

**INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL**  
**ProfQui**

**APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO:  
PROMOÇÃO DE EDUCAÇÃO CTS/CTSA A PARTIR DE DEBATES SOBRE PIGMENTOS  
DE CHUMBO E SUAS APLICAÇÕES**

**WELBER GOMES CALAZANS**

Vila Velha, Espírito Santo  
2020

**INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL**  
**ProfQui**

**APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO:  
PROMOÇÃO DE EDUCAÇÃO CTS/CTSA A PARTIR DE DEBATES SOBRE PIGMENTOS  
DE CHUMBO E SUAS APLICAÇÕES**

**WELBER GOMES CALAZANS**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, Polo Espírito Santo, localizado no campus de Vila Velha do Instituto Federal do Espírito Santo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Química.

Orientador:

Prof. Dr. Sidnei Quezada Meireles Leite

Vila Velha, Espírito Santo  
2020

## FICHA CATALOGRÁFICA

---

C143a Calazans, Welber Gomes

Aprendizagem baseada em projetos de química no ensino médio: promoção de educação cts/ctsa a partir de debates sobre pigmentos de chumbo e suas aplicações. / Welber Gomes Calazans. - 2020.

209 f. il.; 30 cm

Orientador: Sidnei Quezada Meireles Leite

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Vila Velha. Mestrado Profissional em Química, 2020.

1. Química - Ensino. 2. Química – Cores. 3. Química – Chumbo. I. Leite, Sidnei Quezada Meireles. II. Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Vila Velha. III. Título.

CDD: 540

---

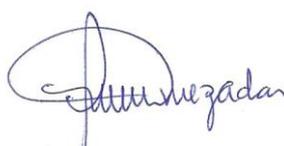
**INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL**

**WELBER GOMES CALAZANS**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química, Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, do Instituto Federal do Espírito Santo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Química.

Aprovado em 09 de dezembro de 2020.

**COMISSÃO EXAMINADORA**



Prof. Dr. Sidnei Quezada Meireles Leite, D.Sc.  
Instituto Federal do Espírito Santo, Ifes  
Orientador



Prof. Dr. Paulo Rogério Garcez de Moura  
DQUI/PPGQUI/UFES/SIAPE nº 2352731

Prof. Dr. Paulo Rogério Garcez de Moura, D.Sc.  
Universidade Federal do Espírito Santo, Ufes

Dr<sup>a</sup> Profa Vilma Reis Terra  
Instituto Federal do Espírito Santo



Prof. Dra. Ivanise Maria Rizzatti, D.Sc.  
Universidade Estadual do Roraima, UERR

Vila Velha, Espírito Santo

2020



## **MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO - CAMPUS VILA VELHA  
Avenida Ministro Salgado Filho, 1000, Soteco, Vila Velha, Espírito Santo  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

### **WELBER GOMES CALAZANS**

#### **“APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO: PROMOÇÃO DE EDUCAÇÃO CTS/CTSA A PARTIR DE DEBATES SOBRE PIGMENTOS DE CHUMBO E SUAS APLICAÇÕES”**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - ProfQui do Campus Vila Velha do Instituto Federal do Espírito Santo como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Química.

Aprovado em 09 de dezembro de 2020

#### **COMISSÃO EXAMINADORA**

Dr. Sidnei Quezada Meireles Leite  
Instituto Federal do Espírito Santo

Dr. Paulo Rogerio Garcez de Moura  
Universidade Federal do Espírito Santo

Dr<sup>a</sup>. Vilma Reis Terra Instituto  
Federal do Espírito Santo

Dr<sup>a</sup>. Ivanise Maria Rizzatti  
Universidade Estadual de Roraima



Emitido em 09/12/2020

ANEXO Nº 37/2020 - VVL-DPPE (11.02.34.01.07)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

*(Assinado digitalmente em 15/03/2021 16:52 )*

ANA BRIGIDA SOARES  
COORDENADOR DE CURSO - TITULAR  
VVL-CMPQ (11.02.34.01.07.07)  
Matricula: 1343195

*(Assinado digitalmente em 29/03/2021 19:50 )*

VILMA REIS TERRA  
PROFESSOR DO ENSINO BASICO TECNICO E TECNOLOGICO  
VVL-CCTQ (11.02.34.01.08.02.06)  
Matricula: 1170968

*(Assinado digitalmente em 15/03/2021 19:25 )*

PAULO ROGERIO GARCEZ DE MOURA  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: \*\*\*.565.890-\*\*

*(Assinado digitalmente em 16/03/2021 11:14 )*

IVANISE MARIA RIZZATTI  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: \*\*\*.278.489-\*\*

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ifes.edu.br/documentos/> informando seu número: 37, ano: 2020, tipo: ANEXO, data de emissão: 15/03/2021 e o código de verificação: dd575c73a4



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO- CAMPUS VILA VELHA  
Avenida Ministro Salgado Filho, 1000, Soteco , Vila Velha, Espírito Santo  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

**WELBER GOMES CALAZANS**

**CALAZANS, WELBER GOMES; LEITE, SIDNEI QUEZADA MEIRELES.  
“APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO:  
DEBATES SOBRE PIGMENTOS DE CHUMBO, SAÚDE E A ARTE DE CANDIDO  
PORTINARI” VILA VELHA: IFES, 2020.**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Química em Rede Nacional-ProfQui do Campus Vila Velha do Instituto Federal do Espírito Santo como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Química.

Aprovado em 09 de dezembro de 2020

**COMISSÃO EXAMINADORA**

Dr. Sidnei Quezada Meireles Leite  
Instituto Federal do Espírito Santo

Dr. Paulo Rogerio Garcez de Moura  
Universidade Federal do Espírito Santo

Dr<sup>a</sup>. Vilma Reis Terra  
Instituto Federal do Espírito Santo

Dr<sup>a</sup>. Ivanise Maria Rizzatti  
Universidade Estadual de Roraima



*Emitido em 09/12/2020*

**ANEXO Nº 38/2020 - VVL-DPPE (11.02.34.01.07)**

**(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)**

*(Assinado digitalmente em 15/03/2021 16:52)*

ANA BRIGIDA SOARES  
COORDENADOR DE CURSO - TITULAR  
VVL-CMPQ (11.02.34.01.07.07)  
Matrícula: 1343195

*(Assinado digitalmente em 29/03/2021 19:50)*

VILMA REIS TERRA  
PROFESSOR DO ENSINO BASICO TECNICO E TECNOLOGICO  
VVL-CCTQ (11.02.34.01.08.02.06)  
Matrícula: 1170968

*(Assinado digitalmente em 15/03/2021 19:24)*

PAULO ROGERIO GARCEZ DE MOURA  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: \*\*\*.565.890-\*\*

*(Assinado digitalmente em 16/03/2021 11:14)*

IVANISE MARIA RIZZATTI  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: \*\*\*.278.489-\*\*

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ifes.edu.br/documentos/> informando seu número: 38, ano: 2020, tipo: ANEXO, data de emissão: 15/03/2021 e o código de verificação: 7b1f440fd0

## RESUMO

O objetivo dessa pesquisa foi o de estudar a intervenção escolar pela ABP (Aprendizagem Baseada em Projetos) como metodologia de ensino na temática da química dos pigmentos de chumbo e suas aplicações com enfoque de Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTS/CTSA). O desenvolvimento do projeto escolar, intitulada “Quími-cores”, teve a participação voluntária de 17 alunos, formada pelos alunos do 9º ano do ensino fundamental (23%), 1ª série (18%), 2ª série (47%) e a turma da 3ª série do ensino médio (12%). O projeto foi desenvolvido na rede de ensino particular, colégio PIO XII, localizado no município de Vila Velha, no estado do Espírito Santo, no período de agosto a novembro de 2019. As atividades pedagógicas foram organizadas em grupos de trabalho (GT) para desenvolver temáticas: (1) biologia do chumbo e sua toxicidade, (2) Tintas, reflexão e refração das cores, (3) A vida, obra e saúde do artista plástico Portinari e; (4) Rocha minerais. Orientado aos alunos que formassem quatro (4) grupos de trabalho para o desenvolvimento de suas pesquisas para a culminância nos seminários e na mostra cultural e científica. O planejamento do projeto foi dividido em quatro (4) etapas, a saber: Etapa 1 – I. a divulgação do projeto nas salas de aulas; II. Abordagem com temas sociocientíficas sobre a temática que envolve o chumbo e a constituição dos grupos de trabalho; Etapa 2 – tivemos 4 encontros com intervenção com oficinas formativas problematizadas com temáticas para subsidiar as investigações e orientar os alunos a desenvolverem pelas suas pesquisas; Etapa 3 – um encontro com roda de conversa para o alinhamento e o desdobramento do projeto, discussão com grupo, críticas, argumentos e relatos dos alunos e; Etapa 4 – Culminância em seminários final com avaliação e orientação e, a mostra cultural e científica no colégio. A metodologia de pesquisa fundamentou-se em Gil (2002) de cunho qualitativa, do tipo estudo de caso, cujos dados foram produzidos a partir de observações, fotografias, rodas de conversas, questionários e anotações feitas pelos estudantes nos diários de bordo ao longo da pesquisa. A análise metodológica do desenvolvimento do projeto escolar “Quími-cores” evidenciou a articulação de três perspectivas de ensino, isto é, das questões sociocientíficas (QSC), a educação CTS/CTSA e a Abordagem Temática Freireana (ATF). O estudo foi desenvolvido com base em Santos e Auler (2011), Aikenhead (2009), Reis e Galvão (2008) e Sadler (2011). Por fim, a partir das investigações, foi produzido um Guia Didático de ciências naturais voltado para professores com uma proposta de abordar a temática da química dos pigmentos de chumbo e suas aplicações com enfoque CTS/CTSA. Este Guia Didático faz parte da nossa pesquisa do programa de mestrado profissional em química em rede nacional. Dividido em duas partes, a primeira uma descrição das fundamentações teóricas que orientaram nossas pesquisas e, segundo a aplicação da ABP como estratégia metodológica de ensino, mostrando o desenvolvimento, envolvimento e mudança do aluno, nas dimensões conceitual, procedimental e atitudinal e a sua tomada de decisão. Este produto educacional poderá servir ou auxiliar professores a desenvolver práticas semelhantes na instituição onde atua.

**Palavras-chave:** Guia Didático. Questões sociocientíficas. Educação CTS/CTSA. Química dos pigmentos. Química do chumbo. Arte de Cândido Portinari. Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP).

## ABSTRACT

The objective of this research was to study school intervention by ABP (Project Based Learning) as a teaching methodology on the theme of lead pigment chemistry and its applications with a focus on Science-Technology-Society-Environment (CTS / CTSA). The development of the school project, entitled "Quími-cores", had the voluntary participation of 17 students, formed by students of the 9th grade of elementary school (23%), 1st grade (18%), 2nd grade (47%) and the 3rd grade class in high school (12%). The project was developed in the private school network, PIO XII college, located in the municipality of Vila Velha, in the state of Espírito Santo, from August to November 2019. The pedagogical activities were organized in working groups (GT) to develop themes: (1) biology of lead and its toxicity, (2) Paints, reflection and refraction of colors, (3) The life, work and health of the artist Portinari e; (4) Rock minerals. Oriented to the students to form four (4) working groups for the development of their research for the culmination in the seminars and in the cultural and scientific exhibition. The project planning was divided into four (4) stages, namely: Stage 1 - I. publicizing the project in classrooms; II. Approach with socio-scientific themes on the theme that involves lead and the constitution of working groups; Stage 2 - we had 4 meetings with intervention with training workshops problematized with themes to subsidize the investigations and guide the students to develop through their research; Stage 3 - a meeting with a conversation wheel for the alignment and unfolding of the project, discussion with the group, criticisms, arguments and reports by the students and; Stage 4 - culmination in final seminars with evaluation and guidance, and the cultural and scientific exhibition at the school. The research methodology was based on a qualitative case study type Gil (2002), whose data were produced from observations, photographs, conversation circles, questionnaires and notes made by students in the logbooks throughout the course. search. The methodological analysis of the development of the school project "Quími-cores" showed the articulation of three teaching perspectives, that is, of socio-scientific issues (QSC), CTS / CTSA education and the Freirean Thematic Approach (ATF). The study was developed based on Santos and Auler (2011), Aikenhead (2009), Reis and Galvão (2008) and Sadler (2011). Finally, from the investigations, a Didactic Guide for natural sciences was produced for teachers with a proposal to address the theme of lead pigment chemistry and its applications with a CTS / CTSA focus. This Didactic Guide is part of our research of the professional master's program in chemistry in national network. Divided into two parts, the first a description of the theoretical foundations that guided our research and, according to the application of PBL as a methodological teaching strategy, showing the development, involvement and change of the student, in the conceptual, procedural and attitudinal dimensions and their taking decision-making. This educational product can serve or assist teachers to develop similar practices in the institution where they operate.

**Keywords:** Didactic Guide. Socio-scientific issues. Education CTS / CTSA. Pigment chemistry. Lead chemistry. Art by Cândido Portinari. Project-based learning (PBL).

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Destruição da torre da Catedral de Notre Dame. Paris, abril de 2019.....	24
Figura 2: Símbolo, propriedades e distribuição eletrônica do elemento químico Chumbo.....	36
Figura 3: Formas de se encontra o chumbo na natureza .....	37
Figura 4: Ação Tóxica do Chumbo. ....	39
Figura 5: Molécula estrutural da substância Tetraetila de Chumbo. – $Pb(C_2H_5)_4$ .....	40
Figura 6: Fotografia do Minério de sulfeto de chumbo [PbS] – Galena.....	41
Figura 7: Fotografia da Cerussita, Mineral de Carbonato de Chumbo – $[PbCO_3]$ .....	44
Figura 8: Fotografia do Mineral composto de Azulita com Malaquita. $[CuCO_3]$ .....	44
Figura 9: Ocre vermelho - minério de ferro $[Fe_2O_3]$ . ....	45
Figura 10: Fotografia do mineral Calcita – $[CaCO_3]$ .....	45
Figura 11: Anatomia da retina humana.....	47
Figura 12: A combinação entre as ondas detectadas pela visão. ....	48
Figura 13: Mosaico de imagens dos cientistas que descrevem sobre a teoria da luz. ....	50
Figura 14: Espectro visível da luz e Onda eletromagnética. ....	51
Figura 15: Esquematisação da onda eletromagnética .....	52
Figura 16: Composição da luz branca.....	53
Figura 17: Esquematisação da percepção das cores. Prisma de Newton.....	54
Figura 18: Decomposição e recombinação da luz branca.....	55
Figura 19: Exemplos de fórmulas estruturais básicos de corantes.....	59
Figura 20: Corantes naturais alimentícios. ....	59
Figura 21: Mosaico da paleta de cores e obras algumas obras de Portinari.....	60
Figura 22: Perfil dos Participantes na consulta pública - Pigmento de chumbo nas tintas.....	63
Figura 23: Número de Participantes na Consulta Pública – Chumbo nas tintas.....	63
Figura 24: Perfil dos participantes da consulta pública. ....	64
Figura 25: Pintura/Tela a óleo - Autorretrato de Portinari. ....	65
Figura 26: Mosaico de algumas obras de Portinari. (1934 – 1940).....	66
Figura 27: Retrato do Escultor Paulo Mazzucchelli.....	67
Figura 28: Retrato de Olegário Mariano. ....	68
Figura 29: Mosaico de fotografias do casal Portinari.....	69

Figura 30: Fotografia - Mário de Andrade, Portinari, Maria e Simom, 1941. ....	70
Figura 31: O Violista Retrato de Oscar Borgerth. ....	70
Figura 32: Foto/Portinari, Graciliano Ramos, Pablo Neruda e Jorge Amado. 1952. ...	71
Figura 33: Foto/Portinari e Niemeyer, 1948. ....	72
Figura 34: Pintura/Tela a óleo - "O Retirante", 1944. ....	73
Figura 35: Pintura/Tela a óleo - "O mestiço", 1934. ....	74
Figura 36: Pintura/Tela a óleo - "Lavrador de café", 1934. ....	75
Figura 37: Pintura/Tela a óleo - "A índia e a mulata", 1934. ....	75
Figura 38: Diagrama mental da Metodologia: Ensino, Pesquisa e Conteúdos. relacionando as três dimensões relacionadas à pesquisa em tela sobre o ensino de Química. ....	89
Figura 39: Foto do colégio PIO XII. ....	94
Figura 40: Gráfico dos participantes do projeto químicos em porcentagem. ....	99
Figura 41 - Potencialidades da Prática Pedagógica. ....	106
Figura 42: Mosaico de fotografias do primeiro encontro, roda de conversa. ....	115
Figura 43: Fórmula estrutural do Poliacetato de vinila (PVA). ....	116
Figura 44: Mosaico das fotos - Oficina da preparação das tintas. ....	117
Figura 45: Mosaico das fotos - Literatura, vida de Portinari. Out/2019. ....	119
Figura 46: Mosaico das fotos de algumas obras de Portinari, Out/2019. ....	120
Figura 47: Mosaico das fotos - Oficina de Pintura, releitura. Out/2019. ....	121
Figura 48: Mosaico das fotos - Oficina de mineralogia. ....	122
Figura 49: Mosaico das fotos - Seminário a história e aplicações do chumbo. Nov/2019. ....	123
Figura 50: Roda de conversa e preparação da mostra cultural, Nov/2019. ....	125
Figura 51: Equipe de trabalho. Projeto "Químicos", Nov/2019. ....	126
Figura 52: Preparação para mostra científica e cultural. ....	128
Figura 53: Exposição da mostra cultural e científica. ....	129
Figura 54: Exposição dos minerais - Mostra Cultural. ....	130
Figura 55: Exposição Releitura Portinari - Mostra Cultural. ....	131
Figura 56: Exposição de artes "Quadro Humano" - Mostra Cultural. ....	132
Figura 57: Categoria dos conteúdos proposta por Zabala e os 4 pilares da educação. ....	139
Figura 58: Diagrama da dimensão do conteúdo conceitual. ....	140
Figura 59: Oficina de releitura de algumas obras de Portinari. ....	144

Figura 60: Diagrama da dimensão do conteúdo procedimental. ....	149
Figura 61: Momento de comunicação por meio do WhatsApp. ....	150
Figura 62: Diagrama da dimensão do conteúdo procedimental. ....	152
Figura 63: Potencialidades de conteúdos de ciências e fronteiras do conhecimento, e da intervenção com a interdisciplinaridade. ....	155
Figura 64: Definição das 10 Competências Gerais Proposta da BNCC. ....	157
Figura 65: Evidências de Interdisciplinaridade ....	159
Figura 66: Proposta pedagógica: 4 pilares da educação x Dimensões dos conteúdos .....	161
Figura 67: Relação da ABP e Quími-cores. ....	169
Figura 68: Relação das rochas minerais e a composição química ....	173
Figura 69: Mosaico de fotografias de alguns momentos da culminância do projeto. .....	174
Figura 70: Imagem das composições químicas dos pigmentos de Portinari.....	176
Figura 71: Subtemáticas dos GT estruturação a partir das abordagens CTS/CTSA .....	178
Figura 72: Mosaico de fotografia, efeito tóxico do chumbo ....	179

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Palavra-chave pesquisados nas bases de dados da CAPES e a quantidade correspondente aos anos. Inicialmente encontrados, selecionados para Análise. ....	28
Quadro 2: Palavra-chave pesquisados nas bases de dados da SciELO e a quantidade correspondente aos anos. Inicialmente encontrados, selecionados para Análise. ....	29
Quadro 3: Pesquisa da palavra-chave intoxicação pelo chumbo e ensino em química. ....	30
Quadro 4: Pesquisa da palavra-chave tintas, pigmentos de chumbo e ensino em química. ....	31
Quadro 5: Pesquisa da palavra-chave luz, comprimento de onda e ensino em química. ....	32
Quadro 6: Pesquisa da palavra-chave Cândido Portinari e ensino em química. ....	33
Quadro 7: Pesquisa da palavra-chave Perspectiva de ensino: ATF, CST/CTSA e APB. ....	33
Quadro 8: Aplicações industriais de compostos contendo chumbo. ....	38
Quadro 9: Ligas metálicas com chumbo e suas aplicações. ....	38
Quadro 10: Composição de alguns minerais. ....	43
Quadro 11: Pigmentos básicos e suas respectivas cores. ....	58
Quadro 12: Classificação dos currículos do Ensino de Ciências na perspectiva CTS. ....	83
Quadro 13: Atividades desenvolvidas na pesquisa e aplicação da intervenção pedagógica. ....	90
Quadro 14: Resumo das etapas do projeto Químicores. ....	95
Quadro 15: Construção da intervenção Pedagógica. ....	98
Quadro 16: Resumo de técnicas e instrumentos de coleta de dados. ....	101
Quadro 17: Resumo das Etapas do Projeto "Quími-cores". ....	108
Quadro 18: Aprendizagem em feiras científicas. ....	127
Quadro 19: Etapas da análise de conteúdo proposto por Bardin. ....	135
Quadro 20: Unidade de registro e categorização baseada em Bardin. ....	137

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

ACT – Alfabetização Científica e Tecnológica

AC – Alfabetização Científica

APB – Aprendizagem Baseada em Projetos

ATF – Abordagem Temática Freireana

ATSDR – Agency for Toxic Substances and Disease Registry

BNCC – Base Nacional Curricular Comum

CBC – Currículo Básico Comum

CEP – Comitê Nacional de Ética em Pesquisa

CETEM – Centro de Tecnologia Mineral

CONASQ – Comissão Nacional de Segurança Química

CTS - Ciência, Tecnologia, Sociedade

CTSA - Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

DCN – Diretrizes Curriculares Nacionais

EPI – Equipamento de Proteção Individual

FENACEB – Feiras de Ciências da Educação Básica

GT – Grupos de Trabalho

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICZ – Instituto de chumbo e zinco

IFES – Instituto Federal do Espírito Santo

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MEC – Ministério da Educação.

PCB – Partido Comunista Brasileiro.

PP – Pedagogia de Projetos.

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais.

PVA – Polyvinyl acetate - Acetato de Polivinila.

QSC - Questões Sociocientíficas.

SEDU – Secretaria de Estado da Educação.

TALE – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido.

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>18</b>
1.1 MEMORIAL .....	18
1.2 CONTEXTO DA PESQUISA E ALGUNS QUESTIONAMENTOS .....	18
1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA.....	21
1.4 JUSTIFICATIVA.....	23
<b>2. ESTADO DA ARTE .....</b>	<b>28</b>
<b>3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....</b>	<b>36</b>
3.1 PROPRIEDADE FÍSICO – QUÍMICA DO CHUMBO .....	36
3.2 BREVE HISTÓRICO DO PIGMENTO .....	42
3.3 PERCEPÇÃO DAS CORES.....	46
3.3.1 Fenômeno Biológico.....	47
3.3.2 História da Física e Fenômenos da Luz .....	49
3.4 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE TINTAS E PIGMENTOS .....	55
3.4.1 Tintas.....	56
3.4.2 Pigmentos.....	56
3.4.3 Pigmentos utilizados por Portinari.....	59
3.4.4 Envolvimento da sociedade na questão dos pigmentos de chumbo .....	61
3.5 TRAJETÓRIA DE CANDIDO PORTINARI.....	64
3.5.1 Biografia do artista.....	65
3.5.2 Leitura de algumas obras de Portinari .....	72
3.6 PERSPECTIVAS DA PEDAGÓGIA.....	76
3.6.1 Aprendizagem Baseada em Projeto - ABP .....	77
3.6.2 Pedagogia de Projetos - PP.....	78
3.6.3 Temas Sociocientíficos e Educação CTS/CTSA .....	79
3.6.4 Abordagem Temática Freireana.....	85
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>88</b>
4.1 PESQUISA.....	88
4.2 LOCAL DA PESQUISA .....	94
4.3 INTERVENÇÃO ESCOLAR.....	95
4.5 COLETA DE DADOS.....	100
4.6 ANÁLISE DE DADOS .....	102
<b>5. INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA.....</b>	<b>105</b>
5.1 PLANEJAMENTO DO PROJETO ESCOLAR.....	105

5.2 VALIDAÇÃO DO PROJETO.....	109
5.2.1 Primeira Validação.....	109
5.2.2 Segunda Validação entre pares.....	109
5.2.3 Terceira Validação - Qualificação.....	111
5.3 APLICAÇÃO DO PROJETO QUÍMICORES.....	111
5.3.1 Desenvolvimento metodológico do projeto escolar químicoscores.....	112
5.3.2 Mostra Cultural e Científica.....	125
<b>6. ANÁLISE DOS ASPECTOS TEÓRICO-METODOLÓGICO.....</b>	<b>134</b>
6.1 ANÁLISE DOS ASPECTOS DE CONTEÚDO PROGRAMÁTICOS.....	138
6.1.1 Dimensão do conteúdo conceitual.....	139
6.1.2 Dimensão do conteúdo procedimental.....	146
6.1.3 Dimensão do conteúdo atitudinal.....	151
6.2 CONFLUÊNCIAS ENTRE AS DIFERENTES PERSPECTIVAS.....	160
6.2.1 Análise do Desenvolvimento do Projeto Quími-cores no Colégio.....	161
6.3 ANÁLISE METODOLÓGICA ABP.....	164
<b>7.0 ASPECTO SOCIOFILOSOFICO DA EDUCAÇÃO CTS/CTSA.....</b>	<b>170</b>
7.1 ABORDAGEM TEMÁTICA QUÍMI-CORES.....	172
7.2 DEBATE SOBRE O PIGMENTO DE CHUMBO.....	178
<b>8. PRODUTO EDUCACIONAL.....</b>	<b>181</b>
<b>9. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>182</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>187</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>195</b>
<b>APÊNDICE A – Carta de anuência para desenvolver a pesquisa.....</b>	<b>195</b>
<b>APÊNDICE B – Questionário Aplicado aos Alunos – Perfil do aluno.....</b>	<b>196</b>
<b>APÊNDICE C – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE do aluno.....</b>	<b>198</b>
<b>APÊNDICE D – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE do Responsável.....</b>	<b>200</b>
<b>APÊNDICE E – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE do Professor.....</b>	<b>202</b>
<b>APÊNDICE F – Levantamento do Conhecimento Prévio dos Estudantes.....</b>	<b>204</b>
<b>APÊNDICE G – Roteiro da Oficina de Produção das Tintas Artesanais.....</b>	<b>205</b>
<b>APÊNDICE H – Roteiro da Oficina e Exposição das Rochas Minerais.....</b>	<b>206</b>
<b>APÊNDICE I – Termo de Autorização do uso de Imagem e Som.....</b>	<b>208</b>
<b>APÊNDICE J – Produção Acadêmica durante o Mestrado.....</b>	<b>209</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1 MEMORIAL**

Atualmente leciono aulas no colégio PIO XII há 18 anos e, em concomitância com a rede pública estadual há 26 anos, EEEM Prof. Agenor Roris. Ambas escolas localizadas no município de Vila Velha. A faculdade realizada no Campus de Vitória UFES (1993-1999). Estágio no período de 1997 a 1998 na CVRD e no período 1998 a 2000 na Chocolates GAROTO. Na CVRD, o estágio era desenvolvido no setor da SUPOT (Superintendência do Porto), onde coletávamos amostras do minério de ferro e realizamos análises do teor da composição química das pelotas de ferro. Passei para outros setores da CVRD em relação a análise do material a metalúrgica e a física.

O segundo estágio, empresa terceirizada pela CHOCOLATES GAROTO (CG), a FUBRAE (Fundação Brasileira de Educação). A FUBRAE promovia a capacitação e atualização do currículo dos funcionários da CG. A função desenvolvida era de ministrar aula de química, matemática e física, auxiliar os funcionários e motivá-los a dar continuidade nos estudos. Ao conhecer a minha esposa no Campus da UFES, estudante de Artes Plástica, observei muitas relações que a Artes e Química eram confluentes, as cores, as tintas dos quadros, enfim, composições e características. Ao ingressar no Mestrado Profissional de química no campus de Vila Velha (PROFQUI) em 2018, busquei justamente a temática junto com o meu orientador a possibilidade em aproximar as áreas do conhecimento no contexto do colégio, onde estou aprendendo, desenvolvendo, quebrando paradigmas da minha vida pessoal e profissional.

### **1.2 CONTEXTO DA PESQUISA E ALGUNS QUESTIONAMENTOS**

A pesquisa se inseriu no contexto do ensino de química do ensino médio realizado na instituição particular localizada no município de Vila Velha, Espírito Santo, Brasil. O Colégio PIO XII, fundado em 1990 pelo educador Professor Rachid Mohamed Chibib, que está situado no bairro Itapuã. Os alunos que compõem as turmas do 9º ano e das séries 1ª, 2ª e 3ª do ensino médio apresentando idades entre 14 a 17 anos, pertencentes a chamada classe média da sociedade, com acesso fechado, equipamentos de

informática com internet de alta velocidade e a disposição de diversos meios e recursos de comunicação e cultural - laboratórios de ciências, artes, quadra poliesportiva, espaço verde bem considerável.

Em relação ao Projeto Político Pedagogia (PPP) do colégio se apoia nas propostas pedagógicas da UNESCO, os quatros (4) pilares da educação, por onde é voltado a atender as demandas propedêuticas, isto é, voltado para formar indivíduos capazes de serem cidadãos conscientes, questionadores e sensibilizados as questões problematizadoras da saúde, sociedade e meio ambiente, tomando para si, atitudes responsáveis e éticos. Pensando nas possibilidades de ensinar conteúdos de químicas de maneira ímpar a partir da interdisciplinaridade e transdisciplinar, ou seja, aproximação das diferentes áreas do conhecimento do ensino nas temáticas a química das tintas com pigmentos de chumbo, tendo em vista os aspectos da educação científicos, tecnológicas, sociais e ambientais (CTS/CTSA) numa educação fora sala de formal, utilizando outros espaços físicos do colégio, os laboratórios de informática e ciências, quadra poliesportiva, sala de artes, sala de multimídia e o próprio pátio da escola.

Dentro desta perspectiva, o projeto finalizou com a culminância da mostra científica e cultural, que ocorreu nas dependências da instituição escolar colégio PIO XII. Abordando o aspecto cultural, na perspectiva científica, histórica e tecnológica com as temáticas: Química dos pigmentos de chumbo; físico-química-Química do chumbo, suas aplicações e toxicidade; Química das tintas e; uma breve história da trajetória de Cândido Portinari. A mostra científica e cultural tem como tema "*Quími-cores*", abordamos os aspectos sociotecnológicas, sociocientíficos, socioeconômica, sociocultural e saúde. O projeto "*Quími-cores*" envolveu a história do chumbo e suas aplicações nos pigmentos, intoxicações e os impactos ambientais. E também uma breve discursão do artista plástico Cândido Portinari, para promover debates sobre tintas, pigmentos a base de chumbo e a intoxicação por este metal onde Portinari veio a óbito.

por apresentar sintomas cada vez mais frequentes de intoxicação, fica, por determinação médica, algum tempo sem pintar. [...] na ocasião, o escritor Eugênio Luraghi escreve de Paris uma carta para Portinari, [...] "tenho a tua

carta de 29 de janeiro (1962). Estou desolado de saber que estás de novo doente pela intoxicação do chumbo (PROJETO PORTINARI - Cronobiografia de Candido Portinari)

De acordo com Polito (2006) e Reis (2016), os pigmentos a base de chumbo além gerar beleza nos quadros de pinturas, as tintas são utilizadas como proteção contra corrosão da superfície de materiais, muitas vezes não dando a importância pela cor mais sim a proteção. O chumbo (Pb) é utilizado como produção de energia, equipamentos de proteção contra radiação, soldagem, em decorações como utensílios domésticos e também para alimentação, como o acetato de chumbo para adoçar o vinho consumidos pelos imperadores, como Nero e Calígula, que poderia ser a causa dos distúrbios mentais pelos mesmos (MUNHOS, 2010). Segundo Mendes (1991), a respeito da “exposição segura” ao trabalhar com estes materiais a base de chumbo, o comportamento provocado pela exposição a baixas doses também pode provocar mudanças neurológicas do trabalhador ou cidadão exposto ao chumbo. Segundo MOREIRA e MOREIRA (2004).

Atenção especial tem sido dada aos estudos epidemiológicos direcionados para os possíveis efeitos do chumbo sobre o organismo humano e seu significado para a saúde. Efeitos neurotóxicos do chumbo nas crianças, especialmente naquelas com desvios de comportamento. (MOREIRA e MOREIRA, 2004)

De acordo com Moreira e Moreira (2004) o consumo ou uso deste metal traz muitos malefícios e prejuízo para o meio ambiente e para o cidadão que se contamina por via de absorção pela inalação, ingestão oral: água e alimentos, ou via cutânea, contato ao solo contaminado, manipulação de materiais e equipamentos. Segundo os autores, a toxicidade provocada pelo chumbo modifica o bom funcionamento das células e enzimas, que formam complexos com enxofre (S), nitrogênio (N), fósforo (P): – SH, – H<sub>2</sub>PO<sub>3</sub>, –NH<sub>2</sub>, que funcionam como doadores de elétrons (1,4). Essas interações com o chumbo, por exemplo, com a sulfidril (– SH), inibi a ativação da proteína quinase C, que tem o papel de fazer funcionar as ações de outras proteínas, sem a atividade da quinase C, irá gerar um efeito cascata de mau funcionamento das outras proteínas.

De acordo com os autores Cordeiro e Filho (1995), Rocha, Pezzini e Poeta (2017) et al, muitos ainda desconhecem os efeitos tóxicos do chumbo que está inserido na sociedade em uma vasta aplicações e utilizações em indústrias, que levanta economia do país, mas traz problemas a saúde humana, principalmente para os trabalhadores que estão em contato direto com o metal, por exemplo, a fabricação de acumuladores de energia, as baterias automotivas e para os pintores imobiliários e artísticos.

Nas escolas, os alunos começam a conhecer o elemento químico chumbo por meio da disciplina de química e, muitas vezes, apenas as propriedades físicas químicas contida nos livros didáticos e apostilas, não aprendendo sobre suas aplicações em um contexto social. Neste sentido, levantamos alguns questionamentos a respeito da abordagem dos pigmentos de chumbo e suas aplicações em um contexto escolar.

- 1) De que maneira a temática de Pigmentos de Chumbo poderia ser abordado, em sala de aula, considerando os conteúdos normalmente apresentado no currículo de química do Ensino Médio?
- 2) De que maneira a temática de Pigmentos de Chumbo poderia ser entrelaçada com a educação CTS/CTSA, perpassando por aspectos de sociocientíficos, tecnológicos, socioculturais, socioambientais e socioeconômicos?
- 3) De que maneira a temática de Pigmentos de Chumbo poderia promover a confluência teórico-metodológica da educação CTS/CTSA e a perspectiva da Pedagogia da Libertação de Paulo Freire?

### 1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA

O objetivo geral é o de investigar o desenvolvido de uma intervenção escolar para discutir a temática da química dos pigmentos de chumbo e fronteiras do conhecimento, considerando a educação CTS/CTSA. Introduzir um contexto histórico da aplicação do metal chumbo, sua toxicidade no enfoque CTS/CTSA (ciência, tecnologia, sociedade e ambiente), com um olhar interdisciplinar, para que o estudante seja capaz de fazer assimilações e refletir sobre as coisas essenciais para vida e as não essenciais, que sejam capazes de resolver problemas em situações significativas da realidade vivencial.

De acordo com os autores Kawamura e Hosoume (2003), com a mudança de informações de comunicação digital, novos aplicativos torna a interação mais ativa em um contexto escolar que precisa mudar, precisa buscar novos meio de tornar o conhecimento mais interessante, mais curiosa por meio de uma conectividade e aproximação de diferentes áreas do conhecimento. De acordo com os autores “contextualizar, competências e habilidades que estão inseridas”, são palavras ainda desconhecidas no contexto escolar e de pouca compreensão, são essas palavras chaves que podem fazer a diferença na vida do aluno.

O objetivo da escola média deve, assim, estar voltado para a formação de jovens, independentemente de sua escolaridade futura. Formar jovens que possuam instrumentos para a vida, para raciocinar, para compreender as causas e razões das coisas, para exercer seus direitos, para cuidar de sua saúde, para participar das discussões em que estão envolvidos seus destinos, para atuar, para transformar, enfim, para realizar-se, para viver. (KAWAMURA; HOSOUME, 2003, p. 23).

Neste sentido, um dos nossos objetivos foi fazer com que os estudantes compreendam a química inserido seu contexto de vida e desta maneira facilitar, estimular e despertar a curiosidade dos alunos. Trazemos quatro objetivos específicos, sendo três das perspectivas da pesquisa em relacionada a intervenção escolar, abordando as nossas referências teóricas e outro objetivo específico a criação de um guia didático.

- 1) Estudar a aplicação da abordagem baseada em projetos (ABP), proposta por Bender (2014) e et al, como metodologia de ensino de química do chumbo, pigmentos de chumbo e fronteiras desse conhecimento, como a história de povos e suas culturas, os aspectos da saúde e sociocientíficos.
- 2) Estudar a confluência teórico metodológico da educação CTS/CTSA, os aspectos da pedagogia da libertação de Paulo Freire (1987) e a pedagogia de projetos proposta por Hernandez e Bender (2014).
- 3) Estudar a promoção da educação CTS/CTSA perpassando por diferentes aspectos sociocientíficos, socio tecnológicos, socioeconômicos, socioculturais e socioambientais, a partir da temática de química de pigmentos de chumbo, suas aplicações e intoxicações.

4) Construir um recurso didático a partir das experiências pedagógicas adquiridas ao longo da aplicação da intervenção na forma de um guia didático de ensino de química, para servir como material orientador para professores que desejarem produzir práticas semelhantes.

#### 1.4 JUSTIFICATIVA

Segundo Moreira e Moreira (2004), os principais efeitos deletérios do chumbo são, no sistema nervoso, encefalopatia crônica, alterações cognitivas e de humor, neuropatia periférica, trazendo danos aos rins e nefropatia com gota entre outros problemas de saúde. Em casos mais graves, os danos cerebrais e renais podem levar à morte. Neste sentido, há uma preocupação relevante a contaminação por intoxicação diretamente ou até mesmo indiretamente. Os autores Rocha, Pezzini, Poeta (2017) *et al*, nos relatam casos de trabalhadores que atuam nas indústrias de tintas, materiais eletroeletrônicos, baterias, automobilísticos, estabilizantes de plásticos, produção de cerâmicas, soldagem e petrolífera, que estão em contato direto com este elemento chumbo. Nos casos indireto, que aparecem em noticiários ou não, como é o caso do jovem que foi intoxicado pelo metal chumbo a mais de 20 anos. Segundo o relato do jornal o “globo.com” G1 (agosto/2018), o jovem é vítima da contaminação pela fábrica de bateria AJAX que foi interditada em 2011, não somente este jovem, a pesquisa revela que mais de 300 crianças foram contaminadas, devido as proximidades de suas residências da fábrica AJAX.

Em um caso bastante recente ocorreu em Paris em 2019. Segundo o relato do site “pigmento.art.br” (abril/2019), abertura do noticiado como “*Devido aos riscos de intoxicação por chumbo, a restauração da Catedral de Notre Dame está atrasada*”. A reforma da catedral foi interditada devido aos trabalhadores serem contaminados por este metal que, estão impregnados no chão e nas paredes e também no ar. A prefeitura de Paris e os representantes sindicais expressaram sua inquietação com o estado de saúde de quem esteve na região da catedral durante o incêndio, tanto os trabalhadores quanto os turistas.

Figura 1: Destruição da torre da Catedral de Notre Dame. Paris, abril de 2019.



Fonte: disponível em: <[pigmento.art.br](http://pigmento.art.br)>. acesso em set. 2019.

Promovemos uma aproximação entre as áreas do conhecimento, química, biologia e artes, debatemos sobre a intoxicação com as tintas utilizada pelo artista plástico Cândido Portinari, ocorrido entre as décadas de 40, segundo Bernardo (2012), sofreu intoxicação contraída pelas tintas que usava, atribuída ao pigmento contendo chumbo. De acordo como Cordeiro e Filho (1995), o chumbo por ser um metal bastante versátil, empregado em vários ramos da indústria, materiais eletroeletrônicos aos cosméticos, facilitando o trabalho do homem desde das oficinas mecânicas até a estética corporal, as cores rústicas e modernas, duráveis ou não. Esse encanto que as cores trazem segurança, proteção e agilidade nos processos de aplicação nas tintas, soldagem e a própria utilização baterias, promovem avanço tecnológico e facilidade no seu uso, mas trazem consequências em relação aos problemas sérios a saúde humana. É por desconhecer os fenômenos biológicos do chumbo que o homem utiliza-o como ferramenta de trabalho, de acordo com os autores, o chumbo absorvido durante a jornada de trabalho pode ser bastante elevado em consequências de condições particulares dos trabalhadores brasileiros. Muitos trabalhadores do ramo da pintura e da estética, por exemplo, utilizam as tintas e pigmentos, sem darem conta da existência do chumbo ou sabem da existência e ignoram ou não sabem dos efeitos toxicológicos, efeitos deletérios (MOREIRA e MOREIRA, 2004) que pode trazer à saúde. Segundo Mendes (1991), Souza (2017) et al, a intoxicação pode se agravar

ainda mais, se não cuidarmos do meio ambiente. As tintas, os cosméticos e materiais eletroeletrônicos são descartados de maneira inadequada nos lixos. Segundo Sobral (2012), do Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), 70% dos metais pesados encontrados nos lixões e aterros sanitários controlados são provenientes de equipamentos eletroeletrônicos. Assim a possibilidade de contaminação de lençóis freáticos, aquíferos e terra são altas, o que se torna uma questão de saúde pública. Uma alternativa de amenizar os impactos que este metal pesado causa a saúde humana e o meio ambiente é por meio de informações educacionais e instrucionais. É através dos trabalhos de projetos, segundo a BNCC (BRASIL, 2019), que o aluno adquire consciência do que se passa em seu contexto de vida, é uma maneira de cativar e estimular o aluno a desenvolver suas pesquisas, por meio da curiosidade, dar sentido ao que se aprende. Assim, por meio questões problematizadas da vida real, objetiva-se o protagonismo do educando, estabelecendo relações entre o que é aprendido na escola e a vida desses educandos para além da escola (HERNANDES, 1998).

Para Solino e Gehlen (2015) destacam que a problematização da abordagem temática freireana pode contribuir para estruturar os problemas das atividades de ciências, além de possibilitar que os alunos *“reflitam sobre situações problemáticas da sua realidade, ao mesmo tempo em que exercem uma postura investigativa perante os problemas práticos da ciência”*. Levar temas de situações reais para a vida do estudante, proporciona ao aluno a curiosidade e pode motivar o interesse pelo estudo. Delizoicov (2005) chama a atenção de que os problemas utilizados em sala de aula devem ir além de atividades propostos em sala de aula, a maioria dos livros didáticos estão descontextualizados. Para o aluno interagir e despertar o interesse, as atividades precisam ser significativas e estruturadas em todo processo de ensino aprendizagem.

Trabalhar com temas geradores do cotidiano, proposto por Freire (2004), experimentados em práticas escolares associadas à teoria, tornam o conhecimento de ciências socialmente importante e promovem a interação dos alunos com sua prática de vida, saberes e concepções. Dessa maneira, segundo Bender (2014), são metodologias que possibilitam o aprender a aprender, bem como garante o aprender fazendo. As práticas deixam de serem consideradas meros elementos motivacionais

ou de ilustração, mas apresentam-se como meio ou ferramenta metodológica para dinamização dos processos de construção de significados. Para Freire (1995), reconhecer-se em seu contexto histórico e cultural, é ultrapassar os limites de sala de aula, ultrapassar o conteúdo e formar o cidadão responsável e ético. Gerar temas para promover diálogos interessante e atrativo, terem ideias criativas para serem analíticos, críticos, participativo, aberto ao novo, colaborativo, resiliente, produtivo e responsável. Para desenvolver no aluno essas habilidades, requer muito mais do que o acúmulo de informações de conteúdo de sala de aula. De acordo a BNCC (Brasil, 2019), o desenvolvimento de competências para aprender a aprender, é saber lidar, com habilidade, com a informação cada vez mais disponível, atuar com discernimento e responsabilidade nos contextos das culturas vivenciada pelo aluno, com o intuito de preparar os estudantes para os exercícios da cidadania por meio de uma abordagem crítica de conteúdos científicos no seu contexto social. (SANTOS e MORTIMER, 2002). Neste sentido, buscou-se, nos currículos da educação CTS/CTSA, com a necessidade de formar um cidadão consciente e sensível a problemática da intoxicação por chumbo.

Os aspectos que tange as questões da ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, podemos debater sobre os impactos ambientais por meio dos materiais contendo chumbo descartados, as relações econômicas dos arranjos produtivos locais, as relações entre homem x natureza x consumo, sustentabilidade e saúde do trabalhador (SANTOS e AULER, 2011). Os aspectos científicos são trabalhados a partir dos saberes escolares e populares, por meio das disciplinas de ciências da natureza, ciências sociais, história, ciências humanas e saúde. Assim, o projeto “Quími-cores” ao produzir conhecimento por meio de inter-relações envolvendo questões da saúde, ambientais, éticas, valores, economia, miséria, pobreza, entre outros temas, todos localizados na fronteira do conhecimento, foi possível nos aproximar da perspectiva de Aikenhead (2009) e Santos e Auler (2011) et al, o que contribuiu para a formação de indivíduos com poder de decisão, capacidade de intervir nos processos da vida, promovendo empoderamento social e sentimento de pertencimento local e regional nos alunos que participaram da intervenção. Nesse entendimento, a BNCC (2019) e Bender (2014) et al, assinalam que um dos objetivos de trabalhar com projetos na contemporaneidade é atender às necessidades da construção do indivíduo para o trabalho e exercício da cidadania, “*desenvolvendo aprendizagens sintonizadas com*

*as necessidades e desafios da sociedade”* (BRASIL, 2019). Para tanto, a escola deve promover:

- i Garantir a contextualização dos conhecimentos, articulando as dimensões do trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura;
- ii Viabilizar o acesso dos estudantes às bases científicas e tecnológicas dos processos de produção do mundo contemporâneo, relacionando teoria e prática – ou o conhecimento teórico à resolução de problemas da realidade social, cultural ou natural;
- iii Revelar os contextos nos quais as diferentes formas de produção e de trabalho ocorrem, sua constante modificação e atualização nas sociedades contemporâneas e, em especial, no Brasil;
- iv Proporcionar uma cultura favorável ao desenvolvimento de atitudes, capacidades e valores que promovam o empreendedorismo (criatividade, inovação, organização, planejamento, responsabilidade, liderança, colaboração, visão de futuro, assunção de riscos, resiliência e curiosidade científica, entre outros), entendido como competência essencial ao desenvolvimento pessoal, à cidadania ativa, à inclusão social e à empregabilidade; e
- v Prever o suporte aos jovens para que reconheçam suas potencialidades e vocações, identifiquem perspectivas e possibilidades, construam aspirações e metas de formação e inserção profissional presentes e/ou futuras, e desenvolvam uma postura empreendedora, ética e responsável para transitar no mundo do trabalho e na sociedade em geral (BRASIL, 2019).

## 2. ESTADO DA ARTE

A pesquisa consistiu em um estudo teórico realizado a partir do levantamento de trabalhos sobre a temática de pigmentos de chumbo e suas aplicações em uma abordagem freireana numa metodologia da aplicação da Aprendizagem Baseada em Projetos, em um estudo nas questões sociocientíficas e na educação CTS/CTSA. A seleção do material foi feita a partir de pesquisa bibliográfica em duas bases de dados *online*, ambas por portal eletrônico, a saber: a Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior (CAPES), disponível em <http://periodicos.capes.gov.br>; e portuguesa a SciELO (*Scientific Electronic Library Online*), disponível em: <https://scielo.org/>.

Quadro 1: Palavra-chave pesquisados nas bases de dados da CAPES e a quantidade correspondente aos anos. Inicialmente encontrados, selecionados para Análise.

palavra-chave	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total
Intoxicação por chumbo; Ensino de química; Chumbo.	1	1	1	1		1						5
Tintas e Pigmentos; Ensino de química; Chumbo.	2	1	2		2		2	4				13
CTS/CTSA; Ensino de química			1	6						7		14
Cândido Portinari e Pigmento de Chumbo; Ensino de química				6		1				1		8
Aprendizagem baseada em Projetos; Ensino em química; Chumbo.						1	1	3		1		6

Fonte: obtida no banco de dados da CAPES em 2020. Disponível em: < <http://periodicos.capes.gov.br> >

Quadro 2: Palavra-chave pesquisados nas bases de dados da SciELO e a quantidade correspondente aos anos. Inicialmente encontrados, selecionados para Análise.

<b>palavra-chave</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>total</b>
Intoxicação por chumbo; Ensino de química; Chumbo.	5		4		1	1	1			1		13
Tintas e Pigmentos; Ensino de química; Chumbo.					2	1	1		3			7
CTS/CTSA; Ensino de química	2			2		1			4		1	10
Cândido Portinari e Pigmento de Chumbo; Ensino de química		2				1	2		1	1		7
Aprendizagem baseada em Projetos; Ensino em química; Chumbo.				6	2	2			3	7		20

Fonte: obtida no banco de dados da Scielo em 2020. Disponível em: <<https://scielo.org/>>

Este processo ocorreu por meio do levantamento e análise de publicações sobre o tema proposto, permitindo efetuar uma análise do que foi pesquisado e escrito e de quem desenvolveu um artigo, dissertação ou livro sobre o tema da pesquisa e os aspectos metodológicos que foram abordados e desenvolvidos, possibilitando o refinamento do tema e dos objetivos, identificação dos problemas de pesquisa. Ao todo, após o refinamento, foram 103 documentos selecionados entre artigos, dissertações e livros, na pesquisa nas bases de dados da CAPES e na SciELO. A busca foi refinando nos últimos 10 anos, 2010 a 2020. A pesquisa bibliográfica descritiva, realizada na base de dados, com utilização das palavras-chave: intoxicação pelo chumbo; tintas e pigmentos de chumbo; Educação CTS/CTSA; Aprendizagem Baseada em Projetos, todas ligadas a palavra-chave ensino.

A busca foi realizada em três momentos:

a) o levantamento do quantitativo na pesquisa no banco de dados;

b) a filtragem que foi feita no banco de dados e selecionando para cada palavra chave: Período de publicação dos últimos 10 anos (2010 a 2020); Área/tema: Educação, saúde e ciências da terra, química.

c) Após a filtragem, foram escolhidos 4 documentos de cada tema e realizada uma leitura dos seus resumos e analisados os que mais se aproximam diretamente da compreensão dos estudos da intoxicação de pigmentos de chumbo, tintas e pigmentos, aprendizagem baseada em projetos, ciências tecnologia sociedade e ambiente, Cândido Portinari, que foram mais relevante ao projeto de pesquisa, *aprendizagem baseada em projetos de química no ensino médio: Promoção da educação CTS/CTSA a partir de debates sobre pigmento de chumbo e suas aplicações*.

A seguir preparamos algumas tabelas do Estado da arte, o levantamento da pesquisa efetuada e uma breve discussão de 4 trabalhos que exemplificam cada temática.

Quadro 3: Pesquisa da palavra-chave intoxicação pelo chumbo e ensino em química.

<b>Autores</b>	<b>Temas</b>	<b>Local/ano</b>	<b>Tipo de documento</b>
Iara Dantas de Souza	Mapa Metabólico da intoxicação por chumbo	Natal; Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2017.	Dissertação
Juliana Nascimento Amaral.	Avaliação intelectual de crianças contaminadas por chumbo: um estudo comparativo	Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, 2005.	Dissertação
Tafarel Morais Rocha e Maria de Fátima Ramos Moreira.	Determinação das concentrações dos metais cádmio, chumbo e mercúrio na área do lixão desativado de Buriticupu	Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2016.	Dissertação
Hermano Luis Pantaroto.	Uma análise da utilização do chumbo na produção de baterias e suas implicações ambientais.	Universidade Metodista de Piracicaba, 2008.	Dissertação

Fonte: Material obtido nos bancos de dados da Scielo e pela CAPES em 2020.

Em um breve relato, por exemplo, Amaral (2005), Souza (2017) et al estudaram as propriedades físicas químicas do metal chumbo, as principais aplicações industriais desde a extração e a exportação para negócios. Alguns autores como Moreira e Moreira (2005) et al, nos traz uma história e propriedades do chumbo relatando os seus efeitos toxicológicos, no relatando os resultados das exposições dos trabalhos diante do contato direto ao metal chumbo, sofrendo os efeitos mais crônicos, principalmente os mais suscetíveis, sistema central nervoso e cardiovascular, os rins e o fígado. Esclarecendo que o chumbo tem efeitos teratogênicos (dano ao desenvolvimento do embrião) e carcinogênicos (cancerígeno) em seres humanos.

Quadro 4: Pesquisa da palavra-chave tintas, pigmentos de chumbo e ensino em química.

<b>Autores</b>	<b>Temas</b>	<b>Local/ano</b>	<b>Tipo de documento</b>
Natalia Chaves dos Santos; Agnaldo Francisco de Freitas Filho; Irani Clezar Mattos.	Catálogo de Minerais do Laboratório de Mineralogia	Universidade Federal do Ceará Centro de Ciências Departamentos de geologia. 2016	Catálogo
Guilherme B. C. Martins, Renata R. Sucupira, Paulo A. Z. Suarez	A Química e as Cores	<i>Rev. Virtual Quim.</i> , Acesso novembro de 2019.	Artigo, Disponível em: < <a href="http://www.uff.br/rvq">http://www.uff.br/rvq</a> >
Thais Maitan Vieira.	Avaliação físico-química, ecotoxicológica e biorremediação microbiológica de bases e pigmentos de tintas acrílicas.	Universidade Federal de Goiás. Programa de pós-graduação em ciências ambientais, 2016.	Dissertação.
Jorge M. R. Fazenda	Tintas e vernizes: Ciência e tecnologia.	3º Ed. São Paulo, Edgard Blücher, 2010.	Livro.

Fonte: Material obtido nos bancos de dados da Scielo e pela CAPES em 2020.

Ao se tratar de pigmentos de chumbo e suas aplicações buscamos autores que trouxeram estudos sobre os surgimentos das cores, por exemplo, Fazenda (2009), Vieira (2016) et al, nos traz uma história da artes e a utilização dos minerais, a relação do homem com a natureza, da arte dita como pintura rupestre até as tintas mais modernas e tecnológicas, os materiais utilizados para produção das tintas, como areia, soda, cobre, hematita, chumbo, calcário, entre outros, mostrando desde a composição básica da produção das tintas como: pigmentos, aglutinantes e solvente e, os aditivos mais utilizados no mercado imobiliário. A substituição dos pigmentos e solventes mais tóxicas para as atuais menos tóxicas. Os autores nos definem as cores

das tintas são devidos aos pigmentos de absorção seletiva de um certo comprimento de onda da luz. E neste sentido, buscamos autores e teorias que nos fornecesse fundamentos da teoria da cor, reflexão, luz transmitida ou refletida.

Quadro 5: Pesquisa da palavra-chave luz, comprimento de onda e ensino em química.

<b>Autores</b>	<b>Temas</b>	<b>Local/ano</b>	<b>Tipo de documento</b>
Maria da Conceição Santos Ribeiro	As cores e a Visão e a Visão das Cores.	Universidade da Beira Interior - Faculdade de Ciências da Saúde. Covilhã, Portugal, 2011.	dissertação
Ana Rita Ribeiro; Luiz Coelho; Orfeu Bertolami; Ricardo André.	Luz: História, Natureza e Aplicações	Departamento de Física e Astronomia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 2012.	artigo
Fernando Wisse Oliveira Silva.	A Evolução da Teoria Ondulatória da Luz e os Livros Didáticos.	Revista Brasileira de Ensino de Física, Campinas, 2007.	Artigo.
Marcio Velloso Silveira	A percepção da cor – abordagens didáticas para o ensino.	Universidade Federal do Rio de Janeiro – Instituto de Física, 2016.	dissertação

Fonte: Material obtido nos bancos de dados da Scielo e pela CAPES em 2020.

Os autores Silveira (2016), Ribeiro (2011) et al, nos traz uma história teoria e a evolução do fenômeno da luz, os principais cientistas desde o século XVII, como os cientistas Francesco Grimaldi, Christiaan Huygens e Isaac Newton até o século XX como exemplo Albert Einstein. Os autores abordaram os conceitos teóricos do campo da física para os seus trabalhos de pesquisa.

Quadro 6: Pesquisa da palavra-chave Cândido Portinari e ensino em química.

<b>Autores</b>	<b>Temas</b>	<b>Local/ano</b>	<b>Tipo de documento</b>
Ana Carolina Machado Arêdes.	Arte e estado. Portinari e sua correspondência como um espaço de sociabilidade intelectual (1920 – 1945).	Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Humanas e Sociais, 2015.	Dissertação
Danille Misura Nastari.	A gênese da coleção de arte brasileira do MoMA: a década de 1940, Portinari e artistas seguintes.	Universidade de São Paulo, 2016.	Dissertação.
Hebe Camargo Bernardo	Os trabalhadores do Café: Análise de uma obra de Portinari	UNESP Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Instituto de Artes, 2012.	Dissertação
Norberto Stori; Romero de Albuquerque Maranhão	“A questão racial nas obras de Cândido Portinari.”	Universidade Presbiteriana Mackenzie – Centro de educação, filosofia e teologia, 2018.	Artigo.

Fonte: Material obtido nos bancos de dados da Scielo e pela CAPES em 2020.

Segundo Bernardo (2012), Stori e Maranhão (2018) *et al*, fazem uma análise da vida e obra do artista Portinari, do menino do interior as viagens para a Europa e mundo, as conquistas adquiridas. Os autores fazem uma leitura de algumas obras do artista, o preconceito, escravidão, pobreza do sujeito imigrante ou simplesmente devido sua classe e sua cor.

Quadro 7: Pesquisa da palavra-chave Perspectiva de ensino: ATF, CST/CTSA e APB

<b>Autores</b>	<b>Temas</b>	<b>Local/ano</b>	<b>Tipo de documento</b>
Neide Aparecida Arruda de Oliveira; João Mattar	Aprendizagem Baseada em Projetos, Pesquisa e Inovação Responsáveis na Educação.	Progr. de pós-graduação em educação: Currículo. PUC/SP, 2018	Dissertação
Helena Vitalina Selbach; Simoni Sarmento	A pedagogia de projetos Hernández e pedagogia crítica de Freire como possibilidade para uma educação humanizadora.	SANTA MARIA – RS VI congresso Internacional de Educação, 2015.	Artigo.
Cecília Galvão; Pedro Reis; Sofia Freire.	A Discussão de controvérsias sociocientíficas na formação de professores.	Instituto de Educação da Universidade de Lisboa Alameda. Lisboa, Portugal, 2011.	Artigo.
Ana Paula Solino; Simoni T. Gehlen.	Papel da problematização freireana em aulas de ciências/física: articulações entre a abordagem temática freireana e o ensino de ciências por investigação.	Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA, Brasil, 2015.	Dissertação

Fonte: Material obtido nos bancos de dados da Scielo e pela CAPES em 2020.

Os autores como Galvão, Reis e Freire (2011) et al, nos mostram a necessidade de trazer as questões sociocientíficas para sala de aula na perspectiva freireana no sentido de potencializar o ensino de ciência, no qual possa contribuir para sistematização do conhecimento científico no contexto do aluno. Para os autores Selbach e Sarmiento (2015), Santos (2007) et al, mostram a relação da Abordagem Temática Freireana (FREIRE, 2004) com a pedagogia de projetos (HERNANDEZ, 1998) e também na aplicação aprendizagem baseada em projetos (BENDER, 2014), o quanto a metodologia poderá trazer maiores habilidades e competências por meio dessas aplicações, por meio da abordagem da educação CTS/CTSA e das questões sociocientíficas poderá potencializar a capacidade de compreensão do aluno e também a sua conscientização e sensibilidade em ajudar o próximo nos estudos, saúde e garantir uma sustentabilidade ambiental.

O levantamento bibliográfico nos permitiu um estudo detalhado e uma análise do corpus formado por 46 trabalhos acadêmicos efetuadas no banco de dados pela CAPES, e as pesquisas efetuadas no banco de dados pela SCIELO foram 57 das trabalhos acadêmicas encontradas, em período de 2010 a 2020, utilizando as palavras chaves para pesquisa: Intoxicação por chumbo; Ensino de química; Tintas e Pigmentos; CTS/CTSA; Cândido Portinari e Pigmento de Chumbo; Aprendizagem baseada em Projetos, todas filtrando a pesquisa no ensino em química.

Muitos desses trabalhos acadêmicos analisados, fizeram parte do corpus dessa pesquisa de dissertação. Muitos relatam a respeito da química do chumbo como elemento ainda desconhecido na sociedade, no que se diz respeito da sua toxicidade e os impactos ambientais que o chumbo pode promover. Fazenda (2010), Veira (2016), Mattos (2019) et al atribuem os efeitos tóxicos do chumbo devidos a ações “antrópicas”, como indústria de baterias, automóveis, siderúrgicas e fertilizantes, entre outros, apresentam-se como grande potencial de provocar danos à saúde. Com base nos dados pesquisados da literatura, analisamos o site do Ministério do Meio Ambiente (MMA), que demonstra que no Brasil a legislação permitiu, dentro dos parâmetros estabelecidos, o uso do chumbo e seu uso “antrópico”. Mediante a esta situação, nos cabe orientar os cidadãos, por meio de informações mediada por oficinas formativas, sobre os efeitos tóxicos pelo chumbo que continua bastante significativa, pois o setor produtivo industrial, até mesmo residencial, o chumbo está

presente na maioria dos materiais eletroeletrônicos. Mesmo trabalhando dentro dos “limites” de segurança com os EPI’s, é possível se contaminar. Diante dessa constatação, o que foi proposto na intervenção Quími-cores foi capacitar os alunos por meio de informação e formação por meio de oficinas temáticas. Por meio de uma intervenção pedagógica escolar usando método da ABP, proposto por Bender (2014) *et al*, foi possível trazer, resgatar o aluno para a prática do estudo, da pesquisa com prazer e interesse. Utilizando-se a ABP no enfoque da Educação CTS/CTSA, de acordo com os nossos referencias estudados, essa intervenção proporcionou vários benefícios para o aluno e para o pesquisador, maior interesse nas pesquisas, maior interação com o grupo de trabalho, desenvolveu a capacidade cognitiva, colaborativa, o aluno se tornou mais autônomo e protagonista do seu próprio conhecimento. Percebemos que o projeto desenvolvido promoveu habilidades e competências nos alunos, atuando no projeto Quími-cores de maneira mais dinâmica e colaborativa. O que se compreende as características proposta pela BNCC, um ensino com metodologias alternativas do século XXI.

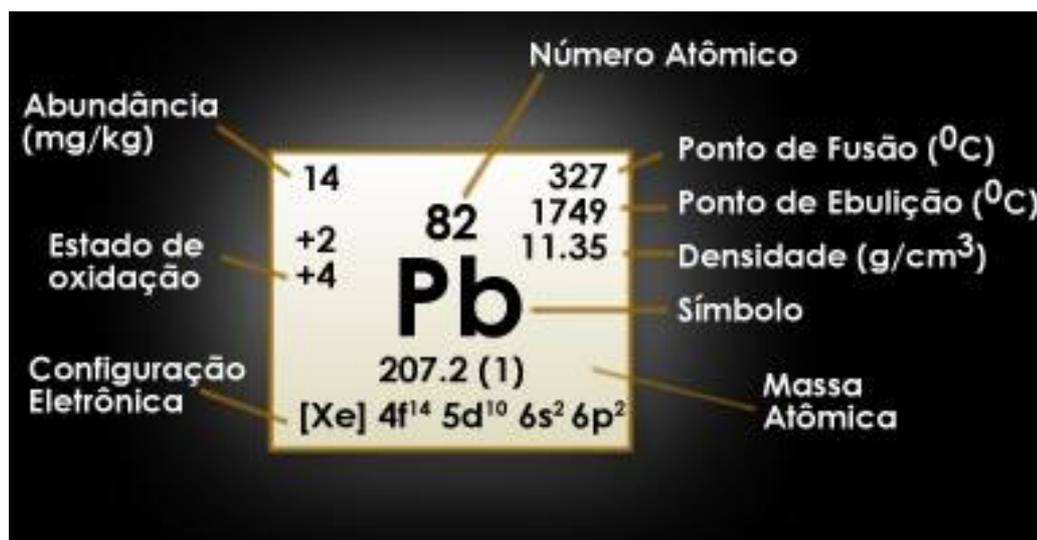
Os trabalhos acadêmicos coletado, pelo levantamento bibliográfico, foram organizados a partir de uma leitura que nos permitiu a elaboração de ensaios que favoreceram a contextualização e problematização e nos preparar para as avaliações dos processos de validação e qualificação, nos permitindo um realinhamento de investigação e análise dos materiais coletados. Permitiu, também, o aprofundamento da análise e estabelecer relações com produções de pesquisas anteriores, identificando temáticas recorrentes nos deram novas perspectivas, consolidando e aproximando áreas de diferentes saberes. Este levantamento bibliográfico se constituiu de extrema importância, pois favoreceu a pesquisa, novas ideias, métodos, gerar novos temas e subtemas além de um estudo mais aprofundado. Enfim, as pesquisas do tipo estado da arte do levantamento bibliográfico dos nossos referenciais abortados, Freire, Auler, Santos, Bender, Hernandez, Bardin, Gil *et al*, nos possibilitaram desenvolver e analisar caminhos alternativas de como transmitir conhecimento e avaliar o aluno por meio problematizações e metodologias diferentes que estamos tradicionalmente adaptados. As leituras dos nossos referenciais, os estudos dos métodos aplicados nesta intervenção, permitiu abrir espaço para compreender melhor o aluno focado nesta era digital, saber aproveitar as tecnologias para transformar.

### 3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

#### 3.1 PROPRIEDADE FÍSICO – QUÍMICA DO CHUMBO

O chumbo possui número atômico 82 e símbolo químico Pb, figura 2, derivado do latim *plumbum*, inglês *lead*, que é um elemento químico pertencente ao grupo 14 (família do carbono) da tabela periódica. Conforme Pantaroto (2008), esse metal costuma se apresentar na forma cinzenta ou levemente azulado brilhante, não elástico, mole, dúctil, maleável, trabalhável a frio, razoável condutor de calor e eletricidade. A apresenta a massa atômica média igual a 207,21g/mol. De acordo com ICZ (Instituto de metais não ferrosos), os isótopos estáveis mais expressivos na natureza são  $^{204}\text{Pb}$  com 1,4%,  $^{206}\text{Pb}$  com 24,1%,  $^{207}\text{Pb}$  com 22,1%, e  $^{208}\text{Pb}$  com 52,4%. Além dessas propriedades, esse metal de vasta utilização, ainda apresenta uma toxicidade e com densidade 11,35g/ml a 20 °C. As propriedades apresentadas por Pantaroto (2008), o chumbo apresenta-se na sociedade com diversas aplicações e, segundo Amaral (2005), suas aplicações vão desde a produção de manilhas, cabos elétricos, baterias, pigmentos para tintas e cosméticos, vidros, cigarros, agrotóxicos, acumuladores de energia, veneno para ratos, entre outras várias aplicações.

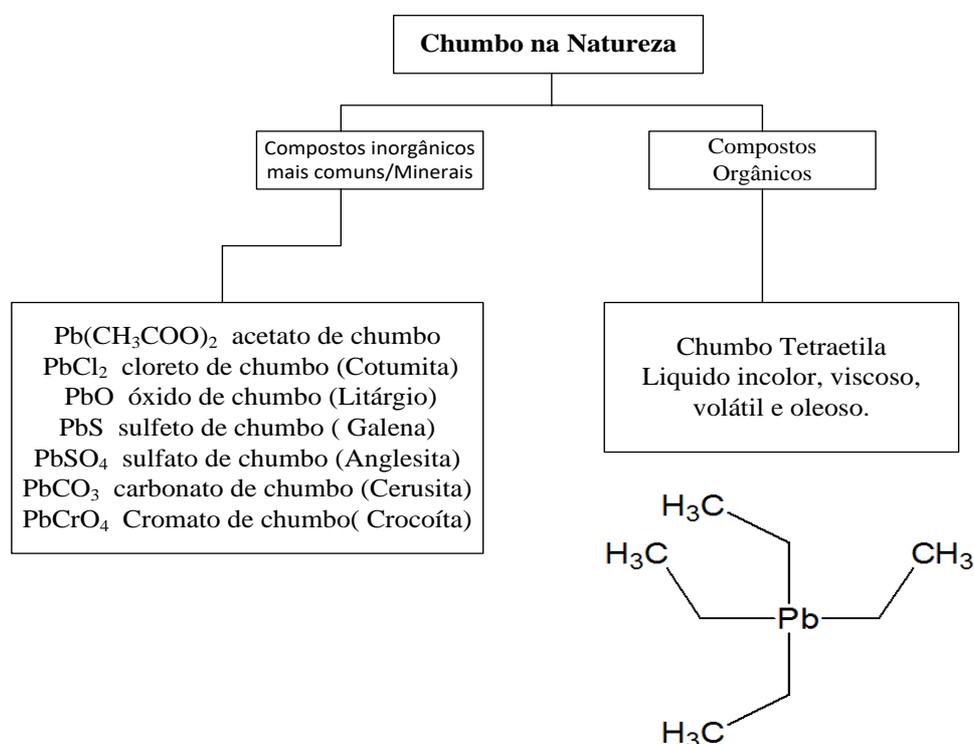
Figura 2: Símbolo, propriedades e distribuição eletrônica do elemento químico Chumbo.



Fonte: Site do QuimLab, disponível em: <<http://quimlab.com.br>>. acesso em: novembro, 2018.

Este metal se funde aproximadamente a 327,4 °C e evapora a 1725 °C, o número de oxidação (NOX) mais estáveis são II e IV, é resistente em meio ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) e ao ácido clorídrico (HCl), apresenta um grau de solubilidade baixo ao ácido nítrico. Apresenta uma característica anfótero, forma sais de chumbo em meio ácido, óxidos e compostos organoplúmbicos. Conforme Reis (2012), durante o século XX, com o desenvolvimento das indústrias do ramo petrolífero e o tecnológico na área de tintura, os pigmentos e resinas foram sendo substituídos produtos sintéticos, aumentando assim a qualidade das tintas, principalmente com pigmentos de materiais inorgânicos, metais pesados como chumbo, zinco, cádmio, cobre, ouro e antimônio.

Figura 3: Formas de se encontra o chumbo na natureza



Fonte: MENDES, L. V. Toxicologia em saúde do trabalhador – Nova Friburgo - 2018

De acordo com Mendes (1991), têm-se desenvolvido compostos organoplúmbicos, partindo dos derivados do petróleo, para aplicações como catalisadores na fabricação de espumas de poliuretano (formada pela reação entre isocianatos e polióis com meio catalítico do chumbo), como tóxico para as pinturas navais com finalidade de inibir a incrustação nos cascos, agentes biocidas contra as bactérias, proteção da madeira contra o ataque das brocas e fungos marinhos, preservadores para o algodão contra

a decomposição e do mofo, agentes molusquicidas, agentes anti-helmínticos, agentes redutores do desgaste nos lubrificantes e inibidores da corrosão do aço. O chumbo é resistente ao ataque de muitos ácidos, porque forma seu próprio revestimento protetor, uma película entorno, como um óxido de chumbo II (PbO). Conforme Pantaroto (2008) essa característica relativa ao chumbo é muito utilizada na fabricação ácido sulfúrico. É empregado como manta de proteção contra radiações em clínicas de radiografia, raios-X. Também tem aplicação como forro para cabos de telefone e de televisão segue uma forma de emprego adequada para o chumbo. Como apresenta característica de maleabilidade, pode ser estirado para formar revestimento contínuo em torno dos condutores internos, plástico de chumbo. A quadro 8 ilustra alguns compostos de chumbo e suas aplicações.

Quadro 8: Aplicações industriais de compostos contendo chumbo.

<b>Substância química</b>		<b>Aplicações industriais</b>
Silicatos de chumbo	PbSiO <sub>3</sub>	Fabricação de vidros e cerâmicas
Nitreto de chumbo -	Pb(N <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Detonador padrão para os explosivos.
Ácido arseniatos de chumbo	PbHAsO <sub>4</sub>	Inseticidas para a proteção dos cultivos.
Litargírio	PbO	Melhorar as propriedades magnéticas dos ímãs.
Carbonatos, hidróxidos, sulfatos	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ; OH <sup>1-</sup> ; SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Pigmentação para as tintas.

Fonte: Pantaroto (2008)

Forma ligas com muitos metais e, em geral, é empregado nesta forma na maior parte de suas aplicações. Todas as ligas metálicas formadas com estanho, cobre, arsênio, antimônio, bismuto, cádmio e sódio apresentam importantes aplicações industriais.

Quadro 9: Ligas metálicas com chumbo e suas aplicações.

<b>Elemento químico/ Liga</b>	<b>Aplicações industriais</b>
Estanho	Soldas de contato para materiais eletro eletrônicos.
Cobre	Latões resistentes a corrosão: armas, torneiras e toneis.
Arsênio	Uso especial inseticida para setor agrícola.
Antimônio	Tubos especiais para produtos químicos.
Bismuto	Fusíveis elétricos.

Fonte: Materioteca Sustentável, disponível em: <<https://materioteca.paginas.ufsc.br/>>, UFSC. Acesso em: dez/2019.

Segundo Moreira e Moreira (2004), é um elemento tóxico de que se extrai da natureza não com grandes dificuldades, não tem nenhuma função fisiológica no organismo

humano e está associado a diversas doenças e seu efeito nocivo atinge praticamente todos os órgãos do sistema do corpo (Figura 4), sendo assim é de imensa importância que haja uma monitoração do sujeito que foi intoxicado por este metal. A maioria das intoxicações por chumbo é lenta e gradual e ocorre devido à sua exposição e acumulação, por meio de absorção via respiratória e via digestiva, a cutânea também é possível, sendo que o contato direto com o chumbo é raro. A população infantil as consequências são maiores devido a fase de desenvolvimento do corpo, o processo de absorção é muito maior. De acordo com Rocha, Pezzini e Poeta (2017), os efeitos toxicológicos do chumbo atinge vários órgãos, alterando os processos bioquímicos e membranas celulares. Esta intoxicação pode ser via ar, solo e pela água contaminada, agravando a saúde e resultando em danos hematológicos renais, neurológicos e no sistema reprodutor.

Figura 4: Ação Tóxica do Chumbo.

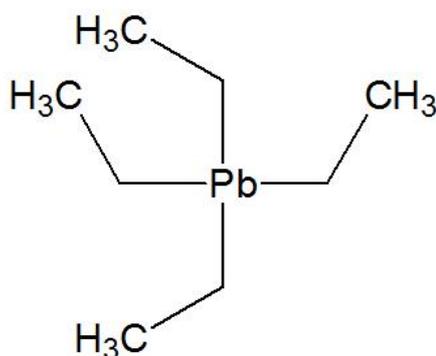


Fonte: Saúde e Segurança no Trabalho, disponível em:< <http://saudeesegurancaotrabalho.com/perigos-exposicoes>>. Acesso em: jul/2019.

O uso de chumbo em pigmentos tem sido muito importante, porém a sua utilização tem diminuído muito. O pigmento, que contém este elemento, é o branco de chumbo,  $2PbCO_3.Pb(OH)_2$ ; outros pigmentos importantes são o sulfato de chumbo II ( $PbSO_4$ ) e os cromatos de chumbo II ( $PbCrO_4$ ). Utiliza-se uma grande variedade de compostos

de chumbo, como os silicatos  $[PbSiO_3]$ , os carbonatos  $[PbCO_3]$  e os sais de ácidos orgânicos, como estabilizadores contra o calor e a luz para os plásticos de cloreto de polivinila  $[(C_2H_3Cl)_n]$  (PVC). Usam-se silicatos de chumbo para a fabricação de vidros e cerâmicas. O nitreto de chumbo,  $Pb(N_3)_2$ , utilizado como detonador padrão para os explosivos. Os arseniados de chumbo  $[PbHAsO_4]$  são empregados em grande quantidade como inseticidas para a proteção dos cultivos. O litargírio ( $[PbO]$  óxido de chumbo) é muito empregado para melhorar as propriedades magnéticas dos imãs de cerâmica de ferrita de bário. Na figura 5 mostra o aditivo de combustível a base de chumbo, tetraetila de chumbo, foi muito utilizado como agente antidetonante da gasolina. Tetraetilchumbo ou chumbo tetraetila é um aditivo para gasolina cuja fórmula é  $Pb(C_2H_5)_4$ . Faz com que a octanagem da gasolina seja elevada, pois é resistente à pressão, porém é tóxico e libera partículas de chumbo (metal pesado) no ar. É citado na literatura com a abreviatura TEL, do inglês tetraethyl lead.

Figura 5: Molécula estrutural da substância Tetraetila de Chumbo. –  $Pb(C_2H_5)_4$



Fonte: Brasil escola, disponível em: < <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/quimica/o-que-e-gasolina-aditivada.htm>>. Acesso em: ag/2019.

O chumbo é encontrado em combinações com outros elementos, sendo os mais importantes, os minérios galena (sulfeto de chumbo II,  $PbS$ ), figura 6, cerusita (Carbonato de de chumbo II,  $PbCO_3$ ) e anglesita (Sulfato de chumbo II,  $PbSO_4$ ). Nos quais o chumbo é extraído. O chumbo extraído do minério é considerado uma fonte primária, o chumbo extraído pela reciclagem de fragmentos de metais ou baterias é considerada como fonte secundária. (MOREIRA F. R. e MOREIRA J. C., 2004)

Figura 6: Fotografia do Minério de sulfeto de chumbo [PbS] – Galena.



Fonte: Minerais data-base. <https://mineralseducationcoalition.org/minerals-database/galena/>

Os alquimistas acreditavam que o chumbo era o mais antigo dos metais e o associavam ao planeta Saturno, originando o nome da doença do chumbo como saturnismo, ainda hoje, é o envenenamento por inalação ou ingestão de chumbo. De acordo com Cordeiro e Filho (1995), o chumbo é um elemento químico muito versátil em suas aplicações, sendo um dos metais mais utilizados no mundo, mas, traz muitas consequências em relação a sua toxicidade.

O chumbo é um elemento estranho ao metabolismo humano, considerado uma neurotoxina, que a partir de uma concentração limiar, sua presença em diversos tecidos interfere em inúmeras passagens metabólicas, causando então os sinais e sintomas da intoxicação pelo saturnismo (CORDEIRO e FILHO, 1995, p. 178).

Segundo Moreira e Moreira (2004), o chumbo não apresenta nenhuma função essencial conhecida no corpo humano, sua toxicidade provoca efeitos clínicos até sutis, bioquímicos, atingindo vários órgãos do corpo humano. De acordo com os autores, o chumbo pode causar vários efeitos indesejáveis, tais como: Perturbação da biossíntese da hemoglobina e anemia; Aumento da pressão sanguínea; Danos aos rins; Abortos; Alterações no sistema nervoso; Danos ao cérebro; Diminuição da

fertilidade do homem através de danos ao esperma; Diminuição da aprendizagem em crianças; Modificações no comportamento das crianças, como agressão, impulsividade e hipersensibilidade.

No sentido de avaliar os efeitos cardiovasculares do chumbo e o seu envolvimento na hipertensão. O chumbo tem a habilidade de inibir ou imitar o cálcio e acaba interagindo com as proteínas, causando a reversibilidade das mudanças bioquímicas e funcionais induzidas (MOREIRA e MOREIRA, 2004, p. 120).

### 3.2 BREVE HISTÓRICO DO PIGMENTO

De acordo com Reis (2012), Cruz (2004), Kraisig (2016) *et al*, os egípcios se desenvolveram em produção cultural riquíssima, possuíam habilidades de manusear pigmentos das cores branca, vermelha, amarela, azul, verde, preta entre outras cores, simplesmente manipulando os pigmentos.

A cor transformou no mais extraordinário meio de projeção de sentimentos, conhecimentos, magia e encantamento. Mas, ainda não era possível definir com precisão o que era a cor. A definição conceitual só surgiu com a evolução e a conjunção de vários elementos da óptica física, óptica química e da óptica fisiológica, por volta do século XIX (KRAISIG, 2016, P. 62).

Constatou-se essa característica devido ao fato de terem sido encontrados inúmeros recipientes utilizados para o acondicionamento desse material em tumbas dos Faraós. O ferro (Fe), o chumbo (Pb), cobre (Cu) e o manganês (Mn) faziam e fazem até hoje parte da composição química dos cosméticos usados. Um dos principais minerais do chumbo é a galena, sulfeto de chumbo (PbS) natural, podendo ser encontrado na maioria das preparações de cor preta, que acrescida de pó branca, como a cerussita, carbonato de chumbo II (PbCO<sub>3</sub>) moída, possibilitava alcançar variações de cinza (PEDROSA, 2004). De acordo com autor, a manipulação desses pigmentos à elementos oleosos e gorduras de origem animal permite criar uma consistência pastosa que possibilita a aplicação no corpo e no rosto com a finalidade de serem utilizados no dia a dia. Segundo Polito (2006), pigmentos são substâncias insolúveis em água, apresentando-se como característica sintéticas ou naturais, que promovem uma textura colorida à tinta. de acordo com o autor, o dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>) é um

pigmento branco, que faz parte principal da composição da tinta, “*um dos ingredientes que melhora a qualidade da tinta, garantindo alto poder de cobertura, alvura, durabilidade, brilho e opacidade*”. Os “*extenders*” ou “*cargas*” também são pigmentos, inertes como o carbonato de cálcio, silicatos de magnésio e de alumínio, sílica, etc., que são adicionados às tintas de modo a dar volume, sem acrescentar praticamente nada em seu custo.

De acordo com Volpe (2018) compostos preparados com malaquita verde, carbonato de cobre II –  $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})$ , galena preta (PbS), ocre vermelho, óxido metálico férrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), lápis lazulli azul, mistura dos elementos químicos – sódio (Na), alumínio (Al) e a pirita ( $\text{FeS}_2$ ), os egípcios aplicavam nas pálpebras como colírios, segundo o autor, os pigmentos proporcionavam prestígio aos reis e rainhas. Em papiros médicos encontrados, eram prescritas receitas indicadas como medicação de doenças das pálpebras, da íris, da córnea. Nos papiros também foram encontradas uma ampla lista de substâncias químicas empregadas em uma variedade de fins como, hidratação da pele, prevenção de doenças, tratamento de rugas, entre outras. O quadro 10 relaciona a composição de alguns minerais.

Quadro 10: Composição de alguns minerais.

<b>Substância</b>	<b>Composição</b>	<b>Cor/Característica</b>
Galena (Figura 5)	Sulfeto de Chumbo II - PbS	Pigmentação preta, Clivagem cúbica perfeita e brilho metálico.
Cerussita (Figura 6)	Carbonato de chumbo - $\text{PbCO}_3$	Pigmentação branca, granulação maciços e reticulados
Azulita com Malaquita (Figura 7)	Carbonato de Cobre II $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ (Azulita) $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ (Malaquita)	Pigmentação Verde, é cristalino – monoclínico, forma massas botrioidais e fibrosas
Ocre Vermelho (Figura 8)	Óxido de metal férrico, hematita - $\text{Fe}_2\text{O}_3$	Pigmentação vermelho, pode variar dependendo o metal – material argiloso.
Grafita	Carbono – C	Cinza metálico a cinza chumbo
Calcita (Figura 9)	Carbonato de Cálcio – $\text{CaCO}_3$	Branco, amarelo, cinza, vermelho – depende do teor de óxido de cálcio.
Calcopirita	$\text{CuFeS}_2$	Amarelo – latão, brilho metálico
Ouropigmentado	$\text{As}_2\text{S}_3$	Amarelo brilhoso
Pirita	$\text{FeS}_2$	Amarelo a preta esverdeada metálico

Fonte: Peixoto e Ferreira – Catálogo de Minerais (Fortaleza – 2016)

Figura 7: Fotografia da Cerussita, Mineral de Carbonato de Chumbo – [PbCO<sub>3</sub>]



Fonte: Peixoto e Ferreira – Catálogo de Minerais (Fortaleza – 2016)

Figura 8: Fotografia do Mineral composto de Azulita com Malaquita. [CuCO<sub>3</sub>]



Fonte: Peixoto e Ferreira – Catálogo de Minerais (Fortaleza – 2016)

Figura 9: Ocre vermelho - minério de ferro [ $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ].



Fonte: Peixoto e Ferreira – Catálogo de Minerais (Fortaleza – 2016)

Figura 10: Fotografia do mineral Calcita – [ $\text{CaCO}_3$ ]



Fonte: Peixoto e Ferreira – Catálogo de Minerais (Fortaleza – 2016)

Segundo os autores Fazenda (2005) e Reis (2012) e, por volta do século V antes Cristo, os romanos usavam pigmentos semelhantes aos dos egípcios, conheciam bem os pigmentos usados na pintura de afresco. Já na idade média, os ingleses se

preocupavam com o tipo de pigmento que compõem as tintas, para proteger as paredes das igrejas e prédios públicos. Na época renascentista, cresceu o interesse pelo uso de óleos vegetais na produção de vernizes e tintas. Durante esse período cada artista era seu próprio fabricante de pigmentos e ligantes. Na época, artistas como Rembrandt e Cuyp, holandeses do século XVII, Leonardo da Vinci, usava ligantes a base de vernizes de óleos de linhaça, para produzir essas tintas, conhecidas como tintas a óleo.

De acordo com Neto (1995), Fazenda (2005) e Arêdes (2015), no Brasil o desenvolvimento das tintas começou há milênios, marca também a história do país, pois o nome Brasil designa a cor do pigmento que os europeus extraíam do pau-brasil, madeira que começaram a explorar desde as primeiras décadas do século XVI. De acordo com a autora Arêdes (2015), no Brasil, o artista Cândido Portinari, já entrosado socialmente, confeccionou muitas obras, utilizando tintas com pigmentos a base de chumbo, obras dentre as quais, destacam-se os afrescos do Ministério da Educação e Saúde. Portinari, sempre buscou temáticas dos afrescos relacionada a vida, a crítica ao sistema e a desigualdade social no Brasil.

### 3.3 PERCEPÇÃO DAS CORES

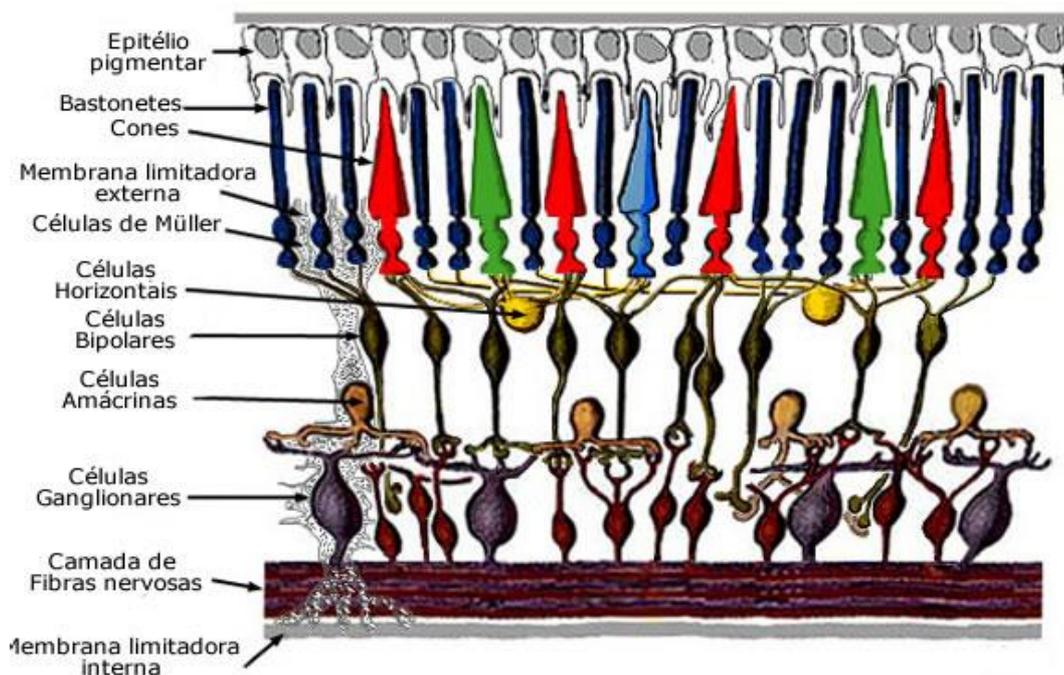
De acordo com Pedrosa (2002), a percepção no qual o sistema de visão do ser humano interpreta a remissão da luz vinda de um objeto que por sua vez foi emitida por uma fonte luminosa. Posteriormente é produzida uma reação no nosso cérebro que nos leva a ter uma ou mais sensações. Para enxergar um objeto, interpretar e identificar como é o formato, textura e cor, e até mesmo para poder diferenciar esses objetos de outros, fazemos por assimilações, de acordo com Martins, Sucupira e Suarez (2015), é preciso compreender o que é luz visível, corresponde uma série de ondas eletromagnéticas que compreendem uma parte do espectro eletromagnético, que possuem duas características: a frequência e o comprimento de onda. Neste sentido, segundo Pedrosa (2002), a luz que se difunde sobre os objetos, absorve, refrata e reflete os raios luminosos, emitindo a cor do pigmento de acordo com a frequência e o comprimento de onda. Então, segundo este conceito o que faz com que chamemos um corpo ou objeto possui uma certa cor é a capacidade de absorver quase todas as cores da luz branca incidente sobre o objeto e, apenas, refletindo somente a cor no qual aos nossos olhos recebem os estímulos que causam as

sensações cromáticas que percebemos. Em outras palavras, a absorção seletiva da luz, que corresponde à parte visível do espectro eletromagnético, sendo a luz branca uma mistura de luz de várias cores. Por isso, é importante conhecer a sua natureza, o processo químico, físico e biológico que estão envolvidos na geração da cor pelos pigmentos que é a natureza dessa pesquisa (PEDROSA, 2002)

### 3.3.1 Fenômeno Biológico.

Quando a luz alcança a retina, segundo Ribeiro (2011), há estimulações que ocorrem nos bastonetes provocando reações químicas fundamentais. A vitamina A é o composto químico utilizado pelos cones e bastonetes para a síntese de substâncias fotossensíveis, transformado em retineno.

Figura 11: Anatomia da retina humana.



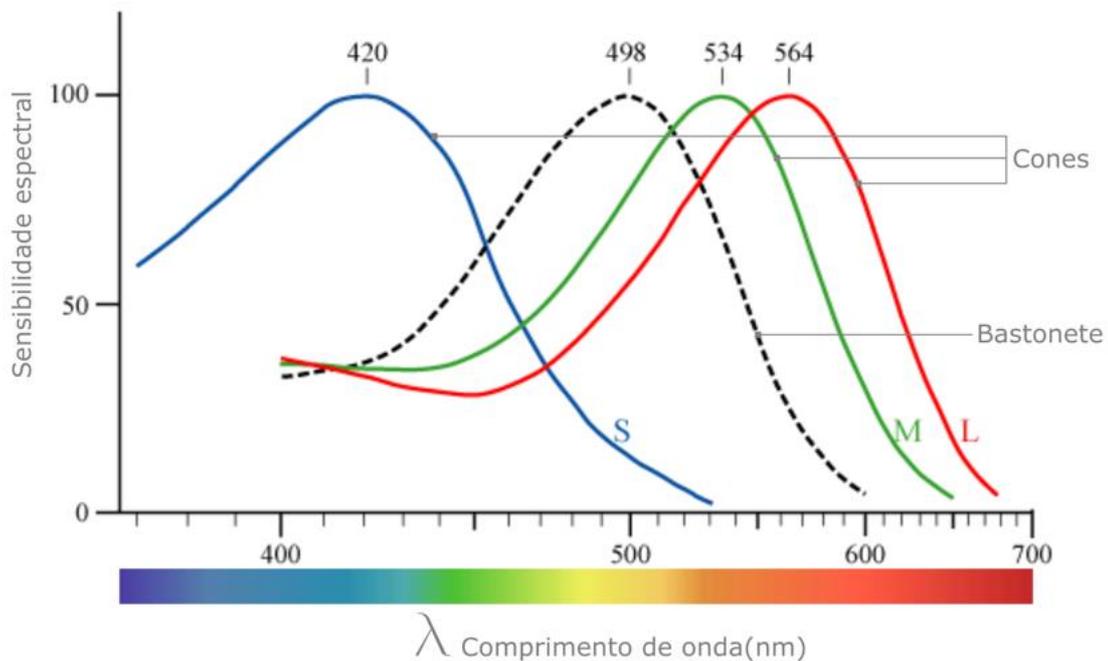
Fonte: Infoescola – Navegando e aprendendo. Disponível em: <[www.infoescola.com/](http://www.infoescola.com/)>. Acesso em: novembro de 2019.

De acordo com Ribeiro (2011), os *bastonetes* são capazes de funcionar com entrada mínima de luz, no entanto, não conseguem captar cores. É por isso que, à meia luz não conseguimos distinguir corretamente a coloração dos objetos. O autor ainda explica que os *cones* são neurônios responsáveis pela distinção das tonalidades das

cores que somos capazes de enxergar. No olho existem três tipos básicos de cones e que apresentam a sensibilidade (Figura 11).

- 1) Longo, que capta comprimento de onda longo, na faixa do vermelho;
- 2) Médio, que capta ondas na faixa do verde;
- 3) Curto, que detecta comprimentos de onda na faixa do azul

Figura 12: A combinação entre as ondas detectadas pela visão.



Fonte: Mural científico. Disponível em: <<https://muralcientifico.com/2017/10/13/como-vemos-as-cores/>>. Acesso em: novembro de 2019.

No que se diz respeito a evolução da teoria da Luz e Cores, segundo Pedrosa (1989), a física divide seu estudo em duas disciplinas bastante diferentes que o estudo da óptica geométrica e óptica física. O autor focou os seus estudos no capítulo da física óptica, porque trata-se da interpretação dos fenômenos que estão associados à própria natureza da luz, fundamentadas nos movimentos ondulatórios, nas radiações eletromagnéticas e efeito eletromagnéticos.

Em seu livro, Pedrosa (1989) faz a descrição de vários cientistas que estudaram o efeito da luz desde Platão (430-347 AC), “todo objeto visível emite uma corrente

constante de partículas luminosas, que são captadas aos nossos olhos”. **Aristóteles** (384 – 322 AC), “acredita-se que a luz sai dos nossos olhos como uma onda vibratória no qual atingia os objetos ao nosso redor e os tornava visíveis”. Relatando de um ponto que surgiu o duvidoso entre os cientistas, o conceito da luz era partícula ou onda? Devido aos conceitos fundamentados por Platão, da emissão luz – onda, e Aristóteles, a luz sai dos olhos batendo nos objetos e retornando a nós revelando o objeto a nossa frente, luz – partícula.

### 3.3.2 História da Física e Fenômenos da Luz

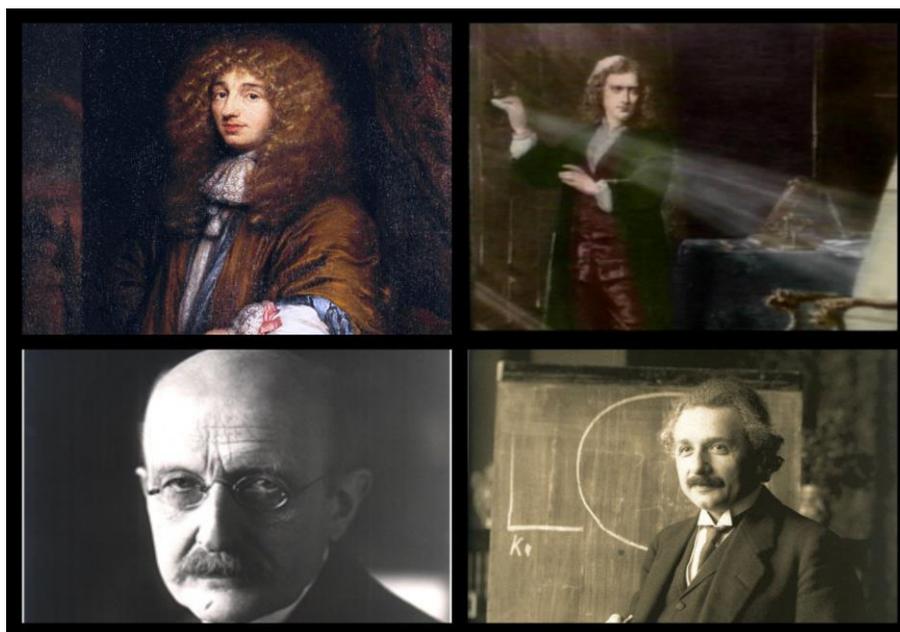
Na revista brasileira de ensino de física, Silva (2007) descreve sobre a evolução da teoria ondulatória da luz e a trajetória dos conceitos e definições, partindo Christiaan Huygens que pode ser uma reconstrução a posteriori que impõe uma interpretação atual ao anunciados do século XVII. De acordo com Silva (2007), o italiano **Francesco Grimaldi** (1618-1663), estudou os padrões de interferência da luz ao atravessar uma fenda. Já com o cientista **Christiaan Huygens** (1629-1695), a luz dependia da velocidade que atravessa o meio, ela se desvia da sua trajetória inicial, surge a ideia do índice de refração, que mede o desvio da luz, então, apresentava um movimento ondulatório maior quando a luz incidente apresentar uma velocidade menor, o caso, contrário, ou seja, partícula, a luz saindo do objeto, quanto menor o índice de refração, maior seria a velocidade da luz. **Isaac Newton** (1642-1727) acreditava na teoria corpuscular da luz tendo grandes desavenças com Huygens que acreditava na teoria ondulatória. Posteriormente, provou-se que a teoria de Newton não explicava satisfatoriamente o fenômeno da cor. Mas sua teoria foi mais aceita devido ao seu grande reconhecimento pela gravitação. Apesar disso, Newton fez importantes experimentos sobre a decomposição da luz com prismas e acreditou que as cores eram devidas ao tamanho da partícula de luz.

**Leon Foucault** (1819-1868), mostra experimentalmente que a velocidade da luz era menor na água que no ar, como previa Christiaan Huygens. **James Clerk Maxwell** (1831-1879), propôs que a luz constituída pelas denominadas ondas eletromagnéticas, ondas eletromagnéticas, e que a luz visível era apenas uma pequena parte de um espectro muito maior. O Alemão **Phillip Lenard** (1862-1947), realizou experiências que demonstraram um fenômeno inexplicável, “ao expor uma

placa de zinco à luz ultravioleta, esta liberava elétrons”, no qual denominou de Efeito Fotoelétrico. A teoria ondulatória só poderia explicar esse fenômeno se a energia que estes elétrons adquirissem fosse proporcional à intensidade de luz. **Max Planck** (1858-1947), também realizou um experimento em que mostrava que a energia adquirida pelos elétrons era proporcional à frequência da luz incidente, que é o tempo gasto pela onda para repetir sua condição inicial, um ciclo, uma volta. Neste caso, a frequência está relacionada com a cor, no espectro visível, o vermelho, por exemplo, tem uma frequência menor que luz azul. Assim, a luz azul sobre o metal para produzir um efeito fotoelétrico, os elétrons terão maior salto de energia do que incidir a luz vermelha, de baixa frequência.

Foi somente em 1905, com o famoso físico alemão **Albert Einstein** (1879-1955), que o fenômeno foi explicado. Ele propôs que a teoria ondulatória era incompleta, e que a luz poderia ter características de partículas também. Demonstrou, matematicamente que um elétron liberado deveria receber uma certa quantidade de energia, que segundo ele seria proveniente de uma partícula radiante (“partícula de luz”), chamando essa energia de fóton ou quantum de energia. Então, quanto maior a frequência da onda, maior é a energia que ele poderia liberar.

Figura 13: Mosaico de imagens dos cientistas que descrevem sobre a teoria da luz.



Fonte: Da esquerda para a direita, de cima para baixo, Christiaan Huygens, Isaac Newton, Max Planck e Albert Einstein. disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/>>

Para entender o espectro de faixa de ondas no visível, relacionadas às cores, segundo a teoria quântica de Einstein, cada frequência está associada a uma quantidade elementar de energia chamado “quantum” cujo valor é dado por:

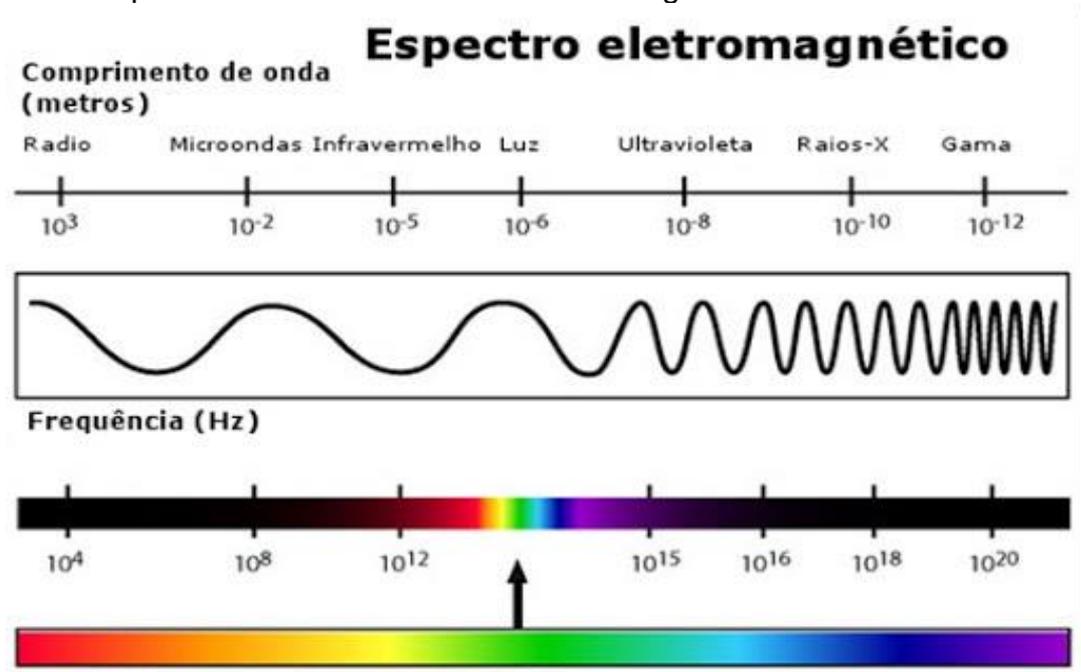
$$E = h \cdot f \quad (\text{equação 1})$$

$h$  é a constante de Planck ( $6,626 \cdot 10^{-34} \text{J}\cdot\text{s}$ );  $E$  = energia quantum (Joule)

$f$  = frequência da onda eletromagnética (1/s)

Quando uma luz incide sobre um objeto, ele vai absorver e refletir os diferentes comprimentos de onda do espectro eletromagnético (Figura 14). A cor que o objeto apresenta, coincide com os comprimentos de onda que são refletidos e assim visíveis ao olho humano.

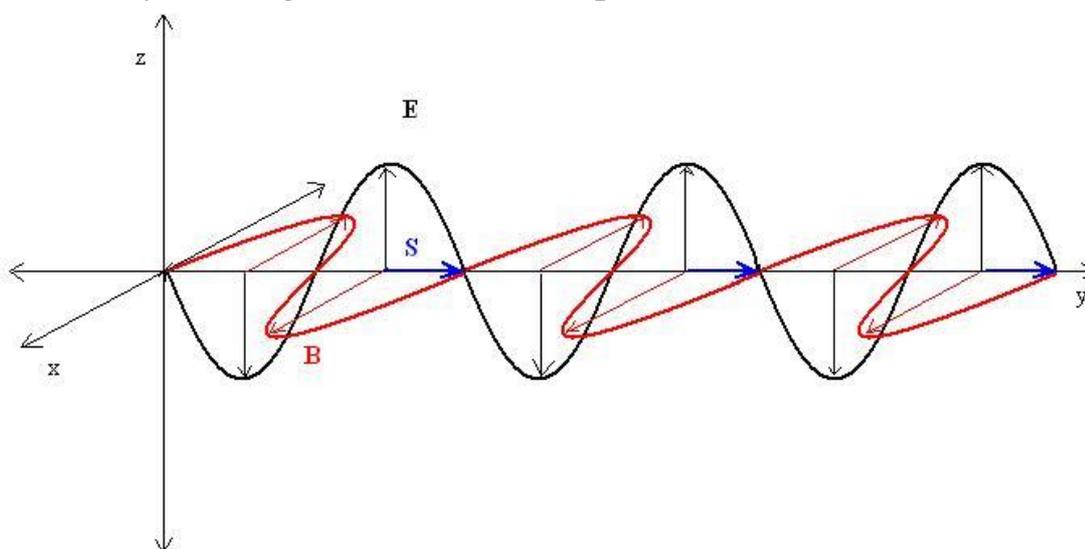
Figura 14: Espectro visível da luz e Onda eletromagnética.



Fonte: Infoescola. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/fisica/espectro-eletromagnético/>>. Acesso em outubro de 2019.

A figura 15 apresenta um modelo de representação da onda eletromagnética, mostra que o campo magnético e campo elétrico são perpendiculares entre si e ambos são perpendiculares na direção de propagação. De acordo com Silveira (2016), os módulos dos campos oscilam em concordância com fase, elas incorporavam um caráter ondulatório, transportam energia e estão sujeitas aos fenômenos de reflexão, refração, difração e interferência”.

Figura 15: Esquemática da onda eletromagnética



Fonte: disponível em: <infoescola.com/optica/dispersao-da-luz/>. Acesso em: outubro de 2019.

A variação em preto para branco ilustra a natureza ondulatória da luz e sua velocidade aproximadamente 300000 metros/segundos, velocidade C, os fótons pulsam numa determinada frequência (f), contando o período (T), o comprimento de onda (λ). O comprimento de onda (λ) é a distância percorrida pela onda em um ciclo. O tempo que a onda leva para percorrer um ciclo inteiro é denominado período, T. Outra medida importante de onda é a frequência (f) que é o inverso do período (T) e é medida em ciclos por segundos (Hertz).

$$f = \frac{1}{T} \text{ Hz} \quad (\text{equação 2})$$

Quando estas oscilações se propagam em um determinado meio, durante o tempo correspondente a um período T, os campos percorrem uma distância chamada de comprimento de onda:

$$\lambda = \frac{v}{f} \text{ Hz ou } \lambda = (v \cdot T) \text{ Hz} \quad (\text{equação 3})$$

$v$  – é velocidade da luz no vácuo =  $3 \cdot 10^8$  m/s

Desta forma cada faixa de frequência pode ser também associada à uma faixa de comprimento de onda com base na equação 03 (Figura 16).

Figura 16: Composição da luz branca.

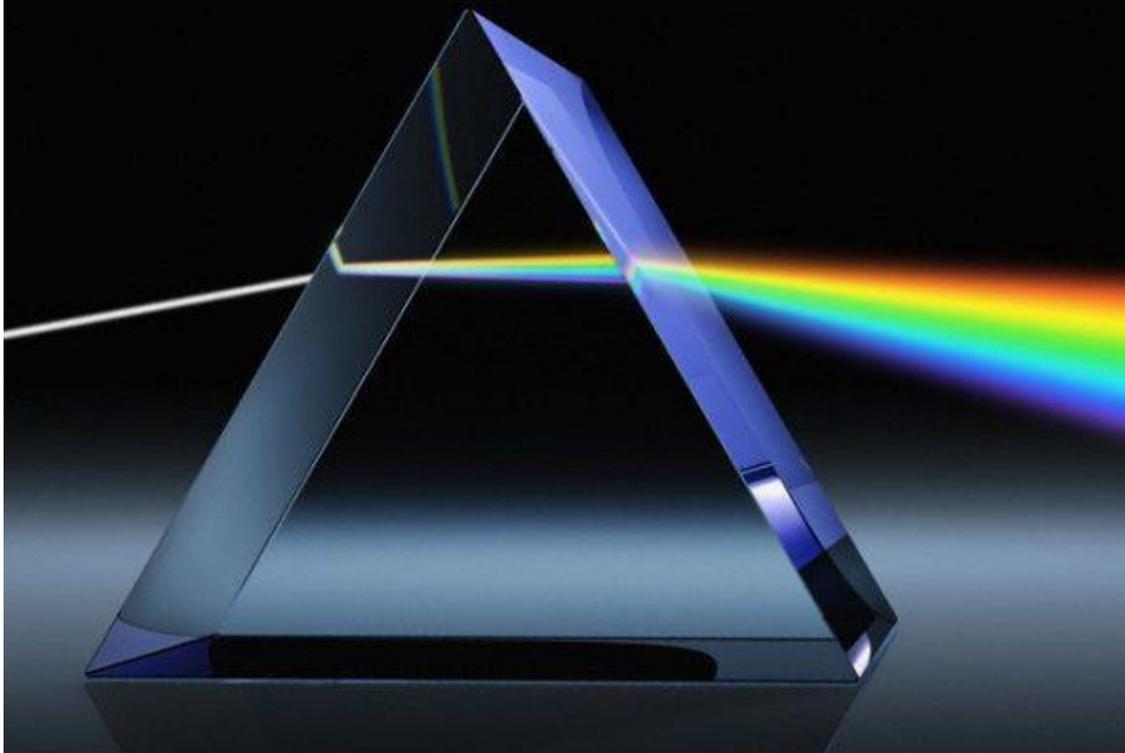
<b>Cor</b>	<b>Comprimento de onda</b>	<b>Frequência</b>
<b>Vermelho</b>	~ 625 - 740 nm	~ 480 - 405 THz
<b>Laranja</b>	~ 590 - 625 nm	~ 510 - 480 THz
<b>Amarelo</b>	~ 565 - 590 nm	~ 530 - 510 THz
<b>Verde</b>	~ 500 - 565 nm	~ 600 - 530 THz
<b>Ciano</b>	~ 485 - 500 nm	~ 620 - 600 THz
<b>Azul</b>	~ 440 - 485 nm	~ 680 - 620 THz
<b>Violeta</b>	~ 380 - 440 nm	~ 790 - 680 THz

Fonte: Radiação e Saúde. Disponível em: <<https://radiacaoblog.wordpress.com/2016/03/11/radiacoes-ultravioleta-visivel-e-infravermelha/>>. Acesso em: outubro de 2019.

Segundo Silveira (2016), em relação ao espectro visível e a teoria das cores, a região de luz visível é o tipo de luz que os nossos olhos detectam, que é somente uma pequena porção do espectro eletromagnético que varia aproximadamente de 400 a 720 nm, do violeta ao vermelho que são os dois extremos. O espectro eletromagnético apresenta diferentes regiões que variam em termos de comprimento de onda e energia. As cores que observamos ao nosso redor são devido à presença da luz, tanto é que, a cor não tem existência material. Ela é, tão somente, uma sensação provocada pela ação da luz sobre o órgão da visão, ou seja, luz e cor apresentam uma relação intrínseca (PEDROSA, 2004). As contribuições dos estudos sobre cores desenvolvidos por Isaac Newton, segundo autor, no século I um filósofo romano chamado Sêneca, observou que um prisma reproduzia as cores do arco íris. Entretanto, esta descoberta só pode ser confirmada no século XVII por Isaac Newton que realizou o experimento onde: deixou passar um feixe estreito de luz solar através

de um prisma em uma sala totalmente escura e observou que a luz que passava para o outro não era somente branca, mas exibia uma serie de cores que variava do: vermelho, laranja, verde, azul e violeta (Figura 17)

Figura 17: Esquemática da percepção das cores. Prisma de Newton.



Fonte: Odous, instrumentos LTDA. Disponível em: <<http://www.odousinstrumentos.com.br/blog/2017/04/10/percepcao-das-coresnewton-e-o-prisma/>>. Acesso em: outubro de 2019.

Isaac Newton fez mais um experimento, colocou mais adiante um outro prisma (figura 18) só que invertido, o primeiro dispersa a luz branca o segundo prisma, invertido, reuni as luzes do espectro em uma única luz, a branca novamente.

Figura 18: Decomposição e recombinação da luz branca.



Fonte: UFC, disponível em: <<https://seara.ufc.br/secoes-especiais-de-ciencia-e-tecnologia/secoes-especiais-fisica/as-cores-da-luz/>>

Observando este fenômeno de recombinação dos feixes de luz obtemos a luz branca, que comprova que a luz branca é formada por todas as cores. Dizer, então, que os trabalhos de Isaac Newton contribuíram para o desenvolvimento e a evolução da ciência, tecnologia e a sociedade é observar a evolução das tintas imobiliárias, com seus aditivos, novas composições, nas suas cores geradas por meio de pigmentos que são mais duráveis, laváveis, antimofos, até mesmo utilizadas na estética: tatuagens, tintura para cabelos e cosméticos. Mas que ainda podem trazer intoxicação ao que se refere a saúde e causar impactos ambientais.

### 3.4 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE TINTAS E PIGMENTOS

A composição química das tintas, de acordo com os autores Pedrosa (2004), Fazenda (2005), Arêdes (2015) *et al*, é um ponto de grande importância para se discutir questões como, por exemplo, os estímulos que causam as sensações cromáticas. Mas o que gera a cor nas tintas? De acordo com os autores, as cores que enxergamos em uma pintura em um objeto, são consequências da interação da luz com uma gama de materiais químicos que se encontram disponíveis no nosso dia-a-dia. Assim, um objeto que foi atribuído uma pintura é necessário que possamos compreender o que é tinta, sua composição e característica para ser aplicada.

### 3.4.1 Tintas

De acordo com os autores Fazenda (2009), Vieira (2016), Buchmann (2018) *et al*, definem tintas como sendo produtos essenciais para promover um embelezamento ou proteção contra corrosão ou que sofra algum tipo de intemperismo ao objeto, normalmente aplicado e usado por vários setores industriais e imobiliários, como por exemplos, veículos automotivos, bicicletas, capacetes, móveis, brinquedos, eletrodomésticos, vestuário, equipamentos, artesanatos, em impressão e serigrafia e na construção civil. Os autores ainda mostram, de uma maneira simplificada, a função de cada componente: O **pigmento** – no qual gera a cor desejada. A **resina** – é um material ligante ou aglomerante, normalmente um polímero, não volátil, também chamado de “veículo sólido” que fixa, junta e faz aderir as partículas do pigmento. **Líquido** – também solvente a base de água ou solvente orgânico, depende do tipo de tinta, mantém os pigmentos e as resinas dispersas em um estado fluido, viscosidade, tornando a tinta fácil de aplicar. **Aditivos** – são componentes que impedem que a tinta estrague ao ser estocada na prateleira, aos fungicidas, garantem a homogeneidade do revestimento, evitando o surgimento de fissura e outros tipos de deformação. A resina, líquido e aditivo formam o veículo da tinta. Segundo os autores, a qualidade da tinta depende da quantidade e o tipo de pigmento, de resina, solvente e aditivos, podem criar uma vasta variedade de tintas. O teor de sólidos, pigmentos e a qualidade de óxidos de titânio (que é o componente básico das tintas) são os três indicadores da qualidade de uma tinta.

As tintas, de acordo com os autores, possuem algumas cargas minerais extraídas das rochas, como o carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), dolomita ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ), agalmatolito ( $\text{Al}_2(\text{OH})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}$ ), caulim [hidrossilicato de alumínio] ( $\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{Si}_2\text{O}_5$ ), sílica natural ou sintética ( $\text{SiO}_2$ ). Alguns outros minerais também fazem parte da composição das tintas para conferir a cor (PEDROSA, 2004), São os pigmentos.

### 3.4.2 Pigmentos

São materiais insolúveis, geralmente com grande finura, sendo sintéticos ou naturais, que dão cor e poder de cobertura à tinta (PEDROSA, 2004). De acordo com o autor, nos define ainda que os pigmentos, a química da cor, enxergamos por causa dos

efeitos físicos, refração e reflexão da luz, devido a esses fenômenos há uma vasta aplicação culturais, industriais e imobiliárias.

De acordo com Fazenda (1995), o avanço tecnológico das tintas, várias alterações foram feitas e cada vez mais novos componentes surgem com diferentes funções. No entanto, a composição atual das tintas possui matérias-primas básicas que são empregadas em todos os tipos de tintas. Para o autor os componentes básicos da matéria-prima da tinta são fixa, que são: as resinas, os pigmentos e os solventes. A combinação destes elementos define as propriedades de resistências e aspecto, tipo de aplicação e os objetivos das tintas.

Composição líquida, geralmente viscosa, constituída de um ou mais pigmentos dispersos em um aglomerante líquido que, ao sofrer um processo de cura quando estendida em película fina, forma um filme opaco e aderente ao substrato. Esse filme tem a finalidade de proteger e embelezar as superfícies (FAZENDA, 1995, p. 46).

Pigmentos são partículas extremamente pequenas e totalmente não voláteis, insolúvel no meio. Utilizado para conferir cor, opacidade, certas características de resistência e outros efeitos (FAZENDA, 1995). Logo, são utilizados para produzir e emitir cores, opacidade e efeitos sobre os nossos olhos, trazendo beleza e encantos, identificação, proteção e segurança, mas também traz junto, quando usado de maneira inadequada, destruição do corpo humano e prejuízo ao meio ambiente. Os pigmentos podem ser orgânicos e inorgânicos, no limitaremos aos inorgânicos devido ao estudo do projeto que foi desenvolvido abordando o elemento químico chumbo, que se aplica na maioria dos pigmentos utilizados pelo artista plástico Cândido Portinari.

a) **Inorgânicos** – são todos os pigmentos de cargas com uma grande faixa de coloridos, sintéticos ou naturais. Esses pigmentos, em geral, não são tão brilhantes quanto às cores de pigmentos orgânicos. Exemplos de pigmentos inorgânicos são os óxidos de ferro vermelho e amarelo (PAINT QUALITY INSTITUTE, 2008). A Quadro 11 representa as cores e seus pigmentos e sua composição química inorgânica.

Quadro 11: Pigmentos básicos e suas respectivas cores.

Cor	Pigmentos
Branco de cobertura	Dióxido de titânio; Óxido de zinco; Litopônio (ZnS + BaSO <sub>4</sub> ); Sulfeto de zinco; Óxido de antimônio
Negros	Negro de carvão e fumo; Grafita; Negro de ferro
Azuis	Ultramarino (sílica, sais de sódio, alumínio e enxofre. Ftalocianina de cobre; azul de ferro
Vermelhos	Zarcão; Óxido de ferro; Vermelho de cádmio
Metálicos	Alumínio; Pó de zinco; Pó de bronze
Amarelos	Litargiro; Ocre; Cromato de chumbo ou zinco; Amarelos Hansa; ferrita; Litopônio de cádmio
Alaranjados	Cromato de chumbo básico; alaranjado de cádmio Alaranjado de molibdênio
Verdes	Óxido de cromo; Óxido de cromo hidratado; Ftalocianina verde.
Castanhos	Siena queimada; Umbra queimada; Castanho Van Dyke
Metálicos protetores	Zarcão e Azul de Chumbo; Zinco, sais básicos de chumbo, cromatos de potássio e bário

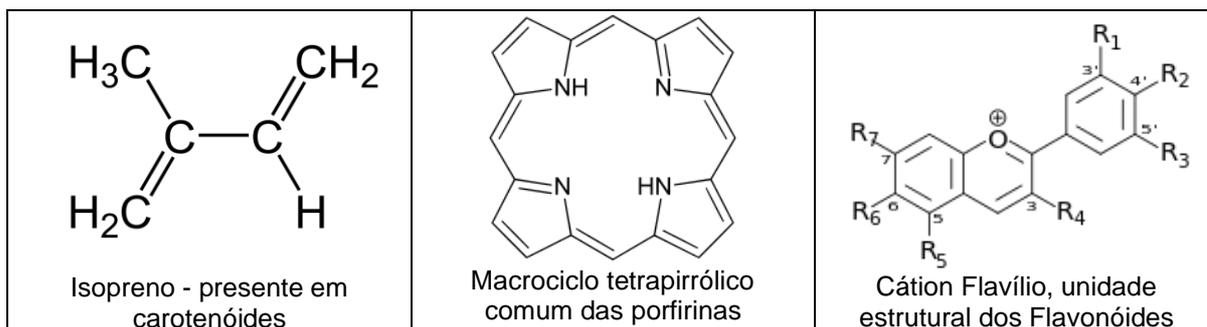
Fonte: Relação de alguns pigmentos básicos e suas respectivas cores – adaptado por Silva (2008)

Para conseguir cores intermediárias, muitas vezes são usadas misturas desses minerais, como a hematita e o caulim para atingir a cor cinza (SILVA, 2008). Foram também encontradas pinturas que utilizavam pigmentos orgânicos para a coloração preta, tais como carvão vegetal ou mineral. Tintas à base de chumbo apresenta uma baixa viscosidade o que favorece o amarelo em alta concentração de pigmentação (elevado teor em sólidos contendo chumbo) nas formulações, portanto, pode obter dispersões uma intensidade de cor mais elevadas, suspensões, pastas e sistemas de tingimento e melhorar o brilho, em materiais com elevado teor de pigmento.

b) **Orgânicos** – São substâncias corantes insolúveis em água, portanto apolares, e normalmente não tem características ou funções anticorrosivas. Um dos aspectos mais importantes a se observar, é sua durabilidade ou propriedade de permanência sem alteração de cor.

Ela está envolvida na percepção das cores por meio da visão de variedades coloridas das flores, vegetais, vegetais, frutos e animais. Também estão presentes em corantes naturais de roupas, alimentos e em alguns líquidos, como o sangue e o vinho. Os corantes mais comuns na natureza podem ainda ser classificados em 3 tipos básicos, a saber:

Figura 19: Exemplos de fórmulas estruturais básicas de corantes.



Fonte: A química dos pigmentos. Pinheiro (2008).

Figura 20: Corantes naturais alimentícios.



Fonte: Uso de corantes alimentícios (SOUZA, 2012).

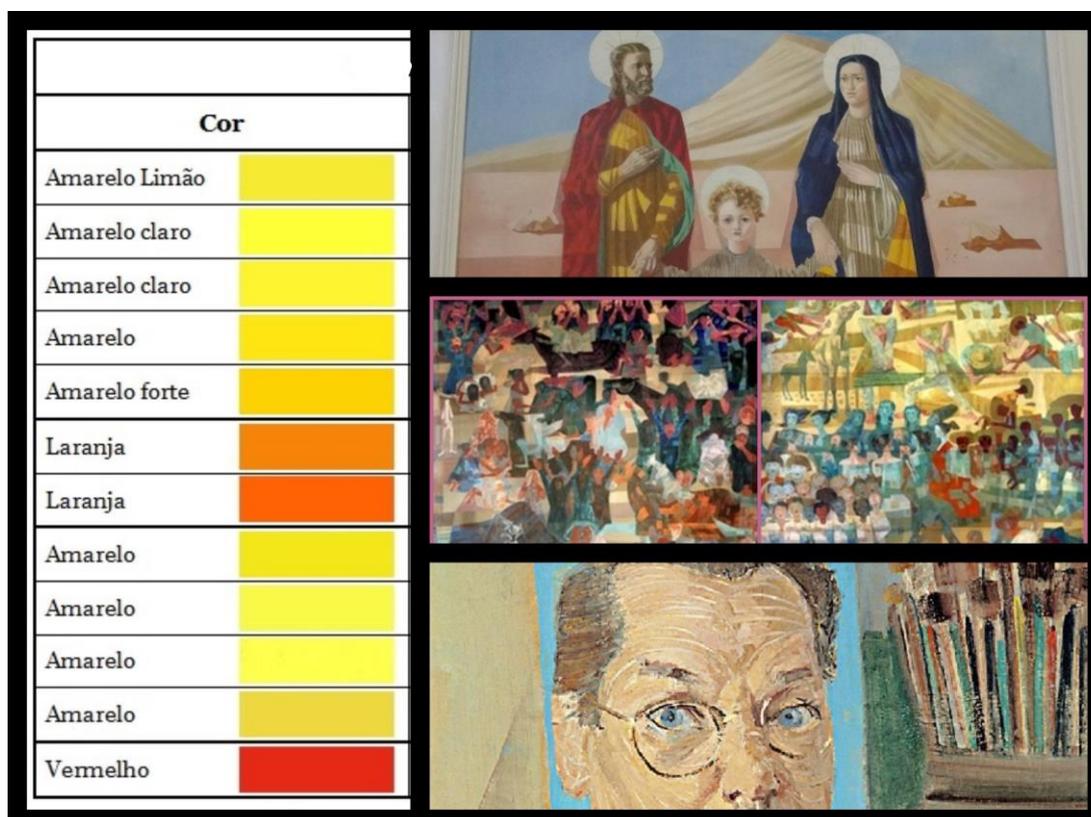
Entre as principais fontes para obtenção de corantes naturais (Figura 20) estão as plantas e sementes como: folhas, flores e frutos (MENDONÇA, 2011). Os solventes e veículos de emprego autorizado na elaboração e processamento dos corantes naturais são: água, açúcares, álcool etílico, amidos, cloreto de sódio, dextrina, gelatina, glicerol, óleos e gorduras comestíveis (BRASIL, 1977).

### 3.4.3 Pigmentos utilizados por Portinari

Para a pesquisadora Dr(a) Márcia Rizzutto, do departamento de física, Universidade de São Paulo, as análises dos pigmentos das obras do artista Cândido Portinari, em parceria com os restaurados e museólogos do Instituto do Patrimônio Artístico e

Histórico (NAP - Faepah) da USP, apontaram traços ocultos de esboços que foram encobertos com camadas de tintas. As técnicas físico-química, “os métodos utilizados contam com técnicas físicas que não danificam a pintura e permitem identificar o processo criativo da obra” (RIZZUTO, 2015), para obter as imagens e identificação que a pesquisadora e a equipe utilizaram foram o infravermelho, ultravioleta e o raio-X, para determinarem o comprimento de onda de cada pigmento. A pesquisa também trouxe à tona a composição química dos pigmentos de preferência de Portinari. Para Rizzutto, as imagens em infravermelho são comumente usadas para investigar traços de grafite encobertos pelas tintas e à medida que avançavam nas técnicas para determinar o comprimento de onda, com o emprego de fluorescência de raio-X e Raman. De acordo com a pesquisadora, cada elemento químico emitiu um padrão particular desse tipo de radiação. Segundo a pesquisadora Rizzutto, Portinari manipulava as tintas em busca de tonalidade, “trabalhando muitas gradações de cores por combinações e tinha preferência por algumas cores, que são as tonalidades de amarelo”.

Figura 21: Mosaico da paleta de cores e obras algumas obras de Portinari.



Fonte: Adaptação. Pesquisa feita pela prof(a) Dr. Márcia Rizzutto. Departamento de Física, USP. Disponível em < <https://revistapesquisa.fapesp.br/tracos-ocultos-de-portinari/> > Acesso em: set/2019.

Para a pesquisador Rizzutto as descobertas que mais chamou a atenção foi os murais de uma pequena câmara, apelidada de Capela Nonna, o nome foi em homenagem a avó de Cândido Portinari. A Capela Nonna é situada na antiga casa da família, que é um museu hoje, patrimônio da Secretaria da Cultura do estado de São Paulo. Na Capela mostra imagens sacras e de santos com fisionomias inspiradas em membros da família do artista, criada em 1940.

#### **3.4.4 Envolvimento da sociedade na questão dos pigmentos de chumbo**

Ao longo da história, diferentes constituintes foram usados para a produção de tintas, acompanhando o desenvolvimento cultural, científico e tecnológico da sociedade que as empregava. Uma história da evolução das tintas usadas pelo homem para se expressar artisticamente, conhecidas como tintas expressivas (REIS, 2012). De acordo com o autor, o uso de materiais disponíveis na natureza até sofisticados polímeros oriundo da petroquímica, diversas tecnologias e formulações foram utilizadas para a preparação de tintas mais tecnológicas. Grã-Bretanha e Suécia baniram radicalmente o uso de chumbo em tintas em 1926, em seguida da Polônia em 1927. Espanha e Iugoslávia baniram em 1931. O Brasil estabeleceu restrições ao uso do elemento químico chumbo por meio da Lei Federal 11.762/2008 (BRASIL, 2008).

Art. 1º Esta Lei fixa o limite máximo permitido de chumbo em tintas imobiliárias e de uso infantil e escolar, vernizes e materiais similares de revestimento de superfícies.

Art. 2º É proibida a fabricação, comercialização, distribuição e importação dos produtos referidos no art. 1º desta Lei com concentração igual ou superior a 0,06% (seis centésimos por cento) de chumbo, em peso, expresso como chumbo metálico, determinado em base seca ou conteúdo total não-volátil.

§ 1º O disposto neste artigo não se aplica a tintas, vernizes e materiais similares de revestimento de superfícies para uso em:

I - Equipamentos agrícolas e industriais; II - estruturas metálicas industriais, agrícolas e comerciais; III - tratamento anticorrosivo à base de pintura; IV - sinalização de trânsito e de segurança; V - veículos automotores, aviões, embarcações e vagões de transporte ferroviário; VI - artes gráficas; VII - eletrodomésticos e móveis metálicos; VIII - tintas e materiais similares de uso exclusivo artístico; e IX - tintas gráficas.

§ 2º O limite disposto neste artigo será determinado mediante ensaio em laboratório, em conformidade com as normas técnicas nacionais ou internacionais.

§ 3º A emissão de autorização de importação será dada pela autoridade executiva competente ao importador de produtos com concentração inferior ao limite estabelecido no caput deste artigo.

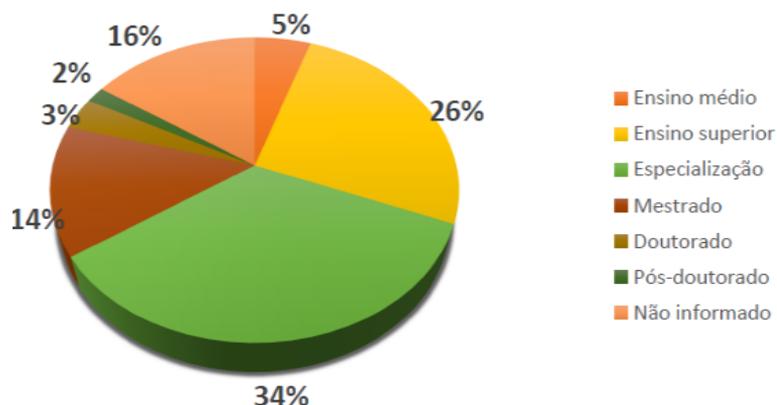
§ 4º Cabe ao importador, quando solicitado, apresentar os resultados de testes de laboratório, em instituição científica reconhecida pelo poder público, firmado por tradutor juramentado, quando for o caso, comprovando que os produtos importados atendem aos limites estabelecidos nesta Lei (BRASIL, 2008).

De acordo com o site do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2019), esta lei limita a concentração de chumbo em tintas imobiliárias, escolares e infantis em 600 ppm, não limita em outras categorias como o chumbo em materiais eletroeletrônicos e cosméticos. A Comissão Nacional de Segurança Química (CONASQ), coordenada pelo Ministério do Meio Ambiente (CGQAR/DQAR/SRHQ), tem atuado no sentido do aprimoramento normativo e da gestão de substância químicas no Brasil, de modo a estruturar para a Gestão de Substâncias (SAICM), da qual o Brasil é signatário. Com isso, a CONASQ estruturou um Grupo de Trabalho para discutir, dentre outras atribuições, as reformas necessárias da lei atual de chumbo em tintas (Lei No. 11.762/2008), com discussões focadas na diminuição do limite atualmente em vigor e na revisão da lista de exceções. O Grupo de Trabalho do CONASQ/MMA, sobre o Chumbo em tintas elaborou uma Proposta de Lei que, essencialmente, revisa o limite de concentração de chumbo em tintas de 600 ppm para 90 ppm e estabelece prazo para que as diversas categorias de tintas afetas à essa legislação se adequem ao novo limite. O anteprojeto de Lei foi proposto pela comissão do grupo de trabalho pela CONASQ no período de 8 de dezembro de 2017 ao dia 04 de março de 2018. Colocada via internet no site do Governo Federal, Ministério do Meio Ambiente, disponível em: <[www.mma.gov.br/informa/item/14522-noticia-acom-2017-12-2750.html](http://www.mma.gov.br/informa/item/14522-noticia-acom-2017-12-2750.html)>, para o cidadão tome consciência e participe do fórum de pesquisa.

Este documento prevê a redução em até 85% de adição do chumbo em brinquedos, vernizes, tintas, solventes e materiais similares de revestimentos e eletroeletrônicos, como baterias. Obrigando os fabricantes e importadores não poderão produzir, importar ou comercializar materiais que contenha chumbo com o teor acima de 90 ppm (partes por milhão). (BRASIL, 2017). Infelizmente, de acordo com a pesquisa da CONASQ/MMA, apenas 58 formulários foram enviados aos pesquisadores. Aos grupos de pessoas, figura 28, bem mais informadas na pesquisa foram os que apresentaram especialização e graduação, provavelmente eram estudantes,

professores e especialistas no assunto envolvido no assunto sobre toxicidade na área química, biológica e meio ambiente.

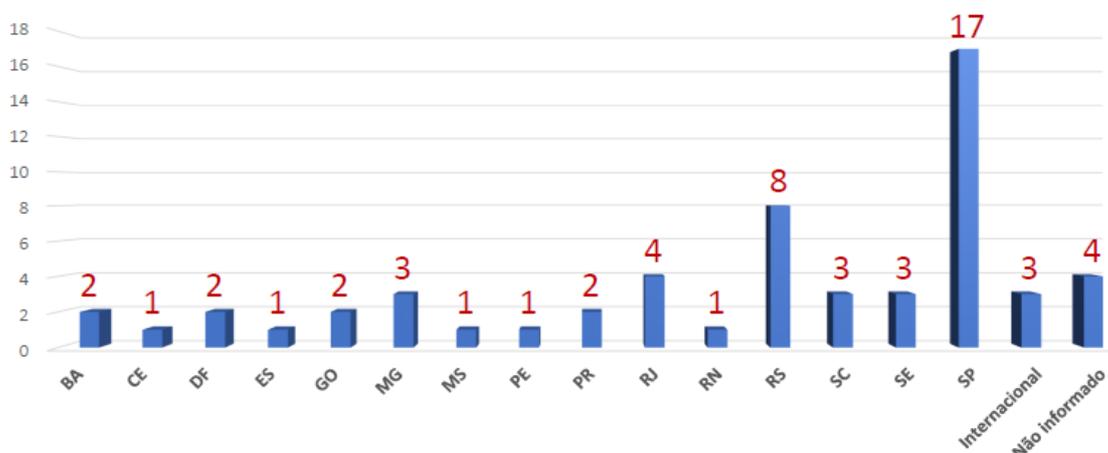
Figura 22: Perfil dos Participantes na consulta pública - Pigmento de chumbo nas tintas.



Fonte: Ministério do Meio Ambiente. Consulta Pública – AntePL Chumbo em Tintas. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/component/k2/item/11618-participe-da-consulta-p%C3%ABblica-%E2%80%93-chumbo-em-tintas>>. Acesso em: fev/2019.

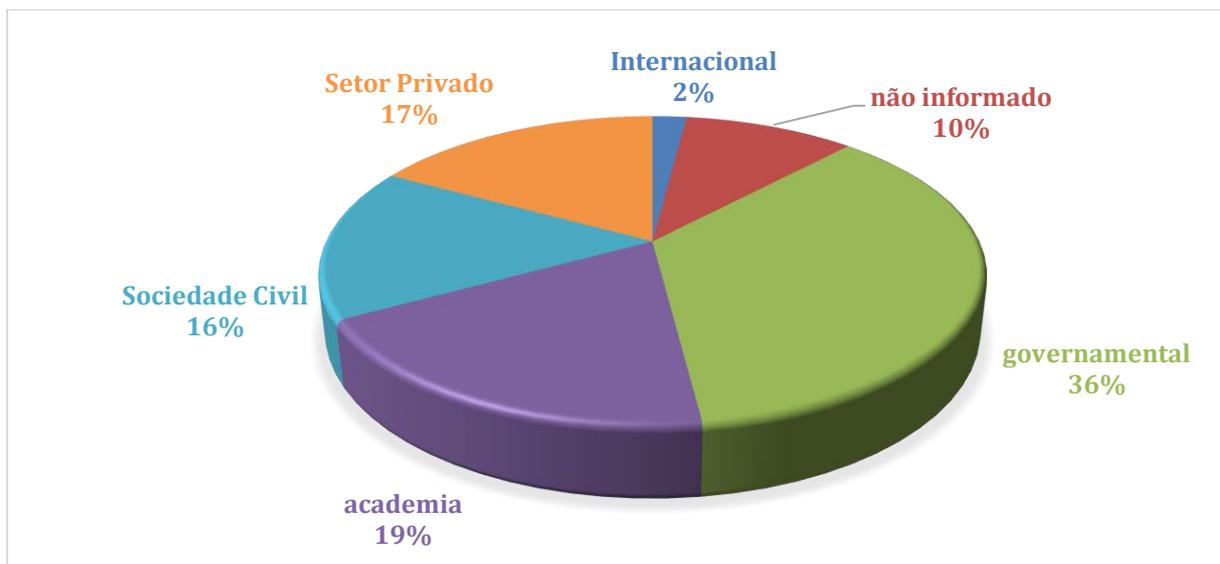
No Brasil, houve um pequeno número de pessoas que ficaram sabendo da pesquisa, os motivos possivelmente a não divulgação de maneira adequada, a não preocupação pelos órgãos públicos, setor de comunicação e a falta de interesse do cidadão em conhecer a problematização do chumbo na vida e no meio ambiente.

Figura 23: Número de Participantes na Consulta Pública – Chumbo nas tintas



Fonte: Consulta pública – Anteprojeto Chumbo em tintas (2017 – 2018). Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/component/k2/item/11618-participe-da-consulta-p%C3%ABblica-%E2%80%93-chumbo-em-tintas>>. Acesso em: fev/2019.

Figura 24: Perfil dos participantes da consulta pública.



Fonte: Ministério do Meio Ambiente. Consulta pública – Anteprojeto Chumbo em tintas (2017 – 2018). Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/component/k2/item/11618-participe-da-consulta-p%C3%ABblica-%E2%80%93-chumbo-em-tintas>> Acesso em: fev/2019.

Infelizmente, houve pouca adesão da sociedade em participar da pesquisa sobre a consulta pública do anteprojeto de Lei, que visa alterar o projeto de Lei 11.762/2008, para a diminuição da concentração do chumbo nas tintas e na vida do cidadão, na questão de saúde e contaminação do meio ambiente. Isso nos leva a determinar que o cidadão ainda desconhece o problema que o chumbo e outros metais pesados traz a saúde, o uso indiscriminado e sem precaução. A aplicação industrial, de cosméticos a produção de baterias para na sociedade traz uma preocupação séria, uma sociedade sem conhecimentos básicos, não será capaz de resolver os próprios problemas no qual está inserida. A realização de uma mostra científica e cultural no espaço físico do colégio, tem como objetivo, diminuir a problemática da saúde pública, levando conhecimento, conscientização e sensibilização para os jovens estudantes e para a comunidade.

### 3.5 TRAJETÓRIA DE CANDIDO PORTINARI

Nos limitaremos a um pequeno itinerário da história, vida e obras do artista brasileiro Cândido Portinari, visto que não é propósito em se adentrar com grandes detalhes neste trabalho de dissertação.

### 3.5.1 Biografia do artista

De acordo com os autores Oliveira (2007), Rosado (2011), *et al*, Cândido Portinari nasceu em Brodowski, interior de São Paulo, em 1903 e morreu em 1962, vítima de saturnismo, doença provocada pelo manuseio do chumbo. Foi um artista plástico brasileiro, considerado um dos mais prestigiados no Brasil e em alguns países internacionais. Conseguiu retratar questões sociais sem desagradar ao governo, aproximando da arte moderna europeia, sem perder a admiração do grande público. Suas pinturas se aproximam do cubismo, surrealismo e dos pintores muralistas mexicanos. Na figura 25, mostra o autorretrato de Cândido Portinari pintado em 1957. Pintou quase cinco mil obras de pequenos esboços e pinturas de proporções padrão, como: *O Lavrador de Café*, até gigantescos murais, como os painéis *Guerra e Paz*, localizando na sede da ONU em Nova Iorque em 1956. Na época, as autoridades dos Estados Unidos não permitiram a ida de Portinari para a inauguração dos murais devido às ligações do artista como PCB (Partido Comunista Brasileiro).

Figura 25: Pintura/Tela a óleo - Autorretrato de Portinari.



Fonte: PROA FUNDACION. Disponível em: [www.proa.org/exhibiciones/pasadas/portinari/salas/id\\_Portinari\\_auto\\_retrato.html](http://www.proa.org/exhibiciones/pasadas/portinari/salas/id_Portinari_auto_retrato.html)> Acesso em: set/2018.

Figura 26: Mosaico de algumas obras de Portinari. (1934 – 1940)



Fonte: Adaptado a partir do Projeto Portinari. Disponível em: <http://www.portinari.org.br/#/acervo/obra/3797> >  
Acesso em: nov/2018.

Segundo as autoras Oliveira (2007), Fabris (2005), Arêdes (2015) *et al*, Portinari, aos 15 anos, saiu de sua terra natal já decidido a aprimorar seus dons artísticos. No Rio de Janeiro, estuda na *Escola Nacional de Belas Artes*, com os professores Rodolfo Amoedo, Baptista da Costa, Lucílio Albuquerque, Carlos Chambeland. Portinari se destaca e chama a atenção tanto dos professores quanto da própria imprensa. Aos 20 anos, ganha elogios em artigos de vários jornais (ARÊDES, 2015, p.19).

Na semana de Arte Moderna, foi realizada em 1920, época de várias revoltas na República Velha, que repercutiu no campo cultural, acontece a Semana de Arte Moderna em São Paulo. Portinari não participa, fica centrado em um objetivo, nas exposições com a finalidade de premiar artistas. Participa com um retrato do escultor Paulo Mazzucchelli (Figura 27), e conquista a medalha de bronze, essa premiação repercute na imprensa: “Cândido Portinari é um Paulista de 23 anos que possui excelentes dons retratista... a sua técnica é larga e incisiva. Apanha bem a semelhança e caráter dos modelos” (OLIVEIRA, 2007, p.75).

Figura 27: Retrato do Escultor Paulo Mazzucchelli



Fonte: acervo digital e-enciclopédia Itaú Cultural. Disponível em: <[https://enciclopedia.itaucultural.org.br/obra\\_1940/retrato-do-escultor-paulo-mazuchelli](https://enciclopedia.itaucultural.org.br/obra_1940/retrato-do-escultor-paulo-mazuchelli)> Acesso em: nov/2018.

No salão de Belas Artes, em 1924, Portinari apresenta sete retratos e a tela Baile da Roça (1923 – 1924), destes apenas dois retratos foram aceitos. Começou a consolidação da fama de Portinari, em 1925, ele dá sua primeira entrevista ao jornal do Brasil, na qual fala de sua inspiração artística. De acordo com Arêdes (2015), descreve sobre Cândido, seus desejos e sentimento em relação pintura é sua vida, “o alvo da minha pintura é o sentimento. Para mim, a técnica é meramente um meio. Porém um meio indispensável”. Segundo Rosado (2011), participa da XXXII, exposição de Belas Artes, sendo premiado com uma medalha de prata, e concorrendo ao prêmio de viagem de estudos à Europa, somente em 1928, com a exposição do retrato do poeta Olegário Mariano (Figura 28), e com ele conquista a viagem de estudos.

Figura 28: Retrato de Olegário Mariano.

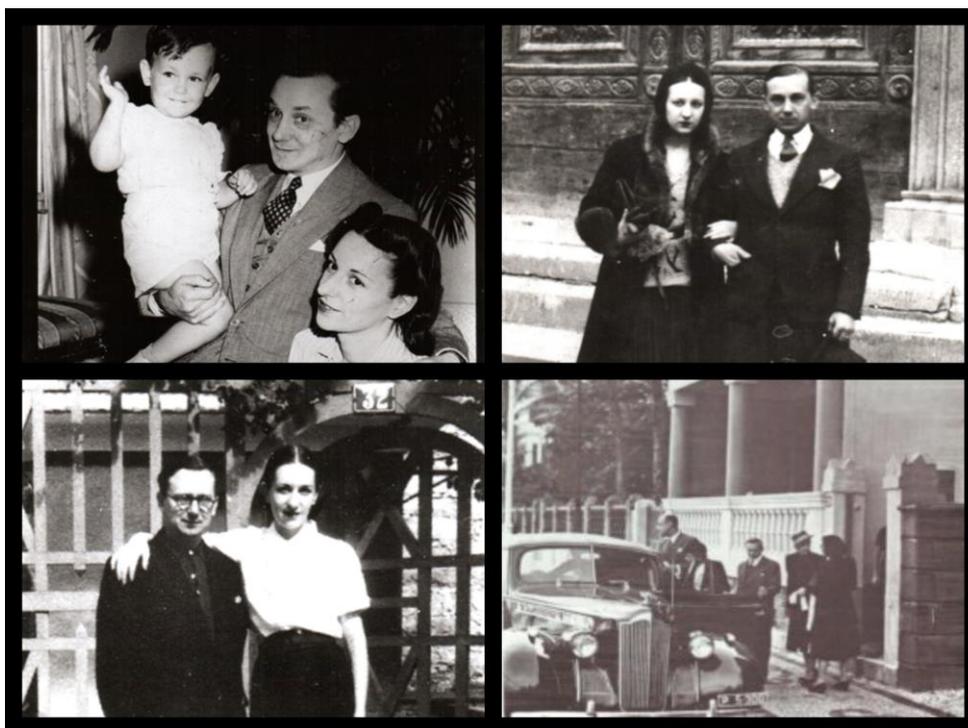


Fonte: acervo digital e-enciclopédia Itaú Cultural. Disponível em:

<<https://enciclopedia.itaucultural.org.br/obra3194/retrato-de-olegario-mariano>> Acesso em: nov/2018.

Em 1929, ele realiza a convite da Associação de Artistas Brasileiros sua primeira exposição individual no Palace Hotel do Rio de Janeiro, com 25 retratos. Segundo Oliveira, em 30 de junho deste mesmo ano, embarca para França se fixando em Paris. Os anos que passou em Paris foram decisivos no estilo que consagraria Portinari. A distância do Brasil, que volta em 1931, fez que lembrasse de suas raízes acabou aproximando o artista do Brasil e que despertou nele um interesse social muito mais profundo. Muda completamente a estética de sua obra, valorizando mais cores nas suas pinturas. Aos poucos deixa de lado as telas pintadas a óleo e começa a se dedicar a murais e afrescos. Portinari expõe telas no Pavilhão Brasil da Feira Mundial em Nova Iorque de 1939. Em 1940 o diretor do museu da Arte Moderna de Nova Iorque, Alfred Barr, compra a tela “Morro do Rio” e a expõem ao lado de artistas consagrados mundialmente. Durante suas viagens, Portinari descobre grandes artistas como Giotto, Michelangelo e Picasso, o mosaico de fotografia (figura 29) mostra a família Portinari, Maria Vitória Martinelli e o filho João Portinari.

Figura 29: Mosaico de fotografias do casal Portinari.



Fonte: Portal do Governo de São Paulo, Secretaria da Cultura, Disponível em: <<https://www.museucasa.deportinari.org.br/candido-portinari/fotos-de-portinari>> Acesso em: dez/2018.

Ao retornar para o Rio de Janeiro mais maduro e casado, Portinari vê o Brasil de uma maneira diferente, sua gente, sua cidade. Segundo Arêdes (2015), o artista tinha como sua maior preocupação a criação de uma arte de cunho social, participava na educação efetiva do povo brasileiro, e comenta, fazendo uma crítica ao governo e aos próprios artistas da época, em focar os esforços para uma educação, partindo do primário, e que o povo brasileiro não fique na ignorância. Segundo Israel Pedrosa, 2004, quando retorna da Europa, Cândido Portinari descobre efetivamente o modernismo e se torna um artista com traços mais independente. Para Fabris (2005), foi no continente europeu que ele passou a questionar, repensar a arte em sua expressão específica, a partir em busca de suas raízes. Contrariando o hábito dos bolsistas brasileiros, empenhados em produzir telas acadêmicas, não fazendo de sua estada na Europa uma prolongação da Escolar Nacional de Belas Artes. Mário de Andrade visitando (Figura 30) o salão da Belas Artes se encantou com o quadro *O Violinista* (Figura 31), de Cândido Portinari, pintor desconhecido, até neste momento. Neste quadro Portinari não se preocupou em esconder a aparência processada e abusou de tons fortes e vibrantes. O artista deixou traços revelados na composição,

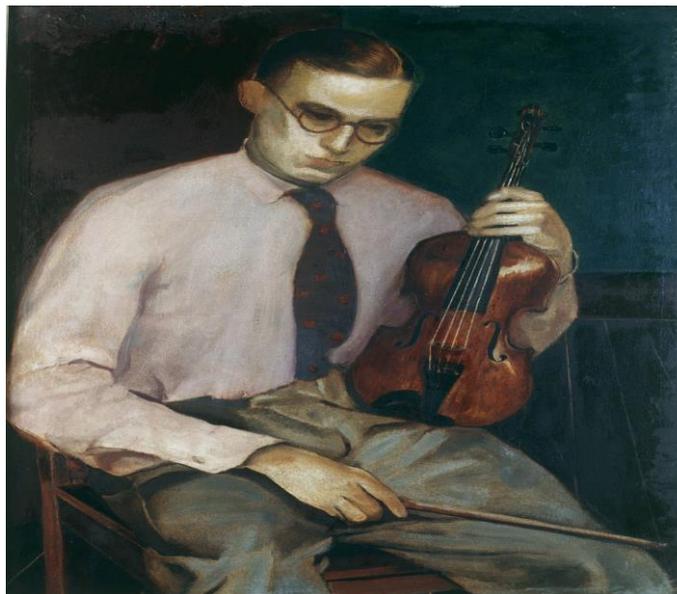
característica dos artistas europeus, que queriam romper com a pretensão realista da pintura clássica (ROSADO, 2011, p.196).

Figura 30: Fotografia - Mário de Andrade, Portinari, Maria e Simom, 1941.



Fonte: Acervo Digital do Projeto Portinari, disponível em: <<http://www.portinari.org.br/>>. Coleção particular, Rio de Janeiro, RJ. Acesso em: dez/2018.

Figura 31: O Violista Retrato de Oscar Borgerth.



Fonte: Acervo Digital do Projeto Portinari, disponível em: <<http://www.portinari.org.br/>>. Coleção particular, Rio de Janeiro, RJ. Acesso em: jan/2019.

Depois desde momento gracioso em sua vida de ter conhecido Mario de Andrade que tornasse uma amizade com laços forte e sólida, conhece outros artistas importantes (Figura 32), Ministro da Educação e Saúde Gustavo Capanema, os letrados Carlos Drummond de Andrade, Manuel Bandeira, Menotti Del Picchia, Murilo Mendes, Celso Kelly e Raul Bopp, os arquitetos Oscar Niemeyer e Lúcio Costa, os artistas plásticos Carlos de Lima Cavalcanti, Santa Rosa, Waldemar da Costa e Paulo Rossi Osir, entre outros.

Figura 32: Foto/Portinari, Graciliano Ramos, Pablo Neruda e Jorge Amado. 1952.



Fonte: site Flickr. Disponível em: <<https://www.flickr.com/photos/54236825@N08/albums/72157625011647938>> Obtida em: dez/2018.

Cândido Portinari trabalhou com Oscar Niemeyer em várias obras. Estiveram juntos pela primeira vez na construção da sede do Ministério da Educação e Saúde Pública, em 1936. O arquiteto integrava a equipe responsável pelo projeto e o artista plástico foi convidado a executar murais para a edificação. De acordo com Nastari (2016, p.48), em 1939, Lúcio Costa (1902 – 1998) e Oscar Niemeyer (1907 – 2012) projetaram o Pavilhão Brasileiro para a Feira Mundial de Nova York e dentre as peças expostas estavam três telas realizadas por Portinari. Em 1943, Portinari estuda com Niemeyer (figura 33) o projeto para a Igreja São Francisco de Assis, na Pampulha, neste ponto, a parceria entre os dois se consolidou, estando presente nas seguintes obras:

- Banco Boavista - painel a têmpera “A primeira missa no Brasil”, 1948.
- Colégio Cataguases – Painel a têmpera “Tiradentes”, 1948 – 1949.
- Sede da Onu, em Nova York – Painel a óleo “Paz e Guerra”, 1952 – 1956.
- Sede da Revista O Cruzeiro – Série “Cenas Brasileiras”, 1954 – 1956.
- Iate Clube da Pampulha – Painel de azulejos “Peixes” e “Frevo”, 1961.

Figura 33: Foto/Portinari e Niemeyer, 1948.



Fonte: Archtrends Portobello. Disponível em: <<https://archtrends.com/blog/igreja-sao-francisco-de-assis/>> Obtida em: dez/2018.

### 3.5.2 Leitura de algumas obras de Portinari

De acordo com Bernardo (2012). Em 1952, a primeira bienal de São Paulo expõe obras com destaque em uma sala particular. Mas a década de 50 seria marcada por diversos problemas de saúde. Em 1954, apresentou uma grave intoxicação pelo chumbo presente nas tintas que ele mesmo fabricava. Desobedecendo as ordens médicas, continuava pintando e viajando com frequência para exposições nos Estados Unidos, Europa e Israel. No começo de 1962, Candido Portinari morre de intoxicação pelas tintas que utilizada com base de pigmentação que continha o

material chumbo, Saturnismo. Quando criança via seus familiares trabalharem nas plantações de café principalmente na fase da grande seca de 1915, que matou milhares de pessoas e levou à fuga de muitas outras. No quadro *retirantes* (Figura 34) mostra uma tonalidade de cor pesada, seca, família sofrida e desesperada e ao fundo se vê a paisagem do sertão, com urubus ao redor.

Figura 34: Pintura/Tela a óleo - “O Retirante”, 1944.

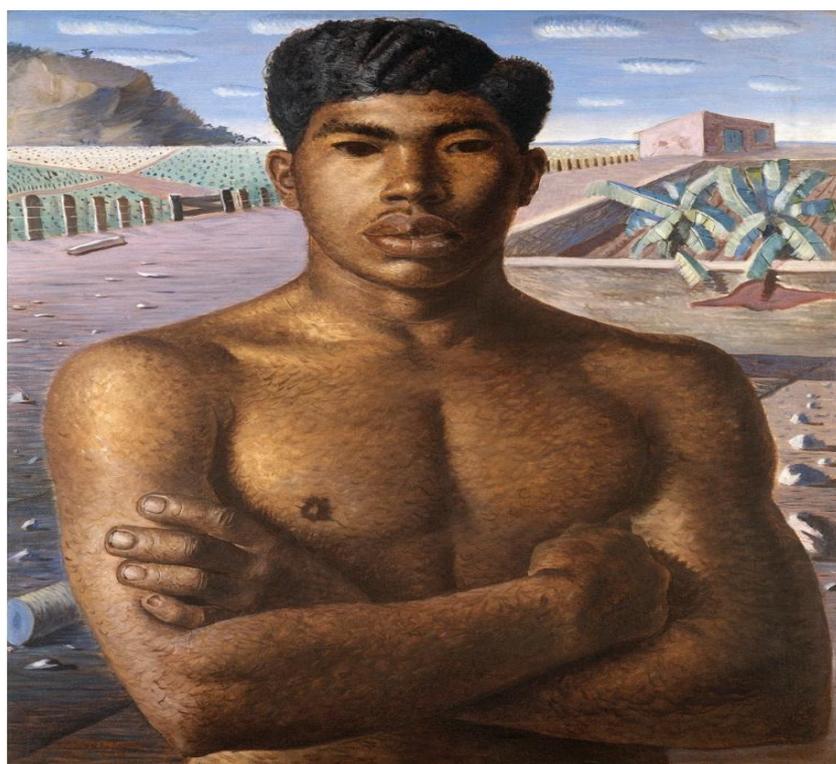


Fonte: Projeto Portinari. <<http://www.portinari.org.br/#/acervo/obra/2733>> Obtida em: dez/2018.

Bernardo (2012) descreve sobre a temática da obra é a seca que provocou muitas mortes no Nordeste e a ida para sul e sudeste. Consciência social do pintor, pois foi político, Partido Comunista Brasileiro (PCB), são essenciais na composição dessa obra. Retrata a miséria, de forma crua e angustiante vivida pelos camponeses no interior, uma forma de protestar e comparar a injustiça, “ao mesmo tempo em que as cidades brasileiras se desenvolviam, o campo era o palco da fome e da miséria” (BERNADO, 2012).

A obra a óleo de Portinari (Figura 35) mostra um personagem em uma lavoura de café, trabalhando no campo. O homem aparece sem camisa, com braços cruzados. Pela cor de sua pele, seus traços e olhos puxados e fundos, lábios grossos e grandes e nariz largo, trata-se de um jovem trabalhador braçal escravizado ainda naquele tempo e fruto de uma mistura entre brancos e negros. Este quadro retrata a importância do trabalhador brasileiro.

Figura 35: Pintura/Tela a óleo - “O mestiço”, 1934.



Fonte: ARTE'SU. Disponível em: <<https://sueideartes.blogspot.com/search?q=PORTINARI>> Obtida em: dez/2018.

Fabris (1996, p.48) descreve sobre o descontentamento de Portinari em relação a opressão sobre os negros, morando ainda em senzalas, da escravidão que acobertado por uma classe de político. Outra obra de Candido Portinari que merece um destaque, é a tela a óleo intitulada “Lavrador de Café”. Muito tempo de depois de findada a escravidão, o negro é ainda colocado no trabalho escravo, colocados nas plantações de cafés, como figura subalternos, o Brasil crescendo economicamente, menos o negro, com material de trabalho para capinar e roçar a terra. O quadro *O lavrador de Café* (Figura 36) mostra o sujeito de mãos e pés inchados pelo esforço

trabalhado na lavoura de café um olhar distante, talvez alguma esperança de algum dia isso acabe.

Figura 36: Pintura/Tela a óleo - “Lavrador de café”, 1934.



Fonte: Projeto Portinari. Disponível em: <[www.portinari.org.br/#/acervo/obra/2744](http://www.portinari.org.br/#/acervo/obra/2744)> Obtida em: dez/2018.

Figura 37: Pintura/Tela a óleo - “A índia e a mulata”, 1934.



Fonte: PROA FUNDACION. Disponível em: <[http://www.proa.org/exhibiciones/pasadas/portinari/salas/id\\_portinari\\_india\\_mulata.html](http://www.proa.org/exhibiciones/pasadas/portinari/salas/id_portinari_india_mulata.html)> Obtida em: dez/2018.

Para Stori e Maranhão (2018), a obra “A Índia e a mulata” (figura 37), exprime a ideia de convívio agradável entre os indivíduos de todas as camadas sociais e grupos étnicos. A miscigenação se refere diretamente ao debate sobre a raça e a etnia, democracia racial surgido na década de 1930, às elites dominantes da época, impediam os membros das comunidades não brancas de terem consciência dos sutis mecanismos de exclusão. Ou seja, encobre os conflitos raciais, possibilitando a todos se reconhecerem como brasileiros e afastando das comunidades subalternas a tomada de consciência de suas características culturais que teriam contribuído

Um ponto importante que emerge do trabalho de Cândido Portinari é a questão social. Segundo Stori e Maranhão (2018), o artista parte de expressões do verdadeiro Brasil, um país construído às custas, suor e o sangue dos negros. Representações com forte apelo social e cultural, a miscigenação de raças. A preocupação do artista em adicionar traços sofridos dos brasileiros, não importa qual é sua classe, sua cor, sua estatura. Para Cândido, um Brasil que recebe pessoas estrangeiras, para trabalhar como lavrador, já é um ponto positivo, mas, sem direitos e oportunidades, um ponto negativo.

Ele retrata, uma boa parte de seus quadros, a desigualdade e as características do povo brasileiro, sertão, seca, itinerantes, fome, escravidão, governo. Mesmo assim, conseguiu não desagradar ao governo, já que era, também, uma figura política ativamente, se aproximou da arte moderna europeia sem perder a admiração do público. Suas obras têm influências do expressionismo, cubismo surrealismo e dos pintores muralistas mexicanos.

### 3.6 PERSPECTIVAS DA PEDAGÓGIA

Aprendizagem baseada em projetos (ABP), abordagem Temática Freireana (ATF), as questões sociocientíficas e a educação CTS/CTSA, ganharam outros olhares, nas metodologias ativas no ensino do século XXI. A aplicação da ABP, utilizada como desenvolvimento pedagógico na intervenção no colégio, de acordo com Bender (2014), Hernández e Ventura (1998), traz para o aluno mais interesse em compreender os conteúdos conceituais e procedimentais em que ABP promove, tornando o aluno mais responsável, colaborativo, participativo. De acordo com os autores, trabalhar com projetos desperta a curiosidade no aluno em pesquisar. A

proposto dos autores aplicando ABP é estimular o aluno a aprender por meio da pesquisa, ser autônomo e protagonista do seu próprio aprendizado. Assim, podemos apresentar de forma sintética três perspectivas e as propostas pedagógicas: Bender (2014), Freire (2005), Reis e Galvão (2002), Sadler (2004), Hernandez e Ventura (1998), entre outros autores.

### **3.6.1 Aprendizagem Baseada em Projeto - ABP**

Partindo da ideia que as escolas ainda continuam sendo tradicionais em suas metodologias, trabalhando com conteúdo de maneira fragmentada e que conduz a uma organização sequencial e segmentada, sem fronteiras do conhecimento (HERNANDEZ, 1998). Para Bender (2014) a ABP tende a dar uma dinâmica ao ensino tradicional, quebrar paradigmas educacionais, tornar a aprendizagem mais atraente, desenvolvendo as habilidades e competências do aluno, onde o aluno constrói seu próprio conhecimento por meio de trabalho desenvolvido, da pesquisa investigativa, elaboração e colaboração com o próximo e autônomo. Para o autor, a aprendizagem baseada em projeto (*Project-Based Learning – PBL*) tende a aumentar a motivação e o interesse do aluno, que aumentará o seu desempenho e rendimento acadêmico.

A ABP teve sua origem no início do século 20, com a publicação do Método de Projetos em 1918. Nos últimos anos, o método de ensino ampliou sua perspectiva, agregando a modelagem matemática, aprendizagem colaborativa, aprendizagem expedicionária, construção de diagramas e uso de tecnologias (BENDER, 2014).

No livro de Willian N. Bender, explora a aprendizagem baseada em projetos como abordagem de ensino diferenciado, com base em aplicações atuais da tecnologia na sala de aula. O autor apresenta diretrizes práticas para sua implementação nos ensinos fundamental, médio e superior, tornando este livro um valioso recurso para o aprimoramento profissional dos professores e para o desenvolvimento de aulas eficazes e motivadoras. De acordo com Bender (2014), são metodologias que possibilitam o aprender a aprender, bem como garantem o aprender fazendo. E são centradas no estudante, portanto, estes são vistos como sujeitos do processo de ensino-aprendizagem e como cidadãos. As metodologias são fundamentadas no princípio da pedagogia interativa, na concepção pedagógica crítica e reflexiva e têm

como eixo central a participação ativa dos estudantes em todo o processo, incluindo todos os novos e diferentes cenários da prática. Segundo o autor, é uma metodologia de aprendizagem em que os alunos se envolvem com tarefas e desafios para desenvolver um projeto. Integra diferentes conhecimentos e estimula o desenvolvimento de competências, como trabalho em equipe, protagonismo do aluno e pensamento crítico. Aluno se torna participante do processo e ativo no seu aprendizado.

### **3.6.2 Pedagogia de Projetos - PP**

De acordo com Hernandez e Ventura (1998) a pedagogia de projetos foi planejada como uma forma de aproximar os conteúdos teóricos com a prática experimentais e com a finalidade de alcançar os seguintes objetivos:

1. Abordar um sentido da globalização em que as relações entre as fontes de informação e os procedimentos para compreendê-las e utilizá-las e que fossem levados adiante pelos alunos.
2. Introduzir uma nova maneira de fazer do professor, na qual o processo de reflexão sobre a prática fosse a pauta que permitisse ir tornando significativa a relação entre o ensinar e o aprender.
3. Gerar uma série de mudanças na organização dos conhecimentos escolares.

De acordo com Santos (2007), a pedagogia de projetos, baseada em Hernández e Ventura, é um método no qual um grupo de pessoas se ocupam em atividades proveitosas e com propósitos definidos. O método adiciona os estudantes em contato com algum projeto concreto em que esteja interessado e em que planeje o empreendimento, pesquise e colha as informações e leve a efeito os seus planos. Sendo que o próprio aluno constrói o conhecimento, seja autônomo e protagonista. Os professores apenas propõem situações de ensino baseadas nas descobertas espontâneas e significativas dos alunos, por meio de problematização abordada por uma temática. De acordo com os autores, visa a ressignificação do espaço escolar, aproveitando e transformando-o em um espaço vivo de interações, trazendo novas perspectiva para compreendermos o processo de ensino/aprendizagem. Segundo Hernández e Ventura (1998, p. 176) “[...] aprender a pensar criticamente requer dar

significado à informação, analisá-la, sintetizá-la, planejar ações [...]”, neste sentido, é procurar desenvolver no aluno a capacidade crítica por meio de uma pesquisa, por meio de debates e reflexão. De acordo com Bender (2014), a tarefa professor requer qualificação, habilidade e envolver-se na sua própria capacitação e buscar meios que facilite no início das atividades, recebendo orientações, só assim, para depois, desenvolver o senso crítico. Segundo Freire (2005) afirma que o aluno espera do professor a capacidade de orientar as atividades, tomar decisões e facilitar e estabelecer tarefas, para Hernández e Ventura (1998), cobrar as produções individuais e coletivas do grupo, o que manifesta o reflexo da autoridade competente e o exercício da liberdade. O desenvolvimento do projeto poderá ser organizado orientando-se por alguns eixos:

A definição de um conceito, um problema geral ou particular, um conjunto de perguntas inter-relacionadas, uma temática que valha a pena ser tratada em si mesma, normalmente, superam-se limites de uma matéria. Para abordar esse eixo em sala de aula, se procede dando ênfase na articulação da informação necessária para tratar o problema objeto de estudo e nos procedimentos requeridos pelos alunos para desenvolvê-lo, ordená-lo, compreendê-lo e assimilá-lo [...]” (HERNÁNDEZ, 1998, p. 61)

### **3.6.3 Temas Sociocientíficos e Educação CTS/CTSA**

Segundo Martinez (2012), abordagem com temas sociocientíficos mais interessante é sobre o entendimento da ciência na sociedade, de maneira e onde a ciências está inserida, sendo bastante comum o professor abordar alguma temática de ciências da natureza, por exemplo, quando ressaltam uma problematização voltada as questões da saúde pública, como preservação do ambiente, que podem ser trabalhada na química e em outras áreas do conhecimento. Essa abordagem pode fazer com que os estudantes fiquem curiosos e se interessem pela ciência, de acordo com o autor Martinez (2012, p.13) “[...] transcendendo o ensino convencional de conteúdos científicos descontextualizados socialmente [...]”.

Abordagens com temas de questões sociocientíficos (QSC) pode contribuir para a alfabetização científica, de acordo com Solino e Gehlen (2015), por meio de uma abordagem temática problematização de situações reais pode favorecer a

compreensão dos aspectos relacionados a natureza da ciência, despertar a curiosidade do aluno e fazer com que o próprio aluno busque sua própria construção, favorecendo e potencializando competências e habilidades, pensamento sistêmicos e críticos, criatividade e resolução de problemas de diversificadas maneiras. A compreensão acerca da importância da abordagem das QSC está relacionada com a origem e fundamentos do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Conforme Martinez (2012), esta abordagem de questões sociocientíficas para oferecer uma forma concreta de incorporar a perspectiva da educação CTS/CTSA às práticas dos professores de ciências. Essa educação CTS/CTSA, segundo Aikenhead (2009), tem estimulado os educadores com o objetivo de redirecionar e orientar o ensino das ciências de modo a aperfeiçoar e potencializar o ensino e as aprendizagens dos alunos, desta maneira há uma motivação para estudos na área das ciências e tecnologias e, principalmente, a compreenderem o valor social do conhecimento científico-tecnológico.

Para Santos e Mortimer (2002), Solino e Gehlen (2015) *et al*, consideram que os currículos CTS/CTSA tem o intuito de desenvolver nos alunos o exercício da cidadania por meio de uma problematização crítica de conteúdos científicos no seu contexto social. O meio de comunicação digital, as mídias e aplicativos, são caminhos e ferramentas que pode despertar curiosidade, tornar o ensino mais prazeroso, poderá estimular a vontade de entender de fato como a ciência funciona. Para Reis e Galvão (2008), a implementação de novos currículos para o ensino fundamental e médio que apelam à forma de preparar os alunos para uma participação ativa e responsável na sociedade. Neste sentido, falar de ciências para a sociedade utilizando-se das mídias, é um caminho que pode despertar a curiosidade, trazendo para ele a real situação do que está acontecendo.

Santos e Mortimer (2002) *et al*, relatam que problematizar uma situação cotidiana real, poderá facilitar para a compreensão de um conteúdo abordado pelo professor em sala de aula, como por exemplo, o uso de cosméticos, embelezamento de um imóvel ou de um objeto pelos pigmentos das tintas, manipulação de remédios, compreendendo que esses produtos possuem uma certa composição química e sofre um processo de deterioração, e que não poderá ser utilizado novamente, neste sentido, o que se deve fazer? Como descartar? Qual é a mais econômica?

As pessoas lidam diariamente com dezenas de produtos químicos e têm que decidir qual devem consumir e como fazê-lo. Essa decisão poderia ser tomada levando-se em conta não só a eficiência dos produtos para os fins que se desejam, mas também os seus efeitos sobre a saúde, os seus efeitos ambientais, o seu valor econômico (SANTOS, MORTIMER, 2002, p. 114)

Para Martinez (2012, p.110), aplicar as Questões Sociocientíficas em sala de aula, exige experiência do professor, usar “[...] dispositivos analíticos próprios das teorias de discurso que favoreçam a compreensão das interações estabelecidas entre os alunos e os professores [...]”, neste sentido, a abordagem de questões sociocientíficas parece oferecer uma forma concreta de incorporar a perspectiva CTSA, o que facilitará a compreensão por parte do aluno. De acordo com Reis (2013):

as práticas escolares atuais de educação em ciências devem ser transformadas e o conceito de alfabetização científica deverá ser ampliado para que nossos alunos sejam conscientizados e sensibilizados do que acontece no cotidiano da vida desses jovens, sendo que o desejo dos alunos de questionarem, buscarem seus próprios percursos de investigação, discutirem e criticarem diferentes perspectivas e construir as suas próprias conclusões”. (REIS, 2013, p.3)

Reis (2013), Mortimer e Santos (2002) *et al*, nos apresentam uma síntese das QSC no foco da ciência escolar de um pensamento consensual e bem estabelecido, no qual promove uma reflexão sobre a educação CTS/CTSA, e que considera ser os seus princípios orientadores:

1. A contribuição para o desenvolvimento sustentável do planeta através do estudo da utilização sistemática de recursos e da consideração das necessidades humanas a longo prazo;
2. A compreensão dos processos de tomada de decisão a nível governamental e empresarial;
3. A promoção do raciocínio moral e ético acerca da ciência;
4. A compreensão e a discussão da dimensão política da ciência;
5. O exercício de capacidades intelectuais e éticas na determinação dos aspectos positivos e negativos do desenvolvimento científico e tecnológico e no reconhecimento das forças políticas e sociais que governam o desenvolvimento e a distribuição dos conhecimentos e artefatos científicos e tecnológicos;
6. A capacitação dos cidadãos para uma ação responsável na transformação da sociedade;
7. A compreensão da

natureza da ciência e das suas interações com a tecnologia e a sociedade. Os autores, relatam que, no início dos anos 70, o “[...] Centro de Ciências do Estado de São Paulo iniciava os estudos voltados para a confecção de materiais que considerassem as inferências sociais da ciência [...]”. Análises mais aprofundadas e o desenvolvimento de materiais sobre Ciência Tecnologia e Sociedade começaram a ser divulgados na década de 80.

Ao final da década de 90, quatro eixos estruturantes do movimento CTS/CTSA, citado pelos autores, Auler, Santos e Mortimer (2000), Leite (2012) *et al*, propõe aspectos das questões sociocientíficas que envolva a compreensão e a participação do cidadão para exercer a cidadania, o seu contexto de vida associado aos conteúdos aprendidos no ensino. No eixo **cidadania**, os autores entendem sua importância na busca da participação do cidadão na sociedade; o eixo **contextualização** permite vincular os conteúdos científicos, ao contexto social, econômico, político e cultural em que vive o estudante; já o eixo **interdisciplinaridade** é uma forma de romper com a visão fragmentada do conhecimento propondo a comunicação entre as disciplinas curriculares; e, por fim, o eixo **transdisciplinaridade** contribui para a compreensão da realidade de forma mais abrangente, em sua complexidade, perpassando os conteúdos disciplinares.

Segundo a BNCC (2019), propõe ideias e metodologia semelhantes as propostas da educação CST/CSTA, tanto quanto a pedagogia de projeto proposto por Hernandez e Ventura (1998) para desenvolver o protagonismo do aluno e no seu envolvimento consciente e crítico, proposto por Bender (2014), a fim de possibilitar ao aluno adquirir habilidades e competências no mercado de trabalho competitivo.

A relação à preparação básica para o trabalho, que significa promover o desenvolvimento de competências que possibilitem aos estudantes inserir-se de forma ativa, crítica, criativa e responsável em um mundo do trabalho cada vez mais complexo e imprevisível, os projetos pedagógicos e os currículos escolares precisam se estruturar de maneira. (BRASIL, 2019)

Na medida em que a recente reforma do Ensino Médio propõe princípios curriculares com tal objetivo, a análise da função dos currículos CTS/CTSA contribui para uma reflexão crítica sobre o papel do ensino de ciências na implementação desse objetivo (SANTOS e MORTIMER, 2002). Como pode ser observado no quadro 12, de acordo com Aikenhead (1994) propõe uma classificação dos currículos do ensino de ciências na perspectiva CTS em oito categorias. É importante observar que o enfoque CTS na primeira categoria é apenas motivacional ao discente, enquanto a última, o caráter científico fica em segundo plano, em que o objetivo é fazer uma articulação com a ciência.

Quadro 12: Classificação dos currículos do Ensino de Ciências na perspectiva CTS.

<b>Categorias</b>	<b>Descrição</b>
1. Conteúdos de CTS como elemento de motivação.	Ensino tradicional de ciências acrescido da menção ao conteúdo de CTS com a função de tornar as aulas mais interessantes.
2. Incorporação eventual do conteúdo de CTS ao conteúdo programático.	Ensino tradicional de ciências acrescido de pequenos estudos de conteúdo de CTS incorporados como apêndices aos tópicos de ciência. O conteúdo de CTS não é resultado do uso de temas unificadores.
3. Incorporação sistemática do conteúdo de CTS ao conteúdo programático.	Ensino tradicional de ciências acrescido de uma série de pequenos estudos de conteúdo de CTS integrados aos tópicos de ciência, com a função de explorar sistematicamente o conteúdo de CTS. Esses conteúdos formam temas unificados.
4. Disciplina científica (Química, Física e Biologia) por meio de conteúdo de CTS.	Os temas de CTS são utilizados para organizar o conteúdo de ciência e a sua sequência, mas a seleção do conteúdo científico ainda é feita a partir de uma disciplina. A lista dos tópicos científicos puros é muito semelhante àquela da categoria 3, embora a sequência possa ser bem diferente.
5. Ciências por meio do conteúdo de CTS.	CTS - O conteúdo de ciência é multidisciplinar, sendo ditado pelo conteúdo de CTS. A lista de tópicos científicos puros assemelha-se à listagem de tópicos importantes a partir de uma variedade de cursos de ensino tradicional de ciências.
6. Ciências com conteúdo de CTS.	O conteúdo de CTS é o foco do ensino. O conteúdo relevante de ciências enriquece a aprendizagem.
7. Inserção das Ciências ao conteúdo de CTS.	O conteúdo relevante de ciências é mencionado, mas não é ensinado sistematicamente. Pode ser dada ênfase aos princípios gerais da ciência.
8. Conteúdo de CTS.	Estudo de uma questão tecnológica ou social importante. O conteúdo de ciências é mencionado somente para indicar uma vinculação com as ciências.

Fonte: adaptado Santos e Mortimer (2002)

Assim, de acordo Santos e Mortimer (2002), quando comparado o ensino tradicional de ciências com o de enfoque CTS/CTSA, tem-se o tradicional como aquele organizado de acordo com os conteúdos, onde a transmissão de conteúdos científicos é o principal objetivo, um método onde a ciência é vista como universal, não traçando relação com o meio social. Já o ensino de ciências da perspectiva do Movimento CTS/CTSA tem sua organização centrada nas questões sociais, apresenta uma

abordagem interdisciplinar, com vistas a promover no estudante uma reflexão acerca do desenvolvimento de atitudes e tomada de decisões, além de compreender os impactos sociais dessas decisões no meio social. Mas, para um cidadão que não tem acesso a informações ou se nega em buscar essas informações, ficará difícil a tomada de decisão, segundo Santos e Mortimer (2002, p.115), “entre consumir um produto ou um outro produto é tomada uma decisão em função de sua aparência e qualidade, e quase nunca são considerados os aspectos sociais, ambientais e éticos envolvidos na sua produção”. Neste sentido, envolver disciplinas e ir além das disciplinas, transdisciplinaridade, mostrar para o aluno o mundo onde está inserido num contexto social vinculado ao mundo.

Contextualização, a diversificação e a transdisciplinaridade ou outras formas de interação e articulação entre diferentes campos de saberes específicos, contemplando vivências práticas e vinculando a educação escolar ao mundo do trabalho e à prática social e possibilitando o aproveitamento de estudos e o reconhecimento de saberes adquiridos nas experiências pessoais, sociais e do trabalho. (CNE/CEB nº 3/2018, Art. 7, § 2º)

Segundo os autores Reis e Galvão (2008), diversos educadores em ciências têm justificado que a inclusão da discussão de questões sociocientíficas, abordada na educação CTS/CTSA, nos currículos de ciências em virtude das suas potencialidades na construção mais real e humana do empreendimento científico e na promoção de uma cidadania responsável no âmbito de processos decisórios relacionados com as QSC's, requer uma participação e envolvimento de um maior número possível de cidadãos na tomada de decisões acerca das opções apresentadas pela ciência contemporânea o será possível por meio da percepção do que é realmente ciência. De acordo com Reis (2008), existem evidências práticas de que a discussão da QSC's em sala de aula se revela extremamente útil na educação CST/CSTA, quer no desenvolvimento cognitivo, social, político, moral e ético dos alunos.

### 3.6.4 Abordagem Temática Freireana

Para Paulo Freire (2003), alfabetizar vai além de decifrar símbolos, sendo necessário exceder “cultura do silêncio”, *pedagogia do oprimido*, capacitando os sujeitos para a “leitura do mundo”. Baseado na pedagogia da *Oprimido* e da *Libertação* de Paulo Freire, propõe-se desenvolver estudos dirigidos sobre temáticas cotidianas relacionadas com a cultura local e regional, podendo ser desenvolvidos por grupos de trabalho. Neste caso, na pedagogia de projeto de Hernandez (1998) ganha influência do movimento da Libertação de Paulo Freire, pois a atividade dos alunos é determinante para o conhecimento próprio e autônomo, no entanto, para Freire (2004), o aluno nunca irá agir sozinho e isolado das pessoas, dos colegas, ele sempre estará envolvido constantemente com tudo e com todo sua volta. Nesta perspectiva, Freire (2004) nos propõe a utilizar uma metodologia simples de ensino e aprendizagem, no qual podemos utilizar exemplos de questões simples da vida, tais como a agricultura familiar, construção civil, produção caseira de vinagre, tintas, sabão, entre tantas outras temáticas útil, simples e barata. A partir de uma temática problematizada dentro da sala de aula, se pode criar estudos dirigidos e rodas de conversas, onde poderá despertar a curiosidade do aluno, aprendendo de uma maneira diferente, mais dinâmica. Para Freire (2002, p. 26), o educador busca meios que facilite a compreensão do aluno, os conteúdos abordados em sala de aula associado ao contexto de vida do aluno, desta maneira, a aprendizagem dos alunos ocorrem com o educador ensino os estudantes, transferindo conhecimento para os alunos, apresentando uma relação do “[...] o professor com os estudantes e não do professor consigo mesmo [...]”, ressalta que o ambiente educacional é o melhor local destinado para as discussões e acreditar que a realização pedagógica é uma ação de política cultural. Neste sentido, de acordo com Freire (2002, p. 26), a escola é um local com privilégios que amplifica a aprendizagem do aluno, suas habilidades e competências, capacidades humanas em colaboração e empatia, de modo a contribuir para que os diferentes indivíduos que nela desempenham seus papéis sociais e na formação da sua própria cidadania, de sua capacidade de auto de reorganizar, direcionar, ter autonomia e consciência de que aprender com os erros é sinal que está crescendo profissionalmente. A Abordagem Temática Freireana, argumenta o por que não discutir com os alunos a realidade concreta a que se deve associar as disciplinas, baseando-se nos seus conteúdos? que também preconiza um

ensino que conduza uma percepção argumentativa dos alunos da realidade em que vive, “[...] aprender para nós é construir, reconstruir, constatar para mudar, o que não se faz sem abertura ao risco e à aventura do espírito”. (FREIRE, 2002, p.28).

Neste sentido, Freire nos propõe a levar os alunos a serem críticos e capazes de tomar suas próprias decisões, aprenderem a serem éticos e autônomo, ou seja, ser protagonista, essas ações pedagógicas de formação do cidadão vão de encontro com proposições das perspectivas da educação CTS/CTSA, de acordo com Santos (2007, p.10), “[...] inserir a abordagem de temas CTS no ensino de ciências com uma perspectiva crítica significa ampliar o olhar sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade [...]”. Essas ações pedagógicas favoreçam a formação crítica do aluno em várias dimensões, embutidas nas questões sociocientíficas. Nesse aspecto, a abordagem freireana dialoga com o movimento da educação CTS/CTSA. Neste sentido, trazemos para o projeto “*Quími-cores*”, temáticas relacionadas ao chumbo, suas aplicações, impactos ambientais e os aspectos relacionados a saúde. O chumbo possui muitas aplicações, desde aplicações de pigmentos para tintas até acumuladores de energia, como as baterias para automóveis. Nos limitamos aos pigmentos de chumbo para tintas. A temática do pigmento de chumbo nas tintas é relevante, pois nos permite abordar a problemática de intoxicação provocada pelo uso indiscriminado das tintas, não somente para o cidadão que a usufrui para deixar o ambiente residencial, ou estética corporal, uso dos cosméticos ou tatuagem. O que trazem problemas para saúde do cidadão tanto quanto para impacto para o meio ambiente. A proposta da temática é justamente levar aos estudantes a uma conscientização e sensibilização por meio das intervenções com as oficinas temáticas e com as metodologias abordadas, onde os estudantes se tornem um cidadão crítico, político e saiba tomar decisões a respeito da sua vida e para a sociedade com ética.

Neste sentido, a pedagogia de projeto de Hernandez e Ventura (1998) e Aprendizagem Baseada em Projeto, proposta por Bender (2014), é influenciada pela pedagogia da libertação de Freire, e que nos norteia para este caminho que debruçamos para desenvolver este projeto, com um objetivo de formar indivíduos autônomos, emancipados, conscientes do seu papel na sociedade, descobrir o seu lugar espaço social e se sentir pertencer a um espaço, um lugar com uma visão

ampliada de mundo. Desta forma, a metodologia da Aprendizagem Baseada em Projeto (BENDER, 2014), serve como base para o desenvolvimento do projeto. Ainda se propõe que o aluno seja autônomo da sua participação, livre arbítrio, em um processo individual, reflexivo e colaborativo, para que o aluno possa tomar decisões, fazer escolhas diante das dificuldades que ocorram ao longo processo de construção do projeto. Em uma abordagem, durante a intervenção da oficina de produção de tintas artesanais, houve questionamentos de alguns alunos a respeito das tintas comercializadas com pigmento de chumbo, se o “*governo não pode mudar a situação?*” (fala da aluna). Este dialogo nos permite confrontar estas questões e, entre outros, problemas reais, estabelecendo um debate em busca de soluções. Segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002, p. 201) e Silva, “[...] deseja-se aguçar explicações contraditórias e localizar as possíveis limitações do conhecimento que vem sendo expressado, quando este é cotejado com o conhecimento científico que já foi selecionado para ser abordado”.

A dimensão educativa baseada nas concepções de Freire (1987) baseia-se em temas que devem permitir o rompimento dos conhecimentos do senso comum e a aprendizagem de conhecimentos científicos no decorrer do processo de ensino-aprendizagem. Os temas geradores adotam a função de objeto de estudo, indicam a organização do currículo, a escolha dos conteúdos das disciplinas escolares e a abordagem sistematizada das atividades em sala de aula. Desta maneira, na perspectiva da Abordagem Temática Freireana, ocorreria no contexto escolar, a conscientização e sensibilização (FREIRE, 1987), por meio da transformação da consciência ingênua à consciência crítica. Ao estudar a Abordagem Temática Freireana (ATF), Solino e Gehlen (2015) tentaram promover articulações epistemológicas, pedagógicas e possíveis complementaridades entre diferentes propostas, com a intenção de contribuir para o processo de ensino e aprendizagem de Ciências Naturais. As autoras perceberam que há particularidades no âmbito destes aspectos, como por exemplo a ênfase da contextualização histórico-cultural na Abordagem Temática Freireana. Com base nessas relações, as autoras estabeleceram complementaridades da Abordagem Temática Freireana que podem propiciar uma alfabetização científica.

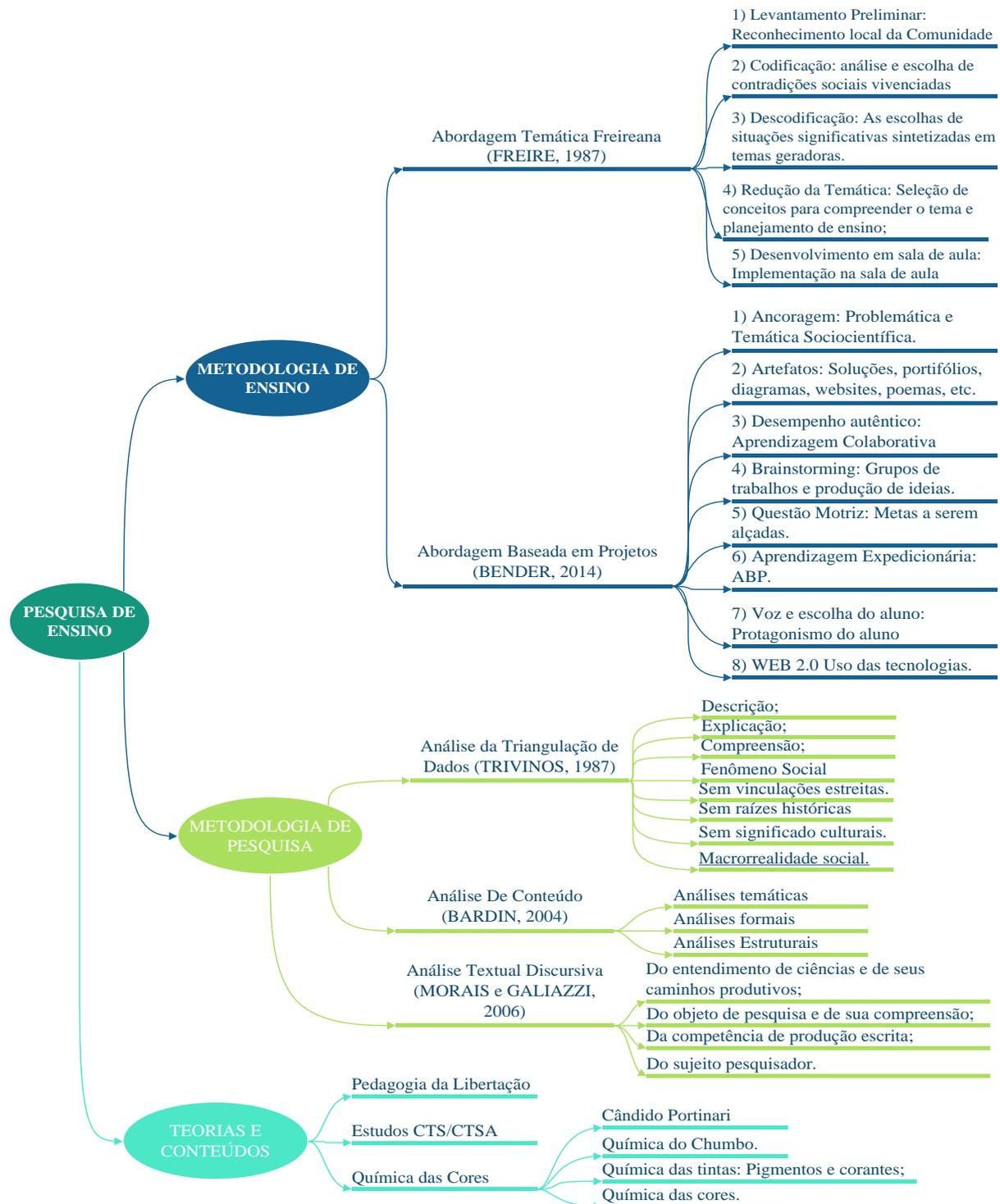
## 4. METODOLOGIA

### 4.1 PESQUISA

Nossa pesquisa de cunho qualitativa, planejada e desenvolvida com base nas propostas Gil (2014) do tipo estudo de caso com coleta de dados por meio de observações, questionamentos por meio de rodas de conversa, relatos desenvolvidos pelos sujeitos da pesquisa. A intervenção pedagógica foi desenvolvida com base na Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) proposta por Bender (2014) e na pedagogia de projetos (PP) baseada em Hernandez e Ventura (1998). Para facilitar a compreensão e inserir o aluno em um contexto social, buscamos problematizar a temática do chumbo inserido na sociedade em vários aspectos, os conteúdos conceituais das tintas e pigmentos, os aspectos sociocultural e socioeconômicos a comercialização dos cosméticos e o uso cotidiano, os aspectos da saúde e socioambiental, no qual o aluno irá associar com seu contexto de vida (FREIRE, 2004), esta abordagem das questões sociocientíficas fica evidente com abordagem temática freireana (ATF) e ainda corrobora com a educação de CTS/CTSA em uma intervenção pedagógica, abordando a temática do chumbo e suas aplicações. A investigação do tipo estudo de caso que, segundo Gil (2008), “[...] é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, maneira a permitir amplo e detalhados tarefa praticamente impossível mediante os outros tipos de delineamentos considerados”. Para o autor, o estudo de caso possui características essenciais, tais como: **a)** explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos; **b)** descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação e; **c)** explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações muito complexas que não possibilitam a utilização de levantamentos e experimentos

Por se tratar de uma pesquisa envolvendo prática de ensino, conteúdo de química e fronteira do conhecimento, ressaltamos a complexidade do estudo que relaciona ensino, pesquisa e abordagem teórica. A figura 38 mostra um diagrama um diagrama mental relacionando as três dimensões relacionadas à pesquisa em tela sobre o ensino de Química das tintas com pigmentos de chumbo.

Figura 38: Diagrama mental da Metodologia: Ensino, Pesquisa e Conteúdos. relacionando as três dimensões relacionadas à pesquisa em tela sobre o ensino de Química.



Fonte: Fonte: Dados da pesquisa (2020)

De um lado tem-se a Metodologia de Ensino (intervenção pedagógica) planejada partindo de duas perspectivas pedagógicas - Aprendizagem Baseada em Projetos (BENDER, 2014) e Abordagem Temática Freiriana (FREIRE, 2005). Por outro lado, tem-se a Metodologia de Pesquisa em análise dos dados coletados usando três métodos de análise - Triangulação de Dados (TD), Análise de Conteúdos (AC) e Análise Textual Discursiva (ATD). Para realizar os estudos sobre a temática dos pigmentos de chumbo e suas aplicações, buscamos confluências entre as teorias da Pedagogia Libertadora de Paulo Freire e os estudos CTS/CTSA.

No quadro 13 mostra a relação de atividades relacionadas ao desenvolvimento da pesquisa e aplicação da intervenção pedagógica. A intervenção escolar foi planejada com base na pedagogia de projetos escolares proposta por Hernández e Ventura (1998), aprendizagem baseada em projetos Bender (2014) e Abordagem Temática Freireana proposta por Freire (2005), de forma complementar ao ensino regular de química realizado no ensino médio.

Quadro 13: Atividades desenvolvidas na pesquisa e aplicação da intervenção pedagógica.

Item	Atividade
A.1	Atualização da bibliografia para a produção de conhecimento em química do chumbo como pigmento, química das cores, educação CTS/CTSA, questões sociocientíficas, educação CTS/CTSA, abordagem temática Freireana, aprendizagem baseada em projetos.
A.2	Estudo prévio sobre uma Escola de Ensino Médio em Vila Velha, no Estado do Espírito Santo. Carta de anuência e pesquisa do colégio. Coleta de Dados.
A.3	Planejamento do projeto escolar sobre Química dos pigmentos de chumbo e suas aplicações. Coleta de dados.
A.4	Realização do projeto na escola sobre Química dos pigmentos de chumbo e suas aplicações. Coleta de dados.
A.5	Divulgação do projeto na escolar. Adesão de voluntários e aplicação aos termos de compromisso do aluno, professor e responsáveis. Coleta de dados.
A.6	Projeto de ensino. Intervenção - oficinas formativas da equipe de trabalho. Fotografias, entrevistas, documentários, roda de conversa. Coleta de Dados.
A.7	Projeto de ensino. Desenvolvimento do projeto escolar na perspectiva da pedagogia de aprendizagem e de projetos. Intervenção - realização das reuniões semanais na escola e conversa e pesquisa com os professores de várias áreas. Coleta de dados.
A.8	Projeto de ensino. Culminância do projeto em seminários e em mostra cultural e científica para o público em geral, com apresentações dos resultados do projeto de pesquisa escolar. Avaliação da intervenção. Coleta de dados.
A.9	Análise de Dados.

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

O desenvolvimento metodológico seguiu as recomendações feitas pelo Comitê Nacional de Ética em Pesquisa (CEP). Autorização para o desenvolvimento do projeto e intervenção no colégio PIO XII (Apêndice A) com concordância de adesão voluntária da pesquisa com questionário aplicado ao aluno (Apêndices), com solicitação prévia dos termos TCLE e TALE dos responsáveis, dos alunos e dos professores (apêndices C, D e E). O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do IFES e aprovado. Número do parecer 3710034, CAAE: 15583919.0.0000.5072.

Ao final, houve a culminância do projeto que denominamos de “*Químicores*”, com exposições da mostra cultural e científica apoiada pela instituição de ensino, mostrando os resultados obtidos pelas pesquisas efetuadas e discussões pelo grupo trabalho ao final de novembro, com as temáticas das tintas e cores com pigmentação de chumbo, aplicação do chumbo em outros materiais suas implicações na saúde e no meio ambiente. Abrangeu diversos subtemas relacionados ao assunto e que promoveu reflexões tanto nos grupos de estudos quanto aos visitantes sobre a importância do uso de tintas na sociedade. No que diz respeito aos riscos e benefícios da pesquisa, atividades intelectuais e físicas são essenciais para o desenvolvimento do país, logo são indispensáveis nos processos industriais, extração de minerais, produção de energia, transportes e nas suas organizações logísticas e econômicas. Estes serviços, principalmente o trabalho físico, estão sujeitos a doenças, associadas com a ocorrência de agentes ou doenças profissionais, como é caso do uso de tintas que contém agentes químicos nocivos à saúde humana, no qual poderia ser evitado se houvesse vontade política para aplicar os conhecimentos existentes quanto a fatores de risco e sua prevenção e para atuar dentro de um contexto de justiça social. Rejeito de minérios, por exemplo, contém, além de materiais químicos que são nocivos ao homem e ao meio ambiente, trazem graves consequências políticas e econômicas, para indústria, município, estado e o país.

A explanação teórica do projeto de dissertação, foi uma abordagem da temática do chumbo, sua extração, utilização e a produção de objetos que são consumidos pelo cidadão no cotidiano. Como os exemplos, fabricação de baterias, pilhas, refinação e fundições para produção de pigmentos, cerâmicas, substâncias orgânicas como antidetonante para gasolina e inseticida. Para alguns objetos, como a bateria

automobilística, o chumbo pode ser recuperado por meio das sucatas, até mesmo em materiais eletroeletrônicos, como os computadores. Infelizmente, o contato com o chumbo traz consequências graves para o trabalhador (MOREIRA e MOREIRA, 2004), o uso das EPI (Equipamento de Proteção Individual), muitas vezes ignorados pelo trabalhador e pelo próprio empresário. O chumbo provoca intoxicações sistêmicas agudas e crônicas, segundo Souza (2017, p. 2017), atacam os órgãos formadores de sangue, fígado, rins, sistema nervoso central e periféricos. Evidentemente, o ideal é a ação preventiva antecipada, que reconheça a possibilidade de risco e evitá-los antes que realmente ocorram, o que requer ação competente e multidisciplinar dos processos, equipamentos, máquinas e locais de trabalho (REIS, 2012).

A intervenção por meio da aprendizagem baseada em projetos (ABP) na temática dos pigmentos em chumbo e suas aplicações, o que torna um estudo de caso e uma pesquisa-ação dos malefícios e riscos para saúde que esse elemento químico nos traz. Este estudo é necessário, pois traz para os estudantes a conscientização, sensibilização e o sensor crítico, pois buscam, por meio da pesquisa, sobre as temáticas que foram abordados durante a intervenção escolar. Infelizmente sabemos que há um número muito grandes pessoas que ainda desconhecem ou ignoram a problemática da intoxicação e a poluição do meio ambiente em vários aspectos, como o pigmento de chumbo, por exemplo, contido em objetos metálicos, resinas, cosméticos e tintas que são consumidos em nosso cotidiano.

A pesquisa e a intervenção escolar se tornam um benefício, pois foi aplicada na própria escola onde os alunos estudam aprendendo de uma maneira de diferente os professores colaboradores participaram do projeto, e os aluno. A utilização de substâncias nas oficinas de produção de tintas artesanal e na releitura de obras do Artista Cândido Portinari não são tóxicas, como os materiais e reagentes utilizados: água, cola polivinilacetato (PVA), os pigmentos e corantes utilizados foram comestíveis, potes de vidros, espátulas para estocar as tintas produzidas. Até mesmo a oficina das rochas minerais em exposição como pirita, galena, entre outras rochas, não possuíam risco de contato com os elementos químicos presentes nas rochas. Além de nos trazer um conteúdo histórico, artístico e científico entre as áreas de

diferentes conhecimentos. As intervenções desenvolvidas nas oficinas nos enriquecem com o saber cultural e que nos permite uma aproximação das fronteiras do conhecimento e uma. Um estudo prévio do artista plástico brasileiro Cândido Portinari nos envolve a cultura arte-literária, também abordamos da composição química das tintas, na geografia a composição química das rochas, na biologia e história o estudo do elemento químico chumbo utilizado através do tempo e suas aplicações.

Os riscos mínimos de participação na pesquisa referem-se, por exemplo, ao constrangimento de algum estudante ao responder o questionário diagnóstico. Mas vale deixar claro que as perguntas feitas no questionário são simples, relacionadas ao cotidiano dos estudantes e ainda assim, caso eles não saibam responder poderão deixar em branco. Além disso, os estudantes não precisaram identificar-se no questionário. Tivemos oficinas de extração e preparação de pigmentos de base natural, tintas artesanais, ou seja, não são tintas industriais com base em substâncias inorgânicas e orgânicas, como solventes: álcool, chumbo, éter, cetona, gasolina, nenhum material nocivo ao ser humano, portanto, não houve risco algum ao entrar em contato com materiais naturais. Caso houvesse algum problema teríamos à disposição uma equipe preparada de primeiros socorros disponibilizada pelo município de Vila Velha. Os espaços de físico onde ocorre o projeto, as oficinas, o desenvolvimento da mostra científica e cultural, estão situados em região próxima da área urbana, mesmo assim, caso houvesse algum incidente essa mesma equipe auxiliaria nos primeiros socorros, e caso houvesse a necessidade, o pesquisador responsável entraria imediatamente em contato telefônico com os serviços públicos de urgência e emergência disponíveis no município: 192 (Pronto Socorro) ou 193 (Corpo de Bombeiros Militar). Não houve cobrança de valor para participar do projeto, das oficinas e da mostra cultural. Quanto à relação estabelecida entre investigador e participante, essa foi de forma profissional, sem qualquer envolvimento emocional, privilegiando o respeito ao próximo, companheirismo, honestidade, responsabilidade, valores morais e éticos esperados numa relação aluno-professor. A pesquisa proposta tem como benefícios promover uma educação mais significativa, potencializando assim a tomada de consciência do aluno e, posteriormente, de decisões que um educando faz em sala de aula e na vida. Oportunizando uma autonomia nas decisões, desenvolvendo um espírito crítico e participativo. As informações desta pesquisa são

confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa como gravações, entrevistas, fotos e filmagens etc. ficarão armazenados em computador da instituição sob a responsabilidade do pesquisador, pelo período mínimo de 5 anos.

#### 4.2 LOCAL DA PESQUISA

O projeto intitulado como “*Quími-cores*”, foi desenvolvido no período de setembro ao final de novembro na unidade de ensino Colégio PIO XII (Figura 39), que possui uma grande área livre e verde bem tratada e sede própria. Atualmente, tem próximo de 500 alunos, em 2019.

Figura 39: Foto do colégio PIO XII



Fonte: Dados da pesquisa (2020)

O colégio oferece o seu espaço físico para os eventos e projetos sociais aos finais de semana, como escolinha de futsal, vôlei e cursinhos preparatório. Contempla o ensino desde a creche a série final do ensino médio. O corpo estudantil é de classe média que apresenta um poder aquisitivo de moderado a alto. O colégio contempla a alguns alunos de classe média baixa, com bolsas de estudo, com desconto de até a 100%

da mensalidade, mediante do bom rendimento do aluno, oportunizando os que realmente querem estudar. O colégio está localizado no município de Vila Velha, Estado do Espírito Santo, Brasil.

#### 4.3 INTERVENÇÃO ESCOLAR

A intervenção pedagógica foi planejada partindo do princípio da confluência entre duas perspectivas pedagógicas, isto é, uma com base na aprendizagem baseada em projetos (ABP), Bender (2014), referenciada na pedagogia de projetos de Hernandez e Ventura (1998); e outra com base na Abordagem Temática Freireana (ATF), com base em Freire (2005). Para isso, o projeto escolar foi desenvolvido e aplicado no colégio no contra turno, no qual o denominamos de “*Quími-cores*”, abordando os temas de (1) química dos pigmentos, (2) química de chumbo, (3) Breve momento da arte de Cândido Portinari e (4) química dos pigmentos e suas aplicações, todos temas estão relacionados a saúde provocados pelo chumbo como pigmento nas tintas. No quadro 14 mostra um resumo das etapas do Projeto Escolar desenvolvido de agosto a novembro de 2019.

Quadro 14: Resumo das etapas do projeto Químicores.

<b>Etapa</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Contexto</b>
I	Criar os grupos de trabalho.	Divulgação nas salas de aula e seleção dos componentes para trabalhar no projeto escolar. Organização em grupos de trabalho (GT) conforme os temas sociocientíficos sobre a química do chumbo, química das cores e pigmentos, vida e obra de Cândido Port.
II	Subsidiar o desenvolvimento do projeto de Tintas Artesanais.	Oficinas de formativas. I. Oficina de produção de tintas artesanais. II. Estudo dirigido sobre rochas minerais do chumbo e aplicação industrial. III. Releitura de algumas obras de artes de Cândido Portinari. IV. Um pouco de literatura.
III	Desenvolver o projeto.	Produção do material para a mostra cultura e científica. Criação de quadros, tintas e local da exposição. Rodas de conversas sobre o desenvolvimento.
IV	Realizar o Seminário Final.	Apresentação de seminários desenvolvidos pelos grupos (GT). Culminância da Mostra Cultura e Científica “ <i>Químicores</i> ”.

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Bender (2014) nos introduz que a abordagem baseada em projetos é composta por algumas características no desenvolvimento do projeto. Primeiro deve partir de uma ancoragem, o que significa que é necessário ter suporte teórico que potencialize o desenvolvimento das práticas. A produção de artefatos é fundamental para finalizar etapas, podendo ser vídeos digitais, portfólios, podcasts, websites, poemas, músicas ou cantos, entre outros. O desenvolvimento do projeto foi realizado protagonizando autônomo do aluno, com desempenho autêntico, no qual houve uma colaboração mútua, com trocas de informações e aprendizagem. A APB enfatiza, segundo Oliveira e Mattar (2018), as atividades realizadas por meio de projetos, cujo enfoque é a construção coletiva do conhecimento interdisciplinar na qual os alunos tornam-se protagonistas, ou seja, aprendem cooperando com os colegas.

Em nosso primeiro encontro, houve debates e problematização focando nos fatos ocorridos, uns antigos e outros bem atuais de intoxicação pelo chumbo, a ABP propõe a inserção de problemas e questões autênticos do mundo real (BENDER, 2014), semelhantemente Paulo Freire (2005) preconiza em aborda temas do cotidiano do aluno para facilitar na compreensão e no aprendizado. Abordamos a temática das obras do artista plástico Cândido Portinari (1903 – 1962), para promovermos debates sobre a contaminação pelo chumbo contido nos pigmentos das tintas. Assim, trouxemos atividades colaborativas, com uma questão orientadora, tarefas desafiadoras, que envolvam a produção de vários artefatos e com rubricas para avaliação. Bender (2014), ressalta que o aluno precisa encontrar sentido no objeto de estudo para que possa relacionar os diferentes conteúdos que vão lhe permitir aprender de forma contextualizada desenvolvendo a capacidade de efetuar uma análise e síntese, dialogar, ter autonomia, criatividade e de tomar decisão de suas tarefas cotidianas.

Buscamos caminhos alternativos no projeto “Quími-cores”, metodologia com a intervenção pedagógica bastante diferenciado, “*esse projeto foi muito diferente de como a escola costuma fazer*” (relato de aluno), no qual corrobora com Santos (2007), trabalhar com pedagogia de projetos é ensinar de maneira diferente, conforme autora aponta para Dewey (1956). Por este motivo, diante da perspectiva que a pedagogia permite ao aluno a construção de sua autonomia e de seu poder decisório mediante a situações-problemas. Na busca do saber e saber selecionar e utilizar as informações

de modo criativo, consciente e crítico, adquirindo habilidades e valores, não só para se integrar ao mundo do trabalho, mas para desenvolver responsabilidades cívicas, se formando cidadãos conscientes e atuantes. Conforme Freire (1975), a escola deve ser um lugar de trabalho, de ensino, de aprendizagem. Um lugar em que a convivência permita estar continuamente se superando, porque a escola é o espaço privilegiado para pensar. “[...] não é a educação que forma a sociedade de uma determinada maneira, senão que esta, tendo-se formado a si mesma de uma certa forma, estabelece a educação que está de acordo com os valores que guiam essa sociedade [...]” (FREIRE, 1975, p. 30).

O objetivo da intervenção escolar foi promover compreensão e apropriação de conteúdos de química dos pigmentos de chumbo e suas aplicações, na qual buscou-se inter-relacionar questões de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente a partir da perspectiva da educação CTS/CTSA. Desta forma, buscou-se abordar conteúdos programáticos de ciências da natureza articulando e problematizando questões históricas, locais e regionais. “[...] na verdade, enquanto aprofundamento da ‘*prise de conscience*’ {*preço da consciência*} do mundo, dos fatos, dos acontecimentos, a conscientização é exigência humana, é um dos caminhos para pôr em prática a curiosidade epistemológica [...]”. (FREIRE, 1996, p. 60)

Na perspectiva de uma educação libertadora capaz de contribuir para que o educando se torne sujeito de seu próprio desenvolvimento, diante da presença orientadora que tem o educador, que não tem o conhecimento de tudo e do todo, mas, que irá aprender com o outro, na discussão, no diálogo e no debate. Segundo Freire (2005), a escola é um lugar privilegiado para o ensino e a aprendizagem, onde há participação de todos que devem ser constituídos pela sua natureza e especificidade, onde possam construir com a sua história e contribuindo com a sociedade. Neste sentido, desenvolveu-se atividades pedagógicas organizadas em grupos de trabalho, na perspectiva na aprendizagem baseada em projetos (ABP), nas respectivas temáticas, (1) biologia do chumbo e sua toxicidade, (2) Tintas, reflexão e refração das cores, (3) A vida e obra do artista plástico Cândido Portinari sua intoxicação pelo chumbo e; (4) Rocha minerais e sua extração. A investigação é qualitativa, do tipo estudo de caso, delineando pelas etapas de levantamento preliminar com coletas de dados, análise das situações e escolha das codificações, diálogos descodificados, redução temática

e culminância com um trabalho final com os sujeitos envolvidos. A construção de uma intervenção pedagógica, com uma abordagem freireana (FREIRE, 2005) para discutir a educação CTS/CTSA, perpassando por 4 (quatro) momentos, não necessariamente consecutivos (quadro 15).

Quadro 15: Construção da intervenção Pedagógica.

<b>Etapa</b>	<b>Situação Pedagógica</b>	<b>Contexto</b>
<b>1</b>	Levantamento preliminar	Reconhecendo o contexto escolar, condições e localidade. Consistiu no reconhecimento do espaço de vida do aluno e sua relação com a temática guarda-chuva do Plano de Intervenção Escolar. Aproximação inicial à realidade dos alunos, seu contexto vivencial social, histórico, econômico e cultural.
<b>2</b>	Diálogos descodificadores	Diálogos e temas/subtemas geradores a partir da temática guarda-chuva. Ocorre novos debates com o propósito de confirmar tais situações são realmente relevantes para o grupo e a comunidade. A partir desses diálogos se obtêm os temas geradores.
	Análise das situações e escolha das codificações	Situações a serem abordadas no processo pedagógico. Realizou-se a escolha de situações que sintetizam as contradições vividas.
<b>3</b>	Redução temática	Conexões da temática com conteúdo disciplinar. Produção de conteúdo programáticos e identificação de conhecimentos disciplinares conectados ao(s) tema/subtemas.
<b>4</b>	Culminância. Trabalho com os sujeitos envolvidos.	Consiste na realização de um momento de socialização do conhecimento e rodas de conversas. Apresentação de seminários pesquisados e o desenvolvimento da mostra cultural e científica na escola. Projeto Químicores.

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

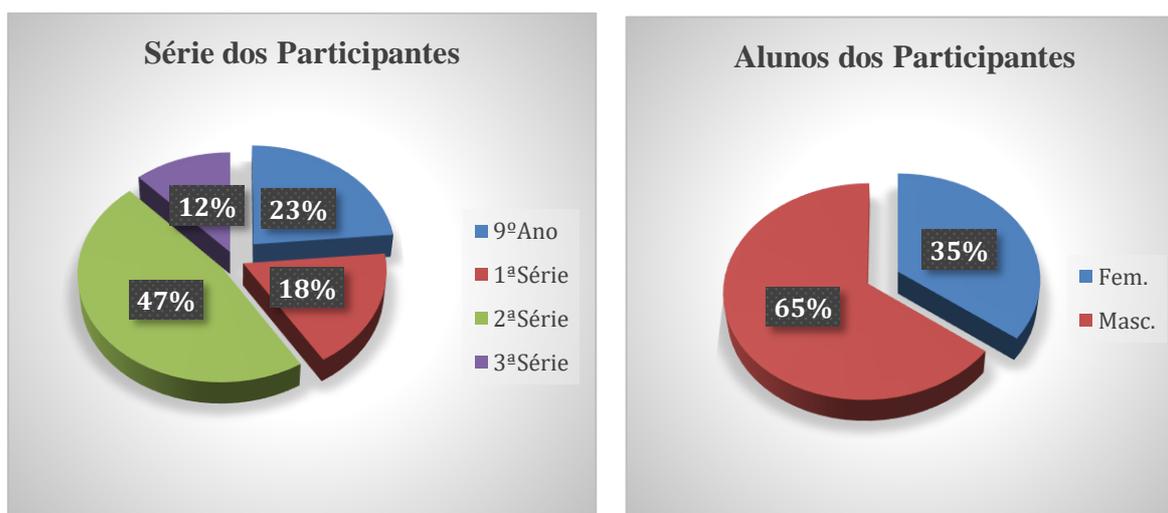
#### 4.4 SUJEITOS DA PESQUISA

Este trabalho teve como fundamento a pesquisa de campo realizada na intervenção dos sujeitos pertencentes a uma rede privada de ensino escolar, na unidade de ensino básico fundamental ao ensino médio do colégio PIO XII, situada em Itapuã, Vila Velha, Espírito Santo, Brasil. O seu desenvolvimento iniciou em agosto e finalizando em novembro de 2019. Os sujeitos da pesquisa foram autorizados pelos seus

responsáveis e o colégio, no mês de agosto, nos permitiu a pesquisa mediante a carta de anuência (Apêndice A).

Na primeira semana de setembro demos início aos encontros com os sujeitos da pesquisa do projeto, neste primeiro dia tivemos poucos alunos, mas, à medida que as semanas avançavam o número de alunos aumentavam, chegamos com participação de 20 alunos e, ao final de novembro, com a culminância do projeto com a mostra cultural e científica de 2019, com 17 participantes, a figura 40 representa dois gráficos que mostram, em porcentagem, o quantitativo do número de alunos de cada série, a esquerda, e o gráfico da direita, o quantitativo correspondente ao sexo do sujeito.

Figura 40: Gráfico dos participantes do projeto químicores em porcentagem.



Fonte: Dados da pesquisa (2020)

O desenvolvimento da primeira (1) etapa do projeto escolar foi rápida, convidando os alunos na própria sala de aula durante o turno no qual os alunos tem suas atividades educacionais normais às rotinas do ensino. A equipe do projeto foi formada por sete (7) alunos inicialmente que compareceram a primeira reunião. Neste encontro estava presente a professora colaboradora de biologia e o pesquisador. Os estudantes tinham idades entre 14 e 17 anos. As temáticas sociocientíficas elencadas pelo grupo abrangeram temas da educação CTS/CTSA e nas questões sociocientíficas, inspiradas no trabalho Santos, Auler, Mortimer (2002) *et al.* Ao longo do projeto, os

alunos voluntários estavam presentes e bastante atuante. Foram 17 alunos participante do projeto, a saber:

- a) Quatro (4) estudantes do ensino fundamental, 9º ano;
- b) Onze (13) alunos do ensino médio sendo: três (3) estudantes da 1ª série, seis (8) estudantes da 2ª série e dois (2) estudantes da 3ª série.

Todos os alunos participantes aderiram ao projeto “*Quími-cores*” voluntariamente, cujas idades variaram entre 14 a 17 anos.

#### 4.5 COLETA DE DADOS

Buscou-se aproximar uma aprendizagem baseada em projetos, ao planejar e desenvolver uma intervenção pedagógica em uma escola da rede particular de ensino médio desenvolvido com um começo, meio e fim do projeto denominado de “*Quími-cores*”, o que qualifica o estudo na categoria de estudo de caso, conforme Gil (2009), o elemento mais importante para a identificação de um delineamento é o procedimento adotado para a coleta de dados.

A pesquisa qualitativa apresentou-se com o objetivo geral de investigar o desenvolvimento do projeto escolar em uma intervenção para discutir a temática da química dos pigmentos de chumbo e fronteiras do conhecimento, considerando a educação CTS/CTSA e a sua confluência com a ATF. Sendo que os dados obtidos por meio de registros no diário de bordo do pesquisador com anotações das rodas de conversas, fotografias, levantamentos de dados por questionários, entrevistas e relatos feitos pelos alunos. Os dados coletados foram analisados em três dimensões: análise textual, baseada em Galiazzi e Moraes (2006), análise de conteúdo, baseada Bardin (2004) e análise de triangulação de dados, baseada em Triviños (1987).

No quadro 16, está um resumo do desenvolvimento das oficinas, técnicas e instrumentos de coleta de dados empregados no decorrer da intervenção pedagógica. Os dados coletados foram obtidos a partir de observações, rodas de conversa, relatos escritos, entrevistas com 5 alunos, além de fotografias durante as oficinas e palestras dos professores e alunos. Durante a intervenção pedagógica do projeto *Quími-cores* envolveu as fronteiras dos saberes escolares, científicos e populares em torno da temática da química dos pigmentos de chumbo e suas aplicações buscando problematizar situações em que os pigmentos de chumbo geram para a sociedade e

o meio ambiente, a exemplo do artista plástico Cândido Portinari e por entre outras problematizações. Baseando-se em Gatti (2012), promoveu com grupo focal, debates por meio de leituras de temas, estudos e pesquisas efetuadas por meio eletrônico de artigos, reportagens de relatos noticiados em revistas eletrônicas, para discutir a problemática da intoxicação provocada pelo elemento químico chumbo.

As características do ato de pesquisar constroem-se socialmente, num verdadeiro processo de socialização, até de formação artesanal. Esta construção demanda interlocução dos menos preparados para os mais preparados, os mais experientes nos seus conhecimentos. (GATTI, 2012, p.65)

De acordo com Gil (2008), estudo de caso tem como finalidade explorar e problematizar situação da vivenciada na real pelo aluno, em que os limites não estão bem definidos, preservando o caráter único do sujeito estudado; retratando a situação do contexto em que está sendo feita uma determinada investigação, bem como elaborar hipóteses ou desenvolver teorias e explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações complexas que não permitam o uso de levantamentos e experimentos.

Quadro 16: Resumo de técnicas e instrumentos de coleta de dados.

<b>Pesquisa</b>	<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>
Pesquisa Qualitativa Tipo: Estudo de Caso	Observações	Anotações.
	Inquéritos	Entrevista de Grupo Focal.
	Imagens	Fotografias e imagens disponíveis virtualmente.
	Relato oral e escrito dos GT	Anotações produzidas nos diários de bordo de cada GT.

Fonte: Técnica baseada em Gil (2008).

No primeiro encontro com o grupo, promovemos os debates com uma roda de conversa, discutimos a produção de tintas e suas aplicações. No decorrer da conversa percebeu-se que muitos consideravam as tintas apenas como estética e embelezar tanto o corpo como o ambiente residencial. No relato de entrevista de alguns alunos deixa claro que eles não relacionavam que as tintas e pigmentos, pudessem conter o elemento químico chumbo, alguns sabiam da toxicidade do elemento chumbo, mas

não sabiam que o chumbo e outros elementos metálicos faziam parte da composição química da tinta. Segundo Gatti (2012), a tarefa realizada com grupos focais oferece boa oportunidade para o progresso de teorizações em campo, partindo de um acontecimento e do que foi citado pelo grupo. Neste sentido, foi aplicado um questionário sobre o perfil do aluno foi aplicado (Apêndice B) na expectativa do projeto “*Quími-cores*” na possibilidade de conhecer melhor o perfil do sujeito da pesquisa e na expectativa que eles esperariam do projeto químicores na temática das tintas com pigmentos de chumbo e suas aplicações. De acordo com Gil (2012, p.104), ao utilizar os questionários, observações e entrevistas como técnica de investigação, deve-se ter informações sobre os conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas, aspirações, temores, comportamento presente ou passado. De acordo com Gil (2012, p.116), a vantagem do anonimato do questionário é que não exibe a influência do pesquisador sobre o sujeito da pesquisa, sendo proposto também um questionário para averiguar o conhecimento prévio sobre a química das tintas (Apêndice F).

#### 4.6 ANÁLISE DE DADOS

A pesquisa desta investigação foi organizada em duas etapas principais:

- **EtapA A:** Estudo teórico sobre a química do pigmento de chumbo e corantes, química das tintas e sua composição e aproximação das fronteiras do conhecimento como exemplo a arte e a literatura de Cândido Portinari, na geografia como a composição química das rochas minerais. Foi desenvolvido um estudo sobre a teoria da aprendizagem baseada em projetos (APB) e suas interseções com a Abordagem Temática Freireana (ATF) e os Temas Sociocientíficos. Também buscou-se compreender as confluências entre a proposta metodológica de ensino e as tendências curriculares nacionais implementadas nos últimos anos no Brasil.
- **EtapA B:** Estudo acerca dos aspectos-teórico-metodológicos à luz da Pedagogia Libertadora de Paulo Freire sobre a temática de química dos pigmentos de chumbo. Para essa segunda etapa, está sendo realizada uma análise de dados na perspectiva da triangulação de Triviños (1987) que objetiva a abrangência de uma macro amplitude na descrição, explicação e compreensão do foco a ser estudado. “Parte do princípio que é impossível conceber a existência isolada de um fenômeno social, sem raízes históricas, sem significados culturais e sem vinculações estreitas e essenciais

com uma macro realidade social” (TRIVIÑOS, 1987, p. 38). A análise de conteúdo foi realizada à luz de Bardin (2011). Os aspectos sócio-histórico, socioambiental e sociocientíficos da educação foram analisados com as competências específicas de ciências da natureza e suas tecnologias com Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do ensino médio, que nos propõem,

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global. (BRASIL, 2019, p.553)

Os aspectos pedagógicos e metodológicos de ensino serão analisados com base nas questões sociocientíficas de Reis e Galvão (2008) e Sadler (2011), com base na Aprendizagem Baseada em Projetos, apoiada em Bender (2014) e na Pedagogia de Projeto, fundamentada em Hernández e Ventura (1998). Também será analisada a perspectiva da Aprendizagem Colaborativa, metodologia ativa, protagonista do aluno proposta por Bender (2014). As práticas educativas, como foi desenvolvida nas oficinas aplicadas no projeto, abrangermos os alunos na prática de produzir as tintas artesanal com as metodologias aplicadas no roteiro da prática experimental. A relação teórico-prática foi analisada na proposta da abordagem temática Freireana (ATF), também analisados os aspectos sociofilosóficos à luz da educação CTS/CTSA na perspectiva de Paulo Freire, baseados em Auler e Santos (2011), Santos e Mortimer (2002) que é congruente com os documentos da BNCC (2019) em relação as habilidades e competências no qual os alunos devem adquirir durante o processo de ensino-aprendizagem que, por sua vez, é confluyente a metodologia da aprendizagem colaborativa e participativa, baseada na ABP, no qual acaba instigando a curiosidade do aluno tornando-o como um agente ativo, que corrobora com a BNCC (2019).

Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza e avaliar tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração de insumos, o transporte, a distribuição e o consumo de energia, que não agravem os impactos ambientes já preexistentes. (BRASIL, 2019, p. 559).

O documento da BNCC e abordagem CST/CTSA apresentam como objetivo único e central, aprontar os estudantes para o empreendimento para cidadania que se caracterizam por uma abordagem dos conteúdos teóricos-científicos abordados no seu contexto social, que tem como finalidade de preparar estudantes da educação básica para o exercício consciente, crítica e libertador. Esta investigação tem o foco no desenvolvimento do projeto escolar “*Quími-cores*”, que consiste no desenvolvimento de práticas de estudos culturais, econômicas, ambientais e na saúde da sociedade como um todo, abordando temas de química sobre as tintas e pigmentos de chumbo, suas aplicações e sua intoxicação envolvendo a história de vida e a trajetória do artista plástico Cândido Portinari.

## 5. INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

Com finalidade de investigar o desenvolvimento do projeto escolar no contra turno do colégio PIO XII, os processos metodológicos do ensino e a educação CTS/CTSA, estruturado na perspectiva da pedagogia de projetos de Hernandez e Ventura (1998) e na aprendizagem baseada em projetos, baseada em Bender (2014), construiu-se um projeto escolar denominado “*Quími-cores*” no colégio particular localizado no município de Vila Velha, Itapuã, Espírito Santo, Brasil.

### 5.1 PLANEJAMENTO DO PROJETO ESCOLAR

O planejamento da intervenção escolar, o projeto escolar denominado “*Químicores*” apoiou-se na perspectiva da Abordagem Temática Freireana (ATF), baseadas em Freire (2005) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) e, posteriormente, Solino e Gehlen (2014), Mastrelli e Torres (2014), desmitificando que o processo de ensino aprendizagem ocorre somente no professor explanando uma aula expositiva em um ambiente fechado, há outras alternativas metodológicas de ensino aprendizagem que podem ser eficazes tanto o quanto. O processo de codificação-problematização-descodificação, proposto por Paulo Freire em uma estrutura que seja dinâmica e pedagógica. Baseada na educação CTSA, de Santos e Auler (2011).

Neste trabalho, buscou-se agregar três perspectivas metodológicas, a saber: educação CTS/CTSA, abordando as questões sociocientíficas e na pedagogia de projetos. Ao planejar uma prática pedagógica na perspectiva CTS/CTSA, a partir da temática de pigmentos de chumbo, buscou-se perpassar pelas categorias básica da Educação CTS/CTSA, baseado em Santos e Auler (2011). Conforme é percebido no diagrama mostrado na figura 41, foi possível identificar potenciais temáticas e conceitos abordados durante o desenvolvimento do projeto escolar com a temática principal de pigmentos de chumbo, suas aplicações e intoxicação, tais como as tecnologias na produção de tintas, extração de minerais para produção de pigmentos e outros materiais, indústrias de cosméticos, tatuagens, mas também que envolvem questões de saúde pública devido a toxicidade de metais pesados como o chumbo (Pb).

Figura 41 - Potencialidades da Prática Pedagógica

*abordando pigmentos de chumbo por meio de Projeto Escolar para promover a educação CTS/CTSA, baseado em Santos e Auler (2011).*



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A figura detalha o esquema mental sobre as potencialidades de abrangência dos conteúdos abordados durante o desenvolvimento do projeto. De acordo com autores como Reis e Galvão (2009), Bazzo (2007) e Auler (2009), a inclusão das controvérsias sociocientíficas na educação é necessária para impulsionar a aprendizagem dos processos de natureza científica e tecnológica, além do desenvolvimento cognitivo, social, político, moral e ético dos estudantes. Assim, buscamos neste estudo superar o método tradicional de ensino, aplicando não somente os conteúdos programáticos e teóricos abordados em sala de aula, como falar de misturas de substâncias, propriedades coligativas, tabela periódica, ligações químicas em decorar fórmulas e nomes, com uma abordagem da educação CTS/CTSA e temas sociocientíficos, vinculando os conteúdos científicos e tecnológicos, com os conteúdos socioeconômicos, socioambientais e socioculturais. De acordo com os autores Reis, Galvão, Mortimer (2009) *et al*, nos relatam no que se refere as **questões ambientais e saúde**, citamos à toxicologia do chumbo como um potencial debate sobre os impactos na saúde da sociedade e ambientais, como nos descartes de tintas, dos descartes equipamentos eletroeletrônicos, cosméticos e material de estética corporal em lugares que deveriam ser de proteção ambiental. Nas **relações de empreendedorismo**, nas produções de tintas não tóxicas para produções artísticas e na criação do próprio negócio, desenvolvemos na oficina de produção de tintas artesanais.

Nas **relações econômicas** das novas tintas mais econômicas, menos tóxicas, mais resistentes, que abordamos conceitos, tanto quanto o possível, das práticas financeiras e administrativas de quanto mais tecnologia for a tinta mais cara se tornaria. Trabalhamos os saberes escolares interlaçando os conceitos populares, por meio dos conteúdos das disciplinas das ciências da natureza, ciências sociais e histórica e de código e linguagem: literatura e artes. Por fim, os aspectos que envolvem os saberes **relativos à sociedade**, discutimos as temáticas como a desigualdade social, ética, valores e cidadania, responsabilidade social, empregabilidade, no qual o debate sobre a vida e obra do artista Cândido Portinari, nos ajudou na promoção da discussão das tintas que movem os setores industriais imobiliários, dos cosméticos e pinturas automobilísticas. Políticas públicas voltadas para a área de segurança e da saúde pública, direitos humanos, relação entre a escola e o mundo do trabalho.

No Quadro 17 demonstra as etapas do planejamento do projeto “*Químicores*”. O seu desenvolvimento deu-se início em agosto de 2019 finalizando ao final de novembro de 2019 culminando na mostra cultural e científica. Foram formados quatro grupos de trabalhos (GT), que trabalharam com as temáticas dos pigmentos de chumbo: (1) Biologia do chumbo e sua toxicidade; (2) Tintas, reflexão e refração das cores; (3) A vida e obra do artista plástico Cândido Portinari sua intoxicação pelo chumbo e (4) Rocha minerais e sua extração. De acordo Paulo Freire.

Esses temas se chamam geradores porque, qualquer que seja a natureza de sua compreensão como a ação por eles provocada, contêm em si a possibilidade de desdobrar-se em outros tantos temas que, por sua vez, provocam novas tarefas que devem ser cumpridas. (FREIRE, 1982, p. 110)

Quadro 17: Resumo das Etapas do Projeto "Quími-cores".

<b>Etapa</b>	<b>Data</b>	<b>Contexto</b>
I	ago/2019	Solicitação da permissão do uso do espaço físico da escola – Carta de Anuência.
	ago/2019	Convite dos estudantes para participarem do projeto “Químicores” por meio de carta. e apresentação prévia do projeto químicores.
	set/2019	Reunião com a equipe de trabalho, debate sobre como se dará o desenvolvimento do projeto “Químicores” no colégio; Divisão em grupos de trabalho (GT) com temas sociocientíficos sobre a química do chumbo, química das cores e pigmentos, vida e obra de Cândido Port.
II	out/2019	Oficina de produção de tintas artesanais (Apêndice G) com um breve relato da vida e obra do artista Cândido Portinari, para subsidiar as investigações desenvolvidas pelos grupos de trabalho. Temas sociocientíficos sobre a química das cores foi abordado juntamente com o debate sobre intoxicação pelas tintas relatado pela professora de biologia.
	out/2019	Oficina – Estudo das rochas minerais do chumbo e outros, classificação e utilização industriais. Coleta de dados pelo pesquisador por meio de uma intervenção pedagógica da pesquisa. (Apêndice H). Oficina foi ministrada pelo professor de geografia.
	out/2019	Breve momento com a professora de literatura, no turno matutino, sala de aula, expositiva – Apresentação da vida de Cândido Portinari, política, viagens e exposições pelo mundo.
	nov/2019	Oficina e Releitura de algumas obras de artes de Cândido Portinari, vida e obra; Pesquisa por meio do celular com acesso à internet. Orientação com o professor de educação artística e empreendedorismo.
III	nov/2019	Produção do material para realização da mostra cultura e científica, quadros, tintas e local da exposição. Reunião com os grupos de trabalho para debater o desenvolvimento do projeto; Apresentação de seminários desenvolvidos pelos grupos (GT).
IV	nov/2019	Culminância: seminários e Mostra Cultura e Científica “ <i>Quími-cores</i> ”.

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

## 5.2 VALIDAÇÃO DO PROJETO

A validação da articulação entre as ações didáticas, a investigação e o referencial teórico são apontadas por Guimarães (2016) et al. como um dos maiores desafios da modalidade de pós-graduação stricto sensu. Isto porque tanto a formação quanto à prática profissional que os cursos de mestrado profissional proporcionam, exige além de um projeto consistente e aplicável, a validação para replicação em situações reais. Dessa maneira, e por conseguinte, considerando a construção de um produto educacional, guia didático para os professores, adequado às necessidades profissionais, propôs-se que a intervenção pedagógica desta pesquisa passasse por três validações.

### 5.2.1 Primeira Validação.

A primeira validação, dezembro de 2018, o projeto químicores foi demonstrada por meio de slides para uma banca dos professores do programa de pós-graduação profqui no campus de Vila Velha, que durante o processo da explanação consistiu em sugestões em mudanças e acréscimos ao projeto e que precisaria de ganhar mais estrutura e mais ponderação a escrita, ser mais argumentativa. Houve solicitações de mudanças necessárias para dar mais sentido ao projeto. Logo após a apresentação as reuniões com o orientador começamos a trabalhar nas mudanças e acréscimos sugeridos pela banca.

### 5.2.2 Segunda Validação entre pares.

A segunda validação da intervenção pedagógica foi feita com um grupo de colaboradores ad hoc, que utilizaram um formulário produzido pelo grupo de investigação com base em Giordan, Guimarães e Massi (2011). Foi feita por uma equipe selecionada, formada por 4 colaboradores e orientador, todos envolvidos com educação em ciências. Essa etapa durou 3 horas e consistiu da apresentação da intervenção pedagógica, seguida do preenchimento de um formulário adaptado para esse fim. A avaliação entre pares e sugestões foi realizada para a melhoria do desenvolvimento da intervenção do projeto pedagógica. O formulário que possui os itens:

- A. Estruturação e organização – no que diz respeito a qualidade do projeto, clareza, adequação e aos referencias, foi a avaliado com 88%.
- B. Problematização – coerência sobre abrangência, perspectiva social, articulação da contextualização dos problemas e resolução, avaliado em 75%
- C. Conteúdos e Conceitos – Objetivos, encadeamento, procedimentos e atitudes do conhecimento científico, avaliado em 55%.
- D. Metodologia, Ensino e Avaliação – Aspectos, organização, métodos, avaliação integradora, feedback das avaliações metodológicas, avaliada em 57%.

Ao final pedia-se que o avaliador justificasse seu maior e menor valor de suficiência atribuído nas questões, evidenciando os pontos fortes e fracos no planejamento. Foi também solicitado aos avaliadores a opinião deles como professores na utilização ou não da proposta na sala de aula. Algumas sugestões foram fornecidas pelos pares colaboradores, principalmente na metodologia aplicada na intervenção escolar no aspecto de conteúdo, conceitos, ensino. A avaliação pelos pares mostrou que o projeto se apresentou com pouca objetividade em relação aos “conteúdos e conceitos” ou não bem transmitido na explanação do projeto, talvez uma falta de encadeamento nas metodologias do ensino. Foram feitas melhorias a respeito à estruturação dos conhecimentos conceituais e de como seria efetuada a aplicação de uma avaliação para os sujeitos das pesquisas. Uma outra sugestão foi que aplicação do projeto que deveria ser desenvolvida apenas com uma única turma do ensino, o aproveitamento poderia ter sido muito melhor. Por meio desta avaliação entre pares, buscou-se ajustar e corrigir algumas pendências e acatar algumas sugestões, visto de que ao aplicar em uma única turma não seria mais viável, os alunos da 3ª série, no qual seria aplicado a intervenção, não iriam participar devido a situações já mencionadas no item *sujeitos da pesquisa, no item 4.4*. Neste sentido, passou a ser aplicado em várias turmas do ensino médio e também a turma do 9º ano foram convidados a participarem do projeto, o que se tornou os momentos mais proveitosos e com resultados mais satisfatórios, pois houve entrosamento de uma turma com mais maturidade que acabaram proporcionando uma interatividade e uma desenvoltura acima do esperado, houve uma aprendizagem, a exemplo, no quadro 19, mostra trechos da fala de alunos colhidos durante o processo da intervenção. E visto que, essa capacidade dos alunos em mostrar proatividade, atitudes capazes de ensinar e ajudar o próximo, mostraram, também, as pesquisas efetuadas por eles por meio de seminários. Este método foi

considerado uma forma de avaliação o que o estudante pesquisou e estudou pelas equipes e até mesmo individual. Outro objetivo do projeto consiste em uma aprendizagem colaborativa, ou seja, aprender com o próximo, a exemplo, os alunos da turma do 9º ano, do ensino fundamental, aprenderam o mesmo conteúdo com uma abordagem diferente, os alunos da 2ª série interviam no aprendizado, houve uma aprendizagem colaborativa.

### **5.2.3 Terceira Validação - Qualificação**

A terceira validação da intervenção pedagógica foi feita pela banca examinadora, membro externo, interno e o orientador, no ato do exame de qualificação de mestrado, somando-se a defesa de mestrado, quando de fato será apresentado o produto educacional resultante do processo de construção. Para a banca houve a necessidade de ser mais claro a respeito dos objetivos geral e específico, ser mais coerente com os critérios expostos e a justificativa e ser mais claro ao inserir vários alunos de turmas distintas. Assim, as três validações resultaram numa intervenção pedagógica com alto potencial de reprodução e sucesso no seu propósito educacional.

### **5.3 APLICAÇÃO DO PROJETO QUÍMICORES**

O desenvolvimento prático foi realizado em nove (9) encontros, nos períodos do contra turno na escola PIO XII, no laboratório de ciências, nas sextas feiras, nos meses de setembro ao final do mês de novembro de 2019. Durante os encontros, nas rodas de conversas, oficinas, seminários e palestras, os alunos e professores, envolvidos no projeto, agiram tão espontaneamente com propósito de participação, diálogos, interação e aprendizagem mútua, com o pesquisador. Desta maneira houve uma liberdade de entrosamento aluno x professor durante os momentos de encontros, ambos acabam se apropriando da sua realidade crítica e reflexão sobre a forma de resolução dos problemas existentes no cotidiano. Esta interdisciplinaridade está ligada ao produto, que será o guia didático para o professor.

Consideramos a interdisciplinaridade para debater a produção artesanal das tintas com pigmentos de química naturais num contexto sociocultural, socioeconômico, socioambiental, também relacionamos a geografia das rochas minerais, a extração, aplicação e intoxicação pelos minérios extraídos na obtenção dos pigmentos

industriais. A idealização do projeto foi produzir debates sobre a utilização das tintas nos vários setores do mercado industrial, cosméticos, imobiliário, tatuagem e estética corporal com o objetivo de conscientização e sensibilização para a temática da intoxicação pelos pigmentos a base de metais pesados, principalmente o chumbo. Neste contexto, foi construído o projeto de pesquisa, fundamentada na pedagogia de projeto de Hernandez (1998), que é correlativo com a aprendizagem baseada em projetos de Bender (2014) e baseada na Abordagem Temática Freireana. As relações em que PP, ABP e ATF traz para os sujeitos da pesquisa é desenvolver o lado cognitivo e adquirir diversas experiências culturais, habilidades e competência, tomada de decisões, possibilitando de serem capazes de escrever sua própria história. Neste sentido, objetiva-se o protagonismo de aprendizagem por parte dos educandos e as relações entre o que é aprendido na escola e a vida real dos educandos para além da escola.

### **5.3.1 Desenvolvimento metodológico do projeto escolar químicos.**

O desenvolvimento prático foi realizado em vários momentos, nos períodos do contra turno seguindo todas etapas: questionário e problematização inicial com temas abordando a problemática social do chumbo com roda de conversas, metodologia das oficinas: a produção das tintas artesanais, a mineralogia e exposição das rochas. As pesquisas nas áreas com as temáticas: pigmento de chumbo nas tintas, cosméticos, tatuagens, no meio ambiente e na saúde pública e, para promover debates e efetuar uma interdisciplinaridade com artes, discutimos um pouco sobre o artista plástico Cândido Portinari e sua morte pelas tintas à base de pigmento de chumbo. Efetuou-se um levantamento prévio com questionário sobre o conhecimento dos estudantes a respeito do projeto (Apêndice F).

Do mês de agosto ao mês de novembro, os encontros foram no laboratório de ciências da escola, no período da tarde, sempre iniciando as 13:00 horas e finalizando no máximo as 15:00 horas. Para formação dos alunos e suas capacitações é necessário que eles participem dos encontros e se envolvem nas atividades proposta pelos tutores para adquirem habilidades e competências durante todo processo de desenvolvimento do projeto pedagógico. Por meio de desafios nas atividades, nas pesquisas e na busca do saber e relacionar de uma maneira interdisciplinar as áreas

do conhecimento, sendo da mesma área ou não (HERNANDEZ e VENTURA, 1998). Os encontros foram marcados com uma dinâmica de leitura problematizada e contextualizada e debates, sempre focando na educação CTS/CTSA, nas questões sociocultural, sociocientíficas, socioeconômica, envolvendo a temática dos pigmentos de chumbo, produção artística, produção das tintas relacionada aos impactos na saúde quanto ambiental. Esta abordagem é para promover de debates para formação da competência do aluno e também para a sensibilização e conscientização humanizada aos problemas sociais e ambientes geradas ao longo da história com os avanços tecnológicos, econômicos e ambientais (SANTOS e AULER, 2002).

À dinâmica social contemporânea nacional e internacional, marcada especialmente pelas rápidas transformações decorrentes do desenvolvimento tecnológico, impõe desafios ao ensino médio. Para atender às necessidades de formação geral, indispensáveis ao exercício da cidadania e à inserção no mundo do trabalho, e responder à diversidade de expectativas dos jovens quanto à sua formação, a escola que acolhe as juventudes tem de estar comprometida com a educação integral dos estudantes e com a construção de seu projeto de vida. (BNCC, 2018, P. 464)

Ao final de 2018, como em todos anos, realizou-se uma reunião de fechamento anual e projetando ideias, programação, saídas pedagógicas, formação do professor, entre outras outros projetos e trabalhos a serem desenvolvidos. Nesta reunião, após a autorização da realização do projeto químicos com carta de anuência para executar a pesquisa no colégio PIO XII, fizemos um convite aos professores para participar voluntariamente no projeto, apresentamos a metodologia e a abordagem de aplicação e o envolvimento do professor tanto quanto do aluno. A equipe presente na reunião entrou de comum acordo em apoiar a aplicação.

No mês de agosto de 2019, solicitamos a permissão para abrir um edital para selecionar os alunos que fariam parte do projeto, abrindo a princípio somente para a turma da 3ª série do ensino médio. Foi solicitado que não fizéssemos com a turma da 3º série pois eles estariam focados na avaliação anual do ENEM e em outros concursos. Então, como ficamos sabendo ao final de agosto, e que a intervenção se daria ao início da primeira semana de setembro, desistimos do edital, pois não teríamos tempo hábil de iniciar, então, fizemos o convite pessoal junto com os alunos

que, por sua vez, convidaram outros alunos de outras turmas que desejassem em participar. Ao início do projeto tivemos 7 alunos no primeiro encontro da intervenção: 2 alunos do 9º ano, duas (2) alunas da 1ª série do ensino médio, uma (1) aluna da 2ª série e dois alunos da 3ª série. Neste encontro também estava presente a professora de biologia.

Durante o mês setembro aplicamos intervenção junto com os alunos e interagindo com os professores colaboradores, elaborando, traçando e readequando o projeto. Até presente momento dos meses de agosto e setembro não haveria a mostra cultural do colégio intitulada empreendedorismo do colégio PIO XII, a escola e que todos tinham conhecimento de que o projeto químicores é o que seria desenvolvido ao final de novembro de 2019. A mostra cultural empreendedorismo do colégio PIO XII, no mês de outubro, tornou-se o projeto pedagógica a ser desenvolvido e o químicores passou a não existir mais e sua data foi alterada para o ano seguinte, ou seja 2020. Mediante dessa situação informamos que não seria viável, pois precisávamos apresentar algo de concreto para a 3ª validação da avaliação do mestrado. Todos os docentes que estavam como professores colaboradores e que participaram da reunião de final de ano (2018) e, principalmente do coordenador professor de artes/empreendedorismo, que foram pegos de surpresa. Mediante a esta situação, solicitamos uma reunião com a equipe de trabalho para debater e reorganizar uma nova estratégia de apresentação na mostra cultural. A equipe de trabalho sugeriu que fosse no mesmo dia do empreendedorismo e um espaço qualquer do colégio. Houve uma concordância por parte do colégio, mas houve vários cortes dos materiais e equipamentos que seriam utilizados. Vimos que não tivemos mais o apoio do colégio, somente nos permitiu aplicar o nosso projeto em um espaço, digamos não convencional. Projeto químicores foi readequado e ajustado e aplicado no mesmo dia do evento do colégio, em um local que não atrapalhou feira do empreendedorismo do colégio. Neste sentido, dos fatos ocorridos e mudanças de estratégia por parte do colégio, muitos professores colaboradores do projeto de pesquisa “*Quími-cores*”, tiveram que focar e realoca seus esforços para o empreendedorismo, não somente os professores, mas também alguns alunos que eram sujeitos da pesquisa. O projeto químicores ficou desfalcado, sendo que a equipe de trabalho tivera que assumir outras tarefas programadas pelos colegas estudantes que saíram. Muitos alunos que assumiram em dobro das tarefas, tiveram uma autonomia e habilidades

impressionantes que solucionaram, em parte, os problemas que surgiram. O projeto químico deu-se a sua continuidade e o número de alunos chegou, ao final da apresentação da mostra cultural e científica de 2019, com 17 participantes que atuaram e 3 professores, que se desdobraram.

**1ª Encontro:** Esta etapa iniciou-se na realização de uma roda de conversa para debater as temáticas do projeto. O encontro foi realizado no laboratório de ciências com uma roda de conversa com 7 alunos e com a participação da professora de biologia LO, que abordou sobre os cuidados e manuseios dos pigmentos das tintas vendidas no comércio, relatando que o uso contínuo poderá causar efeitos colaterais para o corpo humano, mesmo que a descrição contida na embalagem não sendo tóxica.

Figura 42: Mosaico de fotografias do primeiro encontro, roda de conversa.

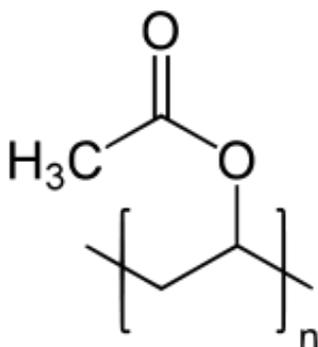


Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Promovemos debates problematizadas nos pigmentos de tintas e de quanto as composições das cores nos fascinam, o significa histórico, a composição química, os efeitos físicos e biológicos, gerando sensações e emoções, (apêndice G). Promovemos debates do uso dos pigmentos, principalmente em cosméticos e tatuagens, sendo que alguns possuem em sua composição química metais que parte trazem mais aderência, luminosidade e brilho para corpo. Esta discussão despertou supressa em uma aluna.

**2ª encontro** - realizamos a oficina de produção das tintas artesanais, com cola acetato de polivinila, em inglês *polyvinyl acetate* (PVA) (figura 43). Foi realizado uma aula de debates de conceitos sobre soluções: misturas homogêneas, dispersão, diluição e solubilidade. Comparamos com os materiais utilizados na oficina, o PVA como aglutinante ou veículo, água como solvente e os pigmentos como soluto que geram as cores. A metodologia desenvolvida foi manusear as substâncias encontradas em supermercados, como açafrão, anilina azul, café, sucos artificiais, todas comestíveis, entre outros, para prepararmos as tintas. Debatesmos e colocamos em prática baseada no que estava no roteiro da oficina (Apêndice G). Houve momentos de descontração e aprendizagem.

Figura 43: Fórmula estrutural do Poliacetato de vinila (PVA)



Fonte: Wikipédia. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Acetato\\_de\\_polivinila](https://pt.wikipedia.org/wiki/Acetato_de_polivinila)> Obtida em: ago/2019.

Inicialmente foram apresentados alguns conceitos sobre mistura homogêneas e heterogêneas, fazendo uma retrospectiva do conteúdo abordado em sala de aula, alunos do 9º ano ao da 3ª série. Ao introduzir o conceito de soluções e diluição, os alunos do 9º ano e 1ª série ficaram um pouco desorientado, mas logo compreenderam

do que se trata devido a prática experimental desenvolvida e a colaboração dos outros alunos. A atividade permitiu integrar vários conhecimentos numa dimensão interdisciplinar, uma vez que agregou num único momento conceitos de diferentes campos do saber.

Figura 44: Mosaico das fotos - Oficina da preparação das tintas.



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A prática da produção das tintas apresentou uma metodologia que se utilizou de uma metodologia de um experimento simples, de fácil execução e com reagentes e materiais de fácil acesso e de baixo custo. O experimento aborda conceitos fundamentais de química e tem como objetivo identificar as questões de mistura homogênea e heterogênea, forças intermoleculares, conceitos de solução: solubilidade e concentração das soluções, diluição. Na área de conhecimento em educação artística a mistura das cores para obtenção de cores secundárias e terciárias e relacionando a química das técnicas experimentais de preparação de soluções. Nesta metodologia de aprendizagem teórico-prático foi também de descontração. A presença da professora de biologia LO, que nos apoiou deste o

momento inicial, facilitou o processo do conhecimento, relatando a gravidade do uso das tintas sem efetuar a leitura dos rótulos contidos em cosméticos em geral, citando exemplos da tintura para cabelo em que as gestantes não poderiam usar, segundo a professora.

Professora Biologia LO: - *Vocês deveriam ler os rótulos das embalagens pois poderíamos ingerir ou usar algo que não seja bom para o organismo, por exemplo, o uso da tintura para cabelo vem escrito na embalagem, proibido em mulheres gestantes.*

Essa descrição citada pela professora facilitou na promoção dos debates com interesse mais acentuado pelos alunos, principalmente da turma da 2ª série, que imaginaram que as tintas para cabelos poderiam conter chumbo em sua composição. Uma aluna fez uma citação, observado durante a intervenção: “– *minha prima pinta os cabelos toda semana, acho que ela vai ter problema*”. Esta citação mostra já uma conscientização e sensibilização (FREIRE, 2004) por parte dessa aluna.

**3ª Encontro:** Durante a intervenção de literatura houve a promoção, em uma roda de conversa, para debatermos sobre Cândido Portinari, foi efetuada na própria sala de aula do colégio (figura 45). Foi um breve momento de 25 minutos, foram discutidos a vida do artista Cândido Portinari, política, partido em que participou, o PCB (Partido Comunista Brasileiro). A discussão foi promovida pela professora de literatura/gramática AG, ministrando o encontro com informações que Cândido Portinari não era somente artista plástico era também poeta e que fazia parte do grupo literários como Mário de Andrade, Graciliano Ramos, Jorge Amado, Oscar Simon ícones da nossa literatura e artística, citou também outras figuras importante na nossa história, o arquiteto Oscar Niemeyer e o político Luiz Carlos Prestes no qual fez parte da política brasileira, o PCB. Fez uma breve descrição da leitura de alguns quadros de Portinari, a interpretação de algumas pinturas que faziam críticas ao sistema político nacional, da pobreza, os preconceitos de raças, imigração, a escravidão no Brasil.

Figura 45: Mosaico das fotos - Literatura, vida de Portinari. Out/2019.

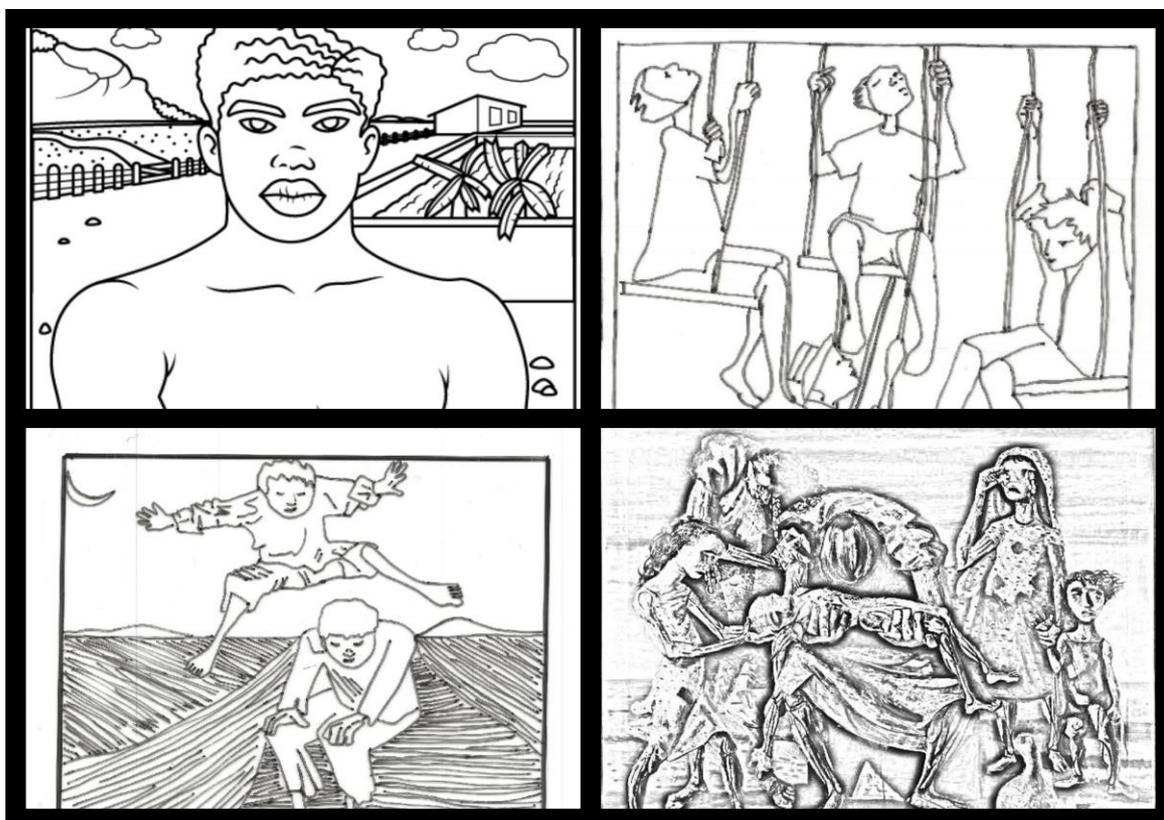


Fonte: Dados da pesquisa (2020)

As áreas do conhecimento artes e literatura são disciplinas que nos forneceram argumentos para debater questões socioculturais, sócio-histórica e um pouco de política, que nos auxiliou na promoção do desenvolvimento da problemática sociocientíficas da intoxicação por pigmentos de chumbo contida nas tintas do artista Cândido Portinari. Debatesmos química e artes, na manipulação de mistura de tintas em busca das tonalidades, relacionada nas cores primárias, secundárias e terciárias, a estabilidade das tintas por meio de solvente que contém chumbo (Pb) na sua composição. Estão ligadas ao conhecimento de química dos pigmentos e também na física relativo à luminosidade, refração e reflexão da luz gerando as cores. Em biologia a patologia do chumbo no sistema do corpo humano. A doença do chumbo é conhecida como *Saturnismo*, no qual o artista Portinari veio a óbito. Estudar um pouco sobre Portinari é ligar as áreas de conhecimento, fazendo que a química do chumbo como pigmento um elo, uma interdisciplinaridade e transdisciplinaridade do conhecimento sociocientíficos.

**4ª Encontro:** Após o momento de reflexão e debates com a literatura e Portinari, na semana seguinte no laboratório de ciências, utilizamos as tintas artesanais produzidas na oficina para fazer uma releitura de algumas obras de Portinari. Nesta oficina, algumas obras do artista Cândido Portinari foram impressas em formato da folha A4, alguns exemplos expostos no mosaico da figura 47: *O mestiço*, *Meninos no balanço*, *Crianças pulando carniça* e *Criança morta*. Buscamos aqui lembrar a interpretação da professora de literatura AG, a crítica ao governo por meio de suas obras, o trabalhador rural, a diversão das crianças fora de casa e a morte precoce de crianças e adolescentes, todas as obras de Portinari e numa tentativa de relacionar com os dias atuais e o contexto de vida dos alunos. Nesta releitura, alguns alunos associaram os eventos atuais no país e no mundo, a pobreza e o descaso do poder público. Durante a intervenção, o professor de Artes os orientou no momento de suas aulas presenciais com a turma, ou seja, no horário de aula, o horário do contra turno do professor de arte era inviável.

Figura 46: Mosaico das fotos de algumas obras de Portinari, Out/2019.



Fonte: disponível em: < <https://br.pinterest.com/pin/664984701201237110/>>. Obtida em: out/2019.

A figura 47 representa um mosaico de registro de fotos dos alunos desenvolvendo a releitura por meio das pinturas das figuras dos quadros impressos em preto e branco e no formato A4 de algumas das obras do artista plástico Cândido Portinari. As tintas utilizadas foram as mesmas que eles produziram na oficina de produção de tintas artesanais.

Figura 47: Mosaico das fotos - Oficina de Pintura, releitura. Out/2019.



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A oficina de pintura, utilizando as próprias tintas que foram produzidas na oficina de produção de tintas, apresenta-se em uma metodologia simples, mas de grande importância de produção artística, conhecimento e crítica – a releitura. Nesta prática desenvolvemos a arte de refazer aquilo que está pronto, segundo o professor de artes, que definiu o conceito em uma das aulas presenciais dele.

Professor de Artes PH: - *É replicar a pintura, a mesma obra com o seu olhar, como você vê, dando um toque diferenciado.*

A ideia do experimento é criar um senso crítico e autônomo do aluno, gerar novas perspectivas, talvez para sua própria vida. Nesta oficina previamente agendada, se tornou um momento de muita descontração, percebemos que não houve um envolvimento maior na aprendizagem por parte dos estudantes.

**5ª Encontro:** Um diálogo dos saberes do conhecimento de ciências com grupo sobre os metais pesados, toxicidade, propriedades físicas e químicas e suas classificações na tabela periódica, proporcionou uma curiosidade e uma maior atenção do que foi apresentado pelos professores de química e geografia, registrado pelas fotos posta no mosaico na figura 48.

Figura 48: Mosaico das fotos - Oficina de mineralogia.



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Na oficina, o professor de geografia do colégio, nos traz uma abordagem prática expositiva de algumas rochas minerais sedimentares, magnéticas, vulcânicas no qual

foi trabalhada conteúdo conceitual, processos de extração e exportação e as aplicações dos materiais obtidos. De acordo com Amaral (2005), suas aplicações vão desde a produção de manilhas, cabos elétricos, baterias, pigmentos para tintas e cosméticos, vidros, cigarros, agrotóxicos, acumuladores de energia, veneno para ratos, entre outras várias aplicações.

**6ª Encontro:** Como é muito comum o professor de uma turma escolher o tema fechado para os alunos pesquisarem e apresentarem em forma de seminários ou individual, neste momento optamos que cada grupo de trabalho (GT) escolhessem o seu tema, baseada numa abordagem da metodologia proposto por Bender (2014), dentro do contexto da temática do pigmento de chumbo e suas aplicações. Cada grupo buscou o tema que era mais adequado de suas pesquisas para apresentação dos seus seminários. A saber:

- (1) GT1 – Rocha, minério e sua extração;
- (2) GT2 – Tintas e cores; refração e reflexão;
- (3) GT3 – Vida e obras do artista Cândido Portinari;
- (4) GT4 – Biologia do Chumbo e suas aplicações.

Figura 49: Mosaico das fotos - Seminário a história e aplicações do chumbo. Nov/2019.



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A apresentação dos seminários é um processo refletivo e qualitativo no sentido de mostrar a importância e a relevância da prática de seminários como sendo avaliativa. De acordo com os autores Hernandez e Ventura (1998), Bender (2014) et al, é um processo que possibilita aprofundamento teórico-conceitual por meio da pesquisa desenvolvida pelo estudante. Em consonância com as propostas da Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2019), a pesquisa e apresentação de trabalhos em forma de seminários oferece oportunidade para o estudante em investigar os conteúdos, além disso, enfatiza o desenvolvimento de habilidades para o século XXI, criando a necessidade de saber, dando oportunidade de voz e escolha e incluindo processos de revisão de conteúdo e reflexão. Neste sentido, abordando os pigmentos de chumbo como tema central do projeto químicores, os alunos elaboraram uma breve apresentação e realizaram um seminário integrando o compartilhamento de informações das pesquisas efetuadas. Um dos grupos, *rochas, minério e sua extração* não tinham preparado os slides para apresentação, nos solicitou se poderiam apresentar no mesmo dia do evento da mostra cultural e científica. Ao final das apresentações por meio de seminários, realizamos uma breve roda de conversa, realizamos uma autoavaliação do que aprenderam e como colaboraram com o seu grupo de pesquisa.

**7ª Encontro:** Um encontro para finalização e preparação para a culminância da mostra cultural e científica no colégio (figura 51). Executamos uma roda de conversa, propondo ideias de como proceder, elaborar e de como seria a logística da mostra cultural e científica, cada um concedeu sua contribuição e sugestão do seu ponto de vista.

Figura 50: Roda de conversa e preparação da mostra cultural, Nov/2019.



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A reunião foi no pátio do colégio, traçando planos e arquitetando a estrutura física no local e logística do evento, a escola nos permitiu apenas alguns pontos de acesso não tão acessível, mas a aplicação foi bem sucedida na apresentação da mostra cultural. Segundo o Ministério da Educação – MEC (2006), as mostras culturais são bastantes populares a partir da década de 1990, passaram a ter uma tradição de mais de cinco décadas, acontecendo no Brasil e América Latina desde a década de 1960 como uma oportunidade para estudantes apresentarem suas produções e pesquisas científicas escolares. Para Hernández (1998) destaca que a aprendizagem por projetos de trabalhos é uma das maneiras de desenvolver a aprendizagem. Existem outras formas, sendo necessário que os alunos tenham aulas expositivas, participem de seminários, trabalhem em grupos e individualmente e apresentem seus trabalhos de pesquisa, ou seja, estudem em diferentes situações.

### 5.3.2 Mostra Cultural e Científica.

Bastante populares durante a década de 1990, as Feiras de Ciências estudantis têm uma tradição de mais de cinco décadas, acontecendo no Brasil e América Latina desde a década de 1960 como uma oportunidade para estudantes apresentarem suas produções científicas escolares (MEC, 2006). A culminância da mostra cultural e científica, foi aplicada no último sábado do mês de novembro de 2019, a partir das 9

horas e finalizamos às 11:30h. Estavam todos os 17 alunos que reversaram uns com outros para não ficarem sobrecarregados, com excesso de trabalho e devido ao calor que fazia neste dia. A exposição foi do lado externo das salas de aula, o toldo fechado e sem ventilação, foi uma situação de muito calor e abafado, mesmo nesta situação do clima meio que insuportável e pelo esforço da equipe, a exposição do projeto “*Quími-cores*” ocorreu sem incidentes que pudessem atrapalhar a apresentação.

De acordo com Santos (2012), as feiras ou mostras de ciências, desde que foram idealizadas, tem-se constituído importante espaço pedagógico para o desenvolvimento de diversas habilidades pelos estudantes, que muitas vezes não ocorrem em espaço formal de sala de aula. Segundo Mancuso (2000), os trabalhos apresentados em feiras podem ser classificados conforme está descrito no quadro 19.

Figura 51: Equipe de trabalho. Projeto "Químicores", Nov/2019.



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Quadro 18: Aprendizagem em feiras científicas.

<b>Classificação</b>	<b>Destaques</b>
1) Trabalhos de Montagem	Os ligados as engenharias, que como resultado produzem novos dispositivos, voltados a soluções práticas de problemas cotidianos.
2) Trabalhos informativos	Em trabalhos didáticos, com o objetivo de ilustrar, aplicar, mostrar, revelar, os princípios científicos de funcionamento de certos objetos, dispositivos, máquinas, mecanismos, processos e sistemas.
3) Trabalhos investigatórios ou de investigação	Associados a projetos de pesquisa, buscam descrever pesquisa realizada em torno de problemas e situações do mundo científico, tecnológico e ambiental, visando maior compreensão acerca dos mesmos e à indicação de possíveis soluções.

Fonte: Adaptado (MANCUSO, 2000).

Na figura 53, mostra o mosaico de fotografias da Mostra Científica e Cultural, a culminância do projeto escolar, a figura exibi fotos do envolvimento dos alunos e professores na montagem e organização do espaço físico do projeto “*Quími-cores*”, vai de encontro com classificação dada por Mancuso (2000), “trabalhos de montagem”.

1. A esquerda da foto mostra os alunos sendo orientado pelo professor Franscimar (geografia), a organização das rochas minerais, colocando em ordem de classificação, vulcânicas, carbonatos, magnéticas, para facilitar a exposição e explicação.
2. A foto à direita, preparação das tintas produzidas pelos alunos na oficina de produção de tintas, que irão relatar sobre o fenômeno das cores.
3. A foto abaixo, preparando o desenho nos cartazes para expor a química do chumbo, nas baterias, nas tintas e na intoxicação.

Figura 52: Preparação para mostra científica e cultural.



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Os alunos propuseram ideias criativas, investigaram possibilidades de trabalhos, elaboraram planos A e B de logística da mostra, produziram conhecimento novos, promoveram um exercício de iniciação científica e tecnológica, concordância com o objetivo de fomentar habilidades e competências para o desenvolvimento da cultura científica, segundo o relato de Santos (2012), as feiras de ciências é um incentivo para o desenvolvimento cognitivo, habilidades e competências dos estudantes.

Os benefícios/modificações produzidos pelas feiras de ciências nos professores e estudantes participantes são: 1) Crescimento pessoal e ampliação das vivências e conhecimentos; 2) Ampliação da capacidade de comunicação; 3) Mudanças de hábitos e atitudes; 4) Desenvolvimento da criticidade e da capacidade de avaliação; 5) Maior envolvimento, motivação e interesse; 6) Exercício da criatividade com a apresentação de inovações; 7) Politização principalmente pela formação de lideranças e visão de mundo. (SANTOS, 2012, p.159)

Figura 53: Exposição da mostra cultural e científica.



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Nesta perspectiva da mostra cultural, os estudantes aproveitaram conteúdos de disciplinas diferentes, os componentes curriculares, para elaborarem suas pesquisas, usaram a interdisciplinaridade para entrelaçar as pesquisas que fizeram sobre os pigmentos, as tintas, Portinari, saúde e impactos ambientais. Apresentaram para a comunidade escolar, familiares e amigos que vieram prestigiar o evento no mesmo espaço em que ocorria a feira empreendedorismo. Os alunos mostraram suas pesquisas em relação aos diferentes conteúdos apontados pela temática do chumbo não é somente aplicada na disciplina do ensino da química, o chumbo apresenta-se em outras abordagens disciplinares, em pigmentos de tintas, proteção contra os raios-X, entre outras aplicações dos setores industriais, mostrando também a possibilidade de intoxicação e impactos ambientais causado pelo chumbo. Os alunos mostraram momentos de sensibilização e conscientização no que se trata em torno da problemática do chumbo, intoxicação e o descarte inadequado, provocando e aumentando os impactos que ocorrem ao meio ambiente.

A relação entre os diferentes conteúdos em torno de problemas ou hipóteses que facilitem aos alunos a construção de seus conhecimentos, a transformação da informação procedente dos diferentes saberes, de diferentes áreas do conhecimento disciplinares, em conhecimento próprio (HERNÁNDEZ, 1998, p. 61)

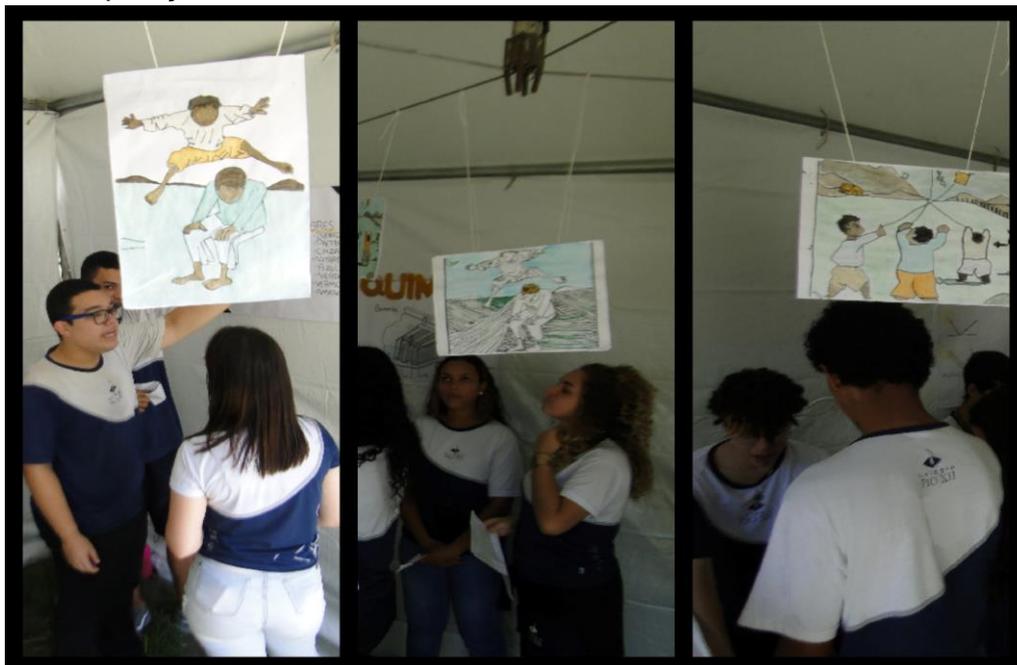
Nas figuras de 55, 56 e 57 mostram os desenvolvimentos dos alunos expondo e explicando a extração dos minerais, a classificação das rochas minerais, a aplicação do chumbo nas tintas, bateria, cosméticos e tatuagem. A explicação dos fenômenos físicos das cores, reflexão e refração. A relação que produção e manipulação das tintas para se aproximarem a uma tonalidade relacionada com o artista Cândido Portinari, uma exposição de algumas obras do artista feitas pelos alunos com as tintas naturais produzidas por eles na oficina.

Figura 54:Exposição dos minerais - Mostra Cultural.



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Figura 55: Exposição Releitura Portinari - Mostra Cultural.



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

De acordo com Hernández e Ventura (1998), os autores propõem que o educador abdique o papel de “transmissor de conteúdos”, para se transformar num observador e orientador. O aluno, por sua vez, passa a ser, de receptor passivo ao sujeito ativo do processo. Nesta concepção, não há um método a seguir, mas uma série de condições a respeitar. O primeiro passo é determinar um assunto. Esta escolha pode ser feita partindo de uma sugestão do professor ou dos próprios alunos. Isto significa em adquirir um novo modo de agir e fazer as coisas, um novo comportamento de ideias e metodologia. Neste sentido, durante a mostra cultural e científica químicores, os alunos fizeram uma exposição de um quadro vivo, mostraram a capacidade e a coragem de se expor para um público. Em entrevista com o professor de artes, após mostra cultural, foram os estudantes que tomaram a iniciativa de expor o “quadro humano”, (figura 56).

Professor de Artes PH: - *Para eles chegarem a este momento é preciso estabelecer um clima de confiança, eles tinham e têm, parecem um grupo da mesma família, brincando e brigando, senti neles segurança do que estão fazendo, são curiosos, tiveram coragem de se expor e capacidade de surpreender, o interesse pelo conhecimento, eles pesquisaram, buscaram e expuseram suas ideias.*

Os alunos, além de colocarem o “quadro humano” de uma das pinturas de Cândido Portinari, *o mestiço*, adicionaram quadros de outros artistas como exemplo ao lado René Magritte – *O filho do Homem* (1964). De acordo com a pedagogia de projetos, baseada em Hernandez e Ventura (1998), as atribuições dadas aos alunos sugerem-se como papel do aluno: envolvimento, comprometimento, responsabilidade, organização, flexibilidade, respeito aos colegas, reconhecer características menos favorecidas, buscando melhorá-las mediante a colaboração com a equipe de trabalho.

Figura 56: Exposição de artes "Quadro Humano" - Mostra Cultural.



Fonte: Dados da pesquisa (2020), professor de Artes do colégio, PH, em colaboração com o autor,

A ideologia proposta pelos alunos e orientado pelo professor de artes vai de encontro com a pedagogia de projetos de Hernández e Ventura (1998), que mostra um desenvolvimento em outros aspectos de ensino, adquirindo outras habilidades e competências, “[...] aprender a pensar criticamente requer dar significado à informação, analisá-la, sintetizá-la, planejar ações, resolver problemas, criar novos

materiais ou ideias e envolver-se mais na tarefa de aprendizagem” (HERNANDEZ e VENTURA, 1998, p. 720).

Neste sentido, não é somente desenvolver e explicar teorias em um quadro branco e solicitar repetição para os alunos, mas ajudar a desenvolver e facilitar o processo de aprendizagem por meio dos próprios alunos, ouvindo-os e construindo a sua subjetividade, criar estratégias e formas de interpretar o mundo, participando das transformações. Os trabalhos de projetos geram conscientização, habilidades e competências nos alunos, criando estilos próprios de aprender e se desenvolver. Desta forma, os alunos e professores atuaram no projeto “*Quími-cores*” de forma que ambos tiveram comprometimento com os trabalhos realizados, trocando informações nas pesquisas, na busca de novos conhecimentos da ciência na sociedade durante o processo de construção da intervenção. Este desenvolvimento é imprescindível para a conscientização, no conhecimento e do crescimento do cidadão.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2019), os projetos são espaços para fortalecer inteligências, cooperação, autonomia, colaboração e trabalho em equipes. O convite efetuado aos alunos de series diferentes se tornou muito interessante, pois uniu alunos com habilidades e maturidades diferentes, proporcionando ideias e visões diferentes relativo ao mesmo conteúdo abordado em sala aula, para alguns que já viram e para outros que é uma novidade. Neste aspecto, houve colaboração do desenvolvimento das atividades, ao propor a produção de tintas e a pintura dos desenhos de um quadro do artista Cândido Portinari, efetuando uma releitura, sugerimos aos alunos um pensamento crítico relativo a sociedade, debatemos, por exemplo, como são as brincadeiras de crianças nos dias atuais, os preconceitos e a imigração nos tempos atuais, fazendo um paralelo o que Portinari vivenciou em seus quadros.

## 6. ANÁLISE DOS ASPECTOS TEÓRICO-METODOLÓGICO

A produção de situações desafiadoras que são classificadas por Freire (2005), como situações-limite, que corresponde para o autor, são dimensões em que, tanto o aluno quanto para o pesquisador, se submetem a superar desafios que devem ser encorajadas no sentido de dominar, vencer e enxergar oportunidades para que aconteça uma transformação, já que podem ser observadas e sobrelevadas com base nas próprias atitudes humanas de enfrentamento da realidade. Nas situações dentro de uma escola é desejável que o professor incentive o desenvolvimento e facilite de uma compreensão, abasteça com conteúdo e temas relevante para desenvolver um pensamento crítico, sobre essas situações para além daquilo que se mostra aparente (SANTOS, 2007).

Neste sentido, buscamos desenvolver caminhos alternativos com o projeto “*Quími-cores*”, uma metodologia com a intervenção pedagógica bastante diferenciado, que corrobora com Santos (2007), que nos relata que trabalhar com a pedagogia de projetos (HERNANDEZ e VENTURA, 1998) é ensinar a desenvolver métodos de maneira diferente. Por este motivo, diante da perspectiva da aprendizagem baseada em projetos (BENDER, 2014), a pedagogia de projetos (HERNANDEZ e VENTURA, 1998), buscamos inserir a temática do pigmento de chumbo no contexto de vida do aluno, baseando em Freire (2004) e em uma reflexão no enfoque CTS/CTSA, o que nos permitiu envolver o aluno na construção de sua autonomia e de seu poder decisório mediante das situações-problemas.

A análise dos resultados das entrevistas coletadas no projeto “*Quími-cores*”, se compõem a parte qualitativa da pesquisa, sendo feita, primeiramente, a análise de conteúdo dos dados coletados por relato efetuados pelos alunos, por entrevistas que foram gravadas via aplicativo ZOOM e, após coletas, foram transcritas utilizando o aplicativo *google docs*, efetuando-se uma leitura posterior para escolher o material que iria compor o desenvolvimento da codificação e uma posterior categorização e análise. Segundo Bardin (2001, p.42) esta análise é definida “[...] como um conjunto de instrumentos metodológicos, que se presta a analisar diferentes fontes de conteúdo verbalizados ou redigidos [...]”. Segundo a autora, a análise de conteúdo pode ser produzida em diferentes maneiras, tendo como ponto de apoio a teoria e o desejo do

pesquisador que a desenvolve, sendo adotado conceitos relacionados à semântica do texto transcrito, ou ainda, visando uma dedução por meio da objetividade das mensagens. Neste sentido, partindo desse princípio, a partir do material coletado que foram selecionados e organizados, utilizando software da Microsoft Word e Excel, organizou-se e efetuou-se uma sistematização, de tal maneira que conduzisse um plano de análise dos dados. Efetuou-se uma leitura flutuante (BARDIN, 2001) dos arquivos, ou seja, verificamos do que se tratar, assunto e conteúdo predominante inserido texto transcrito. Segundo Bardin (2001, p.42), as técnicas de análise de conteúdo é uma forma de condensação das informações para consulta e armazenamento (Quadro 19).

Conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitem a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens. (BARDIN, 2001, p. 42)

Quadro 19: Etapas da análise de conteúdo proposto por Bardin.

<b>Etapas</b>	<b>Intenções</b>	<b>Ações</b>
1ª Etapa Pré-análise	Retomada do objeto de objetivo da pesquisa; escolha inicial dos documentos; construção inicial de indicadores para a análise: registro da palavra-chave e de unidades de contexto.	Leitura flutuante, contato com o texto captando a ideia do texto constituindo o corpus: seguir normas de validade: a) Exaustividade; b) Representatividade; c) Homogeneidade; d) Pertinência
2ª Etapa Exploração do material	Referenciar os índices e a elaboração de indicadores-recortes do texto e categorização; preparação e exploração do material, alinhamento.	Desmembramento do texto em unidade/categorias e inventário; reagrupamento por categorias para análise posterior classificação.
3ª Etapa Tratamento dos dados e interpretação	Interpretação dos dados brutos; estabelecimento de quadros de resultados, pondo em relevo as informações fornecidas pelas análises.	Inferências com uma abordagem variante / qualitativa, trabalhando com significações em lugar de inferências estatísticas.

Fonte: adaptado do livro da autora Laurence Bardin (2001)

Foram escolhidos doze (12) relatos dos alunos e na entrevista foram submetidos cinco (5) alunos, nos quais os materiais das entrevistas foram transcritos com o auxílio do aplicativo *google docs*. A exploração desse material, se consistiu no processo da construção do *corpus* (BARDIN, 2001) que se mostrou uma tarefa árdua em escolher

as palavras-chaves para a codificação da análise. Tínhamos o diário de bordo onde foram registrados comentários, conversas, relatos de professores e alunos durante o desenvolvimento do projeto. Foram feitas a decomposição das falas dos alunos em pequenos trechos, neste momento começamos a análise e foi necessário voltamos para o objetivo geral e específico e os questionamentos inicial do trabalho de pesquisa e para os documentos coletados, para sanar dúvidas e buscar palavras que possam responder nossos questionamentos. Durante as leituras, buscamos mensagens inserida no texto, identificamos várias palavras-chaves, palavras que foram codificadas e, posteriormente, a partir delas criamos as categorias. Após identificar as palavras-chaves e unidades de registro que mais surgiram a codificação foram criadas categorias relacionadas ao objeto de pesquisa, após leitura exaustiva, identificamos e estabelecemos sete (7) categorias existentes no discurso dos entrevistados e relatos, atentando-se sempre para o referencial teórico.

1. Aprendizagem proposta interdisciplinar;
2. Aprendizagem diferente, dinâmica e interessante;
3. Química e sociedade;
4. Conscientizar sobre a intoxicação e impactos ambientais;
5. Trabalho em equipe;
6. Apresentação de trabalhos e debates;
7. Comprometimento e Atitudes.

O quadro 20 representa as unidades de registro, alguns indicadores dos materiais coletados para análise, categorias e o número de frequências de ideais que surgiram durante as exaustivas leituras. Foram 121 o número de frequência em que observamos dos indicadores, o que originou as unidades de registros e posteriormente as categorias que surgiram durante a análise das transcrições, leitura, codificação e inferência do material partindo da sistematização

Quadro 20: Unidade de registro e categorização baseada em Bardin.

Unidade de registro	Categorias	indicadores	Frequência
Conhecimento	Proposta de Aprendizagem interdisciplinar	<i>*relação aos componentes dos elementos estudados foram as tintas, *interações que a gente teve com Demétrius (física), com Francismar (geografia), Lorraine (biologia), *projeto abrange outras matérias também</i>	29
	Aprendizagem diferente, dinâmica e interessante	<i>*maneira incrível de pesquisar e aprender *oportunidade de colocar em prática nosso aprendizado *experiência maravilhosa e divertida fazer parte do projeto Quími-cores</i>	16
Relacionar	Química sociedade Ambiente	<i>*aprender sobre a utilização do chumbo *realização me mostrou as diversas áreas que a química abrange *descobertas de novos pigmentos e tintas a química sobre as substâncias que estão na natureza</i>	24
	Conscientizar sobre a intoxicação e impactos ambientais	<i>*provavelmente irá poluir além dos pigmentos que tem nelas e pela consistência delas *mostrar à química no nosso cotidiano *ajudar o próximo com a química e com o que ela oferece para a sociedade *Enxergo isso em relação à casa que tem que usar tinta específica</i>	11
Interação	Trabalho em equipe	<i>*foi muito bom conseguir compartilhar esses conhecimentos aprendidos *a relação dos estudantes que estavam ajudando nas pesquisas *trabalhei junto aos meus amigos, transferindo os conhecimentos do trabalho</i>	11
	Apresentação de trabalhos, debates	<i>*podemos ensinar para os que nos visitavam aquilo que a aprendemos *Os debates, as opiniões e ideias apresentadas *quando as pessoas conversam, apresentam seus pontos de vista e chegam a um consenso</i>	12
	Comprometimento Atitudes comportamento	<i>*alunos e de todos os professores que se dispuseram a ajudar *abordagem foi ótima para contextualizar todo mundo que estava participando *me deixou até com uma auto estima *Esse trabalho me ajudou até em sala de aula, porque o conceito que eu tinha da química era outro</i>	18

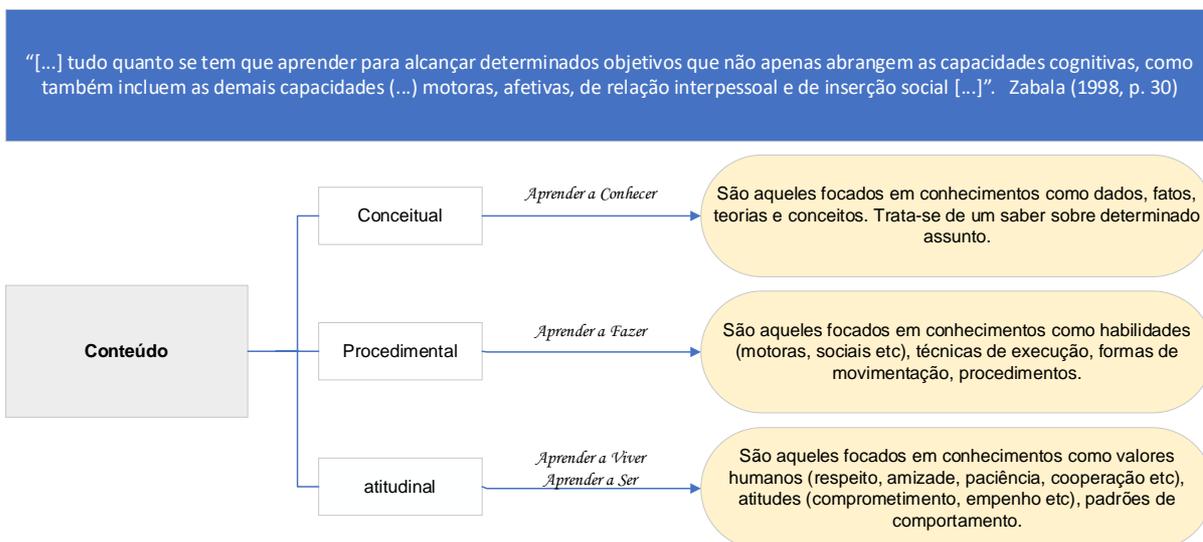
Fonte: Dados da pesquisa (2020).

## 6.1 ANÁLISE DOS ASPECTOS DE CONTEÚDO PROGRAMÁTICOS

O desenvolvimento efetuado nesta pesquisa e estudos, podemos compreender que, após um trabalho árduo de se chegar as categorias da análise de conteúdo, proposto por Bardin (2001), percebeu-se que essas categorias estão veiculados a concepção construtivista da compreensão do processo do ensino-aprendizagem proposta por Antoni Zabala (1998), que nos menciona que o ensino não pode se limitar a um único modelo e sim há diferentes modelos, pois há pensamentos bastante diferenciados entre os alunos em sala de aula. O autor nos aponta que o educador desenvolva no aluno a capacidade de suas habilidades cognitivas e motoras e sua autonomia, a inserção e atuação social.

Para o autor Zabala (1998) *et al*, há três dimensões de categorias do desenvolvimento do aluno, conteúdo conceituais, conteúdo atitudinais e procedimentais, essas dimensões nos orientaram em uma análise mais aprofundada nas categorias geradas pela análise de conteúdo (BARDIN, 2001) e na análise do projeto político pedagógico do colégio. Percebemos que as dimensões de categorias proposta por Zabala corrobora com os quatros pilares da educação (UNESCO), proposta pedagógica do colégio PIO XII, que se compõem em: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver juntos e aprender a ser. Os 4 pilares da educação procuram desenvolver no aluno o que é proposto também por Zabala, conteúdo conceitual em aprender, conteúdo procedimental em aprender a fazer, conteúdo atitudinal em aprender a ser e conviver. Neste contexto, o colégio traça uma linha sociointeracionista, no foco da interação e desenvolvimento cognitivo do aluno, por meio de uma abordagem contextualizados históricos, sociais e culturais e por meio das abordagens científicas se dão a partir de conceitos cotidianos, ou seja, o conhecimento real do aluno é o ponto de partida para o conhecimento a ser adquirido. Desenvolvendo também no aluno o senso de responsabilidade que norteia a formação de um educando habilitado para viver em sociedade em harmonia e mais fraterno.

Figura 57: Categoria dos conteúdos proposta por Zabala e os 4 pilares da educação.



Fonte: Adaptado do livro A prática educativa: como ensinar. Antoni Zabala (1998).

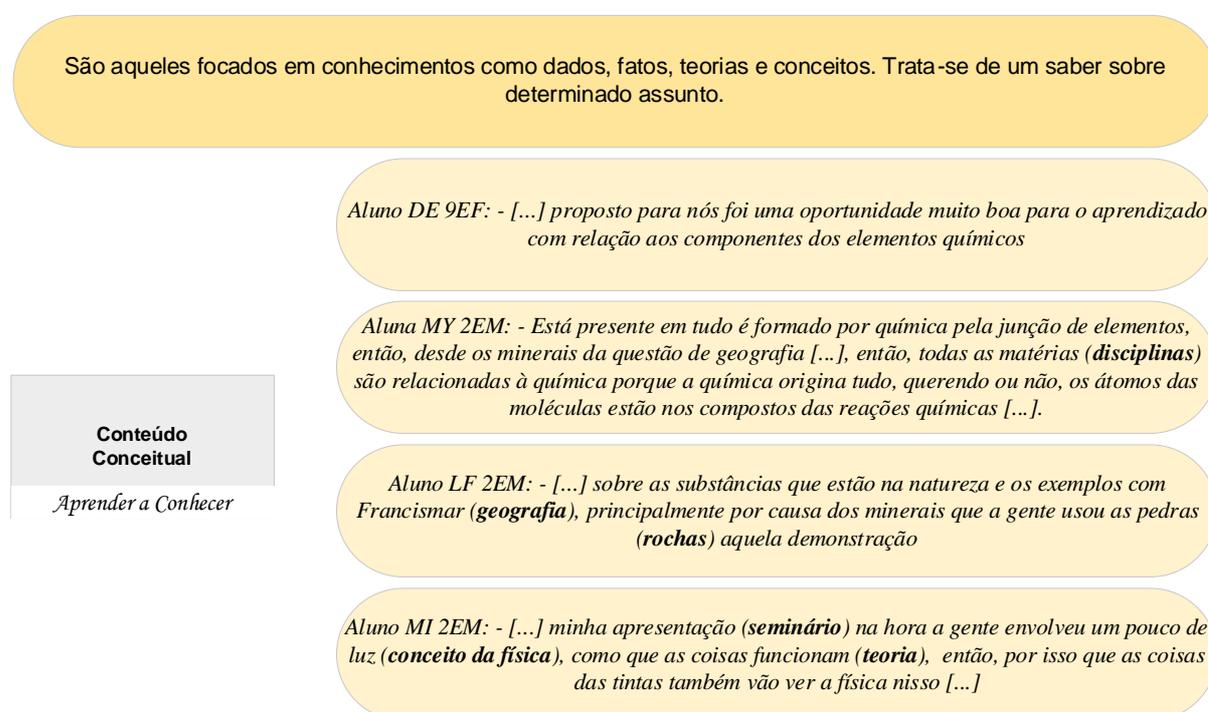
### 6.1.1 Dimensão do conteúdo conceitual

Os conteúdos conceituais referem-se à construção ativa de capacidades intelectuais para operar símbolos, imagens, ideias e representações que nos permita organizar as realidades (ZABALA, 1998). Aprender os conteúdos propriamente da química e saber relacionar e enxergá-la no contexto interdisciplinar, é adquirir um aprendizado onde os alunos possam conhecer o mundo que as rodeia e conseguir desenvolver capacidades e habilidades (SANTOS e MORTIMER, 2002), a exemplo de se comunicar e compreender o mundo onde o cidadão está inserido. Neste contexto teórico, problematizamos a temática do chumbo e suas aplicações e intoxicação, a exemplo dos cosméticos na perspectiva da educação CTS/CTSA, que visa conferir dimensão social aos fenômenos para que conteúdos científicos e tecnológicos sejam estudados concomitantemente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos (SANTOS, 2008; AULER, 1998) *et al.* Nessa perspectiva, a contextualização do conteúdo conceitual (ZABALA, 1998) da temática do chumbo e suas aplicações como pigmentos para as tintas e suas cores, passam a ser apontadas como um método de ensino que promove a motivação e contribui para melhorar a aprendizagem daquilo que precisa-se saber, para promover o conteúdo e despertar um olhar crítico para o ensino de ciências (SANTOS, 2008). Para Oliveira (2005, p.13), a contextualização deve ser entendida como um recurso:

para a promoção da inter-relação entre conhecimentos escolares e fatos/situações presentes no cotidiano do aluno, contextualizar é imprimir significados aos conteúdos escolares, fazendo com que os alunos aprendam de forma significativa. (OLIVEIRA, 2005, p.13)

Figura 58: Diagrama da dimensão do conteúdo conceitual

Relacionamos alguns trechos das falas de alguns alunos com que é proposto por Zabala.



Fonte: adaptação das dimensões dos conteúdos do autor Antoni Zabala, 1998.

Buscamos nas intervenções os conceitos das diferentes áreas do conhecimento sempre debatendo por meio de problematizações, na tentativa de despertar nos alunos a compreensão dos conceitos, dos fenômenos que ocorrem, em uma abordagem conceitual dentro das perspectivas do currículo programáticos, dos conteúdo de ciências, como a exemplo na oficina preparação de tintas artesanais, abordamos os conceitos sobre *misturas de soluções, diluições, forças intermoleculares, funções e composição* dos compostos dos pigmentos inseridos na sociedade, como na preparação e utilização das tintas imobiliárias. Foi feita uma

síntese das falas dos alunos para demonstrar a compreensão em relação ao que foi transmitido para os alunos, por meio das oficinas, abordando conteúdo da disciplina.

*Síntese das falas dos alunos:*

*Proposto para nós foi uma oportunidade muito boa para o aprendizado, obtemos mais conhecimento sobre como a química está presente em tudo e em todos os momentos. Nos propôs novos conceitos e ideias adquirindo mais conhecimento na química, conhecendo novos elementos e reações, oportunizando uma experiência que nos proporcionou um grande aprendizado, não somente sobre química em outras disciplinas também.*

Nesta oficina abordamos conceitos sobre *solubilização das substâncias* e as *forças intermoleculares e polaridade* das moléculas, mostrando porque alguns pigmentos não se solubilizavam com facilidade, abordamos de maneira simples para os alunos, os alunos do 9º ano não tiveram a mesma compreensão ao abordar as teorias. Intervimos junto a eles de maneira mais simplificada, *mistura homogênea e heterogênea*, substância que se mistura e que não se misturam. Observou-se nesta oficina, os alunos da 2ª e 3ª séries também interviram na apresentação do conteúdo de maneira mais simples e com exemplos que estava sobre a bancada do laboratório, orientando e colaborando com o desenvolvimento cognitivo dos alunos do 9º ano, que também é proposto pela ABP (BENDER, 2014).

Em relação a oficina de mineralogia iniciamos com uma leitura sobre ***Rochas Mineral e Aplicação***, anexo H, seguido das rochas minerais e a obtenção do chumbo e suas aplicações tecnológicas nas industriais, trazendo para os alunos questões sociocientíficas (MORTIMER, 2000) e buscando relacionar os conteúdos conceituais de ciências com a extração de minérios de maneira geral, seu valor econômico na comercialização e empresas no Espírito Santo (SANTOS e AULER, 2011). Após a leitura, os professores de geografia e química, além de fornecerem conteúdo conceitual das *classificações dos minerais, composição química* e o fator econômico que os minerais rochosos trazem para as regiões no Espírito Santo e no Brasil, extração as rochas e exportação, o professor de geografia apresentou para os alunos as rochas minerais, efetuou alguns experimentos de análise e identificação com ácido clorídrico nas rochas carbonáticas. Nesta intervenção, o movimento dos alunos foi

intenso, todos queriam fazer o teste experimental de identificação das rochas, verificamos, também, as rochas magnéticas pelo uso do ímã. A atividade desta oficina foi muito interativa e que despertou muitas curiosidades dos alunos. As falas de alguns alunos evidência o método desenvolvido pelos professores para o ensino-aprendizagem.

**Aluno DE (9º EF):** – *O projeto toma outra proporção e ajudar diversos alunos a visualizarem a química de outra forma. Foi uma experiência que tivemos em que não se vê em outras escolas, da questão tipo de saindo da sala de aula, ir além do laboratório, multimídia, pátio.*

**Aluna GC (1ª EM):** – *É uma maneira incrível de pesquisar e aprender o que envolveu todos esses processos.*

**Aluna AC (1ª EM):** – *Tivemos a oportunidade de colocar em prática nosso aprendizado usando nossas próprias mãos.*

**Aluna MY (2ª EM):** – *Foi uma experiência maravilhosa e divertida fazer parte do projeto Químicores, aprender sobre as tintas e a química composta nelas, sobre os minerais, sobre tudo. Valeu muito a pena participar, estar junto com meus amigos e professores.*

As falas dos alunos corroboram com o autor Zabala (1998), que a aquisição do saber conceitual e ver o porquê, pode tornar o aprendizado mais prazeroso. Observamos os alunos curiosos em identificar as rochas, se eram magnéticas ou calcárias. Desta maneira, demos aos alunos uma “[...] finalidade, propósito, um objetivo geral ou as intenções educacionais, ou como se queira chamar, constituem o ponto de partida primordial que determina, justifica e dá sentido à intervenção pedagógica [...]” (ZABALA, 1998, p.21), o que impulsionou um direcionamento rumo a iniciação científica, um propósito para as vidas deles e o prazer de estudar.

Estas oficinas trouxeram além de um aprendizado conceitual muito importante para a vida onde ele possa usar as informações químicas adquiridas para participarem em discussões associadas ao tema. Para que a prática se torne mais evidente e eficaz, o querer saber e curiosidade é uma ponte forte que aproveitamos para promover alguns aspectos do cotidiano de vida e transformá-lo em um cidadão consciente e exerça o exercício da cidadania (SANTOS e AULER, 2011).

### *Síntese das falas de alguns alunos*

*O planejamento e a realização do projeto nos mostram a química no nosso cotidiano, além de ajudar o próximo com a química e com o que ela oferece para a sociedade e as diversas áreas que a química abrange, removendo a química de um estereótipo de sala de aula.*

Esta síntese das falas dos alunos, percebe-se alguns indicativos de colaboração e interação entre os colegas, enxergar a importância do papel da química para sociedade e para o desenvolvimento tecnológico. Esta oficina trouxe a quebra de paradigmas a respeito “*para que serve a química na minha vida?*”, são perguntas como essa que ouvimos constantemente em uma sala de aula. Esta intervenção, vimos em quase todos olhares dos alunos o contentamento, um despertar partindo da curiosidade, descobrindo algo novo, como fosse uma matéria nova na vida deles. Relacionar os elementos químicos da tabela periódica, por meio das oficinas, com as disciplinas de geografia e história, de acordo com Zabala (1998), o conteúdo conceitual inclui princípios que se refere a mudança “[...] na produção de um fato, objeto ou situação em relação a outros fatos, objetos ou situações e que normalmente descrevem relações de causa-efeito ou de correlação [...]” (ZABALA, 1998, p. 42).

Nas oficinas de produção de tintas e da releitura, no qual abordamos o conceito sobre *mistura de soluções* na obtenção das tintas e a *intoxicação* que o artista Cândido Portinari contraiu manipulando suas próprias tintas, contendo os pigmentos de chumbo. Relacionamos também a possibilidade dos imperadores, como Nero e Calígula, da possibilidade da loucura adquirida, motivada pelo consumo de bebidas contendo acetato de chumbo, utilizado para adocicar o vinho (MOREIRA e MOREIRA, 2004). De acordo com os autores, o chumbo causa efeitos neurotóxicos, como o desvio de atitudes:

Atenção especial tem sido dada aos estudos epidemiológicos direcionados para os possíveis efeitos do chumbo sobre o organismo humano e seu significado para a saúde. Efeitos neurotóxicos do chumbo nas crianças, especialmente naquelas com desvios de comportamento. (MOREIRA e MOREIRA, 2004, p.119)

Desse modo, temos conteúdos que envolvem a compreensão, reflexão, análise e a comparação, por este motivo não basta repetir a informação, é necessário compreender e utilizar os conhecimentos por meio de debates contextualizados, que para Santos e Mortimer (2000) *et al*, as contextualizações auxiliam o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para a tomada de decisões responsáveis. Assim, esta oficina apresentou-se com atividades dinâmicas, reflexiva e motivadora. Os alunos realizaram, antes de colocar seus dons artístico em prática, eles buscaram identificar as cores das figuras propostas por meio da internet usando seus celulares durante a oficina. Verificaram as cores e tonalidades utilizado pelo artista Portinari, a maioria fizeram réplica de suas obras, outros alunos definiram novas ideias de como poderia ser a obra de Portinari nos dias atuais, outros preferiram redesenhar e pintar a obra de Portinari. A figura 59 mostra o mosaico do momento do desenvolvimento do trabalho artístico dos alunos, colocando seus dons artístico em prática.

Figura 59: Oficina de releitura de algumas obras de Portinari



Fonte: Dados da pesquisa (2020), registro de fotografias do projeto Quími-cores.

Percebemos nesses alunos a compreensão a respeito do que é uma releitura, por exemplo, por meio da pesquisa, segundo os autores Hernandez e Ventura (1998), o aluno desperta a curiosidade e investigação dos fatos atuais. A aluna AC 1ªEM por meio de sua pesquisa descobriu que os artistas, o compositor alemão Beethoven e o artista Van Gogh, também se intoxicaram pelo chumbo contido nas tintas que eles utilizavam para fazerem seus trabalhos, mas não foi a causa da sua morte. De acordo Bender (2014), o professor ou tutor cria possibilidades que possa gerar oportunidade para o aluno, isso, é fazer o aluno refletir sobre a vida, ser autônomo e protagonista.

**Aluna NY 2ªEM:** – *Tivemos oportunidade de colocar nossas características nas nossas experiências, tornando-a mais intensa e cada vez mais pessoal.*

**Aluna AC 1ªEM:** – *A questão de estudar no que envolve arte em si, saber a causa de morte dos artistas foi o chumbo.*

**Aluno LP 2ªEM:** – *[...] foi realmente um projeto bem divertido, porque mexer com cores foi uma parada eu gosto de mexer, que dê fazer uma coisa que alguém vai usar.... foi bem bacana dá para relacionar o conteúdo com divertimento né, um lazer com aprendizagem[...].*

Observamos que, pela descrição dos alunos em seus relatos e entrevistas, uma reflexão sobre a própria atividade desenvolvida durante as oficinas, permitiu que eles tomassem uma decisão a respeito de como poderia ser o quadro a ser pintado, o estilo, a cor referenciando o quadro de Portinari nos tempos atuais, permitindo uma abertura de consciência e crítica por meio das suas pinturas. Observamos que as atividades práticas das oficinas e os debates favoreceram uma aprendizagem. Os alunos buscaram os conhecimentos prévios e relacionaram com o que foi aplicado na intervenção, favorecendo a sensibilização mediante a problemática em que o elemento químico chumbo traz. Alguns alunos nos relataram a importância de se conhecer a química do chumbo e os impactos que traz a saúde e ao meio ambiente, a intoxicação em artistas e trabalhadores que estão em contato com os elementos químicos, mostra que os conteúdos aprendidos, os alunos souberam utilizá-los para interpretar e compreender a situação proposta para eles, situando fatos e conceitos.

### 6.1.2 Dimensão do conteúdo procedimental

O conteúdo procedimental está ligado intrinsecamente ao conteúdo conceitual, se referindo a formação e desenvolvimento cognitivo e motora dos alunos, usando o conhecimento adquiridos na prática (ZABALA, 1998, p.44). As intervenções, como as oficinas de pintura, produção de tintas e mineralogia, desempenharam muito bem o papel de fomentar os conteúdos conceitual. Elas apontaram uma relação e uma interação de troca de experiências entre aluno e o professor, para Santos (2007), a sala de aula deve caracterizar um ambiente que favoreça a construção e descoberta de conhecimentos conceituais, além de possibilitar a troca mútua de experiências, conteúdos procedimentais (ZABALA, 1998, p.45). Para Souza (2016) *et al*, os professores devem ser capazes de tornarem as suas aulas mais atraentes, por meio das oficinas, gerando estímulos que conduzirá aos alunos uma pesquisa. Neste sentido, recriamos algumas obras dos quadros de Portinari, desenvolvemos a arte da releitura, “*refazemos aquilo que está pronto*”, segundo o professor de artes, conceituou a releitura em uma das aulas presenciais, mostrando que os alunos aprenderam e o professor ensinando a colocar em prática aquilo em aprenderam:

Professor de Arte PH: - <i>releitura é replicar a pintura, a mesma obra com o seu olhar, como você vê, dando um toque diferenciado.</i>
---

A ideia da oficina é criar uma inserção social dos alunos, promover diálogos onde podem chegar a um senso comum e a independência do que fazer e como fazer, ser autônomo, possibilitar ao aluno a novas perspectivas de compreensão associativa ao contexto de vida, aos seus valores pessoais, a respeito da aplicação do chumbo. Em todos os momentos, apoiamos nos autores referencias para aplicar, promover e desenvolver as intervenções. De acordo com Freire (2004), a sensibilização do professor aproveite as indagações e as recorrências feitas pelos alunos, para criar uma intervenção pedagógica ressignificada, aproveitar e promover os conhecimentos adquiridos pelos alunos pela leitura do contexto real e, neste sentido, desenvolver atividades mediadas pelos materiais inseridos nas oficinas.

**ALUNA MY 2ªEM:** – *Eu descartaria qualquer tinta que tenha a adição de chumbo, porque a gente viu no projeto que as tintas já trouxeram muitos problemas para artistas e que apresenta que é algo muito tóxico.*

**ALUNA GC 1ªEM:** – *Mas, descartar não de qualquer jeito, jogar no ralo da pia, no lixo comum, em terreno, provavelmente irá poluir além dos pigmentos que tem nelas e pela consistência delas.*

As descrições relatadas pelas alunas MY 2ªEM e GC 1ªEM, mostram um debate de preocupação em relação a contaminação pela tinta com pigmento de chumbo e como poderiam efetuar o seu descarte sem prejudicar o meio ambiente. As intervenções mostraram que, pelo conteúdo adquiridos anteriormente, puderam proporcionar discussões que favoreceram ideias e o que se dever fazer, procedimentos a serem tomadas a respeito das tintas com pigmentos de chumbo. Estas atitudes tomadas pelos alunos corroboram com Zabala (1998), que a exercitação múltipla é o elemento imprescindível para o domínio competente, levando os alunos a uma reflexão sobre a própria atividade, permitindo que se tome consciências da atuação.

Em relação ao encontro com roda de conversa com a professora de literatura AG, foi um momento encontro que durou entorno de 30 minutos e a promoção do debate sobre o artista plástico Cândido Portinari. De acordo com Zabala (1998), promovemos aqui um conteúdo conceitual no qual debatermos sobre a vida e obra, o envolvimento de Portinari na política, o partido PCB em que fez parte, alguns eventos culturais e uma leitura e interpretação de algumas obras, feitas pela professora, retratando a persistência da escravidão e discriminação no Brasil, de acordo com Zabala, o conteúdo conceitual promove efetivamente o conteúdo procedimental, por meio dele o aluno é levado a enxergar e ser o protagonista, que corrobora com Hernandez, Ventura (1998), Bender (2014). Neste sentido, percebemos que houve a participação e interação mais atuante com dois (2) alunos em discutir principalmente as leituras e interpretação de alguns quadros do autor. Neste diálogo que a professora promoveu, trouxe mais ânimo ao debate, mas ainda houveram poucos diálogos. Observamos os alunos que mais interagiram do diálogo foram apenas dois dos alunos, MI (2ªEM) e AC (1ªEM), pois era o tema deles para desenvolver as suas pesquisas, o debate proporcionou aos alunos neste sentido. Em um segundo encontro, propomos aos

alunos que desenvolvessem modificações de algumas obras do artista Portinari, uma releitura com uma visão diferenciada nos tempos atuais, conforme o professor de artes PH tinha orientado na sala de aula e baseada na discussão no encontro com a professora de literatura AG. Nestes encontros criamos oportunidades de reflexão dentro um contexto artístico e histórico, que características propostas pela ABP (BENDER, 2014). Neste sentido, proporcionamos e possibilitamos aos alunos um desenvolvimento criativo, crítico e autônomo. De acordo Antoni Zabala (1998), o desenvolvimento de conteúdos abordados deve envolver a capacidades cognitivas, motoras, afetivas, de relação interpessoal e de inserção social do aluno em processo prático e atitudinal.

Um conjunto de ações ordenadas e com um fim, quer dizer, dirigidas para a realização de um objetivo. São conteúdos procedimentais: ler, desenhar, pintar, observar, calcular, classificar, traduzir, recortar, saltar, inferir, espertar, etc. conteúdos que são suficientemente diferentes para que a aprendizagem de cada um deles tenha características bem específicas. (ZABALA, 1998, p.43)

De acordo com Zabala (1998), os conteúdos procedimentais, o aluno é convidado a enxergar o caminho que o leva a construção, neste sentido, trouxemos para os alunos os quadros de Portinari, para que eles realizassem a uma releitura, se baseando no que foi abordado com a professora de literatura e o professor de artes, dando-lhes a liberdade a seu desenvolvimento utilizando da sua criatividade e aprender a ser autônomo e protagonismo neste do processo de aprendizagem. Poucos alunos desenvolveram características próprias, redesenhado um dos quadros de Portinari, visto nesta aluna MY (2ªEM) habilidade em desenhar e pintar, não utilizou as tintas que produzimos, deu preferências a usar lápis de cor, segundo a aluna, os traços são mais firmes.

Mediante de todo desenvolvimento e envolvimento com o projeto químicores, solicitamos aos grupos de trabalhos, que apresentassem por meio de seminários aquilo que foi abordado, desenvolvido nas oficinas e nas pesquisas efetuadas no projeto e em suas casas. Diante dos materiais colhidos dos relatos e das entrevistas, algumas falas de alunos abaixo descrevem a dimensão do conteúdo procedimental.

Figura 60: Diagrama da dimensão do conteúdo procedimental.

**são aqueles focados em conhecimentos como habilidades (motoras, sociais etc), técnicas de execução, formas de movimentação, procedimentos. Trata-se de um saber fazer sobre determinado assunto. (ZABALA, 1998)**

**Conteúdo Procedimental**  
*Aprender a Fazer*

*Aluno ES 2EM: - [...] Interagimos com a química só que vista de outras áreas a ligação com geografia e com a Biologia. [...] foi como eu expliquei na mostra cultural para os visitantes, minha parte era a origem, dar o nome de cada uma [...]*

*Aluno LF 2EM: - [...] mexer com cores foi uma parada que eu gosto de mexer, que dê para fazer uma coisa que alguém vai usar, então, meio que gosto disso. [...]*

*Aluno MY 2EM: - [...] a questão dos encontros também, a comunicação foi muito boa, a questão de estar em contato com quem está fazendo diretamente, também estudando sobre tinta e o que iríamos falar na apresentação.*

Fonte: adaptação das dimensões dos conteúdos do autor Antoni Zabala, 1998.

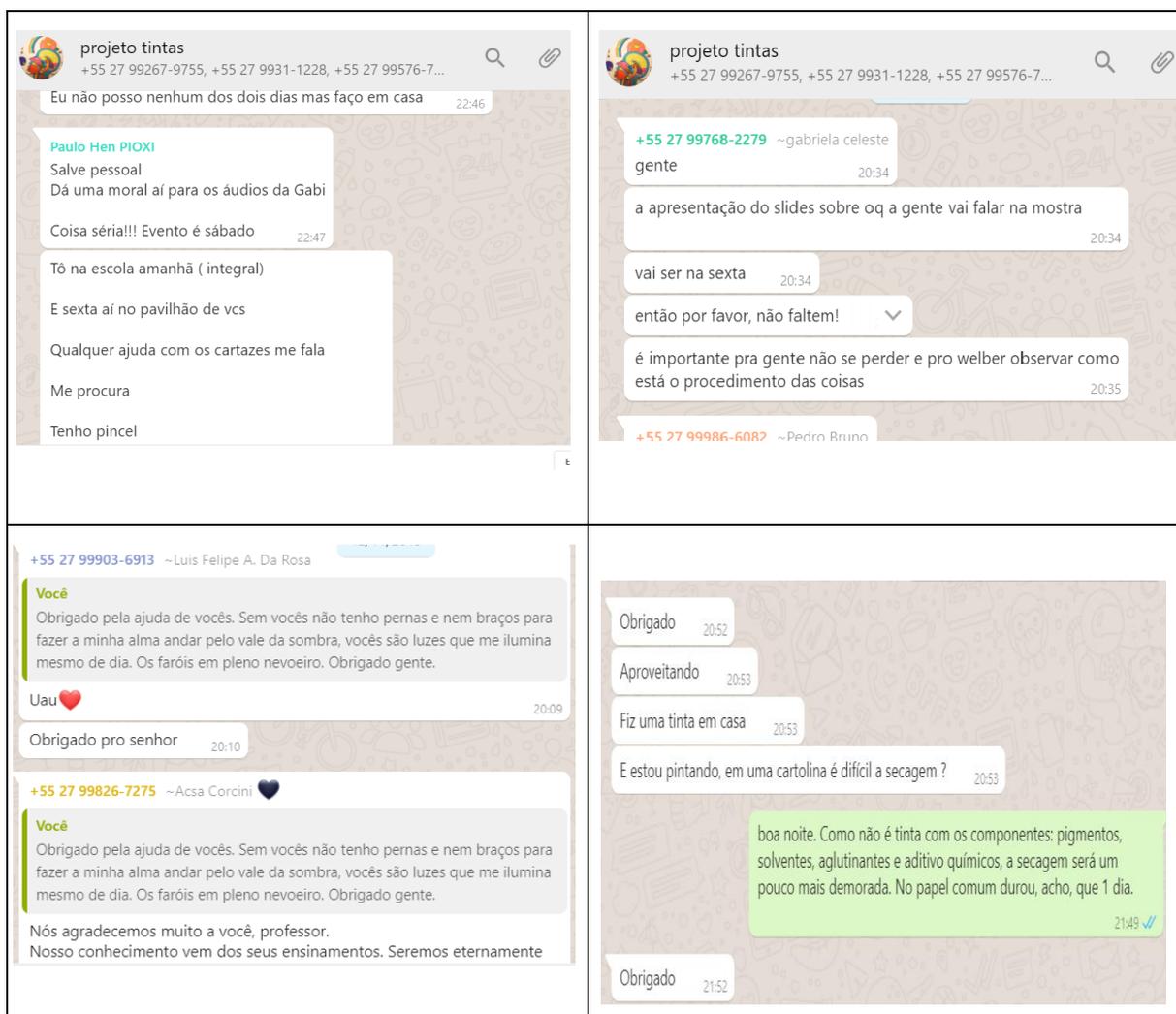
O desenvolvimento dos alunos durante suas apresentações nos seminários, mostra cultural e científica, a comunicação eletrônica (whatsapp) por meio de seus celulares, até mesmo pelas rodas conversa, mostram diálogos entre colegas, uma dimensão procedimental proposta por Zabala (1998), que se caracteriza pelas habilidades, estratégias utilizadas pelos alunos e professores para troca de informações, organização e orientação nas busca de respostas. O que caracteriza estratégias de comunicação por meio das tecnologias para mantermos sempre alinhados com os nossos desenvolvimentos e pesquisas. O aluno LF (2ºEM), na oficina de releitura, se sentiu contente porque sua tinta foi utilizada por outras pessoas e realmente nos apropriamos desses materiais produzidos por eles na oficina de produção de tintas.

**Aluno LF 2ªEM:** - *Foi realmente um projeto bem divertido, porque mexer com cores foi uma parada eu gosto de mexer, que dê para fazer uma coisa que alguém vai usar, então, meio que gosto disso. Foi bem bacana dá para relacionar o conteúdo com divertimento né um lazer com aprendizagem”.*

Em relação as trocas de mensagens via aplicativo whatsapp (figuras 61), se tornou um meio de comunicação rápido, eficaz e independente do dia ou até mesmo do horário, pois este processo facilitou a comunicação, agilizando o desenvolvimento dos seminários, dos materiais que seriam necessários e na organização do projeto químicores. De acordo com Paulo Freire (2004), a comunicação entre professores e

alunos é de forma vertical e direta, desta forma o professor comunica ao aluno o conteúdo da mensagem, de acordo com Freire, a nossa interação de transmitir e se comunicar com os alunos do grupo de trabalho químicos, foi um caminho para alcançar bons resultados de aprendizagem é a intercomunicação, para Freire é a comunicação em ambos sentidos, uma via dupla de mensagem, desta forma alunos e professores dialogam, trocando mensagens, favorecendo a aprendizagem.

Figura 61: Momento de comunicação por meio do WhatsApp.



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

As mensagens postadas (figura 61), mostram comunicações feitas por meio das tecnologias, utilizando o aplicativo do whatsapp. Estas tecnologias fazem, atualmente, parte do mundo dos alunos e que se mostrou eficiente nas trocas de informações, até mesmo nas orientações, a exemplo do professor de artes PH (1ºquadrante), onde solicita uma organização a respeito da mostra cultural e também se mostra solícito para os alunos, a fim de facilitar e incentivar o protagonismo (FREIRE, 2004; BENDER, 2014). A aluna GC 1ªEM, também por meio do aplicativo whatsapp, mostrou-se disponível em buscar a organizar o grupo, de acordo com o Zabala (1998), a aluna apresentou uma conduta de valores com princípios éticos sendo solidária, com predisposição na organização e cooperando com o desenvolvimento do projeto Quími-cores, incentivou a participação dos mesmos.

O desenvolvimento do projeto Quími-cores se tornou um processo importante na vida do aluno, despertou a curiosidade em querer fazer, como proceder e compreender a relação da química das tintas com a sociedade, tecnologia e ambiente. O projeto se constituiu na apropriação do saber necessário para a execução dos trabalhos e experimentos (MORTIMER, 2000), segundo o autor, o assessoramento dos alunos na “*construção de algo que é diferente do senso comum*” se torna importante no processo de transformação. O diálogo, na figura 61, demonstra a assistência a distância fornecida por meio do aplicativo whatsapp, por um questionamento a respeito a secagem da tinta (4ºquadrante), por exemplo, demonstra a proatividade, a autonomia, o protagonismo e a curiosidade da aluna. Ao trabalhar com proposta de intervenção, aqui deixa claro o despertar da curiosidade da aluna MY 2ªEM. Podemos destacar que atividades proposta de intervenção nas oficinas, construíram um caminho metodológico, desenvolvendo técnica e métodos aprendidas nas oficinas para alcançar uma meta. Logo, o conhecimento somente pelo conteúdo conceitual não se limitou, promoveu-se para o conteúdo procedimental, despertando nos alunos a curiosidade, incentivando a participação ativa.

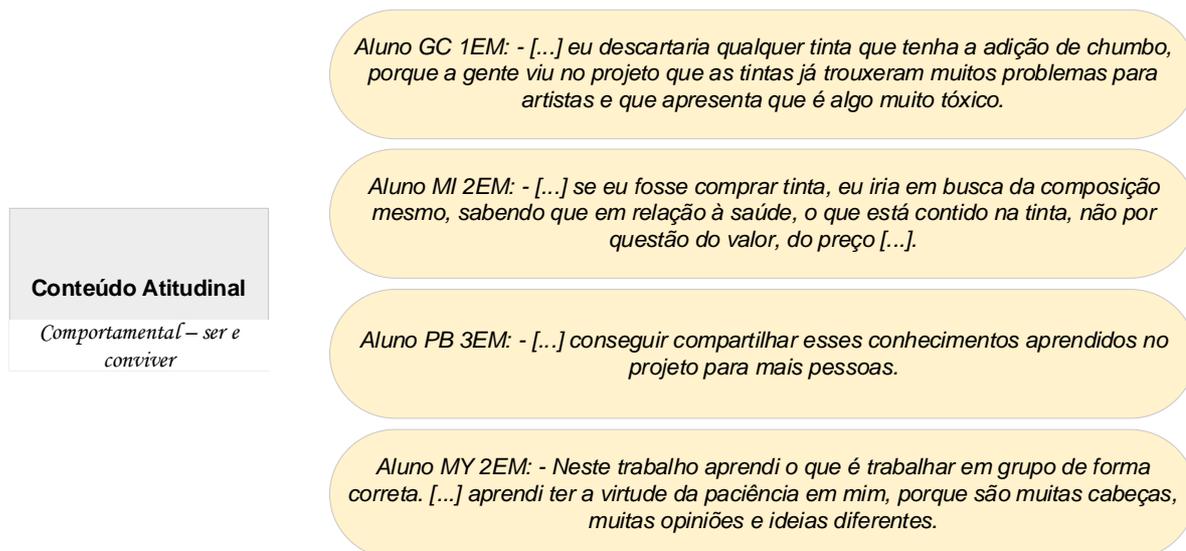
### **6.1.3 Dimensão do conteúdo atitudinal**

De acordo com Zabala (1998), o termo atitudinal engloba outras dimensões de uma análise de subjetiva de conteúdo, no qual podemos agrupar em: *valores*, *atitudes* e *norma*. **Valores** são os princípios éticos que permitem as pessoas emitirem um juízo

sobre as condutas e seu sentido, ser solidário, respeito aos outros e responsabilidade. **Atitudes** são predisposições das pessoas em realizarem uma conduta com os valores, como exemplos de cooperação, ajuda, respeitar o espaço físico, ambiental, participar das tarefas propostas. **Normas** são regras de comportamento que devemos seguir coletivamente. A figura 65 mostra um diagrama sintetizando a proposta do Antoni Zabala (1998) a respeito do conteúdo atitudinal e a relação de um dos quatro pilares da educação que é proposta de trabalho do colégio, ser e conviver, corroboram com as falas dos alunos.

Figura 62: Diagrama da dimensão do conteúdo procedimental.

supõe um conhecimento e uma reflexão sobre os possíveis modelos, uma análise e uma avaliação das normas, uma apropriação e elaboração do conteúdo, que implica a análise dos fatores positivos e negativos, uma tomada de posição, um envolvimento afetivo e uma revisão e avaliação da própria atuação. (ZABALA, 1998).



Fonte: adaptação das dimensões dos conteúdos do autor Antoni Zabala, 1998.

Com os relatos e entrevistas dos alunos, observa-se que há opiniões, críticas, uma sensibilização e conscientização a respeito do desenvolvimento da intervenção, tivemos alunos que não sabiam que as tintas possuíam, em sua composição, pigmentos metálicos. Mas, o envolvimento e a interação deles no projeto e com o grupo de pesquisa, dentro da temática apresentada sobre o pigmento de chumbo, suas aplicações e intoxicações, gerou a curiosidade de conhecer a química relacionadas as outras disciplinas, neste sentido, eles pesquisaram e apresentaram nos seminários, além dos temas propostos no início do projeto, os alunos buscaram outros temas relacionados, como exemplo, em relação a física sobre *reflexão* e

*refração*, eles acrescentaram ao tema original “*os efeitos das cores no corpo e no ambiente de trabalho*”. De acordo com os autores Hernandez e Ventura (1998) *et al*, os projetos de trabalho aproximam muito o aluno da realidade, despertando neles a curiosidade e a investigação, fazendo com eles busquem alternativas e sejam proativos e protagonistas dos seus trabalhos.

As exposições diante público exigiram dos alunos apresentações para seus familiares, amigos até mesmo para um público diferente, que foram visitar o colégio. Estas apresentações os deixaram eufórico e ansiosos, observou-se neles uma certa mudança de humor, antes extrovertido e, durante as apresentações mais centrado, sério e responsável. A maneira de como eles transmitiam os conteúdos assimilados, mostraram habilidades, competências e confiança daquilo do que eles pesquisaram.

**Aluno PR 2EM:** – *Quando chegou o dia das apresentações, estávamos confiantes, e, quando tudo se encerrou, a sensação foi de gratificação e alívio.*

**Aluno ES 2EM:** – *com certeza fizeram a coisa toda acontecer e no fim, apesar do nervosismo, deu tudo certo e podemos ensinar para os que nos visitavam aquilo que aprendemos.*

Eles estavam motivados em apresentar o projeto. Organizaram-se e estabeleceram revezamento de tempo de apresentação, assim, mostraram habilidades em organizar, cooperar e ser solidário com o grupo (ZABALA, 1998), pois, haviam dois projetos sendo apresentados ao mesmo dia, a mostra de empreendedorismo do colégio PIO XII e o projeto de mestrado *Quími-cores* na instituição, onde alguns alunos se dividiram, mas não desanimaram, eles se organizaram de tal maneira que conseguiram mostrar o projeto para o público. Observamos um amadurecimento e uma desenvoltura, um envolvimento de tal maneira que eles mesmos, ao final do projeto, nos relatam, mostraram paciência e disposição em ajudar, foram críticos com as divergências de opiniões, mas sempre respeitando uns aos outros, houve momentos de descontração, selfie e brincadeiras. Sintetizamos algumas falas dos alunos que demonstra a pós culminância.

*Síntese das falas dos alunos.*

*Neste trabalho aprendi o que é trabalhar em grupo de forma correta. Aprendi ter a virtude da paciência são muitas cabeças, muitas opiniões e ideias diferentes. Trabalhamos juntos, transferindo os conhecimentos do trabalho para as pessoas, para os alunos que chegavam era explicado até que todos estivessem envolvidos da mesma forma. O comprometimento dos alunos e de todos os professores que se dispuseram a ajudar, transformou-se em uma experiência maravilhosa e divertida fazer parte do projeto Químicores. Aprendemos sobre as tintas e a química composta nelas, sobre os minerais, sobre tudo. Valeu muito a pena participar. Fomos elogiados por diversos pais e professores de um bom desempenho, cada um dos instantes da mostra cultural.*

Durante a trajetória da intervenção até a culminância, uma crescente liberdade de se comunicar, dialogar, compartilhar conhecimentos nos quais os alunos buscaram em suas pesquisas, nas oficinas observou-se a colaboração dos mais experientes para os menos experientes, o que realmente foi visto nas apresentações dos seminários e na mostra cultural e científica. Vimos aqui que os alunos tornaram, por meios de suas críticas e pensamentos, uma forma autônoma, que foram capazes de formular o próprio juízo. Tomaram atitudes sob os aspectos dos dois eventos que ocorrem ao mesmo tempo, atitudes que permitiram uma compreensão e um comportamento responsável.

Ao planejar a temática de pigmentos de chumbo, suas aplicações e seus impactos na sociedade e ambiental, buscou-se abordar conteúdos referentes as propriedades físico-químicas, biológicas, histórica e artísticas/literatura do elemento químico chumbo inserido nos pigmentos das tintas, que abrange conceitos relacionadas as entre as áreas do conhecimento. Conforme é percebido no diagrama da figura 63, é possível identificar e analisar a temática relacionada as fronteiras do conhecimento e seus respectivos conteúdos e conceitos abordados no cotidiano em sala de aula.

Figura 63: Potencialidades de conteúdos de ciências e fronteiras do conhecimento, e da intervenção com a interdisciplinaridade.



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A partir de uma abordagem por meio das questões norteadoras para abordar a temática do chumbo e suas aplicações num contexto vivencial do aluno, buscamos analisar o material coletado, as observações feitas no diário de bordo, fotografias,

relatos e pelas entrevistas, depois da categorização, efetuar uma análise por meio das dimensões proposta por Zabala (1998).

### **Conceituais:**

- Memorizar fatos acerca da história da arte, arte rupestre, o uso das tintas e pigmentos na cultura, a história do artista plástico Portinari; compreender os conceitos e princípios associados a ciência, biologia órgãos, organismos; física, fenômenos de reflexão, refração, estudo da luz, comprimento de onda, matéria e energia; química, misturas das soluções em sistema homogêneos e heterogêneos; Geografia, estudo das rochas e suas diferenças físicas e químicas, extração e exportação.

### **Procedimentais:**

- Praticar técnicas, procedimentos e métodos relacionados a manipulação e preparação das tintas; pesquisar assuntos relacionadas a temáticas e se preparar para a culminância; exposição de ideias, argumentos e críticas; Produção, planejamento e organização logística do espaço físico da culminância do projeto na mostra cultural e científica, exposição de assunto pesquisado.

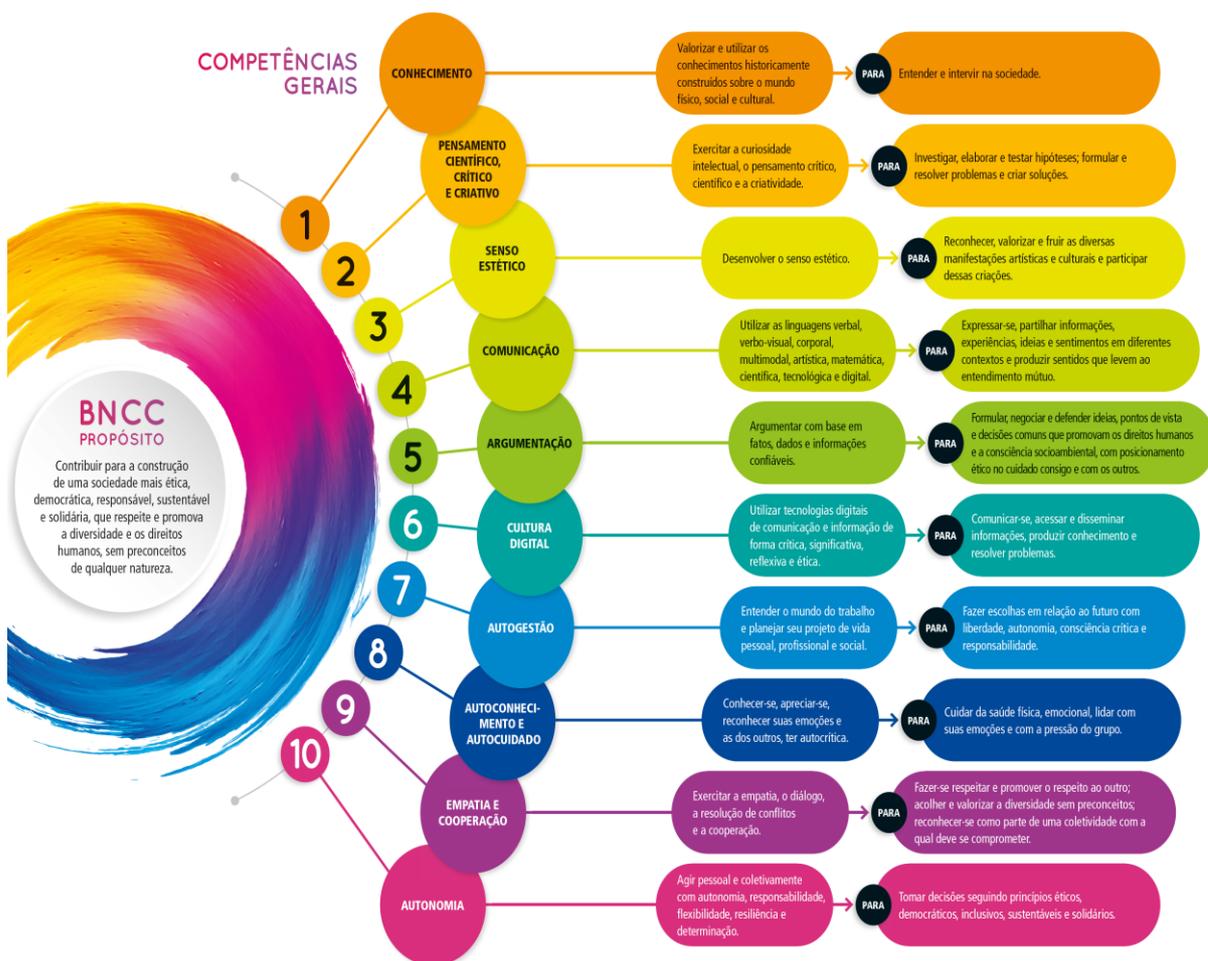
### **Atitudinais:**

- Mobilizar e aplicar de forma crítica a relação da química do chumbo presente na sociedade, associando aos valores, atitudes e normas, como preservação a vida, por exemplo na utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPI); A relação dos alunos uns com outros, colaboração na aprendizagem, respeito valorizando as opiniões dos colegas; modificar os seus conceitos a respeito de ciências em contexto de vida.

De maneira geral, estas abordagens aplicadas na intervenção escolar pela metodologia ABP, com abordagem ATF, por meio de contextualização da QSC no enfoque da educação CTS/CTSA, mostram-se confluência ao desenvolvermos dentro da sala de aula, podemos perceber as dimensões conceituais, os alunos compreenderam os conteúdos científico associando por meio das práticas procedimentais e por meio de uma abordagem contextualizada e problematizadas observamos algumas mudanças atitudinais, aproximando-o do conhecimento científico no contexto de vida, de tal forma que mudarem suas atitudes, opiniões, o

que caracteriza um amadurecimento, crescimento pessoal, que são proposta da educação do século XXI. De acordo com a BNCC (2019), as 10 competências gerais que explicitem o compromisso da educação com a formação humana integral a serem desenvolvidas de forma integrada aos componentes curriculares atuais, figura 64. Essas competências foram definidas a partir dos direitos éticos, estéticos e políticos assegurados pelas Diretrizes Curriculares Nacionais e de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores essenciais para a vida no século 21.

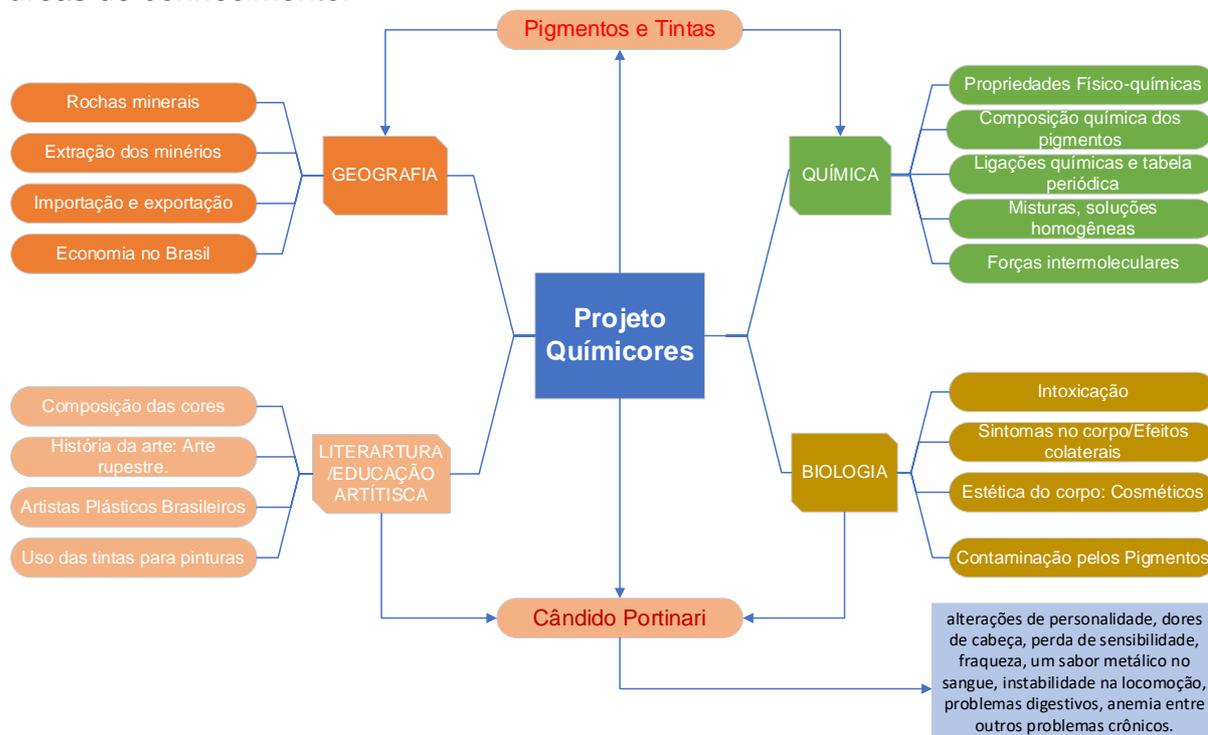
Figura 64: Definição das 10 Competências Gerais Proposta da BNCC.



Fonte: Site Escola de Inventor. Disponível em: < [https://escoladeinventor.com.br/espaco-maker-como-trabalhar -a-bncc/](https://escoladeinventor.com.br/espaco-maker-como-trabalhar-a-bncc/)>. Acesso em: novembro/2020

A aplicação da ABP, do projeto Quími-cores no colégio PIO XII, nos mostrou também que ensinar é também aprender, neste sentido, se envolver com seres humanos, com pessoas que estão aprendendo cognitivamente, percebemos uma sensibilidade e que são emotivas, percebemos que as emoções fazem parte do crescimento profissional e pessoal do aluno, envolver-se, colaborar, dialogar em todas as dimensões do ser humano, Paulo Freire nos sinaliza, fazer com que o cidadão/aluno se sinta fazendo parte do mundo, “o educando ensina e o educador aprender”, neste sentido, perceber-se a confluência da ATF com o ensino da Educação CTS/CTSA, os autores relatam que o cidadão/aluno deve ser crítico, apolítico e que se sintam capazes de debater os problemas que acontecem no mundo, ou seja, os problemas que ocorrem em seu contexto de vida e ser participativo. Neste sentido, a proposta da BNCC (2019), que vai de encontro com as propostas metodológicas da ABP, ATF e CTS/CTSA, “[...] agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários”. Neste sentido, a intervenção pedagógica Quími-cores abordou temas contemporâneos transversais, também proposta pela BNCC (2019), mostrando ligação e aproximação entre diferentes áreas do conhecimento, por meio de questões problematizadas no enfoque da educação CTS/CTSA, fazendo conexão com situações vivenciadas pelos alunos em seu cotidiano.

Figura 65: Evidências de Interdisciplinaridade diagrama de conteúdos abordados na intervenção, relacionando diferentes saberes e áreas de conhecimento.



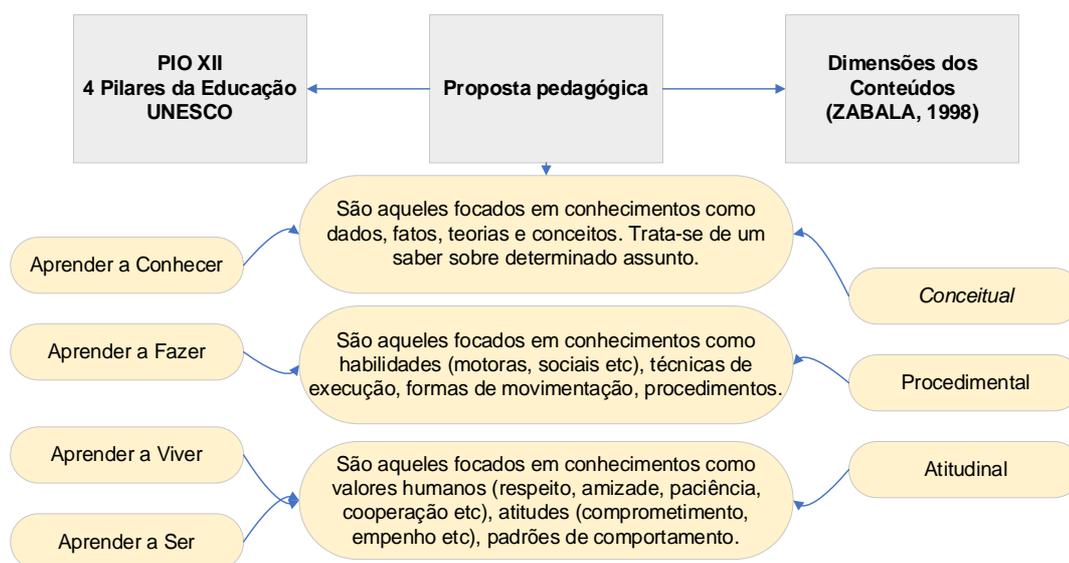
Fonte: Dados da pesquisa (2020).

O mapa mental da figura 65 traz as dimensões da aproximação dos saberes do conhecimento, a conexão do conteúdo conceitual pigmento de chumbo da disciplina de química e a ligação que faz com a geografia, artes/literatura e física. Potencializando os aspectos socioculturais da conexão de artistas, aspectos da saúde e socioeconômica, a mineralogia e a obtenção de minérios para produção de matérias e suas aplicações, como o pigmento de chumbo para gerar cor para as tintas. Portinari, artista plástico brasileiro modernista mais conhecido no exterior, autor de grandes obras, é relacionada com a biologia devido a doença generalizada acometida em seus órgãos vitais, associada ao elemento químico chumbo. Conhecer a problemática do chumbo e os impactos que ele traz para a saúde e o meio ambiente e suas aplicações industriais, garante aos estudantes os direitos de aprendizagem pelo acesso ao conhecimento, sua formação pessoal e profissional e, por meio destes, possibilite a formação do trabalho, a cidadania e democracia, o direito de ter uma educação sadia e promissora.

## 6.2 CONFLUÊNCIAS ENTRE AS DIFERENTES PERSPECTIVAS

Este capítulo dedicou-se a fazer uma breve discussão sobre as confluências entre as perspectivas do projeto escolar ABP e a perspectiva do colégio PIO XII. Analisando a proposta pedagógica do colégio PIO XII, que se baseia nos quatro (4) princípios pedagógicos: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver juntos e aprender a ser, apoiando-se na proposta da UNESCO de 1999. Os 4 pilares da educação proposta pedagógica do colégio são confluentes com as dimensões de ensino de conteúdo proposto Zabala (1998) e também a proposta metodologia da ABP no enfoque da Educação CTS/CTSA, pois, as propostas são focados na autonomia e no protagonismo do aluno, onde o aluno aprende a aprender, aprende fazendo, aprende a ser a conviver e aprende a fazer. Trata-se de um saber sobre determinado assunto que possa promover nos alunos habilidades procedimentais focadas nos conhecimentos conceituais, por meio de técnicas de execução, como as oficinas formativas de produção de tintas artesanais e pinturas, oficina identificação de rochas minerais, por exemplo. Percebemos algumas mudanças de comportamento atitudinal dos alunos, enxergar a aplicação da química do chumbo inserida na sociedade por meio das abordagens problematizadas (FREIRE, 2004; MORTIMER, SANTOS, AULER, 2000), permitiu aos alunos dialogar e questionar situações que desconheciam, como o chumbo utilizado como pigmento nos cosméticos, promovendo debates críticos focados em conhecimentos como valores humanos (respeito, amizade, paciência, cooperação, etc), atitudes (comprometimento, empenho, etc), padrões de comportamento. A figura 66 mostra um diagrama que mostra a confluência entre a proposta pedagógica da UNESCO, proposta pedagógica do colégio PIO XII se apoia e se fundamenta no seu projeto político pedagógico, os quatros pilares da educação com as três dimensões dos conteúdos, proposta por Zabala (1998).

Figura 66: Proposta pedagógica: 4 pilares da educação x Dimensões dos conteúdos



Fonte: Adaptação dos modelos da UNESCO e as dimensões proposta por Zabala.

A proposta pedagógica do colégio PIO XII destaca-se um ensino dinâmico e criativo, com base na vivência do aluno, considerando os valores éticos, morais, estéticos e políticos do seu desenvolvimento, abordando temas sociais na apresentação dos conteúdos de forma prática, conforme a realidade em que o aluno está inserido, valorizando a participação e a iniciativa dos alunos. Diante deste contexto das atividades diversificadas, a linha de desenvolvimento pedagógico do colégio é sociointeracionista, do trabalho e da contextualização do aluno na sua promoção no processo cognitivo de acordo com o contexto educacional, em que práticas de participação solidária, colaborativa e de incentivo ao trabalho coletivo valorizam a cultura trazida pelo aluno e fomentam o exercício da sua plena cidadania, em todos estes aspectos de proposta pedagógica do colégio PIO XII, corrobora com abordagem proposta pelo projeto Químicores.

### 6.2.1 Análise do Desenvolvimento do Projeto Quími-cores no Colégio

Visto que a pesquisa se trata de uma análise qualitativa do tipo de estudo de caso (GIL, 2008), sendo que os dados colhidos são pelas observações, imagens e relato oral e escrito, para nos permitir entendimento amplo e detalhado dos fatos ocorridos durante todo processo do desenvolvimento do projeto Quími-cores, incluindo as reuniões com a equipe de professores colaboradores.

Na reunião final do ano letivo de 2019, fizemos uma retrospectiva dos pontos importantes e acontecimentos ao longo do ano com todo corpo docente de todos os segmentos, estavam presentes também a equipe técnica do colégio. Ao debater sobre o projeto empreendedorismo na escola PIO XIIIO, também foram discutidas o projeto Quími-cores, que ocorreu concomitantemente. O desenvolvimento dos 2 projetos foram pauta da reunião, relatando o desenvolvimento dos alunos, elogiados da participação ativa e colaborativa. Os professores colaboradores fizeram observações a respeito do comprometimento dos alunos.

1. O professor de artes PH relata sobre o “*quadro vivo*” sendo a criatividade dos próprios alunos, visto que o professor foi encarregado de coordenar a mostra do empreendedorismo do colégio, sendo assim, não teve tempo para a tal organização o desenvolvimento dos alunos, o que mostra o protagonismo e a autonomia deles em realizar uma exposição de alguns quadros vivos, mostraram a capacidade e a coragem de se expor para um em público desconhecido.

**Professor de Artes PH:** - *Para eles chegarem a este momento é preciso estabelecer um clima de confiança, eles tinham e tem, parecem um grupo da mesma família, brincando e brigando, senti neles segurança do que estão fazendo, são curiosos, tiveram coragem de se expor e capacidade de surpreender o interesse pelo conhecimento, eles pesquisaram, buscaram e expuseram suas ideias.*

2. O aluno “MA” 2ªEM, participante do projeto químicores e filho da professora de literatura, relatou que as informações adquiridas pelo filho/aluno, envolvido na pesquisa, despertou nele a vontade de continuar a participar do projeto. Demonstra que o projeto químicores, que utilizou a metodologia da ABP, desenvolveu no aluno o espírito da pesquisa ao abordar o trabalho com projetos na construção do conhecimento e que despertou a curiosidade, que corrobora com os autores Hernandez e Ventura (1998), Oliveira (2016), *et al*, a autonomia, que vai sendo conquistada através da pesquisa, com toda a diversidade de caminhos percorridos e as competências que os alunos vão desenvolvendo através de tal prática, visa a promover sua autonomia intelectual (OLIVEIRA, 2016, p. 14).

**Professora de literatura AG:** - *Foi muito bom o projeto do professor. O meu filho teve vontade de ir aos encontros no contraturno, pois estava gostando e, o que estava sendo aplicado estava fazendo sentido, ficando mais interessante quando retratou aspectos históricos e literários.*

3. A professora de biologia comentou sobre alguns alunos que se aproximavam dizendo que a “química é biologia e biologia é química”. Segundo o comentário da professora LO, que respondeu aos alunos.

**Professora de biologia LO:** - *biologia é vida precisamos de reações químicas para viver, por este motivo e outros nós estudamos bioquímica.*

4. A análise da diretora do colégio concluiu que a equipe Quími-cores poderia ter participado também do empreendedorismo, se envolvido nas vendas das tintas e dos quadros na mostra cultural do empreendedorismo do colégio. A sugestão foi ótima, se tivesse sido no início do projeto, até então, a mostra cultural do empreendedorismo não iria acontecer neste ano de 2019, por sugestão da própria equipe pedagógica, que se reuniu ao final de 2018, determinou que o projeto Quími-cores é o que seria aplicado ao final de 2019. Nesta reunião foi confirmado a participação de alguns professores no projeto. Mas, em outubro de 2019, o projeto cultural do empreendedorismo do colégio ressurgiu e os professores foram convidados a participarem. Neste contexto, o projeto Quími-cores sofreu alguns cortes e perdas, tanto de professores colaboradores quanto de alguns alunos, pois o projeto do colégio seria avaliado. Neste ocorrido, alguns alunos desistiram do projeto Quími-cores, pois não seria atribuído pontuação, era voluntário. Tivemos alunos que se dividiram entre os projetos, de um certo ponto de vista foi bom, pois mostrou mais empenho, desenvoltura, habilidades, autonomia e protagonismo, percebeu o espírito colaborativo, organização, o trabalho em equipe resolvendo os problemas que surgiram, sanar a situação da desistência de alguns membros da equipe, diante deste contexto, exigiu um maior envolvimento dos alunos, no seu desenvolvimento e o envolvimento. Neste sentido, enxergamos o exercício da autonomia e o protagonismo,

de acordo com Zabala (1998) *et al*, o aluno torna-se responsável pela construção do seu próprio conhecimento.

Mediante dos fatos ocorridos, os alunos poderiam ter aprendido mais em uma participação e colaboração mais efetiva, apenas um (1) aluno do 9º ano buscou desenvolver e interagir com os 2 eventos, os demais da mesma turma desistiram das suas tarefas do projeto.

**Aluno DC9ºEF:** - *infelizmente, alguns alunos não deram tanta relevância ao projeto e que desistiram da experiência.*

**Aluna AC1ªEM:** - *Não tivemos mais oportunidades de usar as experiências mais vezes ao decorrer do ano. Que não tivemos maior espaço para apresentar nosso projeto. Que a escola não liberou maior disponibilidade de ambiente, faria da experiência mais confortável para visitantes.*

**Aluna MY2ªEM:** - *Que pena que alguns amigos não deram a grande importância para essa bela oportunidade de conhecimento que tivemos.*

O relato dos alunos acima citado, retratam bem a situação que percorreu ao final do mês de novembro de 2019. Salientando que o projeto ainda persistiu no seu trajeto, desenvolvendo, aplicando e mostrando para o público, os alunos foram capazes de mostrarem o que eles pesquisaram, trabalharam e projetaram com carinho e orgulho, mesmo em uma abordagem mais simples, com algumas dificuldades, mas mostraram com empenho e uma desenvoltura, habilidades e competências em resolver algumas pendências.

### 6.3 ANÁLISE METODOLÓGICA ABP

As atividades metodológicas ainda apresentam características tradicionais de ensino, as estratégias pedagógicas metodológicos dos conteúdos abordados são apresentados oralmente com o professor apresentando seus conteúdos formalmente na lousa. A nossa intervenção envolve a aplicação da metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos (BENDER, 2014), que de acordo com Bonini (2010), as práticas pedagógicas tradicionais transitar para as práticas da ABP exige reflexão que envolva estudo e continuidade da abordagem. Foi desenvolvida uma proposta metodológica

onde envolveu áreas de diferentes conhecimentos, artes, literatura, biologia, geografia, física e química, com abordagens temáticas problematizadas no contexto de social do aluno (FREIRE, 2004), no enfoque de CTS/CTSA (SANTOS e AULER, 2002), elencando temas de aspectos sociocientíficas, sociocultural, socioeconômica, socioambiental. A inserção da ABP, a partir das temáticas contextualizadas e problematizadas nas questões sociocientíficas, apresenta-se na intervenção potencializando as habilidades e competências dos alunos. A análise do material pesquisa no item 2 dessa dissertação, *estado da arte*, os autores, Bonini (2010), Oliveira (2018) *et al*, nos relatam que a metodologia da ABP, estimula o aluno a pesquisar seus trabalhos de forma colaborativa, desenvolvendo por meio da pesquisa e troca de informações, por meio de problematização, contextualizando os alunos em situações reais.

Percebemos que o colégio é ainda tradicional, houve pouquíssima transição de uma aprendizagem diferente, que aborda metodologias ativa de ensino, proposta da BNCC, ensino do século XXI. O colégio, desde 2017, aos poucos está investindo em tecnologia nas salas de aula, Datashow em 2018 em todas salas e, em 2019, Ipad's para cada professor com mídias específicas para cada disciplina. O que está se aproximando muito das propostas metodológicas da BNCC. O colégio traz uma proposta metodológica de ensino dinâmico e criativo, apoiado nos 4 pilares da educação (UNESCO), onde, de acordo com o PPP do colégio, os alunos sejam capazes de se tornarem éticos, críticos e políticos. Aprendendo por meio de uma abordagem contextualizada e problematizada por fatos do que realmente acontecem na vida do aluno. A intervenção escolar Quími-cores, pela aplicação da metodologia ABP, corrobora com projeto político pedagógico (PPP) do colégio. Visto que, a proposta pedagógica do colégio acontece em partes, observando que a metodologia ABP e os 4 pilares, ela é fomentada de fato, no ensino fundamental I, onde as crianças começam a se desenvolver na escrita e envolver-se em projetos de vida contextualizados.

A partir das séries do ensino fundamental II (6º ano ao 9º), vão perdendo este método, as características vão se perdendo e, no ensino médio observa-se que muitos dos professores focalizam o seu ensino de uma maneira pouco contextualizada, apesar de possuir tecnologia dentro das salas de aula com *Datashow* e um *Ipad*, fornecido

pelo colégio, com conexão sem fio, poucos utilizando o espaço físico do colégio, laboratórios de ciência e informática. O professor desenvolve seu conteúdo por meio de apostilas no formato digital que pode ser espelhado na lousa, na tentativa de uma interação maior com os alunos, mas sua abordagem metodológica é, ainda, de transmissão do conteúdo de maneira tradicional, de pouquíssima transição do que se exige na BNCC.

A proposta do projeto Quími-cores foi justamente abordar o que está proposto no PPP do colégio, ou seja, nos permitiu um entrelaçamento dos conteúdos propostos do colégio usando o material didático (apostilas) e aplicando a metodologia da ABP, por meio de uma abordagem problematizada baseada nas propostas de ensino em QSC no enfoque da educação CTS/CTSA, que permitiu uma interação e uma dinâmica maior centrada no aluno, observamos a curiosidade e um maior envolvimento dos alunos nos debates, proporcionando uma mudança de aluno passivo e receptor a um aluno comunicativo e crítico, mostrando uma desenvoltura mais ativa, mais autônoma e protagonista em realizar as tarefas propostas.

A inserção da ABP no colégio corrobora com a proposta pedagógica do ensino fundamentada nos 4 pilares da educação (UNESCO), que é a formação de um cidadão mais ético, participativo, colaborativo das atividades escolares e não escolares. A aplicação do projeto Quími-cores, desenvolvido no colégio no contra turno, acabou sendo um potencializador das propostas metodológicas de ensino do colégio, de uma certa maneira, foi aliar o projeto político pedagógico do colégio (PPP). O projeto “Quími-cores” desenvolveu um aprendizado de aprimoramento cognitivo dos alunos que participaram, efetuando a colaboração, a capacidade de resolver problemas, motivando-os em disciplinas de diferentes saberes em uma contextualização nos aspectos socioambiental, sócio-histórica, socioeconômica e sociocultural. Segundo Bender (2014, p.15), “[...] a ABP pode ser definida pela utilização de projetos autênticos e realistas, baseados em uma questão, tarefa, ou problema altamente motivador e envolvente, para ensinar conteúdos acadêmicos aos alunos no contexto do trabalho cooperativo para a resolução de problemas [...]”. Neste sentido, observamos a mudança que esse trabalho trouxe para os que participaram do projeto de forma voluntária, uma mudança significativa tanto para o aluno quanto

o para o pesquisador, despertando a curiosidade de todos os que se envolveram levando-os a uma motivação para aprender e vontade de colaboração. Aproximação de outros outras áreas do conhecimento, fez que o aluno enxergasse a química de maneira diferente, a química confluyente nas outras áreas, a exemplo, da temática da química do chumbo e de suas aplicações, trouxe, o *Saturnismo de Beethoven* e a *influências das cores no ambiente de trabalho*, são exemplos em que os alunos buscaram durante seus desenvolvimentos de suas habilidades investigativas.

O foco do projeto “Quími-cores”, aplicando ABP, foi promover o conhecimento científico por meio da pesquisa e contextualizando problemas reais, como foi a temática do pigmento de chumbo em cosméticos e tintas, situações em que o aluno vivencia no seu dia-a-dia. Abordamos temas sociocientíficos no ensino de ciências, com objetivo de desenvolver atitudes responsáveis e valores para que possam alcançar seus objetivos, seus sonhos. Buscamos estabelecer uma aprendizagem, partindo do princípio do conhecimento já pré-existente do aluno adquirido em sala de aula, em sua experiência de vida, entre outros conteúdos abordados em outras áreas do conhecimento, assim, a compreensão da grandeza e fenômenos químicos cotidianos do chumbo e suas aplicações, consequências e impactos ambientes. Para isso, fornecemos aos integrantes elementos que poderiam ser envolvidos no projeto, o papel de cada aluno da equipe de trabalho que seria pesquisar, desenvolver, relacionar e colocar em prática o que eles investigaram a partir da temática do projeto, pigmento de chumbo.

O papel do professor e dos colaboradores foi de orientação, tutoria para aluno quando surgisse dúvidas no que eles estavam investigando ou o que eles poderiam investigar. O professor oferece a oportunidade de novas aprendizagens (BENDER, 2014). Para o autor, trabalhar com ABP com os alunos é ultrapassar os limites da sala de aula, incentivando a pesquisa a partir de uma temática em que possam contribuir, a partir de projetos desenvolvidos por eles, com a comunidade por exemplo, no qual o aluno está inserido. De acordo com Bender, Hernandez e Ventura (1998) *et al*, o “[...] papel do professor é ser mediador, ouvir, questionar e orientar”, criando um ambiente de aprendizagem que leve o estudante a elaborar perguntas e que, o levará a pesquisar e produzir mais.

Mediante da estruturação do projeto e dos estudos teóricos pesquisados, abordado no capítulo 3, foi possível analisar a incrementação da ABP no contexto de vida dos alunos no colégio. Fazer uso tecnológico como whatsapp pelo smartphone, computadores, Datashow, ipad entre outras tecnologias que se encontram nas salas de aula, facilitaram a comunicação e envolvimento do aluno, auxiliando no processo de ensino-aprendizagem (BENDER, 2014). O autor aborda a importância do uso tecnológico para o desenvolvimento das atividades e a troca de informações, de uma maneira exploratória. Envolvimento dos alunos por meio das investigações feitas por eles, atribuiu competências e habilidades, trabalhando em equipes eles sentiram motivados a desenvolver e buscar outras referências de pesquisa dentro da temática do projeto. A ABP possibilita que os estudantes confrontem as questões e os problemas do mundo real que consideram importante, determinando de como argumentar agindo de maneira cooperativo em busca de soluções (BENDER, 2014).

A partir dos elementos propostos por Bender, na aplicação da ABP que são: conteúdos que tenham significado, a necessidade de conhecer, uma questão norteadora, voz e escolha do estudante, competências do século XXI, aprofundamento da questão, crítica e revisão exposição do trabalho ao público (HERNANDEZ, VENTURA, 1998; BENDER, 2014). O projeto “Quími-cores” utilizou esses pressupostos teóricos da metodologia da ABP para a investigação e desenvolvimento do projeto. A figura 67 mostra o esquema que relaciona o “Quími-cores” e a abordagem ABP proposto por Bender.

Figura 67: Relação da ABP e Quími-cores.



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

O projeto “Quími-cores”, que utilizou o método da ABP desde o primeiro encontro com os alunos, que se estendeu ao longo de 3 meses, envolvendo uma problematização, baseada em Freire (2004), elaborada com pequenos roteiros de práticas experimentais que foram promovidos com debates por meio das oficinas com rodas de rodas de conversas. No decorrer deste tempo, com o eixo central do projeto a temática do pigmento de chumbo, abordamos os conceitos dos conteúdos das disciplinas, química da *mistura* da produção das tintas e também suas *diluições*, *ligações químicas* e *fórmulas* dos compostos como o PVA, capítulo 5.3.1 da dissertação, a composição de alguns minerais que geram as cores, por exemplo, o branco de chumbo,  $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$ ; sulfato de chumbo II ( $PbSO_4$ ), cromatos de chumbo II ( $PbCrO_4$ ) entre outros. *Propriedades da tabela periódica*, física (*refração*, *reflexão*, *comprimento de onda*), biologia (*patologia* e *sistema do corpo humano*) e artes (*História dos pigmentos*, *rupestre*, *artista Cândido Portinari*).

Essas aplicações, contextualização e problematização da temática do pigmento de chumbo, envolveram a transformação e novos conhecimentos e novas habilidades interdisciplinares, promovendo a autonomia para pesquisarem. Em todo

desenvolvimento, os alunos foram preparados para apresentação desses trabalhos, a culminância do projeto, a mostra cultural e científica, onde eles mostraram o resultado do trabalho em que se envolveram e empenharam.

## 7.0 ASPECTO SOCIOFILOSOFICO DA EDUCAÇÃO CTS/CTSA

No projeto “Quími-cores” buscou a importância do enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTS/CTSA) perante os questionamentos críticos e reflexivos acerca do contexto científico-tecnológico e social em que o chumbo se insere e, em especial, sua relevância no aprendizado para o ensino de química. Os pressupostos do movimento CTS/CTSA têm se ampliado em toda sociedade brasileira, principalmente na área educacional, baseando-se na inter-relação entre a fundamentos científicos, o plano tecnológico, a solução de problemas e a tomada de decisões (SANTOS e MORTIMER, 2002). De acordo com os autores *et al*, a resolução do problema social poderia ser resolvida a partir do envolvimento da ciência e a tecnologia. Apesar de muitos problemas podem ser resolvidos, mediados pela ciência, mas podem acarretar em problemas trazendo impactos no meio ambiente para a sociedade.

O chumbo (Pb), por exemplo, por ser um metal bastante versátil (PANTAROTO, 2008), empregado em vários ramos industriais trazendo vários benefícios para cidades e para sociedade trazendo economia e empregos, em hospitais e clínicas que utilizam roupas plumbicas para proteção contra raio-X, durabilidade em materiais metálicos por meio das tintas, como zarcão ( $Pb_3O_4$ ) que é um antioxidante, acumuladores de energia nas baterias automobilísticas. Ao conhecer as propriedades físico-químicas do chumbo trouxe modernidade tecnológica, agilidade nos trabalhos e proteção, o brilho das cores que fascinam o olhar humano, nos desenhos em quadros dos artistas em vários campos de atuação, plásticos, cosméticos, tatuadores, entre outros. Mas, de acordo com os autores Cordeiro e Filho (1995), Moreira e Moreira (2004), *et al*, o chumbo (Pb) possui um lado sombrio, se em contato humano em uma jornada de trabalho alta, por causa efeitos toxicológicos no corpo, deletérios (MOREIRA e MOREIRA, 2004), os efeitos mais crônicos em órgãos que são mais suscetível, que são o sistema central nervoso e o cardiovascular, rins e fígado. Neste ponto de vista, em relação dos benefícios e malefícios que o chumbo nos proporciona, segundo os

autores Bazzo, Santos, Mortimer (2003) *et al*, a ciência e a tecnologia nos acarretam diversas transformações na sociedade, trazendo mudanças econômicas, política e social, segundo os autores “a ciência e a tecnologia são motores do progresso” proporcionando uma evolução nas indústrias e para o próprio cidadão. De acordo com Santos (2002), observamos a ciência e a tecnologia sempre nos trariam benefícios, na questão de utilizar materiais, como chumbo e suas aplicações na sociedade e resolveriam os problemas de toxicidade pelo próprio material utilizado, porém, de acordo com o autor, confiar imensamente pode acarretar um distanciamento da ciência em relação a tecnologia, a ciência nos mostra as propriedades, por exemplo, do chumbo e sua toxicidade, do ponto de vista tecnológico nos traz avanços, segurança e praticidade para sociedade moderna. Neste sentido, considerando que a cidadania se refere à participação dos indivíduos na sociedade (SANTOS e SCHNETZLER, 2003), se faz necessário que eles se disponham de informações que são as que estão diretamente relacionadas aos problemas sociais e que necessitam de um posicionamento para resolução desses problemas.

De acordo como os autores, o conhecimento químico é uma das condições para adquirir informações a respeito de sua aplicação e no uso da tecnologia. O uso diário de pigmentos de chumbo em tintas, cosméticos ente outras aplicações, mostra que a tecnologia é dependente da química e a influências e impactos ambientais, nos problemas referentes a qualidade de vida do cidadão e em relação aos negócios, empregos em que o cidadão tem que tomar uma decisão. Neste sentido, Bazzo (1998) comenta que é necessário que o cidadão possa ter as informações científico e tecnológico para possuir e ter condições de avaliar e participar de tomadas de decisões em seu contexto de vida.

O cidadão merece aprender a ler e entender – muito mais do que conceitos estanques - a ciência e a tecnologia, com suas implicações e consequências, para poder ser elemento participante nas decisões de ordem política e social que influenciarão o seu futuro e o dos seus filhos. (BAZZO, 1998, p.34)

## 7.1 ABORDAGEM TEMÁTICA QUÍMI-CORES

Com o desenvolvimento da ciência e tecnologia no mundo atual em todos os setores, é extremamente necessário a introdução do estudo de temas sociocientíficos na formação do cidadão com abordagens de temas sociocientíficos que possibilitam a formação de um estudante crítico, capaz de pensar, agir e tomar decisões, sendo levado a fazer relações entre os conhecimentos científicos além da sala de aula, buscando compreender a dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto do ponto de vista de seus antecedentes sociais como de suas consequências sociais e ambientais (SANTOS e AULER, 2002). Dessa forma procuramos alinhar as perspectivas dos temas sociocientíficos e o enfoque CTS/CTSA com o projeto “*Quími-cores*” desenvolvido no colégio e que abrangesse conteúdos interdisciplinar e transdisciplinar que abordasse temas geradores (FREIRE, 2004) sociocientíficos que pudéssemos trabalhar com situações reais no contexto de vida do aluno (DELIZOICOV, 2005) como a temática dos pigmentos de chumbo. Como a formação das equipes de trabalho, divididos em 4 grupos:

1) *Biologia do chumbo*: os alunos citaram as propriedades físico-químicas do chumbo, como peso atômico, localização na tabela periódica, associando sua toxicidade adquirida pelos profissionais que atuam diretamente desde a extração e a manipulação do elemento químico e os que apenas compram os produtos contendo este elemento, como as tintas e cosméticos. Fizeram comentários sobre os impactos ambientais provocados pelo homem inconscientemente.

2) *Tintas e cores; refração e reflexão*: os alunos trouxeram os fenômenos físicos das cores os efeitos do desvio da luz como a refração e o modo de como enxergamos as cores. Os alunos nos relatam também que durante suas pesquisas, com ajuda do professor de física DM, acharam interessante abordarem os efeitos das cores sobre o ambiente, como vermelho é paixão, laranja energia, amarelo da alegria entre outras cores citadas.

3) *A vida e obra do artista Cândido Portinari*: os alunos se aprofundaram no assunto partindo do debate com a professora de literatura AG, além comentarem sobre a vida do artista Portinari em sua participação política e da sua morte por intoxicação devida

as tintas, relatam um pouco da história da arte das culturas de algumas regiões e as cores que prevaleciam em cada civilização: egípcias, orientais, grego e romano.

4) *Rocha, minério e sua extração*: alunos tiveram um apoio efetivo do professor de geografia, eles solicitaram que as apresentações fossem na própria mostra cultural e científica, pois não tinha preparados os slides para o seminário. Mas, na mostra os alunos fizeram uma exposição das rochas emprestado pelo professor de geografia. Mostraram as diferenças entre as rochas calcárias, magnéticas, granito, arenito, entre outras rochas e os principais minérios obtidos e comercializados.

Figura 68: Relação das rochas minerais e a composição química

<b>Substância</b>	<b>Composição</b>	<b>Cor/Característica</b>
Galena (Figura 5)	Sulfeto de Chumbo II - <b>PbS</b>	Pigmentação preta, Clivagem cúbica perfeita e brilho metálico.
Cerussita (Figura 6)	Carbonato de chumbo - <b>PbCO<sub>3</sub></b>	Pigmentação branca, granulação maciços e reticulados
Azulita com Malaquita (Figura 7)	Carbonato de Cobre II <b>Cu<sub>3</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub></b> (Azulita) <b>CuCO<sub>3</sub>.Cu(OH)<sub>2</sub></b> (Malaquita)	Pigmentação Verde, é cristalino – monoclinico, forma massas botrioidais e fibrosas
Ocre Vermelho (Figura 8)	Óxido de metal férrico, hematita - <b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	Pigmentação vermelho, pode variar dependendo o metal – material argiloso.
Grafita	Carbono – <b>C</b>	Cinza metálico a cinza chumbo
Calcita (Figura 9)	Carbonato de Cálcio – <b>CaCO<sub>3</sub></b>	Branco, amarelo, cinza, vermelho – depende do teor de óxido de cálcio.

Fonte: Peixoto e Ferreira – Catálogo de Minerais (Fortaleza – 2016)

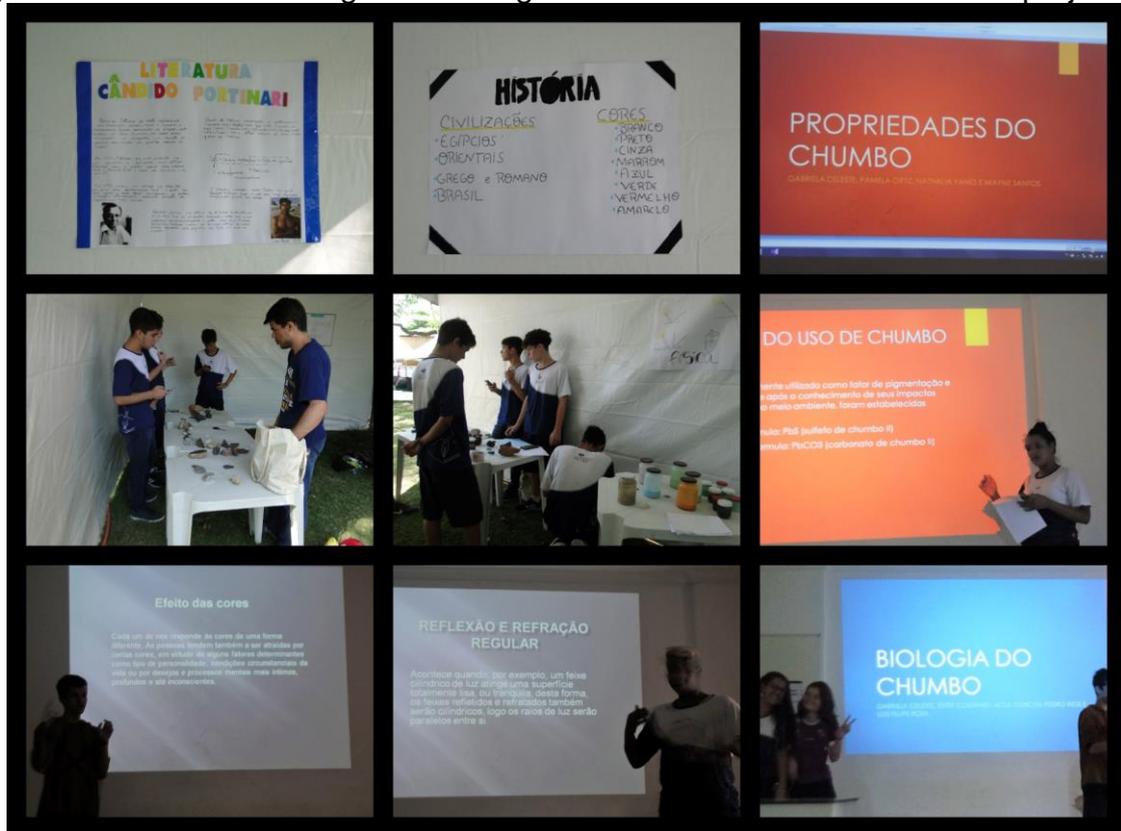
Os conteúdos abordados pelo grupo da temática Rochas minerais, apresentaram e fizeram uma pequena exposição de algumas amostras de minérios: galena, grafita, a aluminita, o calcário, piritita, granito, entre outros, fornecido pelo professor/colaborador de geografia. Os alunos classificaram os minerais em sedimentares, ígneas, metamórfica. Esta exposição foi orientada pelo professor de geografia na mostra cultural e científica. A apresentação tornou-se um dos momentos empolgantes para o grupo, a satisfação e feedback que eles recebiam dos que estavam visitando.

**ALUNO ES (2ºEM):** – com certeza fizeram a coisa toda acontecer e no fim, apesar do nervosismo, deu tudo certo e podemos ensinar para os que nos visitavam aquilo que a aprendemos.

**ALUNO PR (2ºEM):** – Foi muito bom conseguir compartilhar esses conhecimentos aprendidos no projeto para mais pessoas.

**ALUNO NY (2ºEM):** – Fomos elogiados por diversos pais e professores de um bom desempenho, cada um dos instantes durante todo o caminho do projeto.

Figura 69: Mosaico de fotografias de alguns momentos da culminância do projeto.



Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Os alunos trouxeram reflexões, por meio de suas apresentações, sobre a aplicação do chumbo na sociedade por meio da tecnologia trazendo melhorias e evolução. Retrataram também os impactos do meio ambiente e sua toxicidade para os trabalhadores ocupacional que estão em contato direto com as tintas, pintores, artistas, operador eletroeletrônico. As abordagens executadas nas intervenções pedagógicas e a problematização das temáticas, observamos que tornou o processo

de apresentar e expressar suas ideias e conteúdos pesquisados de uma maneira mais confiante, segura, alguns alunos apresentaram uma desenvoltura, mostrando competências de comunicação e empatia com o grupo de trabalho e com o público. Em todas as temáticas abordada, buscamos alcançar a alfabetização científica com enfoque CTS/CTSA. Os autores Reis, Galvão, Mortimer (2009), Leite (2012) *et al*, propõem e orientam sobre a educação CTS/CTSA em buscar de temáticas que possam nortear as pesquisas relacionadas as **questões ambientais e saúde**, citamos à toxicologia do chumbo (Pb) como um potencial debate sobre os impactos na saúde da sociedade e ambientais, como nos descartes de tintas, dos descartes equipamentos eletroeletrônicos, como por exemplo o óxido de chumbo (PbO) que melhoram as propriedades magnéticas do ímã e também utilizado como pigmento anticorrosivo. Em cosméticos, como o batom onde os metais proporcionam brilho e maior aderência na pele, gerando as cores mais acentuadas.

Além do chumbo (Pb) presente nas tintas, há possibilidade que as tintas possuir mais metais pesados na sua composição, como cádmio (Cd), níquel (Ni), titânio (Ti) e entre outros. Os autores ainda relacionam o **empreendedorismo**, onde abordamos as produções de tintas não tóxicas, como as tintas atuais orgânicas e que são menos tóxicas, para produções artísticas, na criação do próprio negócio ou para o próprio lazer. Neste sentido, desenvolvemos na oficina de produção de tintas artesanais, que poderiam ser comercializadas ou uso residencial. Realizamos nesta oficina a experiência de “de seguir os passos” do artista Portinari, na manipulação das tintas em busca da tonalidade desejada, por exemplo, nossa tinta amarela usamos açafraão como pigmento, anilina azul, pacotinhos sucos em pó foram vários, verde, roxo e vermelho, o pó de café obtemos a marrom, enquanto Portinari utiliza Carbonatos de chumbo (PbCO<sub>3</sub>), Sulfatos de chumbo (PbSO<sub>4</sub>), hidróxidos de chumbo (Pb(OH)<sub>3</sub>), cromatos de chumbo (PbCrO<sub>4</sub>), óxidos de chumbo (PbO), entre outras composições de pigmentos, como mostra a figura 70, onde a professora Dr(a). do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP), por meio de equipamento portáteis, como a fluorescência de raios X e espectroscopia Raman, efetuaram e analisaram a composição química e os elementos químicos presentes nas tintas dos quadros do artista Cândido Portinari, que manipulas combinando os materiais variados para criar a tonalidade da cor deseja, é o que relata a professora Márcia Rizzutt (2014). Aqui abordamos a semelhança em manipulação das tonalidades e obtenção das cores das

tintas, mais concentrada ou diluída, misturando tintas de outras cores obtemos as cores secundárias. Foi um momento de aprendizagem da química relacionada a artes e cultura.

Figura 70: Imagem das composições químicas dos pigmentos de Portinari

Cor	Composição Química
Amarelo Limão	$2\text{PbCrO}_4 \cdot \text{PbSO}_4$
Amarelo claro	$2,5\text{PbCrO}_4 \cdot \text{PbSO}_4$
Amarelo claro	$3\text{PbCrO}_4 \cdot 2\text{PbSO}_4$
Amarelo	$\text{PbCrO}_4$
Amarelo forte	$\text{PbCrO}_4$
Laranja	$\text{PbCrO}_4$
Laranja	$\text{PbCrO}_4 \cdot \text{PbO}$
Amarelo	$\text{ZnCrO}_4$
Amarelo	$\text{ZnCrO}_4 \cdot 4 \text{Zn(OH)}_2$
Amarelo	$\text{BaCrO}_4$
Amarelo	$\text{SrCrO}_4$
Vermelho	$25\text{PbCrO}_4 \cdot \text{PbMoO}_4 \cdot \text{PbSO}_4$

Fonte: Universidade de São Paulo – Departamento de Física – professora Dr.(a) Márcia Rizzutto

Abordamos também, um pouco **relações econômicas** (REIS, GALVÃO e MORTIMER, 2009), das novas tintas mais econômicas, menos tóxicas que envolvem as substâncias orgânicas com um teor mais alta e com teor de mais baixo as substâncias de pigmentação metálicos, apresentaram as mesmas características, resistentes, brilho e luminosidade. Abordamos conceitos, tanto quanto o possível, das práticas financeiras, de quanto mais tecnologia tiver a tinta mais cara se tornaria. Trabalhamos os saberes escolares interlaçando os conceitos populares, por exemplo, que tem que ficar 1 (um) dia inteiro fora de casa, depois da pintura, devido ao cheiro forte, relacionamos a tintas modernas que “hoje são antimofos, sem cheiro e no mesmo instante já podem se mudar, isso traz conforto, mas menos economia”.

Por fim, os aspectos que envolvem os saberes **relativos à sociedade**, discutimos as temáticas da cultura, abordando alguns quadros do artista Cândido Portinari, como a desigualdade social, ética, valores e cidadania, empregabilidade, preconceito. Este

tema nos ajudou na promoção da discussão em alguns aspectos, da própria tinta que possuem elementos químicos de metais pesados por pode acarretar doenças crônicas para artistas e trabalhadores do ramo de pintura que movem os setores industriais imobiliários, dos cosméticos que traz o brilho, charme e beleza nas pessoas, mas que podem ser contaminados pelo uso constante, citamos a fala da professora de biologia LO,

**Professora LO:** - *Vocês deveriam ler os rótulos das embalagens pois poderíamos ingerir ou usar algo que não seja bom para o organismo, por exemplo, o uso da tintura para cabelo vem escrito na embalagem, proibido em mulheres gestantes.*

A colocação da professora foi de um alerta social, em que os alunos adquiram atitudes, autonomia de tomarem as próprias decisões, conhecer sobre os perigos que estão inseridos no contexto de vida, por exemplo, nas tinturas para cabelo devido que sua composição química contendo elementos químicos metálicos pesados, como chumbo, entre outros como amônia e peróxido de hidrogênio que, usado com frequência, pode provocar algum tipo de doença no corpo. De acordo com a BNCC (2019, p. 319), se fundamenta que a área de ciências da natureza assumi o compromisso do letramento científico, onde compreenda e interprete situações que ocorrem no mundo, seja natural, social e tecnológico e tenha a capacidade de tomar decisão e transformá-lo com base nos referenciais teóricos aprendidos.

Figura 71: Subtemáticas dos GT estruturação a partir das abordagens CTS/CTSA



Fonte: Adaptação a partir da proposta de abordagem CST/CTSA (REIS, GALVÃO e MORTIMER, 2009)

## 7.2 DEBATE SOBRE O PIGMENTO DE CHUMBO

Ao pesquisar sobre o pigmento de chumbo, o controle ambiental, investimento em tecnologia do desenvolvimento de tintas, as leis que regulamentam e fiscalizam a dosagem ou teor de chumbo contido nas tintas em todos seguimentos: imobiliário, educacional, cosméticos, automobilístico, artísticos, no site do Ministério do Meio Ambiente (MMA). Abordamos em dois momentos com o grupo de trabalho (GT) e, em sala de aula, por alguns motivos simples mas importante: 1) No laboratório de ciências não tínhamos equipamentos como computador ou Datashow para passar as mensagens, gráfico e imagens relativos ao dados extraídos do site do MMA (<https://www.mma.gov.br/>); 2) Achamos por bem em não somente abordar para os grupos de trabalho (GT) da pesquisa, mas para os alunos das turmas do ensino médio do colégio, onde nas salas de aulas possuem Datashow com conectividade sem fio com *ipad*, tornando fácil o conteúdo que queremos transmitir; 3) O conteúdo é de extrema importância para ficar limitado apenas a um pequeno número de alunos; 4)

Podemos avaliar os alunos que fazem parte do grupo Quími-cores de como eles sobressaem em relação aos demais alunos não participante do grupo de trabalho.

Iniciamos a abordagem simples, nas salas de aulas, transmitindo e problematizando sobre o elemento químico chumbo (Pb), sua localização na tabela periódica, suas ligações tetravalentes, a utilização e aplicação nas industriais, nos limitamos aqui numa abordagem simples, devido que nosso objetivo é gerar discussão sobre pigmentos de chumbo utilizados nas tintas e nos cosméticos que estão inserido sociedade para comercialização. A Lei regulamentada pela ANVISA que permiti uma dosagem de chumbo nos produtos comercializados. Apresentamos um mosaico de imagens da figura 73, extraídas por meio de endereço eletrônico do site *google imagens* com o título *efeito tóxico do chumbo*, que foram organizadas por meio do aplicativo *Fotor*. As imagens revelam um conteúdo forte, provocado pela toxicidade do chumbo e outros metais pesados. Aplicações na agricultura, cosméticos e o acidente ocorrido em Mariana, Minas Gerais em 2015 com a lama do rejeito de minério. O efeito de intoxicação causados pelos metais que se acumulam no organismo, um exemplo do efeito tóxico provocado pelo chumbo é a doença denominada *gota*, que provoca acúmulos ácido úrico nas articulações, trazendo dores crônicas e inchaço.

Figura 72: Mosaico de fotografia, efeito tóxico do chumbo



Fonte: imagens extraídas do site google imagens. Efeitos tóxicos do chumbo.

Após relatar as situações que ocorrem em cada quadro do mosaico. Levantamos algumas questões, como o cidadão brasileiro está ciente do que acontece ao usar uma tinta ou cosméticos a base de pigmento de chumbo? Este argumento ficou para ser debatido em um próximo encontro. O objetivo foi de despertar a curiosidade do aluno e provocar uma reflexão.

Na segunda aula da mesma semana, criamos uma expectativa dos alunos que faziam parte do GT de pesquisa contribuíssem com mais eficácia e determinação, dos grupos de trabalho que foram mais argumentativos, promovendo mais debates foram os alunos da 2ª série. Nesta segunda aula, mostramos os gráficos extraídos do site MMA, citados nas figuras 22, 23 e 24 do item dessa dissertação 3.4.4, a partir da página 61, sobre o anteprojeto de lei do chumbo em tintas, pesquisa efetuada pelo MMA que se deu início de dezembro de 2017 e finalizando em março de 2018. Os gráficos mostraram as especialidades e o grau de escolaridade dos pesquisados, o número de participantes e o perfil do trabalhador do participante. Mostramos aos alunos a importância deste gráfico, discutimos a possibilidade da baixa participação: 1) o cidadão não tomou conhecimento da pesquisa de anteprojeto de lei elaborada pelo MMA, ou seja, não foi divulgado de maneira correta ou, 2) a falta de interesse do cidadão em se envolver no processo democrático da pesquisa, por não ter consciência da problemática do chumbo para sociedade.

As argumentações feitas na aula anterior, se o cidadão está consciente dos efeitos do chumbo, a maioria dos alunos que participaram do debate, a turma da 2ª série foi a que mais promoveu discussão, sendo crítico, até mesmo sendo político, argumentaram que muitos não são orientados, o que sabem e o que aprendem é por meio do uso de um computador ou celular, assistindo as reportagens. A maioria dos alunos desconhecem a presença do chumbo nos produtos inseridos na sociedade e do perigo de intoxicação, comentários deles de maneira geral. Debates sobre os órgãos fiscalizadores, como a ANVISA, que se utiliza da lei para verificar os produtos vendidos no Brasil, se tem procedência ou não, falamos da marca da ANVISA e do INMETRO, poucos sabiam da sua existência, o controle que esses órgãos fazem nos estabelecimentos, para garantir mais segurança para o consumidor. Os alunos que mais questionaram foram os da 2ª e 3ª séries, incluindo os alunos do GT “Químicos”, mostraram-se mais curiosos em relação a temática.

Vimos aqui uma oportunidade de debater com todos os alunos sobre questões que envolvem a problemática do chumbo enquanto a sua toxicidade para sociedade, as leis que regulamentam o uso e as informações necessárias que é de direito do cidadão. Apesar que nenhum dos alunos buscaram estas informações citadas, para pesquisarem e utilizarem como debates em seminários e na mostra cultural e científica, achamos que é de extrema importância deixar o que fizemos nas salas de aula, conscientizar e sensibilizar o aluno (FREIRE, 2004) no enfoque das questões sociocientíficas (SANTOS e AULER, 2002).

## **8. PRODUTO EDUCACIONAL**

O produto educacional desse trabalho é o Guia Didático de ensino de química, que é destinado aos profissionais da área de educação que atuam no segmento dos ensinos fundamental II e médio, a fim de orientar e subsidiar práticas pedagógicas abordando a temática do pigmento de chumbo, a química das tintas e das cores, toxicologia de chumbo, mineralogia química e um resumo da vida e obra de Cândido Portinari e sua intoxicação pelas tintas. Desenvolvido no colégio PIO XII. A proposta de intervenção pedagógica foi composta por momentos de práticas pedagógica desenvolvida durante a realização da investigação com 17 alunos participantes das atividades, composta por alunos do 9º ano e ensino médio. A intervenção foi aplicada e desenvolvida a metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos (APB), proposta de Bender (2014), Hernandez, Ventura (1998) *et al*, Abordagem Temática Freireana (ATF) baseada em Paulo Freire (2004), buscando a confluência no enfoque da educação CTS/CTSA (SANTOS, AULER, MORTIMER (2002) *et al*. Produzindo debates conexos e aproximação das fronteiras do conhecimento científicos e saberes escolares.

O Guia Didático não é direcionado somente para os professores de Ciências Naturais, mas, para todo professor que tenha interesse em desenvolver trabalhos de projetos, na metodologia da ABP, com base na abordagem temática freireana e no enfoque CTS/CTSA, para ser delineado ao projeto de vida dos alunos, para estabelecer uma articulação não somente com os anseios desses jovens em relação ao seu futuro. O produto educacional traz uma reflexão de uma possibilidade de intervenção e um desenvolvimento pessoal nos aspectos sociocientíficas, socioambiental, sociocultural e socioeconômica e também nos aspectos da saúde. Espera-se que as propostas

desenvolvidas nesse Guia Didático possam contribuir e auxiliar os professores sobre vários aspectos educacionais incluindo os conteúdos abordados: mistura de soluções, diluição das soluções, forças intermoleculares, funções químicas, tabela periódica; uma abordagem diferente, inovadora, problematizada e integrada nas proximidades das fronteiras das áreas do conhecimento. Esse produto educacional foi trabalhado em uma abordagem problematizadas em temas sociocientíficos, socioambientais, socioeconômicas e socioculturais e, em um estudo interdisciplinar e transdisciplinar na alfabetização científica apoiando-se na educação CTS/CTSA, para uma alfabetização científica e para que a ciência faça mais sentido para aluno, aprendendo e refletindo criticamente sobre sua vida em um contexto social.

## **9. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Como considerações finais, resgato os objetivos específicos da pesquisa que servem como eixos de pensamentos na organização das ideias. Desta maneira, apresento algumas considerações finais alinhadas aos objetivos específicos, a saber:

1. Estudar a aplicação da abordagem baseada em projetos (ABP), proposta por Bender (2014) e *et al*, como metodologia de ensino de química do chumbo, pigmentos de chumbo e fronteiras desse conhecimento, como a história de povos e suas culturas, os aspectos da saúde e sociocientíficos.

Na metodologia aplicada no ensino da intervenção escolar, desenvolvido no colégio da rede privada, PIO XII, se constituiu um desafio para potencializar as habilidades dos alunos por meio de abordagens pedagógicas adotadas no currículo escolar, expondo os conteúdos das ciências da natureza com os temas transversais, trans interdisciplinares e aproximação das fronteiras do conhecimento no enfoque CTS/CTSA, abordando temáticas freireana (ATF) e na aplicação da metodologia da ABP.

A discussão, reflexão, conscientização e sensibilização realizadas durante os encontros, seja como roda de conversa, ou seja, em oficinas, promoveram o desenvolvimento do pensamento crítico, pois os alunos passaram a ter uma visão diferenciada, proporcionando competência e habilidade que, aos poucos, perceberam a necessidade de identificar do que gostaria de trabalhar com a ciência em uma determinada temática. Percebemos uma desenvoltura nos alunos mediante as práticas pedagógicas abordadas durante o projeto de intervenção no colégio. As oficinas facilitaram para os alunos inserirem química, por meio de problematização contextualizada onde os alunos com mais experiência de conteúdo transmitiram e ensino ao aluno com menos experiência de conteúdo, mostrando a habilidade colaborativa e busca do conhecimento por si próprio.

2. Estudar a confluência teórico metodológico da educação CTS/CTSA, os aspectos da pedagogia da libertação de Paulo Freire (1987) e a pedagogia de projetos proposta por Bender (2014).

A possibilidade de se fazer do trabalho de pesquisa com projetos, Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), na abordagem temática freireana, na perspectiva da educação CTS/CTSA, nos abriu caminhos na construção do conhecimento, aprendizagem, conscientização, sensibilização em muitos aspectos, despertar no aluno a curiosidade, a tomada de decisão, o procedimento colaborativo, tanto por parte do aluno quanto do pesquisador/professor, perceber a necessidade de ser mediador do processo de construção do conhecimento na intervenção pedagógica, pois o que está em questão é a formação consciente, caráter, ética do cidadão, como cita Paulo Freire, em sua obra *Pedagogia do Oprimido* (2002), defende uma pedagogia onde o conhecimento, mediado pelo educador, adquirido pelo cidadão possa “emancipa-se”, “liberta-se” (FREIRE, 2002, p. 30) “[...] só faz sentido se os oprimidos buscarem a reconstrução de sua humanidade [...]”, promover no cidadão o desenvolvimento do raciocínio lógico do conhecimento a partir dos conteúdos, atribuindo valores, posturas pessoais diante do mundo e um sentimento de pertencimento na sociedade.

A elaboração e desenvolvimento do projeto, “Quími-cores”, nos trouxe muitas inquietações, uma ressignificação das relações com os alunos e colegas de trabalho

configurando como uma das principais ações de transformação da educação com vista na qualificação e capacitação de maneira ímpar de expor as aulas, da concepção da educação bancária (FREIRE, 2004), na quebra de paradigmas da educação tradicional, na transição metodológica de ensino, para os novos processos de ensino aprendizagem que a metodologia ABP nos proporcionou, nos trouxe mais liberdade, “emancipação”, a tomada de decisão, não somente por parte dos alunos, mas também para o pesquisador, as críticas e observações feitas pelo grupo transformou-se em motivação em continuar, contentamento durante o processo em perceber que a aplicação da metodologia da ABP proporcionou ao grupo maior interesse, curiosidade e desenvoltura, potencializando habilidades e competências. Neste sentido, à perspectiva pedagógica de projetos (HERNANDEZ e VENTURA, 1998), ABP (BENDER, 2014), que se caracteriza também em metodologia ativa e colaborativa, proposta da BNCC (2020), trazendo benefícios como autonomia, maior interação comunicativa e criatividade. Aproximação de diferentes áreas do conhecimento proporcionou outras formas de aprender e despertar interesses e curiosidade, cuja a prática promoveu o protagonismo do aluno.

3. Estudar a promoção da educação CTS/CTSA perpassando por diferentes aspectos sociocientíficos, socio tecnológicos, socioeconômicos, socioculturais e socioambientais, a partir da temática de química de pigmentos de chumbo, suas aplicações e intoxicações.

Na perspectiva da educação CTS/CTSA, com base em Santos e Motimer (2000), Auler e Bazzo (2001) foi possível produzir saberes, por meio da construção social da ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, partindo como base das questões sociocientíficas (QSC), por meio da temática problematizada, usada como uma metodologia de ensino, nos permitiu relacionar à vida cotidiana do aluno, ou seja, aproximar conteúdos de ciências a realidade, como a exemplo, o uso de tintas e cosméticos que utilizam os pigmentos coloridos para a estética do corpo, promovendo debates nos aspectos da teoria e da prática, com observações e reflexões, desta maneira, desenvolvemos no aluno conhecimentos conceituais por meio de abordagens de temas problematizadas das questões científicas (QSC), que acreditamos que esta abordagem além de aprender os conteúdos conceituais, facilitou a compreensão da existência da química no seu contexto de vida,

proporcionando um amadurecimento crítico com valores éticos, essenciais para sua própria formação, crescimento pessoal e coletivo, contribuindo para uma sociedade mais justa.

4. Desenvolver e construir um recurso didático a partir das experiências pedagógicas adquiridas ao longo da aplicação da intervenção na forma de um guia didático de ensino de química, para servir como material orientador para professores que desejarem produzir práticas semelhantes.

Compreender que somente obter informações dos conteúdos conceituais (ZABALA, 1998) abordados nos livros didáticos, não é suficiente para realizar reflexões sobre o mundo, pois mais importante do que saber, por exemplo, as funções químicas e suas fórmulas e composição de uma tinta, é saber que pode ser usado pelo homem, e este tomar a decisão de como proceder diante de situações, como descartar produtos que contém chumbo em sua composição.

O material elaborado como produto educacional, *Guia Didático*, se fundamenta nos pressupostos da pedagogia do oprimido e da libertação de Paulo Freire (2004), nas questões sociocientíficas, no enfoque da educação CTS/CTSA, Santos, Mortimer, Auler (2001), Aikenhed, Reis, Galvão (2003) *et al*, como ponto de apoio para orientar a pesquisa dessa dissertação, na criação de estratégias de ensino pela metodologia da ABP. Da mesma maneira, utilizamos para promover debates a partir de temas geradores (ATF) baseada em Freire (2004), por meio de problematizações, é possível desenvolver projetos educacionais desenvolvidos pelos próprios alunos, orientada pelo professor, que aborda o conteúdo programático dentro da sala de aula, como exemplos, as propriedades físico-química do chumbo, ligações químicas, cálculo do NOX, funções e composições químicas, entre outros conteúdos, por meio da problematização da temática do chumbo e associando e aproximando áreas de diferente conhecimento, como artes, geografia e biologia, o que facilitará a visão do aluno a ver a química por meio de abordagens por questões sociocientíficas inserida em seu contexto de vida, como por exemplo, a produção de acumuladores de energia (baterias), como são produzidas, como funcionam, são utilizados nos veículos automotores. Podemos abordar os aspectos socioambientais e da saúde, quando se descartam qualquer acumulador de energia em lixo comum. Abordando e

contextualizando para os alunos essas problematizações, e sugerindo que serão avaliados pelo que eles buscaram em suas pesquisas, apresentações dos seminários, os alunos irão pesquisar, elaborar desenvolvendo seus próprios temas, exercendo e tecendo seu próprio conhecimento autônomo e protagonista. Observamos que a aplicação da ABP proporcionou esta metodologia de ensino, promoveu debates em grupos, buscar soluções, organizar e desenvolver em equipes a logística das apresentações, a tomada de decisão, conscientização e sensibilização dos problemas ocasionado pelo chumbo. A ABP, promoveu nos alunos procedimentos colaborativos, ativos e comunicativos, percebemos uma mudança de atitudes na maioria dos alunos, mediante ao período que o projeto de intervenção Quími-cores ao longo da pesquisa e pelas as apresentações nos seminários e na mostra cultural científica. Foi possível avaliar os alunos de maneira subjetiva, mostrando seu desenvolvimento e sua desenvoltura ao longo do projeto, das suas habilidades procedimentais e atitudinais, apresentando aquilo que pesquisou dos conteúdos conceituais. De acordo com Zabala (1998), “[...] a avaliação é um elemento-chave de todo o processo de ensinar e aprender, sua função se encontra estritamente ligada à função que se atribui a todo o processo”.

As articulações das atividades propostas nas oficinas, seminários e mostra cultural, em toda intervenção os alunos foram avaliados. Desta forma a intervenção pedagógica aplicando a metodologia ABP, com temas problematizadas com abordagem ATF e no enfoque da educação CTS/CTSA, mostrou-se eficiente à medida que se soma diferentes procedimentos na construção do conhecimento pelos sujeitos, com autonomia no decorrer do processo. Levando-nos a acreditar que atribuir significado ao conhecimento é o meio mais próximo na construção dos saberes.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, J. Avaliação intelectual de crianças contaminadas por chumbo: um estudo comparativo. 2005. 75 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Filosofia e Ciências, 2005.

ARÊDES, A. C. M. Arte e estado. Portinari e sua correspondência como um espaço de sociabilidade intelectual (1920 – 1945). Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Humanas e Sociais. 2015.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento. Ciência e educação (Bauru). Volume 07, número 01, 2001.

AULER, D. Alfabetização Científico-Tecnológica: um novo “paradigma”? Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte – MG, v. 5, n. 1, p. 1-16, 2003.

BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo [1977]. Lisboa: Edições 70, 2000.

BENDER, William N. Aprendizagem Baseada em Projetos. Educação diferenciada para o Século XXI. Tradução: Fernando de Siqueira Rodrigues. Porto Alegre: Editora Penso. 2014. 159 p.

BERNARDO, H. C. Os Trabalhadores do café: análise de uma obra de Portinari. Universidade Estadual de Paulista. Instituto Belas Artes, 2012.

BONINI, M. P. – Pedagogia de Projetos nas Escolas de Ensino Fundamental: A Escola Marista. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, 2010.

BUCHMANN, G. C. – Comparação dos impactos ambientais de formulações de tintas com aplicação de avaliação do ciclo de vida. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, 2018, 180p.

BRASIL (1998). Ministério da Educação e Cultura (MEC). Parâmetros Curriculares Nacionais: Terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais. Brasília: Secretaria de Ensino Fundamental.

BRASIL, MMA, Ministério do Meio Ambiente, Portal do Governo Federal, disponível no endereço: <[www.mma.gov.br/informma/item/11618-participe-da-consulta-pública-chumbo-em-tintas](http://www.mma.gov.br/informma/item/11618-participe-da-consulta-pública-chumbo-em-tintas)>. Acesso em: junho de 2019.

CONRADO, D. M.; NETO, N. N.: Questões Sociocientíficas: Fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas – Salvador: EDUFBA, 2018, 57º p.

CORDEIRO, R.; FILHO, E. C. A inadequação dos valores limites de tolerância biológica para a prevenção da intoxicação profissional pelo chumbo no Brasil. Cadernos de Saúde Pública.v.11, p.177-186, 1995.

CROMATO DE CHUMBO (II), BRANCO DE CHUMBO e SULFATO DE CHUMBO II. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2017. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Cromato\\_de\\_chumbo\\_\(II\)&oldid=50242513](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Cromato_de_chumbo_(II)&oldid=50242513)>. Acesso em: maio e 2019.

CRUZ, A. J. As cores dos artistas. História e ciências dos pigmentos utilizados na pintura. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2004. e-BOOK. Disponível em:< <https://www.researchgate.net/publication/336074323>>. Acesso em: maio de 2019.

CUNHA, V. Tintas imobiliárias, Vernizes e Solventes. VIII Congresso Nacional de excelência em Gestão. 2012.

DAVYT, A.; VELHO, L. A avaliação da ciência e a revisão por pares: passado e presente. Como será o futuro? Artigo história da saúde – Manguinhos. Universidad de la República de Uruguay, 2000.

FABRIS, A. Cândido Portinari. Vol. 4. Edusp, 1996. Projeto Cândido Portinari, Vida e Obras de Cândido Portinari. Disponível em: <<http://www.portinari.org.br/>>. Acesso em: julho de 2019.

FAZENDA, J. M. R. Tintas e vernizes: Ciência e tecnologia. 3º Ed. São Paulo, Edgard Blücher, 2005. 1043p.

FRANCISCO, W.; JUNIOR, W. E. F.A química das tintas e dos pigmentos. Um tema gerador para o ensino e a problematização de aspectos científico-humanísticos. Educació Química EduQ número, Química i societat (2012).

FREIRE, Paulo. Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa. 28. ed. São Paulo/SP: Editora Paz e Terra, 2003.

FREIRE, Paulo. Pedagogia do Oprimido. 62. ed. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 2016.

FREITAS, D. Quanta ciência há no ensino de ciências. São Carlos: EduFSCar, 2008.

FENACEB - Programa Nacional de Apoio às Feiras de Ciências da Educação Básica. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. 84 p.: il. color.

GADOTTI, M. Perspectivas atuais da educação. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

GARCIA, Rafael. Traços ocultos de Portinari. Pesquisa FAPESP. São Paulo, fev. de 2019. Edição 276. Disponível em < <https://revistapesquisa.fapesp.br/tracos-ocultos-de-portinari/>>. Acesso em: 28 de jun. de 2019.

GATTI, B. A. Grupo focal em ciências sociais e humanas. Brasília: Líber Livro, 2012.

GALVÃO, C.; REIS, P.; FREIRE, S. A Discussão de controvérsias sociocientíficas na formação de professores. 1 Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. Alameda da Universidade - Lisboa, Portugal, 2011.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa Social. Editora Atlas S.A., São Paulo. 6ª Edição, 2008.

GOETHE – Teoria das Cores – disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Teoria\\_das\\_cores](https://pt.wikipedia.org/wiki/Teoria_das_cores)>. Acesso em: novembro de 2019.

HALLIDAY, D. RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos de Física - Óptica e Física Moderna, v.4, 8ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

HERNÁNDEZ, F. Transgressão e mudança na escola: os projetos de trabalho. Porto Alegre: Artmed, 1998.

HERNÁNDEZ, F.; VENTURA, M. A organização do currículo por projetos de trabalho: o conhecimento é um caleidoscópio. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

HÚMER, N. Cândido Portinari: Vida e obra. São Paulo: CEDIC, 2007

JESUS, C. P. F. Educação CTS/CTSA Baseada em Paulo Freire: Produção de Saberes de Ciências Biológicas e Geociências no Ensino Médio no Noroeste Capixaba. Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, Espírito Santo, 2017.

KAWAMURA, M. R. D.; HOSOUME, Y. A contribuição da Física para um novo ensino médio. Física na Escola, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 22-27, 2003.

KRAISIG, A. R.; BRAIBANTE, M. E. F.; “A Química das Cores”: Uma oficina temática para o ensino e aprendizagem de Química. Ciência e Natura, 2017.

MARTINS, G. B. C.; SUCUPIRA, R. R.; SUAREZ, P. A. Z. A Química e as Cores. *Rev. Virtual Quim.*, 2015. Acesso novembro de 2019. Disponível em: <<http://www.uff.br/rvq>>. Acesso em: outubro de 2019.

MARTÍNEZ, L. F. P. Questões sociocientíficas na prática docente: Ideologia, autonomia e formação de professores. São Paulo: Editora UNESP, <<http://books.scielo.org>>.2012. e-Livro ISBN 978-85-3930-354-0.

MENDES, R.; DIAS, E. C. – Da medicina do trabalho à saúde do trabalhador. *Revista Saúde Pública*, São Paulo, 341-9, 1991.

MELLO, V. M.; SUAREZ, P. A. Z. – As formulações de tintas expressivas através da história. *Revista virtual de química. Sociedade Brasileira de química*. 2012.

MENEZES, E. T.; SANTOS, T. H. Verbete método dos projetos. *Dicionário Interativo da Educação Brasileira – Educabrazil*. São Paulo: Midiamix, 2001. Disponível em: <<https://www.educabrazil.com.br/metodo-dos-projetos/>>. Acesso em: julho de 2019.

MÓL, A. de S. – “Utilização de Porcelanato em Utensílios Para Cocção – Análise e Seleção de Materiais” – Belo Horizonte, 2005.

MORAES, Roque. Debatendo o ensino de Ciências e as Feiras de Ciências. *Boletim Técnico do PROCIRS*. Porto Alegre, V. 2, n. 5, 1986. p.18-20.

MOREIRA F. R.; MOREIRA J. C. - Os efeitos do chumbo sobre o organismo humano e seu significado para a saúde. *Ver Panam Saúde Pública*. 2004;15 (2):119–29

MORTIMER, E. F., MACHADO, A. H., ROMANELLI, L. I. (1998). *Proposta curricular - Química: fundamentos teóricos*. Belo Horizonte: Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais.

MUNHOZ, P. M. *Monitoramento Ambiental em Região Contaminada por Chumbo*. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. UNESP, 2010.

NASCIMENTO, C. A.; SGARBI, A. D. *Sugestões sobre como planejar e organizar uma Feira de - Ciências no âmbito escolar – Vitória: Editora IFES*, 2014.

NASTARI, D. M. *A gênese da coleção de arte brasileira do MoMA: A década de 1940, Portinari e artistas seguinte*. São Paulo, USP, 2016.

NETO, A. R. M. Pigmentos minerais "in natura" e sua aplicação nas artes plásticas no Brasil: um recorte. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 1995.

NETO, C. Z. Física Vivencial: uma aventura do conhecimento. Instituto Galileu Galilei para a Educação (IGGE): São Paulo, 2010.

OLIVEIRA, K. A. S.; A Concepção de infância retratada nas obras de Cândido Portinari. UFG. Programa de pós-graduação em educação. 2007.

OLIVEIRA, N. A.; MATTAR, J. *Folhatim Lorenianas: Aprendizagem Baseada em Projetos, Pesquisa e Inovação responsáveis na educação*. Revista e-Curriculum, São Paulo, v.16, n.2, e-ISSN: 1809-3876 Programa de Pós-graduação Educação: Currículo – PUC/SP, 2018.

OLIVEIRA, A. C. A química no ensino médio e a contextualização: Fabricação de sabão como tema gerador de ensino aprendizagem. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Programa de pós-graduação em ensino de ciências naturais e da matemática. Natal, 2005.

PAZ, E. H. Portinari em retrato: Uma escrita de si em letra e imagem. PUC – RIO, 2012.

PANTAROTO, H. L.; Uma Análise da Utilização do Chumbo na Produção de Baterias e suas Implicações Ambientais. Universidade Metodista de Piracicaba, UNIMEP, SP, 2008.

PEDROSA, I. Da cor a cor inexistente. Rio de Janeiro, Léo Christiano Editorial Ltda./ EDUFF 8º Edição – 2002.

PEIXOTO A.; FERREIRA, D. MATTOS, I. Catálogo de Minerais do Laboratório de Mineralogia. Universidade Federal do Ceará Centro de Ciências Departamentos de geologia. 2016.

PINHEIRO, A. N. A química dos pigmentos. Universidade Estadual em química, UNICAMP, 2008.

POLITO, G. Principais Sistemas de Pinturas e suas Patologias. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Escola de Engenharia, depto. de Engenharia de Materiais e Construção, 2006.

PROJETO PORTINARI. “Viagem ao mundo de Candinho”. Acesso no endereço eletrônico <<http://www.artigos.com/artigos-academicos/19622-breve-analise-de-algumas-obras-de-candido-portinar>>. Acesso em: maio de 2019.

Propriedade físico-química do chumbo; Instituto de Chumbo e Zinco – ICZ. Disponível em: <<http://www.icz.org.br/chumbo-caracteristicas-tecnicas.php>>. Acesso em: julho de 2019.

REIS, R. F.; A importância da tinta líquida industrial. Universidade Cândido Mendes – RJ, 2012.

REIS, P. G. R., GALVÃO, C. Os professores de Ciências Naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos. Revista eletrônica de Enseñanza de las Ciências, 2008.

RIBEIRO, A. R.; *ET ALL.*; Luz: história, Natureza e Aplicações. Departamento de Física e Astronomia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Portugal. Artigo 6. V.39.

RIBEIRO, M. C. S. As cores e a Visão e a Visão das Cores. Universidade da Beira Interior - Faculdade de Ciências da Saúde. Covilhã, Portugal. 2011

RIZZUTTO, M. Técnicas Físicas Utilizadas no Estudo de Objetos de Artes, Arqueológicos e do Patrimônio Cultural. Instituto de Física - USP, IF, Brasil. 2014.

ROCHA, R.; PEZZINI, M. F.; POETA, J. - Fontes de contaminação pelo chumbo e seus efeitos tóxicos na saúde ocupacional. Artigo. Revista Ciência e Movimento. Universidade Católica de Brasília (PUC), 2017. Disponível em: <<https://portalrevistas.ucb.br/index.php/RBCM/issue/archive>>. Acesso em: março de 2019.

RODRIGUES, R. M. Fitorremediação por meios de plantas ornamentais para recuperação de áreas urbanas contaminadas com chumbo. Maringá-Pr. Unicesumar, 2016.

ROMERO, A. GIMÉNEZ, M. Cândido Portinari – De Artes y Pasiones. Buenos Aires, 2005.

ROSA, Nereide Schilaro Santa. Candido Portinari. Coleção Mestres das Artes no Brasil. São Paulo: Moderna, 1999.

ROSADO, A.; História da arte técnica: Um olhar contemporâneo sobre a práxis das Ciências humanas e naturais no estudo de pinturas sobre tela e madeira. UFMG, 2011.

SANTOS, M. R. A pedagogia de projetos: de sua formulação inicial a sua re-significação na educação infantil atual. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, 2007.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CST/CTSA no contexto da educação brasileira. Artigo, Belo Horizonte, 2000.

SANTIN, G. C.; AHLERT, E. M. Aplicação da metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos em curso de educação profissional. Universidade do Vale do Taquari. Rio Grande do Sul, 2017.

SANTOS, A. B. Feiras de Ciência: Um incentivo para desenvolvimento da cultura científica. Rev. Ciênc. Ext. v.8, n.2, p.155-166, 2012.

SILVA, F. W. O. da. A Evolução da Teoria Ondulatória da Luz e os Livros Didáticos. Revista Brasileira de Ensino de Física, Campinas, v. 29, n. 1, p. 149-159, 2007.

SILVEIRA, M. V. A percepção da cor – abordagens didáticas para o ensino. Universidade Federal do Rio de Janeiro – Instituto de Física, 2016.

SOBRAL, L. G. S. *et al.* Metalurgia do chumbo: processos de produção e refino. In: Projeto Santo Amaro - BA, aglutinando ideias, construindo soluções: diagnósticos. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2012. Cap.12, p.150-173.

SOLINO, A. P.; GEHLEN, S. T. O papel da problematização freireana em aulas de ciências/física: articulações entre a abordagem temática freireana e o ensino de ciências por investigação. Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus, BA, Brasil, 2015.

SOUZA, I. D. Mapa Metabólico da intoxicação por chumbo. Instituto MetrÓpole Digital. Programa de pós-graduação em Bioinformática. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2017.

SOUZA, V. A. Oficinas pedagógicas como estratégia de ensino: Uma visão dos futuros professores de ciências naturais. Curso de Licenciatura em Ciências Naturais. UnB, Planaltina, Brasília, 2016.

STORI, N.; MARANHÃO, R. A. A questão racial nas obras de Cândido Portinari. Universidade Presbiteriana Mackenzie. Centro de Educação, filosofia e teologia. Programa de pós-graduação em educação, 2018.

VIEIRA, T. M. Avaliação físico-química, ecotoxicológica e biorremediação microbiológica de bases e pigmentos de tintas acrílicas. Universidade Federal de Goiás. Programa de pós-graduação em ciências ambientais, 2016.

ZABALA, A. A prática educativa: como ensinar; Livro traduzido por Emani F. da F. Rosa – Porto Alegre: Artmed, 1998.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – Carta de anuência para desenvolver a pesquisa.

  
**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
**CAMPUS VILA VELHA**  
Avenida Ministro Salgado Filho, 1000 – Soteco – 29106-010 – Vila Velha – ES  
Tel. (27) 3149 – 0700

**CARTA DE ANUÊNCIA PARA DESENVOLVER  
A PESQUISA NO COLÉGIO PIO XII**

Vila Velha, Espírito Santo, 28 de maio de 2019

Autorizo a realização da pesquisa intitulada **"PIGMENTOS DE CHUMBO APLICADO NO ENSINO MÉDIO: APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS DE QUÍMICA"**, coordenada pelo pesquisador *Welber Gomes Calazans*, sob orientação do professor *Dr. Sidnei Quezada Meireles Leite*, em conformidade com os objetivos e metodologias previamente apresentados.

Esta autorização está condicionada ao cumprimento do pesquisador aos requisitos da resolução 466/12 e suas complementares, exclusivamente para os fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades. Antes de iniciar a coleta de dados o pesquisador deverá apresentar a esta instituição de ensino o parecer consubstanciado devidamente aprovado, emitido por comitê de ética em pesquisa envolvendo seres humanos, credenciado ao sistema CEP/CONEP.

Atenciosamente,

  
\_\_\_\_\_  
Solaine Favaro Chibib  
Direção Pedagógica

"Colégio Pio XII"

Reconhecimento: Res. CEE/ES Nº 017/2000 de 17/10/00  
Autorização do Ens. Fund. - Séries iniciais e Ensino M: d:  
Res. CEE/ES Nº 21/1992 de 30/09/92  
Autorização do Ens. Fund. - Séries finais:  
Res. CEE/ES Nº 130/1996 de 25/10/96  
Mantenedora:  
Sociedade Educacional Capixaba

**INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO - CAMPUS VILA VELHA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO – MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA**  
Avenida Ministro Salgado Filho, 1000 – Soteco – 29106-010 – Vila Velha – ES  
Tel. (27) 3149 – 0700

## APÊNDICE B – Questionário Aplicado aos Alunos – Perfil do aluno

### QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS - QUESTIONÁRIO ANÔNIMO

**1. EM QUE ANO VOCÊ INGRESSOU NESTA ESCOLA?**

Fundamental II

(A) 7º ano

(B) 8º ano

(C) 9º ano

Ensino Médio

(A) 1ª Série

(B) 2ª Série

(C) 3ª Série

**2. QUANTO TEMPO ESTÁ NESTA INSTITUIÇÃO?**

A) estudo a menos de 2 anos.

B) estudo de 2 a 5 anos.

C) estudo a mais de 5 anos.

D) recém matriculado até 2 anos.

**3. QUANDO TERMINAR O ENSINO MÉDIO, VOCÊ PRETENDE:**

(A) Desejo fazer um curso de graduação numa Faculdade/Universidade/IFES, sem trabalhar.

(B) Desejo fazer um curso de graduação numa Faculdade/Universidade/IFES, trabalhando.

(C) Desejo fazer um curso Técnico, sem trabalhar.

(D) Desejo fazer um curso Técnico, trabalhando.

(E) Desejo trabalhar.

(F) Desejo estudar e trabalhar.

(G) Não sei dizer.

**4. SE PRETENDER A DAR CONTINUIDADE AOS SEUS ESTUDOS, EM QUAL ÁREA GOSTARIA DE ATUAR?**

Ciências da Natureza

Códigos e Linguagem

Ciências Humanas

**5. EM RELAÇÃO A APRESENTAÇÃO DE TRABALHOS:**

gosta de apresentar

não gosta de apresentar

**6. EM RELAÇÃO A PROJETOS EDUCACIONAIS (EVENTOS CULTURAIS), VOCÊ ACHA:**

Que oferece inúmeros benefícios para a continuidade acadêmica;

Que aumenta a participação dos alunos;

Que reduz a evasão escolar;

Que estimula a capacidade de aprendizagem cooperativa e melhora o desempenho escolar.

**7. ATUALMENTE PARTICIPA DE ALGUM PROJETO, EVENTO EDUCACIONAL NA INSTITUIÇÃO ESCOLAR?**

Sim

Não, mas gostaria

Não. Sem interesse

**8. SE A RESPOSTA DA QUESTÃO 7 FOI SIM, QUAL O PROJETO EM QUE PARTICIPA?**

**9. QUAL A IMPORTÂNCIA DA ESCOLA PARA O SEU FUTURO?**

(A) Não possui importância

(B) Pouca importância

(C) Importante

(D) Decisiva

**CONSIDERANDO ESTE ANO ESCOLAR, ASSINALE:**

Disciplinas	Qui	Fis	Bio	Mat	Línguas	Hist.	Geo
10. Disciplinas que tenho mais dificuldade	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)
11. Disciplinas que tenho mais facilidade	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)
12. Disciplinas que mais gosto	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)
13. Disciplinas que menos gosto	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)
14. Disciplinas que acho mais importantes	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)
15. Disciplinas que acho menos importantes	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)

COM QUE FREQUÊNCIA VOCÊ FAZ AS SEGUINTE COISAS: (Marque apenas UMA OPÇÃO em cada linha)	Nunca	Algumas vezes	Frequentemente
16. Faz as tarefas escolares passadas para casa	(A)	(B)	(C)
17. Entrega as circulares da escola para seus responsáveis	(A)	(B)	(C)
18. Assiste filmes relacionados aos conteúdos vistos em aula	(A)	(B)	(C)
19. Lê de novo em casa o conteúdo das aulas	(A)	(B)	(C)
20. Discute ou tira dúvidas com outros colegas	(A)	(B)	(C)
21. Consulta dicionários, atlas ou enciclopédias	(A)	(B)	(C)
22. Refaz questões que erra em exercícios e avaliações	(A)	(B)	(C)

23. Pesquisa na internet conteúdos vistos durante as aulas	(A)	(B)	(C)
24. Participa de projetos ou atividades extraclasse	(A)	(B)	(C)
25. Prefere realizar os trabalhos em grupo	(A)	(B)	(C)
26. Prefere realizar os trabalhos individualmente	(A)	(B)	(C)

<b>COMO VOCÊ CLASSIFICA SEU CONHECIMENTO EM LÍNGUAS ESTRANGEIRAS:</b> (Marque apenas UMA OPÇÃO em cada linha)	<b>Bom</b>	<b>Razoável</b>	<b>Fraco</b>	<b>Nenhum</b>
31. Inglês	(A)	(B)	(C)	(E)
32. Francês	(A)	(B)	(C)	(E)
33. Espanhol	(A)	(B)	(C)	(E)

#### **SOBRE VOCÊ**

**1. QUAL É O SEU SEXO?**

(A) masculino (B) feminino

**2. COMO VOCÊ CLASSIFICARIA SUA COR, SEGUNDO AS CATEGORIAS USADAS PELO IBGE?**

(A) Branca (B) Parda (C) Indígena (D) Preta (E) Oriental

**3. QUAL É SUA DATA DE NASCIMENTO? (Indique o dia, o mês e o ano)**

**4. EM QUE BAIRRO VOCÊ MORA**

(A) Região A de Cariacica (C) Região B de Cariacica (E) Cariacica Sede  
(B) Viana (D) Vitória (F) Serra (G) Vila Velha

**5. (OPCIONAL: QUAL É O SEU NOME COMPLETO?)**

## APÊNDICE C – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE do aluno.



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO - CAMPUS VILA VELHA**  
Avenida Ministro Salgado Filho, 1000 – Soteco – 29106-010 – Vila Velha – ES

### **TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)** **(PARA MENORES DE 18 ANOS - Resolução 466/12)**

Querido estudante \_\_\_\_\_, eu Welber Gomes Calazans, CPF. 031.814.797-13, gostaria de convidá-lo para participar como voluntário (a) da pesquisa de minha responsabilidade, intitulada: **“PIGMENTOS DE CHUMBO APLICADO NO ENSINO MÉDIO: APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS DE QUÍMICA”**. Resido no endereço Rua Trinta, nº 187, Bairro Santa Mônica Popular, Vila Velha – ES, CEP 29.105.500, e-mail profwelbergc@hotmail.com, Cel.: (27) 99932-5460. Também participa desta pesquisa o orientador: Professor Dr. Sidnei Quezada Meireles Leite, telefone para contato: (27) 99952-9397, e-mail sidneiquezada@gmail.com.

O projeto pedagógico da feira científica e cultural, “Quími-cores”, além de expor trabalhos realizados durante o ano por nossos alunos, é para grande parte dos nossos futuros jovens cientistas, uma oportunidade de apresentar o que pesquisou e no que trabalhou, o que tornará gratificante o processo de desenvolvimento do projeto, pois a pesquisa é feita em grupos pequenos onde todos terão abertura para opinar e criticar, isso leva ao conhecimento, o crescimento cognitivo e a oportunidade de escolher uma carreira.

O projeto “Quími-cores” se apresenta como uma oportunidade em três áreas de atuação da educação, ciências da natureza, código e linguagens e nas ciências humanas. A pesquisa do conhecer corpo humano e suas limitações. A formação das cores por meio das tintas, processos físicos e químicos. As rochas minerais. Conhecendo por meio da história das civilizações, gregas, romanas, persas, chinesa. As tintas que produziram e ainda produzem artes, quadros, poemas e expressões.

Um projeto social e dinâmica, centrada na criatividade, envolvimento e dedicação pelos discentes e também pelos docentes, ou seja, engloba toda comunidade escolar. Por este motivo se faz necessário a participação dos alunos interessados em reuniões semanais em grupo de trabalhos, organizados em equipes, a participarem de palestras, visitas em campo, oficinas, cumprir o plano estratégico e metodológico previsto no projeto “Quími-cores”.

O projeto “Quími-cores” tem como benefício promover uma educação mais significativa, potencializando assim a tomada de consciência do aluno e, posteriormente, de decisões que um educando faz em sala de aula e na sua própria vida. Oportunizando uma autonomia nas decisões, desenvolvendo um espírito crítico e participativo.

Os riscos mínimos de participação na pesquisa referem-se, por exemplo, ao constrangimento de algum estudante ao responder o questionário diagnóstico. Mas vale deixar claro que as perguntas feitas no questionário são simples, relacionadas ao cotidiano dos estudantes e ainda assim, caso eles não saibam responder poderão deixar em branco. Além disso, os estudantes não precisarão identificar-se no questionário. Teremos mini oficinas de extração e preparação de pigmentos de base natural, ou seja, não serão tintas industriais com base em substâncias inorgânicas e orgânicas, como solventes: álcool, chumbo, éter, cetona, gasolina, nenhum material nocivo ao ser humano, portanto, não haverá risco algum ao entrar em contato com materiais naturais. Caso aconteça algum problema teremos à disposição uma equipe preparada de primeiros socorros disponibilizada pelo município de Vila Velha. Os espaços de físico onde ocorre o projeto, as oficinas, o desenvolvimento da mostra científica e cultural, estão situados em região próxima da área urbana, mesmo assim, caso haja algum incidente essa mesma equipe auxiliará nos primeiros socorros, e caso haja necessidade, o pesquisador responsável entrará imediatamente em contato telefônico com os serviços públicos de urgência e emergência disponíveis no município: 192 (Pronto Socorro) ou 193 (Corpo de Bombeiros Militar). Você não pagará nenhum valor para participar do projeto, das oficinas e da mostra cultural. Quanto à relação estabelecida entre investigador e participante, essa será de forma profissional, sem qualquer envolvimento emocional, privilegiando o respeito ao próximo, companheirismo, honestidade, responsabilidade, valores morais e éticos esperados numa relação aluno-professor. A pesquisa proposta tem como benefícios promover uma educação mais significativa, potencializando assim a tomada de consciência do aluno e, posteriormente, de decisões que um educando faz em sala de aula e na vida. Oportunizando uma autonomia nas decisões, desenvolvendo um espírito crítico e participativo. As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa como gravações, entrevistas, fotos e filmagens etc. ficarão armazenados em computador da instituição sob a responsabilidade do pesquisador, pelo período mínimo de 5 anos. Você não pagará nada para participar desta pesquisa, também não receberá nenhum pagamento para a sua participação, pois é voluntária. Caso este Termo de Consentimento contenha informação que não seja compreensível, as dúvidas podem ser tiradas com o pesquisador, e apenas ao final, quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde

com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma via será entregue a você e a outra ficará com o pesquisador responsável. Você é livre para decidir participar. Caso não aceite, não haverá problema algum, tendo o direito de desistir em qualquer momento da pesquisa. Este documento passou pela aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos – CEP do IFES que está no endereço: (Av. Rio Branco, no 50 – Santa Lúcia – Vitória – ES – CEP: 29056-255 Tel: (27) 3357-7518 e 3357-7530 E-mail: (etica.pesquisa@ifes.edu.br).

Caso aceite contribuir com a pesquisa, poderá preencher os dados a seguir:

Eu, \_\_\_\_\_, portador do RG nº \_\_\_\_\_, confirmo que o pesquisador Welber Gomes Calazans, explicou-me os objetivos desta pesquisa, bem como, a forma de participação. Eu li e compreendi este Termo de Consentimento, portanto, eu concordo em participar como voluntário da pesquisa.

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura do participante

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Pesquisador Responsável

## APÊNDICE D – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE do Responsável



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO - CAMPUS VILA VELHA**  
Avenida Ministro Salgado Filho, 1000 – Soteco – 29106-010 – Vila Velha – ES

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA RESPONSÁVEL/REPRESENTANTE LEGAL- Resolução 466/12)**

Caro Responsável/Representante Legal:

Gostaríamos de obter o seu consentimento para o menor \_\_\_\_\_, participar como voluntário da Pesquisa de minha responsabilidade, intitulada: **“PIGMENTOS DE CHUMBO APLICADO NO ENSINO MÉDIO: APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS DE QUÍMICA”**, que será desenvolvida no colégio PIO XII. Resido no endereço Rua 30 (TRINTA), nº 187, Bairro Santa Mônica Popular, Vila Velha-ES, CEP 29.105.500, e-mail profwelbergc@hotmail.com, Cel.: (27) 99321-5460. Participa desta pesquisa o orientador: professor Dr. Sidnei Quezada Meireles Leite. Telefones para contato: (27) 99952-9397, e-mail sidneiquezada@gmail.com.

O projeto pedagógico da feira científica e cultural, *“Quími-cores”*, além de expor trabalhos realizados durante o ano por nossos alunos, é para grande parte dos nossos futuros jovens cientistas, uma oportunidade de apresentar o que pesquisou e no que trabalhou, o que tornará gratificante o processo de desenvolvimento do projeto, pois a pesquisa é feita em grupos pequenos onde todos terão abertura para opinar e criticar, isso leva ao conhecimento, o crescimento cognitivo e a oportunidade de escolher uma carreira.

O projeto *“Quími-cores”* se apresenta como uma oportunidade nas três áreas de atuação da educação, ciências da natureza, código e linguagens e nas ciências humanas. A pesquisa do conhecer corpo humano e suas limitações. A formação das cores por meio das tintas, processos físicos e químicos. As rochas minerais. Conhecendo por meio da história das civilizações, gregas, romanas, persas, chinesa. As tintas que produziram e ainda produzem artes, quadros, poemas e expressões.

Um projeto social e dinâmica, centrada na criatividade, envolvimento e dedicação pelos discentes e também pelos docentes, ou seja, engloba toda comunidade escolar. Por este motivo se faz necessário a participação de alunos interessados em desenvolver o projeto em reuniões semanais em grupo de trabalhos, organizados em equipes, assistirem palestras, visitas em campo, oficinas, cumprir o plano estratégico e metodológico previsto no projeto *“Quími-cores”*.

O projeto *“Quími-cores”* tem como benefício promover uma educação mais significativa, potencializando assim a tomada de consciência do aluno e, posteriormente, de decisões que que um educando faz em sala de aula e na sua própria vida. Oportunizando uma autonomia nas decisões, desenvolvendo um espírito crítico e participativo.

Os riscos mínimos de participação na pesquisa referem-se, por exemplo, ao constrangimento de algum estudante ao responder o questionário diagnóstico. Mas vale deixar claro que as perguntas feitas no questionário são simples, relacionadas ao cotidiano dos estudantes e ainda assim, caso eles não saibam responder poderão deixar em branco. Além disso, os estudantes não precisarão identificar-se no questionário. Teremos mini oficinas de extração e preparação de pigmentos de base natural, ou seja, não serão tintas industriais com base em substâncias inorgânicas e orgânicas, como solventes: álcool, chumbo, éter, cetona, gasolina, nenhum material nocivo ao ser humano, portanto, não haverá risco algum ao entrar em contato com materiais naturais. Caso aconteça algum problema teremos à disposição uma equipe preparada de primeiros socorros disponibilizada pelo município de Vila Velha. Os espaços de físico onde ocorre o projeto, as oficinas, o desenvolvimento da mostra científica e cultural, estão situados em região próxima da área urbana, mesmo assim, caso haja algum incidente essa mesma equipe auxiliará nos primeiros socorros, e caso haja necessidade, o pesquisador responsável entrará imediatamente em contato telefônico com os serviços públicos de urgência e emergência disponíveis no município: 192 (Pronto Socorro) ou 193 (Corpo de Bombeiros Militar). Você não pagará nenhum valor para participar do projeto, das oficinas e da mostra cultural. Quanto à relação estabelecida entre investigador e participante, essa será de forma profissional, sem qualquer envolvimento emocional, privilegiando o respeito ao próximo, companheirismo, honestidade, responsabilidade, valores morais e éticos esperados numa relação aluno-professor. A pesquisa proposta tem como benefícios promover uma educação mais significativa, potencializando assim a tomada de consciência do aluno e, posteriormente, de decisões que um educando faz em sala de aula e na vida. Oportunizando uma autonomia nas decisões, desenvolvendo um espírito crítico e participativo. As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa como gravações, entrevistas, fotos e filmagens etc. ficarão armazenados em computador da instituição sob a responsabilidade do pesquisador, pelo período mínimo de 5 anos. Você não pagará nada para

participar desta pesquisa, também não receberá nenhum pagamento para a sua participação, pois é voluntária. Caso este Termo de Consentimento contenha informação que não seja compreensível, as dúvidas podem ser tiradas com o pesquisador, e apenas ao final, quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas (2) vias, uma via será entregue a você e a outra ficará com o pesquisador responsável. Você é livre para decidir participar. Caso não aceite, não haverá problema algum, tendo o direito de desistir em qualquer momento da pesquisa. Este documento passou pela aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos – CEP do IFES que está no endereço: (Av. Rio Branco, no 50 – Santa Lúcia – Vitória – ES – CEP: 29056-255 Tel: (27) 3357-7518 e 3357-7530 E-mail: (etica.pesquisa@ifes.edu.br).

Caso aceite contribuir com a pesquisa, poderá preencher os dados a seguir:

Eu, \_\_\_\_\_, portador do RG nº \_\_\_\_\_, confirmo que o pesquisador Welber Gomes Calazans, explicou-me os objetivos desta pesquisa, bem como, a forma de participação. As alternativas para a participação do menor \_\_\_\_\_ também foram discutidas. Eu li e compreendi este Termo de Consentimento, portanto, eu concordo em dar meu consentimento para o menor participar como voluntário desta pesquisa.

\_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Assinatura do responsável ou representante legal

Assinatura do Pesquisador Responsável

## APÊNDICE E – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE do Professor



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO - CAMPUS VILA VELHA**  
Avenida Ministro Salgado Filho, 1000 – Soteco – 29106-010 – Vila Velha – ES

### **TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)** **(PARA MAIORES DE 18 ANOS ou EMANCIPADOS - Resolução 466/12)**

Ao professor \_\_\_\_\_, eu Welber Gomes Calazans, CPF. 031.814.797-13 e Identidade 1.134.834 – ES, gostaria de convidá-lo para participar como voluntário (a) da pesquisa de minha responsabilidade, intitulada: **“PIGMENTOS DE CHUMBO APLICADO NO ENSINO MÉDIO: APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS DE QUÍMICA”**. Resido no endereço Rua Trinta, nº 187, Bairro Santa Mônica, Vila Velha-ES, CEP 29.105.500, e-mail profwelbergc@hotmail.com, Cel.: (27) 9932-5460. Também participa desta pesquisa o orientador: Professor Dr. Sidnei Quezada Meireles Leite, telefone para contato: (27) 99952-9397, e-mail sidneiquezada@gmail.com.

O projeto pedagógico da feira mostra científica e cultural, **“Quími-cores”**, além de expor trabalhos realizados durante o ano por nossos alunos, é para grande parte dos nossos futuros jovens cientistas, uma oportunidade de apresentar o que pesquisou e no que trabalhou, o que tornará gratificante o processo de desenvolvimento do projeto, pois a pesquisa é feita em grupos pequenos onde todos terão abertura para opinar e criticar, isso leva ao conhecimento, o crescimento cognitivo e a oportunidade de escolher uma carreira.

O projeto **“Quími-cores”** se apresenta como uma oportunidade nas três áreas de atuação da educação, ciências da natureza, código e linguagens e nas ciências humanas. A pesquisa do conhecer corpo humano e suas limitações. A formação das cores por meio das tintas, processos físicos e químicos. As rochas minerais. Conhecendo por meio da história das civilizações, gregas, romanas, persas, chinesa. As tintas que produziram e ainda produzem artes, quadros, poemas e expressões.

Um projeto social e dinâmica, centrada na criatividade, envolvimento e dedicação pelos discentes e também pelos docentes, ou seja, engloba toda comunidade escolar. Por este motivo se faz necessário a presença de alunos interessados em participar das reuniões semanais em grupo de trabalhos, organizados em equipes, a participarem de palestras, visitas em campo, oficinas, cumprir o plano estratégico e metodológico previsto no projeto **“Quími-cores”**.

O projeto **“Quími-cores”** tem como benefício promover uma educação mais significativa, potencializando assim a tomada de consciência do aluno e, posteriormente, de decisões que que um educando faz em sala de aula e na sua própria vida. Oportunizando uma autonomia nas decisões, desenvolvendo um espírito crítico e participativo.

Teremos mini oficinas de extração e preparação de pigmentos de base natural, ou seja, não serão tintas industriais com base em substâncias inorgânicas e orgânicas, como solventes: álcool, chumbo, éter, cetona, gasolina, nenhum material nocivo ao ser humano, portanto, não haverá risco algum ao entrar em contato com materiais naturais, este curso será dado pelo professor de química.

Os professores, de história, artes e biologia, estarão contribuindo na orientação dos alunos participantes do projeto na investigação dos seguintes temas:

- 1) História da arte e das tintas: das tintas rupestre até os dias atuais.
- 2) A arte e literatura de Cândido Portinari: Vida e obras.
- 3) Geografia e biologia: da extração a toxicidade das tintas: Pigmento a base de chumbo.

Quanto à relação estabelecida entre investigador e o professor colaborador, essa será de forma profissional, sem qualquer envolvimento emocional, privilegiando o respeito ao próximo, companheirismo, honestidade, responsabilidade, valores morais e éticos esperados numa relação humana. A pesquisa proposta interdisciplinar tem como benefícios promover uma educação mais significativa, potencializando assim a tomada de consciência para os alunos e, posteriormente, de decisões que um educando faz em sala de aula e na vida.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa como gravações, entrevistas, fotos e filmagens etc. ficarão armazenados em computador da instituição sob a responsabilidade do pesquisador, pelo período mínimo de 5 anos.

Por ser uma pesquisa onde os participantes são convidados voluntários, não haverá pagamentos para participar desta pesquisa e nenhum embolso. Caso este termo de assentimento contenha informação que não seja compreensível, as dúvidas podem ser tiradas com o pesquisador, e apenas ao final, quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma via será entregue a você e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você é livre para decidir participar. Caso não aceite, não haverá problema algum, tendo o direito de desistir em qualquer momento da pesquisa. Este documento passou pela aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos – CEP do IFES que está no endereço: (Av. Rio Branco, no 50 – Santa Lúcia – Vitória – ES – CEP: 29056-255 Tel: (27) 3357-7518 e 3357-7530 E-mail: (etica.pesquisa@ifes.edu.br). Caso aceite contribuir com a pesquisa, poderá preencher os dados a seguir:

Eu, \_\_\_\_\_, portador do RG nº \_\_\_\_\_, confirmo que a pesquisador Welber Gomes Calazans, explicou-me os objetivos desta pesquisa, bem como, a forma de participação. Eu li e compreendi este Termo de assentimento, portanto, eu concordo em participar como voluntário da pesquisa.

\_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Assinatura do participante

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Pesquisador Responsável

## APÊNDICE F – Levantamento do Conhecimento Prévio dos Estudantes.

### LEVANTAMENTO DO CONHECIMENTO PRÉVIO DOS ESTUDANTES – QUESTIONÁRIO 01

Querido estudante, não é necessário assinar seu nome neste documento. As perguntas aqui elaboradas são simples, relacionadas ao seu dia a dia, portanto responda com suas palavras, com o conhecimento adquirido por você até o presente momento.

Questão 1: Quais são os produtos básicos de uma tinta?

Questão 2: O uso das tintas ao seu cotidiano poderá afetar a saúde? Cite de que forma.

Questão 3: Cite onde poderemos aplicar as tintas?

Questão 4: O que seria pigmento de uma tinta?

Questão 5: Sabe qual é a diferença entre pigmento e corante?

Questão 6: Você gosta de estudar as disciplinas de Ciências da Natureza?

Questão 7: Você gostaria que a disciplina de química fosse ministrada de outra forma? Como? Explique dando exemplos.

Questão 8: Você acha que a partir de um estudo sobre a produção de tintas artesanais é possível ensinar conteúdo da disciplina de química? Explique dando um exemplo.

Questão 9: Na química Orgânica estudam-se vários compostos orgânicos naturais, como é o caso dos Carboidratos e as Proteínas. Cite alguns alimentos onde podemos encontrar Carboidratos e Proteínas.

Questão 10: As cores dos pigmentos são devidas ao tipo de substância química que o pigmento contém. Você conhece alguma substância química e sua cor? por exemplo, o óxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ) apresenta uma coloração branca,

a) Clorofila                      c) Hemoglobina \_\_\_\_\_  
b) Carotenóides \_\_\_\_\_

## APÊNDICE G – Roteiro da Oficina de Produção das Tintas Artesanais.



INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO MESTRADO PROFISSIONAL EM  
ENSINO DE QUÍMICA  
ROTEIRO DA PRODUÇÃO DAS TINTAS ARTESANAIS  
(Material preparado e adaptado. Fonte Martins, Sucupira, Suarez (2015); Pinheiro (2007) *et al*)

De todos os fenômenos físicos que se manifestam em nosso planeta, provavelmente aquele que exerce maior fascínio nos seres humanos é o da composição da luz. A luz visível permite que arte e ciência, dois universos muito distintos, se aproximem, graças a sua composição colorida. Observando o ambiente que nos rodeia, podemos perceber uma infinidade de cores, geradoras de sensações e emoções. Através dos tempos, o homem sempre se sentiu atraído por elas e fez das cores uma expressão de seu universo interior. Determinadas cores têm significados específicos e em culturas distintas esses significados podem mudar.

**Histórico** - Estima-se que as primeiras tentativas humanas de se praticar a Química estejam ligadas à obtenção e à preparação de matérias corantes, a pelo menos 20.000 anos. Arte Rupestre. As primeiras tintas eram obtidas essencialmente de fontes vegetais.

**Química** - Embora possam ser considerados sinônimos em alguns casos, *pigmentos* e *corantes* apresentam diferenças fundamentais quanto à solubilidade no meio em que estão aplicados, sendo os corantes solúveis e os pigmentos insolúveis. São compostos químicos que conferem cor. possuem função química, classificação como orgânicos e inorgânicos.

**Física** - permite que esses compostos orgânicos apresentem cor é a capacidade de absorver comprimentos de onda de luz visível bem determinados. É importante não confundir a *cor absorvida* pelas substâncias com a *cor refletida* por estas.

**Biologia** - Ela está envolvida na percepção das cores por meio da visão, da variedade colorida de flores, vegetais, frutos e animais, na pigmentação da nossa pele e nos casos em que as cores das espécies mudam, como no escurecimento de frutas e nas folhas das plantas durante o outono. Os carotenóides estão presentes em plantas, bactérias, algas e fungos. Absorvem a luz visível na faixa dos tons de azul e, portanto, são responsáveis pelos vibrantes vermelhos, laranjas e amarelos que identificamos em alguns frutos e na gordura das carnes animais.

**Artes e Literatura** – as tintas produzidas pelos artistas, como Cândido Portinari, chamam atenção pela sua beleza, criatividade e despertar para os indivíduos para um olhar crítico e atento sobre a obra: cores, desenho, significado da obra. Cândido Portinari mostra em suas obras grandiosidade, valores morais e éticos, preservando momentos históricos da cultura nacional para a própria nação quanto para o mundo.

### Produção

Uma tinta é basicamente um corante (natural ou não), combinado com um aglutinante (que pode ser elaborado de inúmeras formas, inclusive com cola PVA). O que diferencia uma tinta da outra é o aglutinante. A mais tradicional emulsão aglutinante é a gema de ovo, utilizada até hoje. Também se usa caseína, óleo de linhaça, goma arábica, cola branca, farinha de trigo, gelatina...

A fórmula química ao lado é de uma polimerização de adição, pois se dá pela soma sucessiva de vários monômeros do acetato de vinila – tornando – se poli. Em inglês *polyvinyl acetate*, PVA, em português *poliacetato de vinila*.

Esse polímero se apresenta transparente e incolor, é insolúvel em água, só se dispersa em meio aquoso se tiver um agente emulsificante. Sua densidade é de aproximadamente 1,18g/ml com massa molar média de 5Kg/mol até 500Kg/mol.

**Pigmento** - O pó de café resulta na cor marrom. Do urucum vem a cor laranja. Do açafraão, a amarela. Do carvão, o preto e tons de cinza... O processo de produção de tinta artesanal é simples e divertido: basta misturar água e cola branca a um ingrediente natural. Caso se queira cores mais vivas, podem ser utilizados corantes alimentícios.

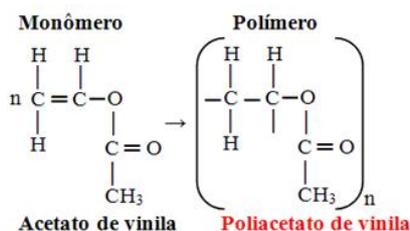
### TINTAS NATURAIS

*Material necessário:*

- Cola branca; água; – pigmentos naturais: açafraão, terra, pó de café, urucum, carvão
- Recipientes; colheres; potes com tampa para armazenar tinta pronta.

*Preparo:*

- coloque uma medida de água e a mesma medida de cola branca.
- Adicione o condimento/corante. A quantidade vai depender do tom que você deseja, se mais claro (menos corante) ou mais escuro (mais corante).
- Misture tudo – coloque em um potinho; obs: Esse tipo de tinta é solúvel em água, por isso, use de preferência em papéis, ou outras superfícies que não serão lavadas ou expostas à chuva.



## APÊNDICE H – Roteiro da Oficina e Exposição das Rochas Minerais.



INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA

Oficina sobre Rochas mineral e aplicação

(Material preparado com fonte: Pantarato (2008); Amaral (2005); Mól (2005) *et al.*)

O chumbo (Pb) é um elemento de ocorrência natural, encontrado em depósitos minerais de onde são extraídos de 3 a 10%. É um metal pesado de cor cinza azulada, com número atômico igual a 82, sua massa atômica relativa é igual a 207,2 unidades de massa atômica e densidade igual a 11340 Kg/m<sup>3</sup>. A 327,4 °C encontra-se seu ponto de fusão, e a 1749 °C seu ponto de ebulição. A maior parte do chumbo utilizado pelas indústrias é extraída do minério, considerada uma fonte "primária", ou pela reciclagem de fragmentos de metais ou baterias, sendo então de fonte "secundária". O chumbo pode ser consumido na forma de metal, puro ou ligado com outros metais, ou com outros compostos químicos, principalmente na forma de óxidos. As seguintes propriedades do chumbo determinam sua importância comercial e ampla aplicação na indústria: excepcional maleabilidade, baixo ponto de fusão, alta resistência à corrosão, alta densidade, alta opacidade ao Raio X e gama, reação eletroquímica com ácido sulfúrico e estabilidade química no ar, solo e água (ATSDR, 1995 e WHO, 1995 apud Paoliello e Chasin, 2001).

O chumbo metálico é usado na forma de lâmina ou tubos, onde flexibilidade e resistência à corrosão são características requeridas em indústrias químicas e da construção. O chumbo é também usado como revestimentos de cabos, como ingrediente de soldas e em material de revestimento na indústria automotiva, sendo ainda um material protetor contra radiações ionizantes. É usado como metalizante para coberturas protetoras, na manufatura de baterias e, como banho de tratamento quente, em revestimento de cabos. O chumbo está presente numa variedade de ligas e seus compostos são preparados e usados em grande escala nas indústrias. Cerca de 40 % do chumbo é usado como metal, 25% em ligas e 35% em compostos químicos (ATSDR, 1995 e PARMEGGIANI, 1983 apud Paoliello e Chasin, 2001).

Os óxidos de chumbo são usados nas placas de baterias elétricas e acumuladores, como componente na manufatura da borracha, como ingrediente nas tintas e como constituintes de vitrificados, esmaltes e vidros (ATSDR, 1995 apud Paoliello e Chasin, 2001).

Os sais de chumbo formam a base de muitas tintas e pigmentos. Carbonato de chumbo e sulfato de chumbo são usados como pigmentos brancos, e cromatos de chumbo fornecem pigmentos amarelo, laranja, vermelho e verde. Muitos países têm restringido seu uso e concentrações acima de 0,06% (Estados Unidos) e 0,5% (Nova Zelândia) não são permitidas em pinturas internas (WHO, 1995 apud Paoliello e Chasin, 2001). No Brasil não existe uma Lei específica que estabeleça limites para o chumbo em pigmentos (NEDER, 1999 apud Paoliello e Chasin, 2001). O arseniato de chumbo pode ser usado como inseticida, o sulfato de chumbo é usado como composto na borracha, o acetato de chumbo tem importante uso na indústria química, o naftenato de chumbo é um secante extensivamente usado e o chumbo tetraetil é um aditivo antidetonante para gasolina.

As concentrações máximas nos compostos orgânicos do chumbo estão sujeitas a prescrições legais em vários países, enquanto outros baniram seu uso (ATSDR, 1993 apud Paoliello e Chasin, 2001).

O chumbo pode formar ligas com outros metais como antimônio, arsênio, estanho e bismuto para melhorar suas propriedades mecânicas ou químicas. Pode também ser adicionado a ligas como latão, bronze e aço para obter certas características desejáveis (ATSDR, 1993 apud Paoliello e Chasin, 2001).

De acordo com a U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2003, o chumbo nos Estados Unidos é consumido por cerca de 130 plantas de manufatura. É na indústria de transporte o seu principal uso, consumindo 76% dele em baterias, tanques de combustível, soldas, selantes, anéis e balanceamento de rodas. O setor elétrico, eletrônico e de comunicação (incluindo baterias), setor bélico, vidros para televisão, construção e cobertura protetoras são responsáveis por 22% do consumo. O restante é distribuído nos setores de vidros e cerâmicas, cobertura de fios e na indústria química.

A exposição exagerada ao chumbo pode ser perigosa pelas diversas formas de inserção no corpo humano. Ele pode ser admitido pela boca, nariz ou pele e atingir pulmões, estômago intestinos e entrar na corrente sanguínea. O corpo normalmente elimina o chumbo através das fezes e urina, quando em quantidades toleráveis, como a que ocorre nos alimentos e no ar que respiramos. Se esta quantidade for superior a capacidade de eliminação do corpo, começam os problemas de saúde. Estes problemas se apresentam como anemia, fadiga, dores de cabeça, perda de peso e constipação. Se a taxa de chumbo atingir níveis exageradamente elevados, pode causar dano cerebral ou mesmo a morte. A doença gerada pela intoxicação por chumbo é o **Saturnismo (Chumbo e a Sua Saúde, 1990)**.

Muitos acidentes envolvendo o chumbo já foram registrados, entre eles destacam-se:

- Acidente com chumbo ocorrido em uma fábrica de "Fundo de Quintal" no ano de 1977 em Taubaté-SP, levando ao óbito um menor de dois anos vítima da contaminação. A família morava em um rancho ao lado da fábrica, sem qualquer separação de ambientes, permitindo o livre acesso das crianças. O óxido de chumbo era armazenado em latas abertas, depositadas no chão. O óxido tem sabor ADOCICADO, o que deve ter facilitado sua ingestão pelo menor, que fora apanhado pela mãe com a boca suja do referido pó. Dois dias após internação, a criança veio a óbito após 2 paradas cardíacas (Silva, Supino, Bertoli, Leite -1977).

- Contaminação de trabalhadores em empresas de Ribeirão Preto que além da comercialização realizavam desmontagem e montagem de baterias, atividade esta que mantém os trabalhadores em contato permanente com o chumbo. Através de exames foram identificados 24 empregados (40,67% do total) com índices de chumbo no sangue acima dos valores permitidos pela legislação, sendo esses casos catalogados como intoxicação crônica, ou seja, Saturnismo (Caliento - 1992).
- A partir de 1980 surgiram notificações esporádicas de intoxicações profissionais por chumbo no R. G. do Sul. Neste ano, devido reclamações de vizinhos, foi realizado o primeiro trabalho de intoxicação por chumbo numa indústria de chumbo de caça em Porto Alegre. No período de 1981/1982, continuaram as notificações de intoxicações profissionais por chumbo, cujas internações ocorriam no Hospital Conceição de Porto Alegre. Em 1983, a empresa SUMESA teve um grande número de seus trabalhadores intoxicados por chumbo. Isto motivou estudo onde foi detectado que 90% dos trabalhadores da fundição de chumbo na empresa estavam intoxicados (Kirjner, Bôer, Torres, Vasconcellos, Tocchetto e Tesser – 1990).
- No mês de maio de 1982, foi detectado um surto de Saturnismo em Franca. Após estudos chegou-se a conclusão que a contaminação estava partindo das tachinhas usadas no processo de montagem dos calçados. A contaminação se dava por via digestiva, pois no processo de trabalho o operário colocava a tachinha na boca antes de utilizá-la no calçado. Esta contaminação ficou conhecida como a "Doença das Tachinhas" (Fundacentro – 1982).
- Intoxicação por Chumbo em atividade de instrução de tiro em Minas Gerais (Silveira e Ferreira, Reverencia Brasileira de Medicina do Trabalho – 2003). Devido ao manuseio de cápsulas de tiro, limpeza de armas, ambiente sem ventilação um funcionário foi avaliado, devido aos sintomas que sentia, e foi detectado alto teor de chumbo no sangue.
- Empresa de acumuladores elétricos em Bauru (Fundacentro – 1987). Após avaliação por técnicos da Fundacentro na fábrica da Ajax, em Bauru, foi detectado risco potencial grave de contaminação de funcionários em quase todas as etapas do processo de fabricação. Vários haviam sido afastados nos últimos meses devido nível alto de chumbo no organismo. Na época foi solicitado à empresa correções nos sistemas e métodos de trabalho com este material.

## APÊNDICE I – Termo de Autorização do uso de Imagem e Som.



### MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO CAMPUS VILA VELHA

Avenida Ministro Salgado Filho, 1000 – Soteco – 29106-010 – Vila Velha – ES

#### TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM E SOM

Pelo presente documento, eu \_\_\_\_\_, RG: \_\_\_\_\_  
CPF: \_\_\_\_\_ domiciliado na Rua \_\_\_\_\_, número \_\_\_\_\_; Cidade \_\_\_\_\_,  
CEP \_\_\_\_\_, declaro ceder ao pesquisador Welber Gomes Calazans, CPF.: 031.814.797-  
13, RG: 1.134.834 – ES e domiciliado na Rua Trinta, nº 187, Casa, Vila Velha – ES,  
CEP: 29105500, sem quaisquer restrições quanto aos seus efeitos patrimoniais e financeiros, a  
plena propriedade e os direitos autorais de minha imagem e som de voz que prestei em  
depoimento de caráter histórico e documental aos alunos participantes do projeto Químicores.  
Esses alunos foram previamente autorizados pelos seus responsáveis e estão sob orientação do  
pesquisador aqui referido. O depoimento foi realizado na cidade de Vila Velha, Estado do  
Espírito Santo, e será utilizado como subsídio à construção de sua dissertação de Mestrado  
Profissional em Química do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) no campus de Vila  
Velha. O pesquisador acima citado fica conseqüentemente autorizado a utilizar, divulgar e  
publicar para fins acadêmicos e culturais, o mencionado depoimento, não será utilizado na  
íntegra e não serão identificados os participantes, as imagens serão editadas, esmaecidas, com a  
ressalva de garantia da integridade do seu conteúdo.

\_\_\_\_\_,  
Local

\_\_\_\_\_  
Data

\_\_\_\_\_  
Entrevistado

## **APÊNDICE J – Produção Acadêmica durante o Mestrado.**

1 – Difusão Científica do programa de pós-graduação em mestrado profissional em química. Formação para professores da rede municipal de Vila Velha, 10 de julho de 2020.

2 – 16º Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, IFES/Vila Velha. 23 a 25 de outubro de 2019.

3 - CIET (Congresso Internacional de Educação e Tecnologias); EnPED (Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância)

4 – III Simpósio de Apresentações das Dissertações do PROFQUI, em atividade curricular, em 12 de dezembro de 2019.

5 – Seminário Integrado das Especializações EPT e EISMA e II Jornada de Educação e Divulgação em Ciências. Função monitor, no período de 22 e 23 de março 2019.

6 – Mesa Redonda – Políticas Públicas de Formação de Professores: Possibilidades e Desafios. V Compartilhando CAFÉ & SABERES'. 03 de julho de 2019.