcios. O que possivelmente tenha sido ideia deles foram as grandes cervejarias, aonde as pessoas iam para beber e conversar já em 1500 a.C. A indústria da panificação também vem dos egípcios, bem como a adição de frutas e temperos aos pães”*, afirma o professor.

Além de estudiosos da Terra, os egípcios gostavam de desvendar os mistérios do céu. O mapeamento celeste foi feito por egípcios e mesopotâmicos. Aos egípcios coube o reconhecimento das estrelas para contar as horas de noite e a montagem do primeiro calendário solar, com 365 dias em 12 meses. Foram eles também que dividiram o dia em 24 horas, 12 para a noite e 12 para o dia. Identificaram planetas como Vênus e Marte e estrelas como Sirius e Órion e localizaram o norte pelo posicionamento das estrelas.

Os egípcios foram químicos valiosos. Pioneiros na indústria de perfumes e excelentes técnicos na área de cosméticos – a maquiagem tinha uma grande importância para a saúde, pois sua composição protegia a pele dos efeitos do sol –, eles foram os primeiros a fabricar uma tinta sintética. “Os artistas usavam tintas com base mineral em vez de vegetal, como faziam outros povos. O branco vinha da cal, o amarelo do ferro, o preto do carvão e assim por diante. Muita gente pensa que o azul vinha do lápis-lazúli moído, o que não é verdade. Essa rocha gera pó branco e não azul. Para chegar ao azul eles misturavam óxidos de cobre e cobalto com bicarbonatos de sódio e cálcio e fundiam a mais de 700 graus Celsius. Essa fusão resultava em uma pedra azul que era moída e misturada com um aglutinante natural, como clara de ovo ou goma arábica, e virava uma espécie de guache”, diz o estudioso. Os vernizes criados naquela época à base de damar, uma resina vegetal, são utilizados até hoje. Eles conheciam o betume e usavam uma espécie de piche como selante.

Instrumentos como harpa, flauta, trombeta de metal, oboé e dois tipos de alaúdes, o menor com um som parecido ao do violino, também são originários da terra dos faraós, bem como jogos de tabuleiro e brincadeiras infantis como cabra-cega e amarelinha. Com toda essa herança, por mais que a origem de cada um de nós não passe nem perto das etnias do Antigo Egito, essa civilização faz parte dos nossos hábitos e costumes.

Eles queriam ser eternos. Ordenaram todas as suas energias, corações e mentes para isso. Construíram seus templos de pedra, onde gravavam suas memórias nas paredes, mumificavam os mortos para que seus corpos vivessem até a eternidade e, assim, desenvolveram a ciência, a arte e os costumes. Não resta dúvida: eles conseguiram.

ANEXO 8: O Químico de Tutancâmon

Alfred Lucas (nascido em Manchester em 1867 - morreu em 1945) foi um químico britânico que trabalhou para o Serviço Egípcio de Antiguidades entre 1923 e 1932. Por nove temporadas, ele trabalhou com Howard Carter, descobridor da tumba de Tutancâmon, e analisou os diferentes materiais encontrados. Este foi o primeiro caso de integração de um químico em uma expedição arqueológica. Carter estimou que, sem medidas de conservação, apenas 10% do material encontrado poderia ser exposto. Lucas estudou, analisou e propôs técnicas de preservação a quase todos os objetos descobertos para atravessar os anos e, para ser exposto na coleção Tutancâmon no museu do Cairo.



Alfred Lucas trabalhando na Tumba de Tutancâmon

Lucas é o responsável por uma das maiores contribuições para o estudo dos materiais usados pelos egípcios na Antiguidade. Essa compilação foi feita em 1926 e constitui o célebre livro *Ancient Egyptian Materials and Industries*, que John Richard Harris reviu e ampliou em sucessivas edições, a última das quais (em 1962) compreende os resultados de estudos elaborados até ao fim de 1960. Este livro adquiriu uma importância de tal modo que ainda hoje, passados quase 60 anos, é uma referência fundamental para os investigadores envolvidos no estudo das tecnologias do Antigo Egito.

ANEXO 9: Obtención del pigmento azul egipcio siguiendo la receta de Marcus Vitruvius Pollio descrita en su libro *De Architectura* (siglo I a.C.)

Obtención del pigmento azul egipcio siguiendo la receta de Marcus Vitruvius Pollio descrita en su libro *De Architectura* (siglo I a.C.)

Antonio J. Criado Portal,¹ Laura García Sánchez,^{1*} Fernando Penco Valenzuela,¹ A. Javier Criado Martín,¹ Juan A. Martínez García,¹ Jorge Chamón Fernández,¹ Christian Dietz²

Resumen: En este artículo se describe la síntesis de un hermoso pigmento, el azul egipcio, siguiendo los datos aportados por la receta de Marcus Vitruvius Pollio descrita en su libro *De Architectura* (siglo I a.C.), y demostrando así su autenticidad científica e histórica.

Palabras clave: Azul Egipcio, Cuprorivaite, Pigmentos, Materiales Antiguos Egipcios.

Abstract: In this article we describe the preparation of a beautiful pigment, Egyptian blue, synthesized following the procedure provided by Marcus Vitruvius Pollio and described in his book *De Architectura* (I b.C. century), thus demonstrating its scientific and historical authenticity.

Keywords: Egyptian Blue, Cuprorivaite, Pigments, Ancient Egyptian Materials.

Introducción

El azul egipcio es el primer pigmento de color sintetizado por la Humanidad. Se trata de un filosilicato de calcio y cobre ($\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$), que en su forma natural es el muy escaso mineral cuprorivaite¹⁻⁷ de un hermoso color azul intenso.

Es muy resistente a los agentes atmosféricos y contaminantes medioambientales y, también, a ácidos y álcalis.^{8,9} De ahí que se haya usado desde el Antiguo Egipto y Mesopotamia, alrededor del 3.000 a.C.,^{9,10} hasta el final del Imperio Romano.^{11,13}

Este pigmento azul, convenientemente triturado, puede ser empleado, muy favorablemente, en técnicas como: al fresco, a la cal, al temple con aceite de linaza y huevo, al temple con sustancias resinosas, al temple con goma arábiga y clara de huevo sobre yeso, etc. Sin embargo, pierde totalmente su bella tonalidad azul, al ser triturado muy finamente y utilizado con aglutinantes oleosos como el aceite de linaza, de adormideras, etc., con lo que en la técnica de pintura al óleo no se ha utilizado nunca.^{14,15}

Numerosos investigadores han propuesto distintas recetas para la obtención del azul egipcio,^{4,6,7,16} y todas las propuestas coinciden, más o menos, en los materiales de partida y

en el tiempo y temperatura de calentamiento de la mezcla para sintetizar el pigmento. Sin embargo, ninguno de los autores parece haberlo fabricado, ya que no proponen datos fundamentales de la preparación de la mezcla y su manipulación antes del calentamiento, algo que es muy importante para el éxito o el fracaso de la síntesis del pigmento. En esta publicación se presentan algunas de las mezclas que hemos ensayado; así como el modo de operación para obtener el azul egipcio. Nuestras mezclas se basan en sustancias minerales muy asequibles a los artesanos antiguos que fabricaban este pigmento azul. Además, exponemos la manera de preparar la mezcla para obtener un resultado positivo.

De todas formas, nuestro objetivo principal fue comprobar que la receta que describe el ingeniero y arquitecto militar romano, a las órdenes de César y, posteriormente, de Octavio Augusto, Vitruvius Pollio (en español Marco Vitruvio Polión y, abreviado, Vitruvio) (siglo I a.C.), en su libro *De Architectura*, es una manera exitosa de obtener el azul egipcio. Y es que en la literatura internacional, anteriormente citada, se dice directamente que la receta de Vitruvio a este efecto, está descrita a partir de noticias y comentarios; pero que él nunca vio fabricar el azul egipcio. Juzgan que le falta un ingrediente básico, como es la cal (aportadora de calcio) y como fuente de adición del catión cobre, comentan el empleo de limaduras de bronce de Chipre. Esto significa, para todos los autores, que Vitruvio nunca vio fabricar el azul egipcio en la ciudad de Alejandría (Egipto), como él mismo escribe en su magna obra *De Architectura*; ya que le falta un ingrediente, la cal y añade algo equivocado como es el bronce (aleación CuSn).

Nuestro trabajo viene a demostrar la autenticidad de la receta de Vitruvio, por razones científicas e históricas que se comentarán y, también, porque se ha conseguido un hermoso pigmento de azul egipcio, siguiendo los datos aportados en su receta.

Los productos obtenidos, en los ensayos de laboratorio, han sido identificados mediante Difracción de Rayos-X.

Finalmente, la fórmula magistral, que él propone, en su libro *De Architectura* (libro VII, 11), en los párrafos dedicados a pigmentos "Del azul y el amarillo", y que vio llevar a cabo en Alejandría, para obtener el hermoso pigmento azul, es la siguiente:

"...se tritura arena con flor de sal mineral, formando una mezcla tan fina como la harina, se revuelve con bronce



A. J. Criado Portal¹



L. García Sánchez²

¹ Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid. Avda. de la Complutense s/n, 28040 Madrid (España). C-e: gslaura@quim.ucm.es

² Centro de Arqueometría y Análisis Arqueológico. Facultad de Geografía e Historia. Universidad Complutense de Madrid. Avda. de la Complutense s/n, 28040 Madrid (España).

Recibido: 27/02/2010. Aceptado: 01/02/2011.

de Chipre, limado a partir de gruesas láminas, hasta que se forme una masa compacta; después, frotando las manos se van haciendo unas pelotitas que, una vez bien apretadas, se pondrán a secar. Cuando estén perfectamente secas, se colocan en una orza de barro, que introduciremos dentro de un horno; una vez se haya secado conjuntamente el metal y la arena, gracias a la elevada temperatura del fuego, se produce un intercambio de sus propios vapores con la consiguiente eliminación de sus propiedades.

A causa de la fuerza del fuego, se consumen sus características originales y adquieren un color azul”.

Sustancias necesarias y modo de operación para obtener el azul egipcio

Para la preparación del azul egipcio se han empleado las recetas propuestas por la literatura internacional.^{4,6,7,16} Las sustancias químicas de partida para los experimentos de laboratorio, son las siguientes:

- Cuarzo.
- Silicato de calcio.
- Carbonato de calcio.
- Óxido de cobre (I).
- Carbonato básico de cobre (malaquita).
- Limaduras finas de bronce y cobre.
- Carbonato sódico.
- Bronce (Cu-4Sn).
- Arena del Desierto de Egipto.

En la Tabla 1, se exponen las diferentes sustancias y proporciones propuestas por la literatura internacional, y algunas de nuestras hipótesis sobre el tema. Pretendíamos conocer la fiabilidad de esas recetas y los procesos adecuados para conseguir el pigmento. Después de estos experimentos vendrían los dirigidos a la comprobación de la veracidad de lo comentado por Vitruvio en su libro “De Architectura”.

Tabla 1. Mezclas de reactivos empleadas para la síntesis del pigmento, a la temperatura de 850 °C durante 24 horas, así como el color obtenido en cada una de ellas.

MUESTRAS	REACTIVOS (equivalentes en masa)						COLOR
	CaCO ₃	Na ₂ CO ₃	SiO ₂	CuCO ₃ · Cu(OH) ₂	CaSiO ₃	Cu ₂ O	
1*	1	0,5	4	0,5	-	-	verde
2	-	0,5	4	-	1	0,5	azul
3*	1	0,5	4	0,5	-	-	verde
4	-	0,5	4	-	1	0,5	azul
5	-	0,5	4	-	1	0,5	azul
6	-	0,5	4	-	1	0,25	azul
7*	1	0,5	4	0,5	-	-	azul verdoso
8	-	0,5	4	-	1	0,5	verdoso
9	-	1,5	4	-	1	0,5	azul verdoso

* Recetas de la literatura internacional, 6, 8, 9, respectivamente.



Figura 1. Imágenes en las que se observa el aspecto de la mezcla antes (izquierda) y después (derecha) del proceso de trituración y homogeneización.

Después de pesadas en una balanza de precisión las cantidades adecuadas, se pasó al proceso de trituración y mezcla en un mortero de porcelana (Figura 1).

La molienda debe ser extremadamente fina, como propone Vitruvio en su receta, y la mezcla se va produciendo durante esta trituración, hasta conseguir una mezcla muy homogénea y, de tamaños de partícula extremadamente finos.

A continuación, viene la operación de llenado del crisol y compactación. Se debe presionar fuertemente la mezcla dentro del crisol, para conseguir la máxima compactación posible.

Finalmente, se introduce el crisol en el horno, que debe estar a 850 °C y se deja en él 24 horas.

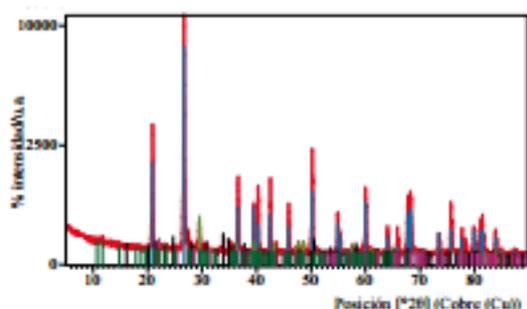
Transcurrido ese tiempo, se apaga el horno y se deja enfriar el crisol dentro de él. Al cabo de 6 horas, se saca el crisol del horno, y se vuelca; apareciendo un agregado de finos cristales de un rutilante y llamativo azul egipcio (Figura 2).



Figura 2. Imágenes en las que se muestra el estado final del pigmento obtenido, de un intenso color azul.

Obtención del pigmento azul egipcio según Marcus Vitruvius Pollio

Para obtener el pigmento azul egipcio, tuvimos que utilizar dos sustancias que no están en las propuestas de la literatura internacional y que, además, son tenidas por graves errores en la formulación de Vitruvio: el bronce y la arena del desierto. Si bien en algunas recetas propuestas aparece la arena del desierto, se pone el acento en la falta de cal. El bronce utilizado por nosotros ha sido del 10 % de estaño en masa (Cu-10%Sn);¹⁷ de igual composición a la mayoría de los bronceos chipriotas.¹⁷ Para que funcionase la receta del ingeniero y arquitecto romano, era necesario que en la arena del desierto de Egipto hubiese presencia de caliza. La muestra se tomó de los alrededores de Alejandría, a diferentes profundidades, y se molió en mortero



Compuesto	Factor	Fórmula química
Cuarzo	0,761	SiO ₂
Carbonato de calcio y magnesio	0,034	(Mg _{0,001} Ca _{0,999})(CO ₃)
Silicato de calcio y magnesio	0,013	CaMgSiO ₄
Óxido de silicio	0,017	SiO ₂
Cristobalita	0,007	SiO ₂
Silicato carbonato de calcio hidratado	0,031	Ca ₂ (Si ₂ O ₇)(CO ₃)·2H ₂ O

Figura 3. Identificación de la arena del desierto de Egipto, mediante Difracción de Rayos-X.

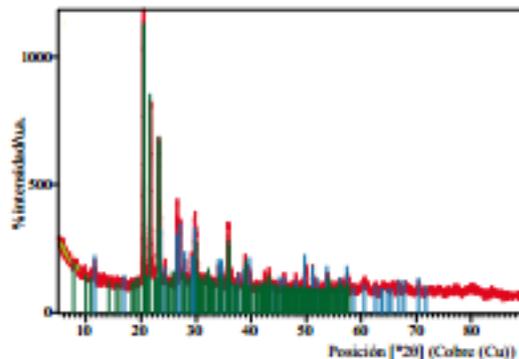
de forma exhaustiva, hasta obtener un polvo muy fino, como requiere la receta histórica de Vitruvio.

Se analizó mediante Difracción de Rayos-X y análisis físico-químico; obteniéndose unos resultados muy interesantes para la validación de la receta del arquitecto romano (Figuras 3 y 4).

El carbonato de calcio estaba presente en las cantidades necesarias. No es de extrañar el resultado si se tiene presente que la arena del desierto de Egipto debe su composición química al resultado de la erosión de las montañas y rocas del lugar. El Egipto actual se formó durante el Eoceno, que comenzó hace 54 millones de años y finalizó hace 40 millones de años. Las rocas del Valle de los Reyes y del Valle de las Reinas y, todo el entorno egipcio, es de roca caliza formada por un cocolito (microfósiles de muy pequeño tamaño, ≤ 2 micras, de CaCO₃) muy característico y buen trazador de este periodo geológico (Eoceno). Con un clima de subtropical a cálido, el Sáhara egipcio era un mar de poca profundidad perteneciente al océano de Thetis. Por tanto, el suelo egipcio es de rocas calizas microfósilíferas formadas por esqueletos fósiles del cocolito *Gephyrocapsa* Oceánica.

DETERMINACIONES	UNIDADES	Arena Desierto de Egipto (profundidad en cm)		
		0-20	20-40	40-60
ARENA	% en masa	85,4	84,1	86,1
LIMO	% en masa	12,7	14,25	12,1
ARCILLA	% en masa	1,9	1,65	1,8
ARENA DESIERTO	Carbonatos % en masa	15	16,8	5,3
	Cloruros ppm	200	300	700

Figura 4. Análisis físico-químico de la arena del desierto de Egipto, a diferentes profundidades.



Compuesto	Factor de escala	Fórmula química
Cuprorivaite	0,181	Cu ₂ Cu+2Si ₂ O ₇
Óxido de silicio	0,809	SiO ₂

Figura 5. Identificación del pigmento sintetizado de azul egipcio, mediante Difracción de Rayos-X.

Resultados de los experimentos de laboratorio

Antes de ensayar la receta de Vitruvio, se valoraron los resultados obtenidos con las diversas mezclas de sustancias químicas con el objeto de comprobar las propuestas de otros autores^{4,6,7,16} y muestras propias hipótesis personales. En todos los casos el resultado fue positivo; obteniéndose el azul egipcio.

Identificado el pigmento mediante difracción de Rayos-X (Figura 5), comparamos las mezclas realizadas (Tabla 1), analizando las cantidades y condiciones de trabajo empleadas.

Las muestras que presentan, como reactivos de partida, óxido de cobre y silicato de calcio conducen, en todos los casos, a la identificación del cuprorivaite mediante la difracción de Rayos-X. Todos ellos exhiben un color azul, más o menos intenso, incluso, en alguna ocasión, una tonalidad predominantemente verdosa. Estas diferencias de tonalidades se deben a las proporciones empleadas en los reactivos de partida; comprobándose que a menor proporción de cobre, más tiende al color azul y menos al verde. Las condiciones empleadas (850 °C, 24 horas) han sido iguales para todos.

Es muy importante para obtener la tonalidad azul del pigmento, la molienda muy fina, una mezcla homogénea y una buena compactación en el crisol.

Otro aspecto importante en la síntesis del pigmento es la presencia del fundente, de forma que en ausencia de este lo que ocurre es una calcinación de la mezcla de partida, sin posibilidad de reaccionar.

Experimentación de la receta de Marcus Vitruvius Pollio

La receta de Vitruvio se ha respetado de forma escrupulosa; añadiendo los ingredientes que él señala, y usando como fuente de cobre el bronce de estaño al 10 % en masa y, como fuente de silice (cuarzo) y de cal, la arena del desierto

por él propuesta. El resultado fue muy favorable, obteniéndose un bello azul egipcio. La utilización del bronce para la fabricación del azul egipcio era en Egipto, en la época de Vitruvio, una tradición milenaria; ya que parece estar aceptado, en la actualidad, por todos los investigadores del tema, que desde el periodo de Ramsés II (Dinastía XIX, siglo XIII a.C.), hubo un cambio en la técnica de preparación del azul egipcio. Se sustituyeron sustancias como la malaquita, azurita, cuprita, etc; como fuentes del elemento cobre, por el bronce, ya que se dejaron de explotar las menas de estos minerales y se primó el comercio del cobre, estaño y bronce procedentes de Asiria y del Mediterráneo Oriental.^{3,4,6,7,13,17} Estos autores, han encontrado estaño en los azules egipcios examinados desde esa época.

Se partió de las mismas sustancias descritas por Vitruvio: arena (Desierto Egipcio), sal mineral (carbonato sódico (fundente), bronce de Chipre (Cu-10%Sn), y su preparación fue semejante; aunque en nuestro caso utilizamos el bronce de estaño (Bronce de Chipre), haciéndolo virutas con una cola fina de ratón (lima muy fina de acero muy duro) y se compactó en el mismo crisol, que también sustituyó a la orza a la hora de introducir la mezcla en el horno.

Se calentó durante 24 horas a 850 °C y se dejó enfriar en el horno, obteniéndose un pigmento cristalino granular de un hermoso color azul (Figura 2).

Después de estos experimentos la antigua receta de Vitruvio queda validada, pudiéndose interpretar de la siguiente manera:

".....se tritura arena –arena del desierto: cuarzo y cal– con flor de sal mineral –fundente: carbonato sódico natural de los yacimientos egipcios próximos a Alejandria–, formando una mezcla tan fina como la harina –tamaño de partícula muy fina–, se revuelve con bronce de Chipre– aleación Cu-10 %Sn–, limado a partir de gruesas láminas –barras de bronce–, hasta que se forme una masa compacta –mezcla homogénea humedecida–; después, frotando las manos se van haciendo unas pelotitas que, una vez bien apretadas –buena compactación en el crisol, en nuestro caso–, se pondrán a secar –la mezcla se humedeció con agua para conseguir una buena homogeneidad y una buena compactación–. Cuando estén perfectamente secas –para que no estallen en el horno–, se colocan en una orza de barro –crisol refractario–, que introduciremos dentro de un horno –horno eléctrico en nuestro caso–; una vez se haya secado conjuntamente el metal y la arena, gracias a la elevada temperatura del fuego –850 °C durante 24 horas–, se produce un intercambio de sus propios vapores –reacción química entre los componentes de la mezcla– con la consiguiente eliminación de sus propiedades. A causa de la fuerza del fuego, se consumen sus características originales y adquieren un color azul –el pigmento azul egipcio: filosilicato de cobre y calcio–".

Resumen

Después de examinadas y experimentadas las recetas propuestas por la bibliografía internacional y, otras muestras, hemos podido comprobar que para que resulten exitosas se deben cuidar las siguientes operaciones:

- Molienda muy fina.
- Mezcla homogénea.
- Compactación en crisol.

La temperatura debe ser, en todos los casos, de 850 °C y, la duración del calentamiento, 24 horas; dejando enfriar el crisol en el horno. Temperaturas más elevadas conducen a la obtención de una "frita" (esmalte) y tiempos más cortos no completan la reacción.

Después de estos experimentos, la receta de Marcus Vitruvius Pollio, queda completamente validada; ya que la arena del desierto lleva suficiente cal para aportar el calcio necesario y el bronce, aporta el cobre necesario para que se produzca el pigmento azul. La presencia de estaño en el producto final está refrendado por los análisis químicos realizados a este pigmento, desde la Dinastía XIX, hasta la existencia del ingeniero y arquitecto romano.

Agradecimientos

Nuestro más sincero agradecimiento a Alfonso Rodríguez y Eugenio Baldonado, del CAI de Microscopía Electrónica (Luis Bru) y a Julián Velázquez, del CAI de Difracción de Rayos-X, ambos de la Universidad Complutense de Madrid.

Bibliografía

1. G. Acorsi, G. Verri, M. Bolognesi, N. Amaroli, C. Clementi, C. Millani, A. Romani, *Chem. Commun.*, 2009, 3392–3394.
2. J. Riederer en *Egyptian Blue. Artists Pigments: a Handbook of their History and Characteristic*, volume 3, (E. West Fitzhug ed. Oxford University Press), Oxford, 1997, pp. 23–45.
3. W. T. Chase, *Science and Archaeology*, edited by R. H. Brill. Cambridge: MIT Press, 1971, 80–90.
4. G. Bayer, H. G. Wiedemann, *Sandoz-Bulletin* 1976, 40, 20–39.
5. J. Baines, *American Anthropologist* 1985, 87, 282–297.
6. G. Bayer, H. G. Wiedemann, *Naturwissenschaften* 1975, 62, 181–182.
7. H. Jaksch, W. Seipel, K. L. Weiner, A. E. Gorexy, *Naturwissenschaften*, 1983, 70, 525–535.
8. M. S. Tite, M. Binson, M. R. Cowell en *Technological Examination of Egyptian Blue*, In *Archaeological Chemistry III*, edited by J. B. Lambert. Washington, D. C.: American Chemical Society, 1984, pp. 215–242.
9. P. Horne, *Expedition*, 1998, 40, 4–11.
10. L. Stodulski, E. Farrell, R. Newman, *Studies in Conservation*, 1984, 29, 143–154.
11. J. M. Roman, E. Navas, *Arqueología y Territorio* 2006, 170.
12. J. Juan-Tresserras, *Complutum II*, Universidad Complutense de Madrid (Madrid), 2000, 245–252.
13. R. Weatherhead, A. Buckley: *"Artist" Pigments from Amarna*. B. Kemp (Ed.), *Amarna Reports V*. London: Egypt Exploration Society, 1989, pp. 202–239.
14. B. Gineau en *Albores de la belleza. La pintura romana antigua. Colores y técnicas*, (Ars Latina Ed.), París, 1995, pp. 499–516.
15. M. Doerner en *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*, (Edit. Reverté, S.A.), Barcelona, 1975, pp. 236–261.
16. P. Bianchetti, F. Talarico, M. G. Vigliano, M. Fuad Ali, *Journal of Cultural Heritage*, 2000, 1, 179–183.
17. J. P. Mothen en *Metallurgia Prehistórica*, (Edit. Masson, S.A.), Barcelona, 1992, pp. 135–165.

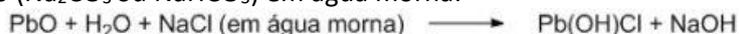
ANEXO 10 – A química medicinal de cosméticos egípcios

http://scienceblogs.com.br/quimicaviva/2010/01/a_quimica_medicinal_de_cosmeti/

O uso de maquiagem no antigo Egito é bem conhecido, tendo sido retratado em mulheres nas obras artísticas, como pinturas e estátuas. Razões estéticas, religiosas e propriedades terapêuticas justificavam o uso de diferentes tipos de cosméticos, que eram particularmente importantes em cerimônias religiosas. Relatos indicam que a rainha Nefertiti utilizava pinturas faciais para ser protegida por Horus e Ra contra diversas doenças. A análise por microscopia eletrônica de varredura e por difração de raios-X quantitativa de tinturas utilizadas em cosméticos, obtidos a partir de peças do Museu Louvre (Paris), mostrou que a formulação de tais tinturas era baseada em sais de chumbo: galena (PbS, sulfeto de chumbo) para coloração escura e também na formulação de gloss para os lábios, além de três tinturas brancas à base de cerusita (PbCO₃, carbonato de chumbo), fosgenita (Pb₂Cl₂CO₃) e laurionita ([Pb(OH)Cl]).



Segundo pesquisadores franceses, a ocorrência de substâncias à base de chumbo no Egito antigo é surpreendente, uma vez que este metal é pouco abundante naquela região. Porém, textos de autores romanos do século I d.C., como Plínio, o Velho, e Dioscórides, indicam que tais substâncias eram SINTETIZADAS pelos egípcios por suas propriedades medicinais. Por exemplo, Dioscórides afirma que “tais substâncias são bons remédios para os olhos e cicatrizes, para faces enrugadas e com manchas”. O mesmo autor forneceu descrições detalhadas de como tais substâncias eram sintetizadas em quantidade, uma vez que parte considerável da população as utilizava. O processo de síntese era delicado, uma vez que devia ser realizado com ajustes de pH para evitar que substâncias secundárias (indesejadas) se formassem. Os egípcios agitavam energicamente óxido de chumbo, PbO, na presença de sal de cozinha bruto (NaCl), às vezes na presença de carbonatos de sódio (Na₂CO₃ ou NaHCO₃) em água morna:



A questão é como os egípcios mantinham o pH neutro (em 7,0) para evitar a formação de hidróxidos de chumbo, uma vez que hidróxido de sódio (alcalino) é formado durante a reação. Uma alternativa seria que o sobrenadante líquido fosse continuamente retirado da reação, ao mesmo tempo em que se adicionava água fresca e mais cloreto de sódio. A reação era realizada durante semanas, quando se formava um precipitado branco. Tais reações foram recentemente (1999 e 2003) realizadas segundo os procedimentos descritos por Dioscórides, e foram obtidos os sais de laurionita e fosgenita. Tais preparados já eram utilizados pelos egípcios no século 16 a.C., e continuaram a ser utilizados até o império romano, uma vez que os egípcios tinham fama de serem famosos por terem medicamentos para o tratamento de problemas nos olhos (como inflamações e conjuntivites). Tais problemas oculares eram frequentes durante as cheias do Nilo. Para o tratamento, os egípcios desenvolveram tratamentos como colírios e emplastros que também serviam como cosméticos.

Atualmente a utilização de medicamentos a base de chumbo é totalmente proscrita, devido à toxidez de compostos de chumbo. Na idade média, vários alquimistas apresentaram problemas como saturnismo, doenças neurológicas decorrentes da intoxicação por chumbo. O nome “saturnismo” vem justamente de chumbo, elemento associado ao planeta Saturno, que não tinha muito boa fama na idade média. Um dia cinzento, carregado de nuvens, pode ser chamado de um dia “plúmbeo”, em alusão ao chumbo (*Plumbum*, daí sua sigla, Pb). O fato é que o íon Pb²⁺ reage com vários tipos diferentes de moléculas biológicas, como co-fatores e proteínas, que naturalmente estão associadas a outros íons divalentes: Ca²⁺, Zn²⁺, Fe²⁺, Cu²⁺ e Mg²⁺. Uma vez associado a estas biomoléculas o íon Pb²⁺ altera suas funções, e forma espécies pouco solúveis em água. Esta é possivelmente a origem da toxidez de substâncias com chumbo.

O íon Pb²⁺ apresenta raio atômico e estados de oxidação idênticos aos do íon cálcio (Ca²⁺), um íon extremamente importante em vários processos celulares e fisiológicos. Como o Ca²⁺ atua ativando processos celulares de óxido-redução, os pesquisadores franceses levantaram a hipótese de

que o íon Pb^{2+} poderia atuar de maneira muito similar, estimulando processos imunológicos quando aplicado em baixas concentrações. Uma vez que os sais utilizados pelos egípcios são muito insolúveis em água, deveriam estar em concentração muito baixa quando em contato com fluidos corporais (nos olhos e em feridas).

Desta forma, o grupo francês decidiu investigar possíveis respostas celulares promovidas pela presença de concentrações muito pequenas de Pb^{2+} (sub-micromolares), utilizando amperometria com ultramicroeletrodos de fibra de carbono com platina. Vários experimentos permitiram observar que quantidades de chumbo em concentrações entre 0,2 e 0,4 μM levaram à formação de NO neutro. Esta substância atua como mensageiro no sistema imunológico. Indica a presença de infecções para macrófagos (células do sistema imunológico), aumenta o fluxo sanguíneo, e promove a vascularização capilar (de vasos sanguíneos muito pequenos). Ou seja, na presença de sais de chumbo olhos tratados com estas substâncias estão muito menos propensos a sofrer infecções.

Assim, quando os egípcios utilizavam tais tinturas cosméticas nos olhos, garantiam a proteção de Horus e Ra contra possíveis doenças. Embora atualmente se conheçam os reais motivos de tais substâncias atuarem de forma eficaz, nada tira o mérito dos egípcios de prepararem tais substâncias com extremo cuidado e de utilizar as mesmas de forma adequada. Os antigos egípcios eram investigadores natos, químicos de mão cheia e médicos que faziam uso de conhecimento empírico. Uma bela história.

A referência completa deste trabalho é a seguinte: I. Tapsoba, S. Arbault, P. Walter e C. Amatore, **Finding Out Egyptian Gods' Secret Using Analytical Chemistry: Biomedical Properties of Egyptian Black Makeup Revealed by Amperometry at Single Cells**, *Analitical Chemistry*, 2010, 82 (2), pp 457–460.

ANEXO 11: The Chemistry of ammonia⁴⁸

1.4 The chemistry of ammonia

Ammonia, NH_3 , is a colourless gas that is lighter than air and possesses a unique odour. The ancient Egyptians knew about ammonium salts as there were sublimed deposits of ammonium chloride from the burning of camel dung inside the Temple of Ammon in Egypt (which is how the name 'ammonia' came about). Old maps of Egypt from the time of Alexander the Great show the town Ammonium in western Egypt. This still exists although its modern name is Siwa. Alexander the Great visited Ammonium in 331 BCE and the ancient Egyptians used ammonium chloride for textile dyeing. Water pollution by ammonium salts is mentioned in the Bible [16]. Ammonia was first isolated as a pure gas by Joseph Priestley in 1774 [17].

The geometry of the ammonia molecule is that of a nitrogen atom sitting at the apex of a triangular pyramid with three hydrogen atoms forming an equilateral triangle (Figure 1.6).

The H–N–H bond angle is 107° and although the three N–H bonds are covalent they have a significant polar contribution because of the higher electronegativity of nitrogen compared with hydrogen. For example, the N–H bond is only 18% ionic

The chemistry of ammonia

Table 1.3. *The physical properties of ammonia*

Molecular weight	17.03
Gas density	0.7714 (at 0°C and 1 bar)
Liquid density	0.6386 (at 0°C and 1 bar)
Critical pressure	11.28 MPa
Critical temperature	132.4°C
Triple point	-77.71°C
Boiling point	-33.43°C (at 1 bar)
Enthalpy of formation	$-46.22\text{ kJ mol}^{-1}$ (at 25°C)
Dielectric constant	23 (liquid)
Lower limit of human perception	53 p.p.m.
pH of 1 M solution	11.6
Solubility in water at 0°C	47%
15°C	38%
20°C	34%
30°C	31%
50°C	28%

where X_A and X_B are the electronegativities of the two constituent elements.

Some of the physical properties of ammonia are given in Table 1.3. The hydrogen bonds in crystalline and liquid ammonia are weaker than in water ice for two reasons. Firstly, the smaller ionic character of the N–H bond gives ammonia weaker hydrogen-bond-forming power only and, secondly, the lone-pair electrons must serve for all of the bonds formed by the molecule with other N–H groups. In crystalline ammonia each nitrogen atom has six neighbours at a distance of 3.38 \AA . This distance represents a weak N–H...H bond (cf. O–H...O in water ice = 2.76 \AA).

The relatively stronger bonds in ammonium azide, NH_4N_3 , show bond distances of $2.94\text{--}2.99\text{ \AA}$. From measurement of the heat of sublimation of NH_4N_3 (27.2 kJ mol^{-1}) calculation can be made of the energy of the N–H...H bond, which has been found to be 5.44 kJ mol^{-1} , with 10.9 kJ mol^{-1} for the van der Waals energy.

Liquid ammonia is very similar to water as it can self-ionize and can act as a solvent. Also, both chemicals possess the same electronic configuration and similar bond angles and dipoles. However, liquid ammonia is a better solvent than water for organic chemicals as a consequence of its lower dielectric constant. The dielectric constant of ammonia is about 15 times greater than for most other condensed gases.

⁴⁸ Lawrence, S.A. *Amines: Synthesis, Properties and Applications* Ed. Cambridge University Press, 2004

ANEXO 12: Tarsila do Amaral – uma escolha pela arte

TARSILA DO AMARAL: UMA ESCOLHA PELA ARTE

TARSILA DO AMARAL: AN ART CHOICE

Maria Elizabeth Bonow¹

RESUMO: Tarsila Amaral foi um dos mais importantes nomes da arte brasileira. Embora muito conhecida, poucos sabem sobre sua exuberante vida, plena de acontecimentos vigorosos que, mediante escolhas de vida da pintora, se transformaram em belíssimos quadros. O presente trabalho traz alguns fatos da vida de Tarsila e como foram transformados em arte, sob o olhar da Psicanálise. Seus amores intensos, as perdas e a brilhante participação do Movimento Modernista são revistos e pontuados com os conceitos psicanalíticos de “pulsão” e “sublimação” como os motores propulsores da criação artística. Tarsila foi paixão e inspiração de escritores, pintores, políticos e poetas, mas foi por conta própria que edificou seu magnífico trabalho e estilo próprio de criar e viver, seguindo, como diria Lacan, a lógica da fantasia.

PALAVRAS-CHAVE: Tarsila Amaral, criação artística, pulsão e sublimação.

ABSTRACT: Tarsila Amaral is one of the first and foremost names of Brazilian Art. While very known, few are aware of her exuberant life, full of vibrant events that, through her life choices, became a precious collection of the more significant paintings of all times. This paper introduces some facts about Tarsila's life and how they were transformed into art, under the viewpoint of Psychoanalysis. Her intense lovers, the losses and the outstanding participation in the "Modernista" Movement, are reviewed and seasoned with psychoanalytic concepts of "drive" and "sublimation", in the lessons of Freud and Lacan - propellers of artistic creation. Tarsila was passion and inspiration for writers, painters, politicians and poets, but independently she built her magnificent work and her own style to create and live, proceeding, as Lacan would say, the logic of the fantasy.

KEY-WORDS: Tarsila Amaral, artistic creation, drive and sublimation.

¹ Socióloga, Psicanalista e Escritora. melizabethb@globo.com

Pretendo trazer à análise algumas observações que realizei sobre a obra de uma das mais importantes pintoras brasileiras - Tarsila do Amaral - com a mesma intenção registrada por Lacan, quando se permitiu utilizar obras de arte em seu trabalho, isto é, referi-las como forma de aprofundar alguns conceitos pertinentes à escolha do sujeito pela arte. Para tanto, sugiro atenção a três quadros marcantes da artista que podem mostrar como o pintor antecipa o psicanalista sobre o inconsciente. São eles: *A Negra*, *Abaporu* e *Antropofagia* (anexo I²).

Para apoiar minha avaliação, reviso agora alguns fragmentos da biografia de Tarsila, focalizando especialmente a contraposição entre uma vida de grande riqueza material e amorosa e a série de perdas sofridas em sua maturidade:

Nasce em Capivari, interior paulista, em 1886. Filha de ricos fazendeiros, Tarsila inicia os estudos, alfabetizada por uma preceptora francesa, e os completa no *Sacré Coeur* de Barcelona. Casa-se, em 1904, com André Teixeira Pinto, noivo escolhido por seu pai, e tem uma filha - Dulce. Em poucos anos, separa-se do marido e viaja para Paris já em busca de estudos com Mestres da pintura, onde se destaca e é reconhecida em inúmeras exposições européias. Ao retornar ao Brasil, após a semana de Arte Moderna, integra o Grupo dos Cinco, com Anita Malfatti, Mario de Andrade, Menotti del Picchia e Oswald de Andrade. Intensamente apaixonada por Oswald, casa-se e, com ele, forma a dupla Tarsiwald, uma identidade do casal emblemático, que vai se tornar, durante um período, a chancela do movimento antropofágico. Esse movimento libertário foi iniciado em 1928, por Oswald e Raul Bopp, quando Tarsila presenteia o marido com a tela *Abaporu*. No ano seguinte, Oswald apaixona-se pela conhecida Pagu e deixa Tarsila. Devido ao grave problema do café na economia nacional, em 1930, Tarsila perde sua fortuna e vai trabalhar como

² A apresentação será ilustrada com material visual, ora mostrado como Anexo I.

funcionária-conservadora na Pinacoteca de São Paulo, sem parar de produzir seus quadros magníficos. Em 1931, conhece Osório César, intelectual da esquerda, jovem médico, e reflete, na pintura, questões sociais vividas em sua viagem à URSS. Dois anos depois (1933), conhece Luiz Martins, jovem escritor, com quem passa a ter um romance por longo tempo, o qual se apaixonará por sua sobrinha e também deixará Tarsila. Em 1945, perde sua neta querida e em 1966 morre sua única filha. A determinação pessoal e dedicação à arte levam-na a recuperar a fazenda e a superar os fatos trágicos que povoam sua vida. A cada perda, a cada invasão do real, nova e magnífica exposição. Tarsila morre aos 87 anos, quatro após a maior exposição realizada que a glorificou definitivamente como a maior expressão feminina nacional da pintura.

Passarei agora a articular as obras e observações da artista com algumas propostas de Freud e Lacan sobre a criação artística, em que os conceitos de objeto, fantasia e sublimação são destacados.

O que o Outro quer de mim? Inicia-se a tragédia, levando o sujeito a atribuir um sentido ao enigma, realizando sua escolha. A falta se estabelece por uma escolha, como diz Freud, a *escolha da neurose* e como diz Lacan, a *escolha forçada*. Abre-se a fenda, a falta e, para preenchê-la, delinea-se a fantasia, em sua resposta incompleta. O desejo é a interpretação. Lacan vai dizer que mantemos todas as relações possíveis com o *objeto a*, como meio de se lidar com a falta.

Tarsila comenta, anos depois, sobre o seu Abaporu:

"aquela figura monstruosa, de pés enormes, plantados no chão brasileiro, ao lado do cacto, sugeriu a Oswald o homem nativo selvagem, antropofágico".

Isto significa que Oswald interpretara assim, mas, para ela, não se trata da pedra fundamental de um movimento nacionalista e sim um desenvolvimento natural de sua

obra, de sua expressão. O dado surreal foi característico de dessa obra, embora jamais a pintora se considerasse filiada ao surrealismo.

O objetivo da pulsão é sublimado pela criação artística. A pulsão, ao aprisionar seu objeto, aprende sobre sua impossibilidade, o impossível da pulsão se satisfazer. Então, adverte Lacan, a pulsão parecer uma montagem concebida numa perspectiva referida à finalidade e se apresenta como se não tivesse nem pé nem cabeça e diz ele, com tanta oportunidade: como uma colagem surrealista.

A fantasia comporta uma cena, personagens, uma ação, um afeto predominante e a presença, na cena, de uma parte definida do corpo. A fantasia se exprime através de sonhos e devaneios tão evidentes nas obras de Tarsila. O sonho, com seu simbolismo, continua sempre como um apelo, que pressiona por ser entendido. O sujeito se funde com o objeto.

Se observarmos o *Abaporu*, de 1928, veremos que segue a mesma lógica de *A Negra*, pintada em Paris, em 1923, repetindo na solução pictórica, as imagens oníricas, de deformação da figura humana.

A Negra diz sobre as questões da sua infância: o seio alongado, em primeiro plano, que mostra a escrava que amamenta os filhos nas costas (que Tarsila relata como uma das visões que mais a impressionavam na infância) e remete à sua própria ama-de-leite mamã-Balbina; as deformações corporais, superdimensionando membros, que ainda assim não eximem a figura de sensualidade; o olhar melancólico; a discreta folha da bananeira nativa; o peso da imobilidade; a intensa e inexorável brasilidade. Descreve a pintora sua própria tela:

Figura sentada com dois robustos toros de pernas cruzadas, uma arroba de seio pesando sobre o braço, lábios enormes, pendentes, cabeça proporcionalmente pequena.

Revela Tarsila nesse momento (1923) em Paris, onde produz a tela:

Sinto-me cada vez mais brasileira: quero ser a pintora da minha terra. Como agradeço por ter passado na fazenda a minha infância toda. As reminiscências desse tempo vão se tornando preciosas para mim. Quero, na arte, ser a caipirinha de São Bernardo, brincando com bonecas de mato, como no último quadro que estou pintando.

O *Abaporu* (1928), por sua vez, traz igualmente um personagem brasileiro, caipirinha como Tarsila, cada vez mais grotesco, mais fundado no gigantismo e deformação; pés e pernas enormes e cabeça minúscula, seria mesmo um homem, como interpretou Oswald? Cores ardentes e o cacto da fazenda, onde ela se escondia, conforme relata; o sol-laranja brilhando no céu anil contrasta poderosamente a luminosidade e a repetição da folha da bananeira. Fala sobre seu quadro:

Segui apenas uma inspiração sem nunca prever seus resultados. Uma figura solitária monstruosa, pés imensos, sentada numa planície verde, o braço pousado repousando num joelho, a mão sustentando o peso-pena da cabecinha minúscula. Em frente um cacto explodindo numa flor absurda.

Em 1929, Tarsila então realiza uma fusão entre suas obras mais significativas em *Antropofagia*, cujo título revela mais um presente a seu marido.

Na fantasia da tela em branco de Tarsila, repetem-se criaturas deformadas, humildes, caipiras, bucólicas, sombrias, grandes membros, cabeça pequena, terra-mãe, cacto, folha de bananeira. As 3 telas de Tarsila repetem reminiscências, seu inconsciente, seus significantes, sua alienação, sua fantasia. Na repetição, faz emergir o encontro falto com o real, conforme aduz Lacan. A repetição é a estrutura que fundamenta a sublimação e remete à dimensão da satisfação. A sublim[e]ação é a construção que realiza algo, na moldura simbólica do real possível. Freud, ao analisar *Leonardo Da Vinci* conjuga a satisfação com a repetição, em sua forma mais radical.

A pintura é a via da neurose de Tarsila, que nela, por meio de suas formas estranhas, cores novas e lembranças oníricas, traça o seu roteiro enigmático. Lacan se refere

ao quadro com a função de presentificar uma ausência e Tarsila parece ilustrar esse ato, quando diz:

Compreendi, eu mesma, que eu havia realizado imagens subconscientes, divulgando meus medos, lendas e superstições de minha infância. Sugeridas por estórias que ouvira em criança [...] A casa é assombrada, a voz do alto que gritava do forro do quarto, aberto no canto, 'eu caio', e deixava cair um pé (que me parecia imenso); 'eu caio', caía outro pé, e depois a mão, outra mão, e o corpo inteiro, para o terror das crianças apavoradas (Tarsila).

Lacan adverte que está em questão na arte uma espécie de duplo, pois algo que se repete é estranho e familiar ao mesmo tempo. O sujeito sabe estar intimamente implicado e até reconhece a emoção que a fantasia desperta nele. Apesar de sua implicação, o sujeito vive a fantasia como um elemento enxertado, que se impõe a ele e se repete, independentemente de sua vontade. Trata-se de um retrato que retrata uma cena, imaginada com seus locais, suas cores, sua época, sua luz e seus sons. A lógica da fantasia. O sujeito do inconsciente é esse que surge justo em suas formações.

Recorda-se Tarsila: "*Meu pai era republicano e protegia os escravos em convivência com os seus amigos antes da lei libertadora*". Ele, luta pela liberdade dos escravos; e ela bebe na fonte dessa rebeldia, trabalhando naturalmente por uma libertação pessoal que, mesmo sem sua intenção, se torna a bandeira da alforria da pintura brasileira. Aquela fantasia inscrita simbolicamente, soma-se a experiência da artista no conturbado modernismo francês, que também vivia a busca do novo, a contraposição. O movimento permitia livremente representar o oportuno encontro do ímpeto de liberdade e o desejo de instigar o Outro, é nesse espaço que Tarsila firma seus traços e cores e confessa:

Não suporto mais as coisas baseadas no bom senso e muito ponderadas. Estive muito tempo diante dos quadros mais extravagantes só para ouvir comentários: *C'est un mystère! Qu'est-ce cela? – L'artiste même n'en sait rien.* (Tarsila).

Lembram seus amigos que, nos momentos mais difíceis, em sua fase-desolação, a arte surgia contundente de dentro da solitária figura coberta de leve melancolia lilás no equilíbrio intelectual da sublimação. A tela-fantasia parece nunca ser suficiente para dizer sobre aquele *mythre*.

O objeto é a obra de arte que toma o lugar que o falo ocupa no ato sexual como tal. A sublimação, mais além que somente um dos destinos da pulsão, interage com o fantasma, com o narcisismo, com a repetição, com o gozo, com a falta e com o vazio. Não há completude nem na pulsão, nem na sublimação, nem no ato sexual, o que varia é o que está no lugar do falo: um corpo ou uma obra de arte.

A arte é vista por Freud como sendo a satisfação substitutiva que é psiquicamente eficaz, devido ao papel que a imaginação e a fantasia ocupam na vida anímica; ela é um modo específico de organização em torno do vazio. A obra da sublimação não se limita à obra de arte, estendendo-se a toda atividade que reproduz essa estrutura, essa reprodução da falta.

É justamente na medida em que algo, algum objeto do que se chama 'criação de arte' pode vir a tomar o lugar que ocupa o - φ no ato sexual como tal, que a sublimação pode subsistir reproduzindo nisso exatamente o mesmo tipo de repetição e dando aí também o mesmo tipo de Befriedigung (satisfação)". (Lacan, J. O Seminário livro 14, Apud: Siqueira, 2003)

Tarsila mesma define sua escolha: "*A arte para mim é a síntese das sensações*".

Bibliografia

AMARAL, A. A. Tarsila: sua obra e seu tempo. São Paulo: Editora 34, 2003.

BATTELLA, N. Tarsila do Amaral: Modernismo. São Paulo: Gotlib, 1999.

FREUD, S. (1910). Leonardo e uma lembrança de sua infância. Vol. XI, Edição Standard Brasileira das Obras Completas de Sigmund Freud, Rio de Janeiro: Imago, 1996.

LACAN, J. (1964). O Seminário livro 11. Os quatro conceitos fundamentais de análise, Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1981.

MIRANDA, E.R. Seminário de leitura "A lógica da Fantasia", Formações Clínicas do Campo Lacaniano, anotações pessoais.

PAMPLONA, G. Entrevista de Graça Pamplona a Clara Inem. A Odisséia Lacaniana Colóquio Internacional: Lacan no Século. Hal, O Jornal de 2001, nº 4.

QUINET, A. O conhecimento paranóico. Interlocução, Associação Brasileira de Psiquiatria, Belo Horizonte: 2001.

ANEXO 13: Um Exemplo de Aplicação da Microscopia Raman na Autenticação de Obras de Artes



Quim. Nova, Vol. 34, No. 8, 1323-1327, 2011

UM EXEMPLO DE APLICAÇÃO DA MICROSCOPIA RAMAN NA AUTENTICAÇÃO DE OBRAS DE ARTE

Dalva Lúcia Araújo de Faria* e Thiago Sevilhano Puglieri

Departamento de Química Fundamental, Instituto de Química, Universidade de São Paulo, Av. Prof. Lineu Prestes, 748, 05308-000 São Paulo – SP, Brasil

Recebido em 1/10/10; aceito em 18/11; publicado na web em 10/6/11

AN EXAMPLE OF RAMAN MICROSCOPY APPLICATION IN THE AUTHENTICATION OF ARTWORKS. In the present work, Raman Microscopy was employed in the characterization of the pigments used in a drawing assigned to Tarsila do Amaral, one of the most important Brazilian artists. The work (colored pencil on paper), supposedly produced in the 1920 decade, is of a very simple composition, whose blue, green and brown were the colors used. Prussian blue was found as the blue pigment, whereas green was a mixture of copper phthalocyanine and a yellow dye, probably a diarylide; the brown pigment was a carbonaceous compound. Prussian blue was replaced by phthalocyanine as pigment since the end of the 1930's and the possibility that it could have been used as pigment in the 1920's can be ruled out.

Keywords: Raman; pigments; forensics.

INTRODUÇÃO

O termo Patrimônio Histórico e Cultural refere-se ao conjunto de bens móveis ou imóveis, tangíveis ou intangíveis, que caracterizam uma população. Representa, portanto, um conjunto único e insubstituível de valores e desempenha papel essencial na autodeterminação dos povos.¹ A preservação desse Patrimônio é, assim, essencial para que a identidade cultural de uma dada população possa ser transmitida para gerações futuras.

A Ciência da Conservação surge como consequência da necessidade de adoção de metodologias científicas na definição de estratégias de conservação e também de prevenção à degradação do Patrimônio Cultural. Especificamente no caso da Conservação Preventiva, a compreensão dos aspectos químicos das variadas substâncias empregadas, como a interação entre elas e mecanismos envolvidos em sua degradação, é absolutamente essencial.

Um desdobramento dessa situação é a investigação de obras de arte e documentos em geral com o objetivo de esclarecer algum questionamento legal, como autenticidade, por exemplo. Estima-se que cerca de 20% das obras de arte que circulam nos principais centros do país (São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte) sejam falsas² e a própria Interpol, reconhecendo que a violação de propriedade intelectual é uma atividade altamente lucrativa e de baixo risco, criou um Programa de Direitos de Propriedade Intelectual (IPRP) visando combater essa prática por parte do crime organizado e no financiamento de organizações terroristas.³ Nesse contexto, fica clara a necessidade de formas de análise mais acuradas que dêem suporte às apreciações geralmente subjetivas de especialistas em arte para a certificação de tais obras. A principal condição que se impõe ao tipo de análise a ser feita é que seja uma metodologia não destrutiva, uma vez que qualquer forma de amostragem afetará de modo irreversível a obra, a qual geralmente tem elevado valor comercial e/ou representa uma peça única, sem possibilidade de reposição. Tendo em conta essa restrição, as duas ferramentas que mais vem sendo empregadas na investigação de bens culturais são a fluorescência de raios X (XRF) e

a espectroscopia Raman. A primeira fornece a composição elementar de determinada área do objeto estudado, mas não revela a identidade das substâncias presentes, o que pode ser feito de modo inequívoco através da espectroscopia Raman. Nesse caso, um feixe de radiação laser de baixa potência é focalizado em um ponto de interesse no objeto e a radiação inelasticamente espalhada é coletada por uma lente e analisada em um monocromador ou interferômetro, fornecendo um espectro que é característico da espécie química ou das espécies químicas presentes. Quando acoplada a um microscópio, a espectroscopia Raman ganha ainda a vantagem de ter resolução espacial capaz de diferenciar micro-heterogeneidades presentes na amostra. Maiores detalhes sobre a técnica fogem ao escopo deste texto, mas podem ser encontradas na bibliografia citada.⁴

A literatura apresenta um crescente número de estudos empregando microscopia Raman na resolução de problemas ligados a Patrimônio Cultural⁵ e, no Brasil, a técnica já foi empregada, no caso específico de pinturas, na investigação de obras de Benedito Calixto⁶ e Cláudio Portinari.⁷ Uma ótima ilustração acerca da potencialidade da técnica nessa área é encontrada em um estudo de luminuras presentes em um livro religioso bizantino do século 13, pertencente à Biblioteca Britânica, conduzido por Clark e colaboradores.⁸ Essas luminuras continham anjos negros o que tornava a obra particularmente valiosa por sua raridade, mas a análise por microscopia Raman revelou que a cor negra era decorrente de reação posterior sofrida pelo pigmento branco (carbonato básico de chumbo, $Pb_2(CO)_3(OH)_2$), resultando em sulfeto de chumbo (PbS).

A avaliação da autenticidade de obras de arte muito comumente pode ser feita através da análise dos pigmentos empregados, devido à necessidade de compatibilidade entre a data atribuída à autoria da obra e a de introdução da substância colorante como material pictórico.⁹ Há casos, entretanto, em que é necessário lançar mão de recursos mais sofisticados, como análise de elementos-traço, para extrair mais informações a partir dos pigmentos utilizados na obra.^{10,11}

Este trabalho insere-se nesse contexto, ou seja, o de avaliar se há compatibilidade entre os pigmentos encontrados e a suposta data de produção de um desenho feito a lápis de cor atribuído à Tarsila do Amaral. O desenho analisado apresenta traços característicos da

*e-mail: dlafaria@iq.usp.br

artista (inclusive sua assinatura) e, descritivamente, contém 3 cactos, 1 casa, 6 árvores e 1 pássaro (Figura 1). A obra pertence a uma coleção particular e teria sido elaborada no final da década de 1920.¹²



Figura 1. Desenho atribuído à Tarsila do Amaral e que teria sido produzido na década de 1920.

Tarsila do Amaral (1886-1975) é uma das mais importantes artistas brasileiras, tendo desempenhado papel extremamente importante no período modernista.¹³ As cores vibrantes e a temática tropical refletem a tradução que fez para a realidade brasileira dos períodos de estudo na Europa, gerando um novo conceito de pintura moderna e colocando suas obras entre as mais representativas do movimento antropofágico.¹⁴ Muitas vezes suas obras têm um estilo *naïve*, o que juntamente com o destaque e valorização de seus trabalhos, faz com que seu legado artístico seja alvo frequente de falsificações.

Neste trabalho usou-se a microscopia Raman para a caracterização química dos pigmentos empregados no desenho, devido à necessidade de utilização de técnica não destrutiva, com alta resolução espacial e especificidade química.

PARTE EXPERIMENTAL

O desenho atribuído à Tarsila do Amaral (Figura 1) contém traços nas cores marrom, verde e azul. Considerando que a área atingida pelo feixe do laser é da ordem de poucos μm^2 , espectros de diferentes pontos de traços de cada uma das cores, além do próprio papel, foram obtidos. Imagens Raman feitas por mapeamento de uma das janelas da casa (azul) e de parte do tronco de umas das árvores (na cor verde) foram obtidas usando as bandas em 2147 e 1529 cm^{-1} , respectivamente; esse procedimento foi adotado para verificar se os pigmentos são provenientes de releque ou compõem o desenho original.

Como padrões foram analisados, por microscopia Raman, Azul da Prússia solúvel ($\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, Fluka padrão para microscopia), flúocianina de Cu(II) (Aldrich, 99+%) e hematita (Fe_2O_3 , mineral). Com o mesmo propósito foram também estudados traços de lápis de cor das marcas Faber-Castell (nacional e alemã) e Caran d'Ache (Suíça). Os lápis de cor de produção nacional eram da linha Eco nas cores marrom (076), verde (063 e 070) para verde escuro e claro, respectivamente), azul (043 e 047 para azul escuro e claro, respectivamente) e amarelo (005). No caso da Faber-Castell alemã e da Caran d'Ache foram analisados os lápis identificados como *Prussian Blue 9201-151^{***}* e *Prussian Blue 159^{**}* (*Swiss Made 3888*), respectivamente.

Espectros de refletância difusa no visível foram obtidos aplicando o lápis diretamente sobre papel branco, o qual foi analisado empregando esfera integradora.

Os espectros Raman foram obtidos com excitação em 785 nm (laser de diodo Renishaw) e no infravermelho próximo (1064 nm,

Nd^{3+} -YAG, Bruker). No primeiro caso foi utilizado um equipamento Renishaw InVia Reflex equipado com câmera CCD (Renishaw, 600 x 400 pixels) e acoplado a um microscópio Leica. A linha de laser foi focalizada nos traços com uma objetiva Leica x50 (NA 0,75), sendo os espectros obtidos usualmente de 100 a 3200 cm^{-1} ; no caso das imagens Raman utilizou-se objetiva Leica (x20) de NA 0,40. Para os espectros obtidos com a fonte de excitação no infravermelho próximo utilizou-se um equipamento FT-Raman Bruker modelo RFS 100/S, dotado de detector de Ge (resfriado com N_2 líquido) e laser Nd^{3+} -YAG (1064 nm). Em ambos os casos, a potência do laser foi escolhida de modo a não provocar degradação do pigmento.

Para as análises de refletância difusa no visível utilizou-se uma esfera integradora UV-VIS-NIR, modelo ISR-3100, acoplada a um espectrômetro Shimadzu UV-3101PC.

Os espectros obtidos foram tratados com o software GRAMS AI (Thermo Galactic Corporation).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Lápis de cor são constituídos essencialmente por uma argila (caulim, por exemplo), um aglutinante (tipicamente um polímero orgânico, natural ou sintético) e um pigmento.¹⁵ Nos espectros feitos das áreas pigmentadas do desenho não foram observadas bandas que pudessem ser atribuídas à argila, aglutinante ou ao substrato de papel, nem mesmo quando se empregou excitação no NIR (1064 nm) e equipamento FT-Raman (espectros não mostrados). Os espectros obtidos representam, portanto, apenas a contribuição dos colorantes (pigmentos ou corantes) utilizados. As análises dos traços azuis, verdes e marrons do desenho questionado serão discutidas detalhadamente e separadamente a seguir.

Traços azuis

Espectros Raman de distintos pontos de traços azuis do desenho (Figura 2) mostraram que Azul da Prússia foi utilizado como pigmento, apresentando bandas características em 2147, 2091, 533 e 271 cm^{-1} . Tal pigmento começou a ser utilizado no início do século XVIII,¹⁶ sendo compatível, portanto, com a data atribuída ao desenho.

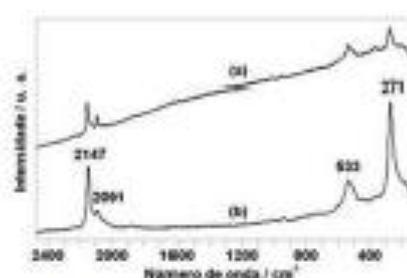


Figura 2. Espectros Raman (785 nm): (a) distintos pontos de traços azuis do suposto desenho de Tarsila do Amaral; (b) Azul da Prússia

Para certificar-se de que o pigmento Azul da Prússia não foi utilizado em uma intervenção posterior à produção do desenho, foi feito um mapeamento Raman de uma área de 2,4 x 2,7 mm, referente à janela direita da casa, através da obtenção de 28056 espectros. Esses espectros foram usados na produção da imagem Raman mostrada na Figura 3, a qual representa a intensidade da banda em 2147 cm^{-1} , característica da vibração de estiramento C-N dos íons cianeto que participam da composição do pigmento Azul da Prússia. A imagem Raman foi então construída usando cores falsas para permitir a

discriminação das intensidades: quanto mais clara for uma região, mais intensa é a banda no espectro obtido daquele ponto e, portanto, quanto mais escura menor é sua intensidade. A imagem Raman aqui obtida (Figura 3b) se sobrepõe exatamente à imagem feita com luz branca (Figura 3a), mostrando que Azul da Prússia foi utilizado como pigmento original para a realização da obra e não em retoques.

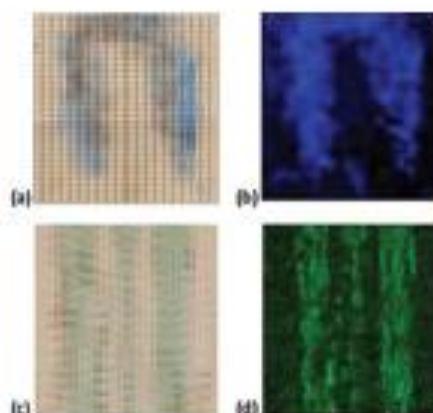


Figura 3. Imagens Raman (785 nm): (a) imagem feita com luz branca de uma das janelas no desenho atribuído à Tarsília do Amaral e (b) respectiva imagem Raman obtida empregando a intensidade da banda ν_{C-H} em 2147 cm^{-1} . As figuras (c) e (d) mostram, respectivamente, as imagens de luz branca e Raman de uma área do tronco de uma das árvores do mesmo desenho; para a imagem Raman usou-se a área da banda 1529 cm^{-1} .

Essa constatação somente teria utilidade, do ponto de vista de datação, se esse pigmento não fosse correntemente encontrado em lápis de cor atuais e, para verificar essa possibilidade, foram obtidos espectros Raman de traços de lápis coloridos nacionais (Faber-Castell, linha Fico) e importados (Faber-Castell e Caran d'Ache). Efectivamente, em nenhum dos casos foi encontrado Azul da Prússia, mas os espectros registrados apresentam bandas características da ftalocianina, uma classe de compostos sintéticos largamente empregados como pigmentos e corantes azuis (Figura 4 a). No caso particular de lápis de cor, a literatura reporta que ftalocianinas começaram a substituir o Azul da Prússia na década de 1970¹⁷ e, especificamente, a Faber-Castell do Brasil iniciou essa substituição em 1999.¹⁸ A comparação dos espectros Raman com padrões de pigmentos puros permitiu especificar que o colorante usado nos lápis nacionais considerados era ftalocianina de cobre, também chamado de Pigmento Azul 15 (PB15) (Figuras 5a e 5b) e o que diferenciava a cor azul escura da clara (Fico 043 e Fico 047, respectivamente) era apenas a concentração do pigmento azul (espectros não mostrados). Neste caso, a ausência de bandas adicionais sugere que o diluente seja a própria argila usada na composição da mina colorida, mas esse fato não foi investigado por fugir ao escopo do trabalho. O pigmento azul empregado no lápis da Caran d'Ache (Figura 5c) não foi identificado, mas certamente não é Azul da Prússia (Figura 5d).

Traços verdes

Espectros Raman (785 nm) dos traços verdes do desenho questionado mostraram as bandas características de ftalocianina (Figuras 6a e 6d), evidenciando que se trata de uma mistura de colorante azul e amarelo. Bandas Raman do composto amarelo não foram observadas, provavelmente em função da grande intensificação das bandas

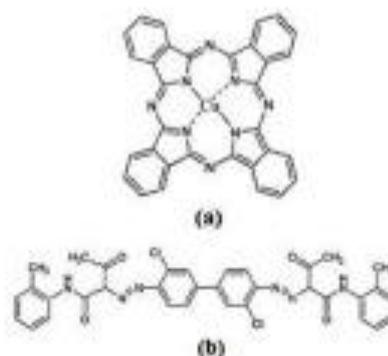


Figura 4. Moléculas estruturalmente planas: (a) ftalocianina de cobre; (b) diarilida 14.

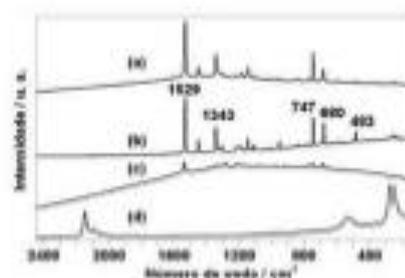


Figura 5. Espectros Raman (785 nm): (a) traço de lápis identificado como Azul da Prússia produzido pela Faber-Castell (Brasil); (b) ftalocianina de Cu(II); (c) traço de lápis identificado como Azul da Prússia produzido pela Caran d'Ache; (d) Azul da Prússia.

da ftalocianina devido ao efeito Raman ressonante,⁹ uma vez que a radiação laser usada na obtenção dos espectros coincide com uma banda de absorção eletrônica de elevado coeficiente de extinção da ftalocianina ($\epsilon = 10^5 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ em 620 nm).¹⁹ Como o colorante amarelo não apresenta absorção em 785 nm, essa substância não exibe efeito Raman ressonante.

Analisando-se por microscopia Raman traços de lápis de cor verde escuro (Fico 063) e verde claro (Fico 070), manufaturados no Brasil, verificou-se que a cor também era resultado da mistura de uma substância que conferia a cor azul (ftalocianina de cobre) e outra que produzia a coloração amarela. Além das bandas da ftalocianina, outras em 1596 , 1398 e 1256 cm^{-1} observadas nos espectros mostrados nas Figuras 6b e 6c correspondem às bandas mais intensas de um colorante orgânico chamado diarilida²⁰ (nome geral dado a diazo acetocelanelídas, Figura 4b). Como há diversas substâncias que pertencem a essa classe química e as diferenças entre seus espectros Raman podem ser pequenas, foram obtidos espectros Raman de traços feitos usando lápis de cor amarelo (Fico 005, Figura 6e) e os respectivos espectros foram comparados com dados da literatura, o que permitiu identificar a substância diarilida PY 14,²¹ presente tanto no traço amarelo quanto nos verdes claro e escuro.

Os espectros Raman de traços feitos com lápis de cor verdes reforçam a explicação de que a ausência de bandas referentes ao componente amarelo nos espectros feitos das áreas em verde do desenho questionado se deva à grande intensificação por efeito Raman ressonante do espectro da ftalocianina azul, fazendo com que sobrepuje o do pigmento amarelo. É importante enfatizar que como não se observaram bandas do componente amarelo no caso do desenho questionado, nada se pode afirmar sobre sua constituição química.

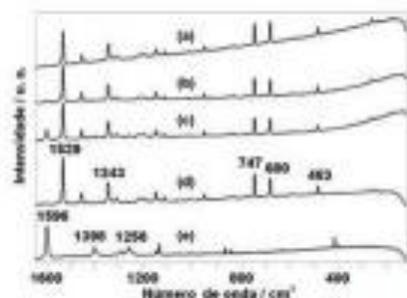


Figura 6. Espectros Raman (785 nm): (a) traços verdes do desenho atribuído à Tarsila do Amaral; (b) traços feitos por lápis de cor verde claro (Tico 070); (c) traços feitos por lápis de cor verde claro (Tico 063); (d) flulocianina de Cu(II); (e) traço feito por lápis de cor amarelo (Tico 005)

Da mesma forma que no caso do estudo do traço azul, para certificar-se de que a flulocianina detectada nos traços verdes do desenho investigado não foi utilizada em uma intervenção não documentada, uma imagem Raman de uma área esculpida do tronco de uma das árvores foi obtida (Figura 3c) a qual mostra que flulocianina azul está presente em toda a área pigmentada de verde, como pode ser visto pela superposição das imagens (Figuras 3c e 3d), assim como visto anteriormente para os traços azuis. Neste caso utilizou-se a área da banda em 1529 cm^{-1} para a construção da imagem Raman; essa banda corresponde a um modo normal que contém contribuições de estiramento C=C e C-N $^{\ominus}$ do macrociclo.

Os resultados do presente trabalho não permitem concluir que no desenho analisado tenham sido utilizados lápis de cor verdes atuais, porém, a primeira referência à síntese de flulocianina de cobre data de 1928 e seu uso comercial como pigmento somente foi iniciado em 1937.⁵ Como mencionado na introdução, há uma Declaração de Origem do desenho investigado, a qual afirma que a obra foi produzida na década de 1920 e essa data é incompatível com os achados nas análises aqui reportadas. De fato, a análise feita de traços verdes de desenhos originais da artista feitos em 1921² mostrou que a cor era devida também a uma mistura das cores azul e amarelo, porém detectou-se Azul da Prússia e não flulocianina; a substância amarela não foi identificada (espectros não mostrados).

Traços marrons

Espectros Raman obtidos dos traços marrons do desenho mostram bandas características de substâncias carbonáceas com bandas largas centradas em ca. 1585 e 1317 cm^{-1} (Figura 7a) e não trazem informações significativas sobre o desenho porque seu uso, como o de carbono amorfo cujo espectro é mostrado na Figura 7b, é uma prática antiga; além disso, substâncias carbonáceas são usualmente utilizadas como pigmentos marrons ou negros ou então para dar uma tonalidade mais escura a outros pigmentos, uma prática que vem desde a pré-história.²⁸

Análises realizadas por microscopia Raman de traços feitos com lápis de cor marrom de procedência nacional (Tico 076) mostraram que a cor marrom foi obtida através de uma mistura de carbono amorfo com hematita para obtenção da coloração desejada (Figura 7c). Na Figura 7 foi incluído um espectro da hematita (Figura 7d) para fins comparativos.

CONCLUSÕES

Uma vez que a Declaração de Originalidade do desenho analisado afirma que a obra é datada do final da década de 1920 e que os traços verdes presentes na obra contém flulocianina azul em sua composição,

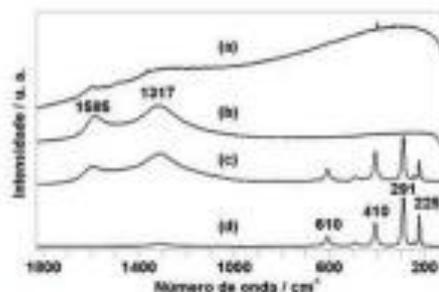


Figura 7. Espectro Raman (785 nm): (a) distintos pontos de traços marrons do sapato desenho de Tarsila do Amaral; (b) carvão; (c) traço feito com lápis de cor marrom (Tico 076); (d) $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ou hematita

é possível afirmar que o desenho não pode ter sido elaborado antes da década de 1940, ou seja, não há compatibilidade entre os resultados aqui reportados e a data atribuída à produção do desenho.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam sua sincera gratidão a Ricardo Ribbenboim e Tarsila do Amaral (sobrinha neta de Tarsila do Amaral) por terem gentilmente permitido, respectivamente, a análise do desenho questionado e de desenhos originais da artista. Agradecemos ainda à FAPESP (06/58748-7 e 08/56127-0) e CNPq (551950/2008-0 e 309288/2009-6) pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

1. ICOMOS, Declaração de Mérida, *Six Cartas patrimoniais*; Cary, L., org.; IPHAN: Rio de Janeiro, 2000.
2. Cavallucci, P. J.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade de São Paulo, Brasil, 2005.
3. <http://www.interpol.int/Public/FinancialCrimo/IntellectualProperty/Default.asp>, acessada em julho 2010.
4. Sala, O.; *Fundamentos da Espectroscopia Raman e no Infravermelho*, 2ª ed., Editora Unesp: São Paulo, 2008.
5. Rull-Pérez, P.; Palwärts, H. G. M.; Smith, D. C.; Vandenberghe, P., eds.; *Selected Topics in Raman Spectroscopic Applications in Geology, Bi-materials and Art*, Universidad de Valladolid: Valladolid, 2007.
6. da Piria, D. L. A.; *Resumos da 22ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química*, Poços de Caldas, Brasil, 1999.
7. de Oliveira, L. F. C.; Borsini, J. C. R. P.; Santos, P. S.; Temporini, M. L. A.; *Quím. Nova* 1998, 21, 172.
8. Clark, R. J. H.; Gibbs, P.; *Anal. Chem., News & Features* 1998, 99A-104A.
9. Cradlock, P.; *Scientific Investigation of Copies, Fakes and Forgeries*, 1ª ed., Elsevier: Amsterdam, 2009.
10. Morning, S.; *Proc. Am. Philos. Soc.* 1896, 130, 175.
11. Calligaris, T.; Dean, J.-C.; Sakonou, I. In *Non-destructive microanalysis of cultural heritage materials*; Janssens, K. H. A.; Grieken, R., eds.; Elsevier: Amsterdam, 2004, cap. 5.
12. Confirmação Declaração de Origem datada de 15 de março de 2006 e com firma reconhecida no 4º Tabelião de Notas da Capital (SP) em 11 de maio do mesmo ano.
13. Barros, R. T.; Amaral, A.; *Tarsila viajante/Tarsila viajera*, Pinacoteca do Estado São Paulo: São Paulo, 2008.
14. Amaral, A. A.; *Tarsila: sua obra e seu tempo*, 3ª ed., Húspic: São Paulo, 2003.

15. Collitz, M.; Kuskel, R.; Helms, K.-H. In "Drawing and Writing Materials"; *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, VCI Verlagsgesellschaft: Weinheim, 1987, 5th ed., vol. A5, p. 37.
16. Clark, R. J. H.; *J. Mol. Struct.* **1995**, *347*, 417.
17. Hartagh, N.; Wildh, V.; Chapko, T.; Siddall, R.; *Pigment Compendium, A Dictionary of Historical Pigments*, Elsevier Butterworth-Heinemann: Oxford, 2004.
18. Informação obtida do Serviço de Atendimento ao Cliente da Faber-Castell (Brasil) através de correio eletrônico datado de 2 de fevereiro de 2010.
19. George, R. D.; Saow, A. W.; Skirk, J. S.; Barger, W. R.; *J. Polym. Sci. Polym. Chem. Ed.* **1998**, *36*, 1.
20. Roppi, P.; Cantow, S. A.; Bakoser, P.; *Spectrochim. Acta, Part A* **2008**, *69*, 485.
21. Poon, K. W. C.; Dadoar, J. R.; McKinley, A. J.; *J. Raman Spectrosc.* **2008**, *39*, 1227.
22. Coleção particular de Tarsila do Amaral.
23. Smith, D. C.; Touchard, M.; Leblanchet, M.; *J. Raman Spectrosc.* **1999**, *30*, 347.

ANEXO 14 - Os pigmentos Inorgânicos

Primeiramente faz-se necessário caracterizar o significado, do ponto de vista químico, do termo pigmento, o principal responsável pela cor de uma pintura (ou de uma tinta, em um contexto mais amplo). Podendo ser de origem natural ou sintética, pigmento refere-se a uma substância química (geralmente inorgânica) que é insolúvel no veículo de aplicação (aglutinante), por exemplo, óleos e a gema do ovo. Os corantes, por sua vez, são associados a substâncias predominantemente orgânicas, sendo solúveis em seus respectivos solventes de aplicação, com uso mais voltado ao tingimento de fibras têxteis. Os corantes também podem ser utilizados em pintura, porém associados a um material insolúvel, geralmente um pigmento branco transparente como suporte (laca), como o carbonato de cálcio.

A primeira utilização do termo pigmento inicia-se em 1881, enquanto que o uso do termo corante desde 1862. Anteriormente, quase que como senso comum, ambos os termos eram substituídos por cores, referindo-se, porém, à tinta em vez de os constituintes químicos do material. Os pigmentos ditos naturais são de origem mineral e obtidos diretamente da natureza, passando apenas por processos físicos de obtenção e purificação (moagem, peneiramento, lavagem, etc.). Já os artificiais são aqueles que resultam de um processo químico de obtenção, ou seja, através de reações químicas. É interessante notar que, desde o início, a utilização dos pigmentos pelo homem fez uso tanto de naturais quanto de artificiais. Evidências científicas apontam para o aquecimento de ocres amarelos para a obtenção, por desidratação, de ocres vermelhos (ocres correspondem a misturas de sílica e argila, e sua cor varia em função do teor de óxido de ferro e do grau de hidratação), além da obtenção do pigmento negro de fumo através da queima da madeira. No Egito Antigo foi produzido o azul egípcio, um silicato de cálcio e cobre ($\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$), através do aquecimento e reação de uma mistura de um sal de cálcio (carbonato, sulfato ou hidróxido – componentes do natrão, utilizado no processo de mumificação), um composto de cobre (óxido ou a malaquita) e areia (sílica). Após o período correspondente ao Império Romano, o azul egípcio não foi mais utilizado, porém houve uma retomada no interesse no século XIX em investigar como era fabricado, sendo até objeto de investigação de Sir Humphry Davy em 1815.

Os pigmentos são formados por substâncias pertencentes às diferentes classes químicas (funções inorgânicas) como óxidos, sulfetos, carbonatos, cromatos, sulfatos, fosfatos e silicatos de metais. Muito raramente podem ser utilizados em sua forma elementar, por exemplo o ouro e o alumínio (pigmentos metálicos). São os pigmentos a matéria-prima da pintura e da arte; partículas insolúveis que dão cor e cobertura sobre a superfície que são aplicadas, proporcionando, além da qualidade estética, proteção o material.

Tabela 1 - Principais pigmentos utilizados em pintura⁴⁹

Pigmento	Composição	Período de utilização
Pigmentos brancos		
Barita	BaSO_4	Antiguidade – presente
Branco de chumbo	$2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb(OH)}_2$	Antiguidade – presente
Giz, Cré ou greda	CaCO_3	Antiguidade – presente
Gesso	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Antiguidade – presente
Branco de zinco	ZnO	1834 – presente
Litopônio	30% ZnS + 70% BaSO_4	1874 – presente
Branco de titânio	TiO_2	1918 – presente
Pigmentos azuis		
Azurita	$2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$	Antiguidade – Séc. XIX
Ultramarino natural	$(\text{Na,Ca})_8[(\text{SO}_4)_2\text{S}_2\text{Cl}_2](\text{AlSiO}_4)_6]$	Séc. XI – Séc. XIX

⁴⁹ Cruz, A.J. A matéria de que é feita a cor. Os pigmentos utilizados em pintura e a sua identificação e caracterização, 2008. Consultado em «<http://5cidade.files.wordpress.com/2008/04/a-materia-de-que-e-feita-a-cor.pdf>» Acesso 20 out. 2016

Esmalte	Silicato de K, Co, Al	1584 – Séc. XIX
Azul da Prússia	$Fe_4[Fe(CN)_6]_3$	1704 – presente
Azul de cobalto	$CoO \cdot Al_2O_3$	1804 – presente
Ultramarino francês	$(Na_{8-10}Al_6Si_6O_{24})S_{2-4}$	1826 – presente

Pigmentos verdes

Malaquite	$CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$	Antiguidade – Séc. XVIII
Verdete	$Cu(CH_3COO)_2 \cdot 2Cu(OH)_2$	Antiguidade – Séc. XIX
Terra verde	$K[(Al, Fe^{III}), (Fe^{II}, Mg)](AlSi_3, Si_4)O_{10}(OH)_2$	Antiguidade – presente
Verde de óxido de cromo	Cr_2O_3	1809 – presente
Verde esmeralda	$Cu(CH_3COO)_2 \cdot 3Cu(AsO_2)_2$	1814 – Séc. XX
Viridian	$Cr_2O(OH)_2$	1838 – presente
Verde de cromo	$Fe_4[Fe(CN)_6]_3 + PbCrO_4$	1850 – presente

Pigmentos vermelhos e alaranjados

Ocre vermelho	Fe_2O_3	Antiguidade – presente
Siena	$Fe_2O_3 + \text{argila}$	Antiguidade – presente
Vermelhão	HgS	Antiguidade – presente
Vermelho de chumbo	Pb_3O_4	Antiguidade – Séc. XIX
Vermelho de cádmio	$CdS + CdSe$	1907 – presente

Pigmentos amarelos

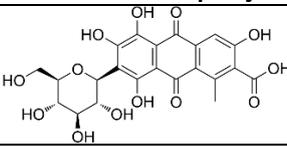
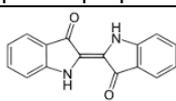
Ocre amarelo	$Fe_2O_3 \cdot H_2O$	Antiguidade – presente
Massicota	PbO	Antiguidade – presente
Amarelo de chumbo e estanho	Pb_2SnO_4 ou $PbSnO_3$	Antiguidade – cerca de 1750
Auripigmento (Ouropigmento)	As_2S_3	Antiguidade – Séc. XIX
Amarelo de Nápoles	$Pb_3(SbO_4)_2$	Séc. XVII – presente
Amarelo de cromo	$PbCrO_4$	1818 – presente
Amarelo de cádmio	CdS	1829 – presente

Pigmentos castanhos

Ocre castanho	$Fe_2O_3 \cdot H_2O$	Antiguidade – presente
Úmbria	Óxido de Fe, Mn, Al	Séc. XVI – presente
Betume	Hidrocarbonetos	Séc. XVII – presente

Pigmentos negros

Negro vegetal	C	Antiguidade – presente
Negro de osso	$C + Ca_3(PO_4)_2 + CaCO_3$	Antiguidade – presente

Corante	Composição	Período de utilização
Cochinilha (Ácido Carmínico)		Séc. XVI – presente
Garança (extraída da <i>Rubia tinctorum</i>)	Mistura de antraquinonas (substâncias fenólicas) entre as quais pode-se citar a alizarina, a purpurina e a pseudopurpurina.	Antiguidade – presente (substituída pela versão sintética)
Índigo (indigotina)		Antiguidade – presente (substituído pela versão sintética)

ANEXO 15: Os últimos anos de Tarsila do Amaral

218

ISSN 1809-2616

ANAIS

IV FÓRUM DE PESQUISA CIENTÍFICA EM ARTE

Escola de Música e Belas Artes do Paraná, Curitiba, 2006

A MULHER, A REPRESENTAÇÃO, A ARTE E A RESISTÊNCIA

OS ÚLTIMOS ANOS DE TARSILA DO AMARAL

Angela Brandão¹
Brandaoangela@hotmail.com

*Resumo: Este breve estudo pretende refletir sobre os últimos anos de criação de uma das mais importantes artistas brasileiras, Tarsila do Amaral, capaz de produzir intensamente até seus anos derradeiros. Propõe-se uma rápida apresentação dos trabalhos de Tarsila a partir de 1950. Serão analisados alguns de seus quadros realizados até pouco antes de sua morte em 1973, aos oitenta e sete anos. Sua arte foi transformada pela maturidade, ganhando nova força, novos propósitos e importantes inovações estilísticas.
Palavras-chave: Tarsila do Amaral; Modernismo; Maturidade.*

*Como eu poderia viver
sem o azul e o rosa intensos
de minhas telas?
Tarsila do Amaral, 1959.*

Este breve estudo pretende refletir sobre os últimos anos de criação de uma das mais importantes artistas brasileiras, Tarsila do Amaral, capaz de produzir intensamente até seus anos derradeiros. A história da arte não é apenas uma compreensão macroscópica da criação artística, mas fundamentalmente a trajetória de indivíduos concretos que deixaram realizações concretas. Os estudos biográficos assumem, desta forma, um caráter central.

¹ Professora de História da Arte no Departamento de Desenho Industrial do Cefet-PR / Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Não se trata, no entanto, de uma biografia em estilo “vida e obra” da pintora modernista. Propõe-se uma rápida apresentação dos trabalhos de Tarsila a partir de 1950, quando a artista contava com sessenta e quatro anos e presenciou a primeira exposição retrospectiva de sua obra. Serão analisados alguns de seus trabalhos realizados até pouco antes de sua morte, em 1973, aos oitenta e sete anos.

Nestes vinte anos de criação, a artista já consagrada pelas obras dos anos 1920 e 1930, não se deixa “aposentar”, nem mesmo passa a apenas repetir as soluções encontradas na juventude, como fórmulas acabadas. Ao contrário disso, nos anos de maturidade, a artista foi capaz de, por meio da arte, transformar sua própria vida e fazer da arte o alento de seus sofrimentos. Através do exemplo de Tarsila, que é um entre tantos, podemos perceber que o envelhecimento não representa muitas vezes, para o artista, um mero revivalismo ou memorialismo dos tempos de juventude, mas sim um novo tempo criativo, com novos princípios e novas fontes de criação.

É claro que poderíamos evocar um exemplo universalmente válido como o de Pablo Picasso, um dos maiores gênios criadores do século XX, que a partir dos anos cinquenta foi acusado por alguns críticos de ter esgotado sua capacidade criativa, quando iniciou trabalhos de releitura das obras de grandes mestres do passado, como as recriações das *Meninas* de Velázquez ou das *Mulheres de Argel* de Delacroix. Se olharmos, no entanto, para estas obras, assim como para o restante de sua produção até a morte, veremos uma extraordinária força e coragem em rever e elucidar seus procedimentos criativos anteriores.²

O exemplo de Tarsila do Amaral nos faz refletir sobre a importância de sua arte final para a história da arte brasileira e sobre a relevância dos últimos anos de um artista, não como repetição de suas obras anteriores, nem como esgotamento de seu potencial criativo. Mas, totalmente ao contrário, o exemplo de Tarsila nos remete para a força que o artista pode manter e despertar no percurso de seu envelhecimento físico, não meramente como consolo e terapia para superar o “peso dos anos”, as perdas e as decepções, mas como um momento de deixar novas lições e mensagens artísticas.

É neste sentido que a maturidade de Tarsila do Amaral pôde ser o momento de encontrar, com toda a intensidade, um sentimento que marcou toda sua arte, a nostalgia. Ao contrário do que se poderia entender, num primeiro olhar, a obra desta artista modernista não será entendida, aqui, como um elogio à modernização, mas como uma tentativa de resgatar o passado através dos cenários da fazenda onde

² DAIX, Pierre. *El Cubismo de Picasso. Catálogo Razonado de la obra pintada 1907-1916*. Barcelona: Blume, 1980. DAIX, Pierre. *Picasso Criador. Sua vida íntima e sua obra*. Porto Alegre: L&PM, 1988.

passou a infância, de pequenos povoados rurais, de cidades históricas ou de ruínas gregas.

Em dezembro de 1950, Sérgio Milliet organizou a exposição retrospectiva de Tarsila do Amaral, no Museu de Arte Moderna de São Paulo. A mostra pretendia não apenas oferecer “uma justa homenagem a uma pioneira do movimento de libertação artística brasileiro”, nas palavras do organizador, mas reavaliar a produção artística dos anos vinte, trinta e quarenta.³

Um certo silêncio recaía sobre a obra de Tarsila desde os anos quarenta. A *I Bienal de São Paulo*, em 1951, importante acontecimento no sentido de atualização e internacionalização da arte brasileira, ao homenagear vários artistas do século, deixou de lado a obra de Tarsila do Amaral, então com sessenta e quatro anos.

Ela enviara, humildemente, três telas para serem selecionadas pelo júri. A primeira tela foi o importante quadro de 1924, *E.F.C.B.*, que representava sua fase “pau-brasil”; a segunda, *O Lago*, de 1928, que representava sua fase “antropofágica”. A terceira tela, no entanto, era atual, de 1950, e intitulava-se *Fazenda*. A primeira tela, somente, foi premiada pela comissão.

O fato de sua produção já madura ser encaminhada para a seleção de um importante acontecimento artístico, ao lado de duas telas de quando era jovem foi entendido como uma falta de confiança em sua obra atual.⁴ Se examinamos, no entanto, a tela de 1950, *Fazenda*, vemos com que incrível intensidade a artista recupera o estilo “pau-brasil”. Este novo ciclo, que será entendido pela própria autora Aracy Amaral como o marco da fase “neo pau-brasil”, não consistia numa repetição da pintura de 1924. A pintora modernista retomava, a partir de 1950, sua produção, como quem recorda duplamente seu passado, tanto as imagens insistentemente fixadas pela infância na fazenda, quanto o gosto por pequenas cidades de cores suaves que já havia traduzido na pintura pau-brasil dos anos 1920.

É importante perceber que estas paisagens de montanhas, árvores e casas não repetem uma receita sintetizada na década de 1920. Ao contrário disso, tem-se uma nova maneira de representar estes cenários bucólicos, cujo lirismo permite vê-los carregados de memórias, que se amontoavam sobre artista. O gosto pelo passado nacional, lugares distantes que se resguardavam do progresso e da modernização, multiplicava-se por um passado pessoal que se acumulava com os anos. A nostalgia

³ AMARAL, Aracy Abreu. *Tarsila, sua obra e seu tempo*. Série Estudos. São Paulo: Perspectiva, Ed. da Universidade de São Paulo, 1975. p. 355.

⁴ AMARAL, A. Op. cit., p. 355.

como fonte de criação artística, característica contraditória, mas encantadora, do movimento modernista brasileiro, via-se ampliada com o tempo que se assentava sobre a experiência da pintora.

Estas paisagens que marcam suas telas a partir de 1950 contêm, cada vez mais, a força do sofrimento que se soma diante da perda de sua única filha, Dulce, em 1966; de sua única neta Beatriz, em 1949; da perda de seu último amor, Luís Martins, também nos anos cinquenta e da venda da fazenda, no início dos anos sessenta, por dificuldades financeiras.⁵ A ausência da fazenda deixava um vazio e uma saudade na vida de seus amigos.

Povoação de 1952, Mercado ou Feira III, Povoação II, Paisagem de 1955, Paisagem de Fazenda de 1963, Vilarejo de 65, Paisagem com mar, deste mesmo ano, Paisagem com flor roxa de 68 e as Paisagens de 69, 70, 71 e 72 e tantos outros trabalhos, apresentam uma emoção crescente diante do mundo. O aspecto sólido e organizado dos quadros pau-brasil dos anos vinte, é retomado por estes vinte e três anos de trabalho na maturidade da artista, mas com uma dose ainda mais intensa de sensibilidade. A proposta de organização racional do espaço, herdada das lições do cubismo, é delicadamente invadida por uma carga emocional de nostalgia e serenidade.

Em 1954, portanto aos sessenta e oito anos, a artista é encarregada da realização de um grande painel comemorativo do *IV Centenário de da Cidade de São Paulo*. Como se sabe, nenhuma pintura mural tinha ainda sido realizada por Tarsila, que costumava trabalhar em telas pequenas e médias. Este desafio de executar uma cena histórica, com vários personagens, numa superfície de mais de sete metros, exigia, como é possível supor, um forte ímpeto criativo e um enorme esforço físico.

Tarsila do Amaral realiza, assim, a *Procissão do Santíssimo*, evocando, em cores alegres, a religiosidade popular, num cenário popular. Talvez, na homenagem à cidade colonial desaparecida, que era a São Paulo metrópole industrializada dos anos cinquenta, a artista sugerisse outro lugar e outro tempo. Talvez Ouro Preto do século XVIII, com seu São Jorge esculpido em madeira por Aleijadinho, levado por um cavalo branco.

Dois anos mais tarde, faz outra grande tela sob encomenda da *Livraria Martins Editora*. Desta vez, com o tema *Batizado de Macunaima*, presta homenagem à importante obra da literatura modernista. O aspecto geometrizado das formas dos

⁵ GOTLIB, Nádya Battella. *Tarsila do Amaral, a modernista*. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 1998.

índios, plantas e animais, as cores intensas sugerem um aspecto de colagem, também inédito na obra da pintora.

Ao observarem-se os trabalhos dos últimos anos de Tarsila é importante insistir que a maturidade da artista não representou, de modo algum, uma decadência ou uma rememoração inócua de glórias passadas. É surpreendente, para se ter outra idéia, a novidade de uma obra como *A Metrópole*, de 1958. Aqui, a pintora, com setenta e dois anos, descreve o crescimento vertical das cidades com um aspecto ameaçador e vertiginoso, completamente inédito se comparado ao caráter lúdico das telas dos anos vinte que mostravam o progresso, as fábricas e os trens como peças de um *puzzle*. Poderíamos voltar, neste ponto, à idéia de nostalgia pela fazenda e pequenas vilas, pelas cidades históricas e do sofrimento diante da destruição provocada pelo progresso. A nostalgia, como fonte criativa, ganha, na maturidade de Tarsila, um caráter ainda mais profícuo e mágico do que em suas obras dos anos em que era mais jovem.

Em 1961, a artista recebeu o reconhecimento de sua obra com outra exposição retrospectiva, desta vez na *Casa do Artista Plástico*. A *VII Bienal de São Paulo* lhe reservou uma sala especial em 1963, e a *XXXII Bienal de Veneza*, uma participação especial em 64. Mas foram, talvez, as exposições retrospectivas no *Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro* e no *Museu de Arte Contemporânea de São Paulo: Tarsila 1918-1968*, organizada por Aracy Amaral, com seiscentas obras, o maior reconhecimento de sua carreira. Tarsila diria, em entrevista, ter visto quadros seus dos quais não se lembrava mais, tudo passa e era preciso, segundo ela, recordar e não desanimar.⁶ Declarou ainda: "Eles batiam palma, olhavam para mim. Eu não sabia o que dizer, as palmas não terminavam mais. Nunca ninguém bateu palmas para mim".⁷

Ao visitar a retrospectiva de sua obra, em 69, ela diria ter tido a certeza de que esteve viva, pois lhe era impossível viver sem a pintura. Sentia ainda que "sua inquietação de juventude nem os anos, e nem nada, consegue serenar. Ela ainda a leva hoje a uma agitação, a uma fome de conhecimento, que a fez ler uma porção de dicionários para descobrir palavras estranhas e seu significado, e a devorar muitos livros e jornais". A pintora acrescentou: "eu sempre fui assim inquieta. Sempre quis saber de tudo e ser tudo. Uma das coisas com a qual nunca pude me conformar foi a

⁶ Folha de São Paulo, São Paulo, 21 mar. 1971. Citado em GOTLIB. Op. cit., p. 188.

⁷ FARIA, Álvaro. *Aquela menina chamada Tarsila*. O Jornal, Rio de Janeiro, 30 out. 1969.

minha própria limitação, que me levou a ser restrita. Apenas a pintura conseguiu, de certa forma, acalmar um pouco a minha inquietude".⁸

Nesta ocasião, Tarsila afirmaria que gostava, além de pintar, de ouvir música, de flores e de gente. Além disso, o que mais a emocionava era a recordação do passado: "pois ele me significa muito". "O que me dá muita alegria até hoje é saber que eu soube ousar, que eu coloquei na minha pintura o que realmente me impressionou. (...) E então é por saber que a minha retrospectiva tem tudo de mim, que quero visitá-la mais de uma vez, e é claro que quero continuar pintando. Como eu poderia viver sem o azul e o rosa intensos das minhas telas?"⁹ O passado e a pintura eram, assim, alimentos para sua vida madura.

No catálogo da retrospectiva, Aracy Amaral escreveu que Tarsila era, então, "uma mulher tranqüila e sonhadora (...) recolhida na intensidade de sua vida interior". Em suas palavras: "Tarsila foi sempre, e ainda o é, uma romântica. Conversa como se freqüentasse tudo. Lê todos os jornais. Interessa-se pelos casos sentimentais e opina na aparência de suas amigas mulheres. Não tem absolutamente mágoa nenhuma pela enfermidade atual e transmite toda impressão de ser uma mulher sadia".¹⁰

Para Tarsila, com seus oitenta e três anos, a vida era maravilhosa e o mundo, uma beleza. Guardava, ainda, a esperança de voltar andar. Dizia, sorrindo, que seu bom aspecto se devia à vantagem das mulheres em poder passar um pó-de-arroz e ficar com a pele rosada e bonita.¹¹

Em 1971 é homenageada por vários artistas que a presenteiam com suas obras, na *Mansão França*. Concede, neste mesmo ano, uma importante entrevista para o *Museu da Imagem e do Som* em São Paulo.

Neste precioso depoimento, a pintora contava suas recordações de infância, recordações que haviam marcado grande parte de sua criação artística. Contava, ainda, de sua formação artística no Brasil, dos anos de estudo em Paris, do encontro com a arte moderna no Brasil e na França, dos vestidos de Polret à pintura pau-brasil e antropofágica, entre outras lembranças. Em um determinado momento, depois de muito falarem deste passado tão rico de lembranças, um dos entrevistadores lhe perguntou sobre seu presente: "Como é seu dia? A senhora é sistemática?". Tarsila, então, respondeu: "Eu fico quase sempre em meu quarto repousando. Tenho minha

⁸ AMARAL, T. *Como viver sem o azul e o rosa de minhas telas?* São Paulo, 1969. Referência incompleta. Acervo de recortes da Biblioteca do Museu Nacional de Belas Artes do Rio de Janeiro.

⁹ AMARAL, T. *Como viver ...* Op. cit.

¹⁰ Tarsila, a arte brasileira em linguagem universal. *Jornal do Brasil*, Rio de Janeiro, 1969.

¹¹ FARIA. Op. cit.

amiga D. Anete que é uma preciosidade, me prepara as tintas e facilita tudo. (...) Tenho um pequeno ateliê aqui, mas está todo cheio de coisas e de quadros que estão só principiados".¹²

Aos oitenta e cinco anos, a fala da artista deixava transparecer não apenas um acervo imenso de memórias sobre a arte do século XX, mas ainda uma atividade presente, um pequeno ateliê e quadros por terminar. Suas palavras transmitem este estado de contínuo exercício, de impossibilidade de encerrar a arte, assim como a vida seria sempre uma obra incompleta.

Viveu, em seus últimos tempos, num modesto apartamento em São Paulo, esvaziado de seus quadros mais importantes, quase todos vendidos por necessidade financeira, em companhia de Anete que cuidava da artista e a ajudava na preparação das tintas e que fixara sobre a parede reproduções de quadros da artista.¹³

Conforme um artigo de 1972, a pintora recebia o visitante trabalhando sobre a cama, num ritmo

menor do que há anos atrás. Afinal de contas, comentava o visitante, ela está completando 55 anos de trabalho ininterrupto. Hoje, além de ser um mito da pintura brasileira, Tarsila do Amaral ainda desenha, pinta e orienta vários artistas mais jovens como Grassmann e Boris Arrivabene, que estão gravando alguns desenhos dela sob sua orientação. Ela se mantém a par do movimento artístico através de jornais e revistas e, além disso, seu apartamento muitas vezes fica repleto de visitantes, artistas, amigos e estudiosos que vêm apertar sua mão firme e saber de sua pessoa.¹⁴

Neste artigo, é curioso notar que a artista comentara que uma de suas melhores fases havia sido a "pau-brasil", nos anos vinte, mas que sua fase atual, quando então ela estava com oitenta e seis anos, parecia-lhe também bastante boa.

Um ano antes de morrer, Tarsila afirmara não temer a morte:

Eu não tenho medo da morte e sei que ela virá na hora certa, como tudo o que me aconteceu na vida. Sempre procurei estar preparada para receber o pior, embora morrer seja uma contingência natural. O importante é que se tenha vivido com dignidade e que se haja, em todos os instantes, escolhido a melhor maneira de ser útil. Existir por existir nada significa, se a gente não empresta sentido ao fato puro e simples da existência.¹⁵

Ao morrer, Tarsila deixou três telas inacabadas, o que não deixa de ser a metáfora mesma da vida. Três paisagens com suas casinhas, montanhas e árvores, o último deles, apenas esboçado, ainda com a presença do mar. Símbolos que a acompanharam em toda sua obra, como códigos pessoais. Mesmo sem assinatura, um

¹² Saudades, Calpirinha. *Folha de São Paulo*. São Paulo, 16 fev. 1975.

¹³ GOTLIB. *Op. cit.*, p. 188.

¹⁴ LUYTEN, Jos. Tarsila do Amaral está firme como nunca. *Folha de São Paulo*. São Paulo, 29 fev. 1972.

¹⁵ Pintora não tinha medo da morte. *Folha de São Paulo*. São Paulo, 18 jan. 1973.

artigo da época mencionava, ao publicar entrevista com Anete, a governanta que acompanhara Tarsila, não havia dúvida de que eram autênticos. Anete contava ter assistido durante aqueles últimos sete anos “o esforço daquela mulher doente, semi-inválida, pintando na cama, com dificuldade, não apenas por prazer, mas por necessidade”. E ainda: “Tarsila sempre viveu de seu trabalho. Sempre, mesmo doente. Pintava para sobreviver. E teve que vender todos os seus quadros. Todos”.¹⁶

A capacidade criativa e de novas concepções artísticas não se encontrava extinta. Não podemos nos deixar levar pela falsa impressão de que a artista tivesse apenas repetido suas obras passadas. A arte não apenas e certamente acalentava o sofrimento de seus últimos anos, marcados por dificuldades e pelo abatimento de sua saúde. A arte não era um mero consolo e um motivo para continuar vivendo com alegria, mesmo depois da solidão provocada pela perda de sua filha e de sua neta, pela perda de seu último companheiro, pela perda da fazenda e pela condição de estar em uma cadeira de rodas, depois de uma cirurgia na coluna que a deixou parálitica desde 1965. No entanto, tinha esperanças de voltar a andar.¹⁷ Tarsila diria, aos oitenta e cinco anos, que adorava a vida.¹⁸ Continuou pintando na cama ou na cadeira de rodas, conservando uma surpreendente alegria.¹⁹

A maturidade de Tarsila do Amaral não foi apenas marcada pela presença constante da criação artística – como um lugar tranquilo. A arte não era apenas um passatempo para uma suposta invalidez. Também sua arte foi transformada pela maturidade, ganhando nova força, novos propósitos e importantes inovações estilísticas.

Ao refletirmos sobre a importância do passado na obra de Tarsila do Amaral, vimos o quanto sua criação nasceu de lembranças de viagens pelo mundo e do gosto pelos cenários de sua infância. Podemos então imaginar de que modo sua maturidade foi um tempo repleto de riqueza criativa – porque um tempo farto de recordações. Através da experiência e das lembranças, elementos tão importantes para sua arte, seus últimos anos consistiam um tempo privilegiado para criar.

A saudade do que passou, as lembranças de cidades e lugares perdidos e transformados pelo progresso, cada vez mais nítidas recordações de infância, apego por casas demolidas, nostalgia, estes não são sentimentos que façam do artista um ser

¹⁶ Estes quadros nunca serão terminados. São os últimos de Tarsila. *O Estado de São Paulo*. São Paulo, 18 jan. 1973.

¹⁷ *Cf.* FARIA. *Op. cit.*

¹⁸ KAWALL, Luiz Ernesto. A Morte não respeitou a vontade de Tarsila. *Última Hora*. São Paulo, 18 jan. 1973. Citado em GÖTLIB. *Op. cit.*, p. 190.

¹⁹ AMARAL, T. *Como viver...* *Op. cit.*

deslocado do presente e desatualizado. Ao contrário, a nostalgia foi, desde a juventude de Tarsila, um importante recurso de criação e uma das marcas de seu ambíguo e fascinante modernismo.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Aracy Abreu. *Tarsila, sua obra e seu tempo*. Série Estudos. São Paulo: Perspectiva, Ed. da Universidade de São Paulo, 1975.

AMARAL, Tarsila. *Como viver sem o azul e o rosa de minhas telas?* São Paulo, 1969. Referência incompleta. Acervo de recortes da Biblioteca do Museu Nacional de Belas Artes do Rio de Janeiro

DAIX, Pierre. *El Cubismo de Picasso. Catálogo Razonado de la obra pintada 1907-1916*. Barcelona: Blume, 1980.

DAIX, Pierre. *Picasso Criador. Sua vida íntima e sua obra*. Porto Alegre: L&PM, 1988.

FARIA, Álvaro. *Aquela menina chamada Tarsila*. *O Jornal*, Rio de Janeiro, 30 out. 1969.

GOTLIB, Nádya Battella. *Tarsila do Amaral, a modernista*. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 1998.

KAWALL, Luiz Ernesto. *A Morte não respeitou a vontade de Tarsila. Última Hora*. São Paulo, 18 jan. 1973.

LUYTEN, Jos. *Tarsila do Amaral está firme como nunca*. *Folha de São Paulo*. São Paulo, 29 fev. 1972.

S/ AUTOR. *Estes quadros nunca serão terminados. São os últimos de Tarsila*. *O Estado de São Paulo*. São Paulo, 18 jan. 1973.

S/ AUTOR. *Pintora não tinha medo da morte*. *Folha de São Paulo*. São Paulo, 18 jan. 1973

S/ AUTOR. *Saudades, Caipirinha*. *Folha de São Paulo*. São Paulo, 16 fev. 1975.

S/ AUTOR. *Tarsila, a arte brasileira em linguagem universal*. *Jornal do Brasil*, Rio de Janeiro, 1969.

