

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FORMAÇÃO CIENTÍFICA
EDUCACIONAL E TECNOLÓGICA - PPGFCET**

ELIANA LOPES FERREIRA

**CRÍTICA ESTÉTICA E ENSINO DE ÓPTICA:
AS OBRAS DE MAURITS CORNELIS ESCHER EM CONTEXTO DE
AÇÃO DIALÓGICA E AÇÃO COMUNICATIVA**

DISSERTAÇÃO

CURITIBA

2018

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FORMAÇÃO CIENTÍFICA
EDUCACIONAL E TECNOLÓGICA - PPGFCET**

ELIANA LOPES FERREIRA

**CRÍTICA ESTÉTICA E ENSINO DE ÓPTICA:
AS OBRAS DE MAURITS CORNELIS ESCHER EM CONTEXTO DE
AÇÃO DIALÓGICA E AÇÃO COMUNICATIVA**

Dissertação de Mestrado Profissional apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica – PPGFCET, Área de Concentração: Ciência, Tecnologia e Ambiente Educacional, Linha de Pesquisa: Formação de Professores de Ciências, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientadora: Prof^a Dr^a Noemi Sutil

CURITIBA

2018



Ministério da Educação

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação

TERMO DE APROVAÇÃO DE DISSERTAÇÃO Nº 08/2018

A Dissertação de Mestrado intitulada “**Crítica Estética e Ensino de Óptica: as obras de Maurits Cornelis Escher em contexto de ação dialógica e ação comunicativa**”, defendida em sessão pública pelo(a) candidato(a) Eliana Lopes Ferreira, no dia 16 de agosto de 2018, foi julgada para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, área de concentração Ciência, Tecnologia e Ambiente Educacional, e aprovada em sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica.

BANCA EXAMINADORA:

Prof(a). Dr(a). Noemi Sutil - Presidente – UTFPR

Prof(a). Dr(a). Eldon Henrique Mühl – UPF

Prof(a). Dr(a). Josie Agatha Parrilha da Silva – UEPG

A via original deste documento encontra-se arquivada na Secretaria do Programa, contendo a assinatura da Coordenação após a entrega da versão corrigida do trabalho.

CURITIBA, 16 DE AGOSTO DE 2018.

Carimbo e Assinatura do(a) Coordenador(a) do Programa

TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação e o seu respectivo Produto Educacional estão licenciados sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

F383c
2018
Ferreira, Eliana Lopes
Crítica estética e ensino de óptica : as obras de Maurits Cornelis Escher em contexto de ação dialógica e ação comunicativa / Eliana Lopes Ferreira.-- 2018.
223 f. : il. ; 30 cm

Texto em português com resumo em inglês
Disponível também via World Wide Web
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Curitiba, 2018
Bibliografia: f. 149-151

1. Escher, M. C. - (Maurits Cornelis), 1898-1972 - Crítica e interpretação. 2. Óptica - Estudo e ensino. 3. Arte - Estudo e ensino. 4. Ilusões de ótica. 5. Freire, Paulo, 1921-1997 - Crítica e interpretação. 6. Habermas, Jürgen, 1929- - Crítica e interpretação. 7. Ciência - Estudo e ensino - Dissertações. I. Sutil, Noemi. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica. III. Título.

CDD: Ed. 22 -- 507.2

A meus estimados alunos:

Fonte de inspiração para superação das adversidades que um sistema perverso e opressor insiste em nos impor. A vocês meu respeito e carinho.

AGRADECIMENTOS

À Profª Drª Noemi Sutil, por acreditar na minha proposta, sugerir combinações ousadas, acreditar que eu seria capaz de não apenas conhecer uma nova concepção, mas também incorporá-la de tal forma que mudaria minha maneira de perceber e interagir com o mundo.

Ao Prof. Dr. Mário Sérgio Teixeira de Freitas, por me fazer acreditar que ensinar Física é mais que resolver exercícios, interpretar gráficos e tabelas. Suas aulas encantadoras me proporcionaram reflexões importantes de situações que antes passavam despercebidas. Seu olhar sensível sobre fenômenos diversos serviram de inspiração para várias atividades aqui desenvolvidas.

Ao Prof. Dr. Marcelo Lamback, por me proporcionar não apenas conhecer Paulo Freire, mas estudar Paulo Freire, sentir Paulo Freire, desenvolver este trabalho ousando conceber a educação como Paulo Freire.

Às minhas colegas de trabalho, Elaine Ferreira Machado, Márcia Nascimento e Denise Colatusso, pelas valiosas contribuições, correções e injeções de ânimo no início desse sonho que agora se materializa e durante seu desenvolvimento. Sem vocês nada disso teria acontecido nesse momento.

À minha amiga, comadre, colega de profissão e mulher que admiro, Simone Sicora Poletto por todo incentivo, olhar crítico e contribuições em minhas produções ao longo dessa caminhada.

À minha equipe de pesquisa-ação, Beatriz, Cláudia e Marcelo, por terem acreditado no projeto, pelas discussões, pelas contribuições, pelos encaminhamentos propostos, pelo aprendizado partilhado.

À minha família que tanto amo, pai, mãe, irmãos, marido e filhos, por suportarem minha ausência em vários momentos, minhas angústias que causaram momentos adversos, meus medos e expectativas. Sem o aporte de vocês teria desistido ao longo dessa caminhada.

Ao meu eterno amigo Ademilson Leandro Gato, pelas conversas, desabafos, contribuições, por acreditar que o que faço faz diferença na vida dos estudantes.

À minha querida Mayara Roberta Renadi, pelas companhias em seminários, palestras, pelo assessoramento com as crianças, oportunizando que eu pudesse participar ativamente das atividades propostas pelo programa, por ser minha amiga e sempre me incentivar.

Aos meus queridos estudantes, por acreditarem nessa proposta se envolvendo com as atividades desenvolvidas e me ensinando muitas coisas novas.

Ao diretor, ex-professor, amigo e compadre Érick e a vice-diretora Cleonira, que permitiram que o projeto pudesse ser desenvolvido no Colégio Estadual Desembargador Clotário Portugal, escola que tenho tanto carinho e apreço.

Às minhas amigas, Poliana e Sophia, pelos aprendizados, pelas terapias e pela pipoca toda a quinta à tarde, certamente sem a amizade de vocês a caminhada teria sido mais difícil.

Ao querido estudante Luiz Gustavo de Oliveira Nascimento que aceitou colaborar na estruturação do caderno pedagógico. Seus conhecimentos, sua criatividade possibilitaram que esse material ganhasse um formato que me faz sentir orgulho e satisfação. Cada vez que olho para ele, acredito que poderá colaborar com o ensino de Física em outras escolas e outras realidades.

A meu ex-aluno e agora amigo, Guilherme Foltram de Oliveira Telles que através da sua criatividade, disponibilidade e sensibilidade foi capaz de transformar desenhos em painéis, tinta e pincéis em possibilidade de reflexão. Sem sua contribuição uma etapa importante teria ficado menos abrilhantada.

A todos os professores do PPGFCET pelos ensinamentos partilhados.

Muito, muito obrigada!

*Tocar os sinos que ainda podem badalar.
Esqueça sua contribuição perfeita,
Há uma rachadura em tudo.
É assim que a luz entra.*

(Leonard Cohen)

RESUMO

FERREIRA, Eliana Lopes. Crítica estética e ensino de óptica: As obras de Maurits Cornelis Escher em contexto de ação dialógica e ação comunicativa. 2018. 223f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Formação Científica Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Curitiba, 2018.

Nesta dissertação foram analisadas articulações possíveis entre âmbitos, explicativo, objetivo, social e subjetivo, no desenvolvimento de uma proposta educacional que abordou as obras do artista holandês Maurits Cornelis Escher (1898-1972), no 3º ano do Ensino Médio, a partir de problematização e construções conjuntas envolvendo Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente e Arte. O principal objetivo foi analisar implicações de articulações entre âmbitos, explicativo, objetivo, social e subjetivo para a formação cultural de estudantes, a partir das concepções dialógica-problematizadora de Paulo Freire e ação comunicativa de Jürgen Habermas no ensino de Óptica, explorando a história e filosofia dos trabalhos de Maurits C. Escher. Ao longo do trabalho: (i) foi analisada a história e filosofia das produções artísticas de Escher como codificação no ensino-aprendizagem de Óptica, (ii) foi desenvolvido um caderno pedagógico contendo um conjunto de atividades para o ensino de conceitos de Óptica a partir das concepções dialógico-problematizadora e da ação comunicativa, envolvendo Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente e Arte, (iii) foram analisados aspectos de problematização e construções conjuntas em interações dos estudantes concernentes a relações entre CTSA e Arte. O trabalho constitui-se de uma pesquisa-ação, desenvolvida em espiral reflexiva, com os estudantes de uma escola pública, situada no centro de Campo Largo/PR. Em seu desenvolvimento, a pesquisa se voltou à formação de estudantes, a partir das concepções dialógico-problematizadora de Paulo Freire e ação comunicativa de Jürgen Habermas no ensino de Óptica, explorando a história e filosofia dos trabalhos de Maurits C. Escher. Nessa perspectiva as produções artísticas de M. C. Escher viabilizaram codificação no ensino-aprendizagem dos conceitos em torno da Óptica, com a elaboração de um caderno pedagógico. Nesse contexto foram analisados aspectos de problematização e construção conjunta em interações dos estudantes. O grupo de pesquisa-ação contou com participação de cinco professores (Física, Arte, Filosofia, História e Biologia) e estudantes de quatro turmas do 3º ano do Ensino Médio de 2017. Os dados foram constituídos por meio de gravações em áudio e vídeo, registros em diário de campo (portfólio) e trabalhos e produções artísticas, elaborados pelos alunos. Os dados constituídos foram analisados a partir dos pressupostos da ação dialógica e da ação comunicativa, da pesquisa-ação educacional, da análise de conteúdo e da análise de imagem e som. A análise desses dados possibilitou identificar articulações entre os âmbitos mencionados, além de evidenciar a apropriação de conhecimentos científicos e o envolvimento em argumentação e proposições de alternativas a questões abrangendo as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente e Arte. Ressalta-se, contudo, a necessidade de formação docente que favoreça tal encaminhamento.

Palavras-chave: Dialogicidade. Problematização. Construções conjuntas. Argumentação. Óptica.

ABSTRACT

FERREIRA, Eliana Lopes. Aesthetic critical and optics teaching: The works of Maurits Cornelis Escher in context of dialogic action and communicative action. 2018. 223f. Dissertation of Professional Master's Degree in Educational, Scientific and Technological Formation, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR. Curitiba, 2018.

In this dissertation, possible articulations between explanatory, objective, social and subjective contexts were analyzed in the development of an educational proposal that approached the works of the Dutch artist Maurits Cornelis Escher (1898-1972), in the 3rd year of secondary education, from problematization and joint constructions involving Science, Technology, Society, Environment and Art. The main objective was to analyze the implications of articulations between scopes, explanatory, objective, social and subjective for the cultural formation of students, from the dialogical-problematizing conceptions of Paulo Freire and Jürgen Habermas communicative action in the teaching of Optics, exploring history and philosophy of the works of Maurits C. Escher. Throughout the work: (i) the history and philosophy of the artistic productions of Escher was analyzed as codification in the teaching-learning of Optics, (ii) a pedagogical book was developed containing a set of activities for the teaching of Optical concepts from of the dialogical-problematizing conceptions and the communicative action, involving Science, Technology, Society, Environment and Art, (iii) aspects of problematization and joint constructions were analyzed in student interactions concerning relations between CTSA and Art. The work consists of an action research, developed in a reflexive spiral, with the students of a public school, located in the center of Campo Largo / PR. In its development, the research turned to the formation of students, starting from the dialogical-problematizing conceptions of Paulo Freire and communicative action of Jürgen Habermas in the teaching of Optics, exploring the history and philosophy of the works of Maurits C. Escher. From this perspective, the artistic productions of M.C. Escher enabled codification in the teaching-learning of the concepts around the Optics, with the elaboration of a pedagogical book. In this context, aspects of problem solving and joint construction in students' interactions were analyzed. The action research group was attended by five professors (Physics, Art, Philosophy, History and Biology) and students from four classes of the 3rd year of High School in 2017. The data were constituted by means of audio and video recordings, records in field diary (portfolio) and works and artistic productions, elaborated by the students. The constituted data were analyzed from the presuppositions of the dialogical action and the communicative action, educational action research, content analysis and image and sound analysis. The analysis of these data made it possible to identify articulations between the aforementioned scopes, besides evidencing the appropriation of scientific knowledge and the involvement in argumentation and propositions of alternatives to questions covering the relations between Science, Technology, Society, Environment and Art. However, it is important to emphasize the need for teacher training that favors such referral.

Keywords: Dialogicity. Problematization. Joint constructions. Argumentation. Optics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa que representa a distância entre as cidades de Leeuwarden e Arnhem, na Holanda.....	55
Figura 2: Ornamentos mouriscos de Alhambra islâmico. Granada, Espanha	57
Figura 3: Momentos da pesquisa-ação educacional emancipatória.....	71
Figura 4: Representação esquemática da organização do espaço escolar para o círculo de diálogo	83
Figura 5: Fotografia da distribuição dos estudantes durante o círculo de diálogo.....	84
Figura 6: Fotografia dos estudantes realizando experimentação com uso de instrumentos ópticos	89
Figura 7: Fotografia referente à associação de espelhos planos	91
Figura 8: Fotografia de estudantes da turma A, obtendo imagens em papel milimetrado para espelhos esféricos	93
Figura 9: Fotografia da produção do estudante A12 para espelho esférico côncavo.	94
Figura 10: Fotografia das experimentações realizadas pelos estudantes	95
Figura 11: Fotografia da produção do estudante A35 para dedução da Equação de Gauss, retirada do portfólio da equipe	98
Figura 12: Parte integrante do portfólio da equipe Duília, da turma C.....	105
Figura 13: Fotografia da caixa construída pela equipe Duília, da turma 3C.....	107
Figura 14: Fotografia da caixa que representa o olho humano sem anomalias e da imagem obtida.....	107
Figura 15: Trecho do relatório apresentado pelos estudantes da turma 3A, equipe Suzana	108
Figura 16: Fotografia do olho da estudante B1, da turma 3B, ao receber muita luminosidade	111
Figura 17: Fotografia do olho de uma tartaruga com uso de lente convergente	112
Figura 18: Trecho do trabalho final da equipe Duília, da turma 3C, sobre ilusões de óptica.....	113
Figura 19: Fotografia do quadro com anotações sobre o entendimento de Arte, na turma B.....	115
Figura 20: Fotografia dos estudantes durante processo dialógico e argumentativo, mediado por P3	116

Figura 21: Fotografia de P3 mediando análise de produção artística	118
Figura 22: Fotografia da produção artística da equipe Chagas, da turma C	119
Figura 23: Fotografia da produção artística da equipe Schenberg, da turma 3B	121
Figura 24: Fotografia da produção artística da equipe Schenberg, da turma 3D	123
Figura 25: Fotografia da produção artística do estudante C11.....	126
Figura 26: Fotografia da produção artística do estudante A24.....	127
Figura 27: Fotografia da produção artística do estudante B37.....	128
Figura 28: Fotografia da produção artística do estudante A12.....	129
Figura 29: Fotografia da produção artística do estudante D14.....	130
Figura 30: Fotografia da produção artística do estudante A26.....	131
Figura 31: Fotografia do banner desenvolvido com a colaboração das turmas A, B, C e D.....	132
Figura 32: Fotografia do painel desenvolvido pela turma 3A	136
Figura 33: Fotografia da localização do painel na escola, desenvolvido pela turma 3A	138
Figura 34: Fotografia do painel desenvolvido pela turma 3B	139
Figura 35: Fotografia da localização do painel, na escola, desenvolvido pela turma 3B	140
Figura 36: Fotografia do painel desenvolvido pela turma 3C	141
Figura 37: Fotografia da localização do painel, na escola, desenvolvido pela turma 3C.....	142
Figura 38: Fotografia do painel desenvolvido pela turma 3D	143
Figura 39: Fotografia da localização do painel na escola, desenvolvido pela turma 3D	145
Figura 40: Fotografias realizadas pelos estudantes em encaminhamentos proposto por P2.....	176
Figura 41: Fotografias realizadas pelos estudantes no desenvolvimento de autorretrato a partir da reflexão em esfera refletora	177
Figura 42: Fotografias realizadas pelos estudantes no desenvolvimento do banner sobre imagens côncavas e convexas, a partir de massa de modelar	177
Figura 43: Sequência de fotografias realizadas pelos estudantes e que não foram apresentadas na análise dos dados constituídos.....	178

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Tipos de atos de fala para Habermas.....	29
Quadro 2: Principais características ontológicas das concepções de Freire e Habermas.....	35
Quadro 3: Principais características epistemológicas das concepções de Freire e Habermas.....	37
Quadro 4: Principais características metodológicas das concepções de Freire e Habermas.....	38
Quadro 5: Principais características sobre a teoria de sociedade das concepções de Freire e Habermas.	39
Quadro 6: Principais características sobre psicologia social crítica nas concepções de Freire e Habermas.....	40
Quadro 7: Principais características sobre a pedagogia crítica nas concepções de Freire e Habermas.....	41
Quadro 8: Perspectivas gerais das concepções de Freire e Habermas.....	42
Quadro 9: Tipos de discurso e seus objetos por Habermas.....	48
Quadro 10: Gênese das obras de M. C. Escher.....	59
Quadro 11: Descrição das atividades desenvolvidas no grupo de pesquisa-ação....	73
Quadro 12: Eixos para análise de dados a partir de indícios de problematização e construção conjunta.	74
Quadro 13: Nomes escolhidos para as equipes e distribuição dos estudantes.....	76
Quadro 14: Amostra de fala dos estudantes durante processo argumentativo dentro da equipe Gabriela, da turma C	81
Quadro 15: Amostra de fala dos estudantes durante processo argumentativo entre as equipes, na turma C	85
Quadro 16: Amostra de fala dos estudantes durante processo argumentativo entre as equipes, na turma B	90
Quadro 17: Amostra de fala dos estudantes durante processo argumentativo entre as equipes, na turma D.	92
Quadro 18: Amostra de fala dos estudantes durante processo argumentativo entre as equipes da turma A	95

Quadro 19: Amostra de fala dos estudantes durante processo argumentativo na equipe Duília, da turma D.....	100
Quadro 20: Dados organizados sobre os resultados da gincana desenvolvida nas quatro turmas.	103
Quadro 21: Amostra de fala dos estudantes durante processo argumentativo, na equipe Gleiser, da turma A.....	109
Quadro 22: Amostra de falas dos estudantes durante processo argumentativo na equipe Schenberg, da turma B.....	110
Quadro 23: Amostra de falas dos estudantes durante processo dialógico e argumentativo em torno do entendimento de Arte, na turma A.....	116
Quadro 24: Contribuição da equipe Lattes, da turma C	119
Quadro 25: Contribuição da equipe Chagas sobre sua produção artística, da turma C	120
Quadro 26: Contribuição da equipe Gleiser da turma B.....	121
Quadro 27: Contribuição da equipe Scherberg sobre sua produção artística.	121
Quadro 28: Contribuição da equipe Ridel, da turma D.....	123
Quadro 29: Contribuição da equipe Schenberg sobre sua produção artística, da turma D.....	124
Quadro 30: Contribuição da equipe Artaxo da turma D.....	124
Quadro 31: Diálogo entre estudantes da turma B com estudantes de outras séries durante o intervalo das aulas.	134

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Comparação entre o número de estudantes que iniciaram o ano letivo e o número de estudantes que realmente participaram do desenvolvimento da pesquisa.	66
Gráfico 2: Distribuição dos estudantes quanto a seu sexo, na turma 3A	67
Gráfico 3: Distribuição dos estudantes quanto a seu sexo, na turma 3B	67
Gráfico 4: Distribuição dos estudantes quanto a seu sexo, na turma 3C	68
Gráfico 5: Distribuição dos estudantes quanto a seu sexo, na turma 3D	68
Gráfico 6: Levantamento do conhecimento dos estudantes sobre M. C. Escher e suas produções.....	69
Gráfico 7: Distribuição das equipes quanto a possibilidade de dedução da Equação de Gauss.....	99

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	17
1 AÇÃO DIALÓGICA E AÇÃO COMUNICATIVA	23
1.1 Ação dialógica	23
1.2 Ação comunicativa habermasiana.....	27
1.3 Aproximações entre as concepções dialógica-problematizadora e da teoria do agir comunicativo como fundamento de uma proposta pedagógica.....	33
1.3.1 Sobre a metateoria.....	35
1.3.2 Sobre a teoria de sociedade	38
1.3.3 Sobre a psicologia social crítica	39
1.3.4 Sobre a pedagogia crítica	40
2 ESTÉTICA NO CAMPO PEDAGÓGICO.....	45
2.1 A especificidade do estético para Habermas.....	45
2.2 A relação da Arte e a concepção freireana libertária.....	49
3 MAURITS CORNELIS ESCHER	54
3.1 Sua formação inicial	54
3.2 Suas viagens e influências nas produções.....	56
3.3 Temas de suas obras	58
3.4 Possibilidades de contribuições para o ensino da Óptica.....	60
4 METODOLOGIA DE PESQUISA E ANÁLISE DOS DADOS CONSTITUÍDOS	65
4.1 Contexto da pesquisa.....	65
4.2 Características gerais da pesquisa.....	69
4.3 O grupo de pesquisa-ação	72
4.4 Análise dos dados constituídos	74
4.5 O conjunto de atividades e análise de suas produções.....	75
4.5.1 Círculo de diálogo	77
4.5.1.1 Processo dialógico e argumentativo na elaboração das respostas provisórias	79
4.5.1.2 Processo dialógico e argumentativo entre as equipes.....	82
4.5.2 Experimentação preliminar à investigação científica.....	88
4.5.3 Construção de imagens para espelhos esféricos em papel milimetrado.....	92
4.5.3.1 Uso de aplicativo em celular	96

4.5.3.2	Deduzindo a equação de Gauss.....	97
4.5.4	Construção de imagens para lentes esféricas	100
4.5.5	Gincana entre equipes	101
4.5.6	Óptica da visão e as produções artísticas.....	103
4.5.6.1	Anatomia do olho humano	104
4.5.6.2	Formação das imagens no olho humano.....	105
4.5.6.3	O olho e as obras de Escher	111
4.5.6.4	Percepção e as obras de Escher.....	112
4.5.7	Ciência, Arte e Política	114
4.5.7.1	Compreensão sobre Arte.....	114
4.5.7.2	Revisitando produções artísticas	117
4.5.7.3	Produção artística	118
4.5.7.3.1	Mídia e alienação	119
4.5.7.3.2	Tudo que vai, volta	120
4.5.7.3.3	Opressores e oprimidos.....	122
4.5.8	Produções artísticas a partir de apreciação à obras específicas de M. C. Escher	124
4.5.8.1	Mão em esfera refletora.....	124
4.5.8.2	Côncavo e convexo	131
4.5.9	Painéis escolares	135
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	145
	REFERÊNCIAS	149
	ANEXOS	152

INTRODUÇÃO

A história do Ensino de Física no Brasil denuncia aspectos que fundamentam a abordagem ainda dominante nas aulas: aistórica, fragmentada, linear, verbalística, limitada à resolução de exercícios numéricos e que priorizam bons resultados em exames diversos. Ainda que muitos estudos apontem para a necessidade de novas concepções no processo de ensino e aprendizagem da Física frente a constantes mudanças e situações emergenciais da sociedade atualmente constituída, a herança positivista se faz presente e se mostra difícil de ser superada.

Numa sociedade danificada, que pode, continuamente, parir manifestações de barbárie, só tem sentido pensar a educação como geradora de autorreflexão: educação que se desenvolva enquanto esclarecimento geral, a começar pela infância, que ajude a criar um clima espiritual, cultural, que não favoreça os extremismos, a insensibilidade, a exploração das pessoas. Nesse sentido, não se deve fomentar experiências formativas que valorizem a dor, a capacidade de suportá-las. A imagem da educação para a dureza, dominante nos quartéis, nos claustros eclesíásticos, em famílias tradicionais, é basicamente errada. (PUCCL, 2001, p. 20)

Nesse cenário, o presente trabalho surge como uma possibilidade de explicitar a outros professores a necessidade da abordagem dessa disciplina, que tem em sua essência a reflexão, o diálogo, a experimentação, a criatividade, a argumentação, a pesquisa, de uma forma que possa despertar a curiosidade e o desejo de aprender nos estudantes, favorecendo assim o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico coerente com a abordagem proposta pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (BRASIL, 1996).

Outro problema que pode ser evidenciado é o ensino de Ciências, de um modo geral, que não se articula com outras áreas do conhecimento, dificultando que o estudante veja relação entre o conhecimento científico e os fenômenos evidenciados na natureza. Para Morin (2000), o ensino fragmentado inibe que a contextualização aconteça e é através da ligação entre todas as partes do todo que ela pode ser estimulada. Nessa perspectiva, buscou-se desenvolver

atividades a partir de construções conjuntas com outras áreas do conhecimento: Física, Arte, Biologia, História e Filosofia.

Para Paulo Freire (2015b), a aprendizagem acontece pela formulação e a reformulação dos saberes através da ação conjunta entre estudantes e professores, igualmente sujeitos do processo. Deve-se ainda garantir aos sujeitos uma formação completa, tornando-os capazes de realizar leitura do mundo e de atuar como um cidadão que se sinta dignamente integrado à sociedade política (CIAVATTA, 2005).

Nessa perspectiva a educação possui um papel importante de retomada do poder transformador a que lhe compete, pois cabe a ela “o papel de desenvolver uma pedagogia voltada para a superação das visões dogmáticas ou sectárias de mundo e implementar uma cultura de caráter universal e livre” (MÜHL, 2003, p. 243). Para Habermas (2012b) é por meio da linguagem que se podem superar as contingências sociais, culturais e de personalidade e através da ação comunicativa que haverá a promoção e a construção de um saber racionalmente válido. Isso é possível, uma vez que a argumentação é a instância soberana da razão, possibilitando que o sujeito possa além de participar de uma discussão pública, fundamentar verdades, valores e expressões.

Paralelo a isso, Theodor Adorno (1987) denuncia a utilização de diversas manifestações artísticas como ferramenta de dominação do capitalismo e reforça a racionalidade técnica como a racionalidade da dominação.

Na sociedade contemporânea, em que os meios de comunicação de massa e as infundáveis revistas das bancas de jornais distribuem efusivamente imagens abundantes de violência, de repressão, de sexo, a educação para a autonomia, pela reflexão crítica, formativa de dimensões de resistência do indivíduo, precisa ser mais do que nunca trabalhada. (PUCCI, 2001, p. 20)

Considerando que a indústria cultural tem como principal objetivo o lucro e não a transformação social, cabe aos sujeitos desatar os nós, abandonar seu lugar de apenas plateia e assumir o papel de protagonista do seu tempo. Pois, apenas pessoas emancipadas, com potencial de reflexão crítica e com engajamento político são capazes de resistir às amarras da indústria cultural e é a escola que se apresenta como capaz de oportunizar essa emancipação e

autonomia para que seja possível contrapor-se à ideologia dominante sobre a sociedade.

Diante do exposto, o estudo da história e da filosofia das obras de Maurits Cornelis Escher (1898 – 1972) foi associado a uma possibilidade de ensinar conceitos da óptica aos estudantes em uma abordagem que proporcione o desenvolvimento da criticidade junto às contradições sociais, políticas e econômicas que são evidenciadas na sociedade contemporânea e propiciar compreender a produção científica, a reflexão filosófica, a criação artística, nos contextos em que elas se constituem.

De acordo com Bruno Ernest (2013), as obras de Escher possuem caráter de investigação como as concepções aqui explicitadas requerem. Em suas gravuras há um relatório, resultados provisórios. Seus críticos precisam conhecer a problemática levantada pela imagem para compreender sua inserção na obra.

A abordagem histórica e filosófica dos trabalhos de M. C. Escher, em sala de aula, sob as concepções freireana e habermasiana, surge como uma possibilidade para ampla e densa investigação dos fenômenos ópticos de suas obras, levando sempre em consideração aspectos sociais e culturais do período de sua produção artística em comparação ao contexto atual onde estão inseridos os estudantes sob a ótica de diferentes áreas do conhecimento.

Para desenvolver o conjunto de atividades que irá compor o caderno pedagógico foram escolhidas quatro turmas do 3º ano do Ensino Médio. O motivo maior se deu pelo fato da abordagem dos conceitos da óptica estar associados ao conteúdo estruturante Eletromagnetismo e pela distribuição de turmas realizadas no início do ano letivo. A proposta foi concebida no Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, da UTFPR, Campus Curitiba. A linha de pesquisa na qual a proposta se inseriu foi “Formação de Professores de Ciências”. A pesquisa de caráter qualitativo foi fundamentada a partir da Teoria do Agir Comunicativo (HABERMAS, 2012a; 2012b) e da concepção dialógica problematizadora (FREIRE, 2015a; 2015b; 2015c).

O trabalho aqui apresentado foi desenvolvido em processo de pesquisa-ação conduzido pelos professores das disciplinas de Física, Biologia, Arte, História e Filosofia que se reuniram em hora-atividade, reuniões pedagógicas e em momentos de contra turno, incluindo finais de semana. Tal encaminhamento pode,

segundo Carr e Kemmis (1988), apresentar melhorias nas práticas, entendimentos e situações educacionais, pois ela está relacionada justamente com as concepções de verdade e ação construídas no contexto analisado, a saber, histórico e social. A espiral reflexiva de Kurt Lewin proporciona a dialética entre análises retrospectivas e ação prospectiva ao longo da pesquisa que podem colaborar com melhorias nas práticas educacionais, nos entendimentos e nas situações em que acontecem tais práticas através do ciclo que comporta, ainda segundo Carr e Kemmis (1988), planejamento, ação, observação e reflexão. Tal ciclo, como a própria definição sugere, se repete tantas vezes forem necessárias até que possa colaborar com a emancipação dos participantes, pretendendo minimizar pensamentos pré-concebidos, distorcidos, coercivos, habituais, e ideologicamente distorcidos, proporcionando entendimento mútuo e consenso para a tomada de decisões justa, democrática e que satisfaça a todos.

Diante do exposto fica a questão de pesquisa: **Que articulações podem ser identificadas entre âmbitos, explicativo, objetivo, social e subjetivo no desenvolvimento de uma proposta educacional que aborda trabalhos de M. C. Escher, no Ensino Médio, a partir de problematização e construções conjuntas envolvendo Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente e Arte?**

A partir do questionamento exposto foi proposto como objetivo geral da pesquisa: analisar implicações de articulações entre âmbitos, explicativo, objetivo, social e subjetivo para a formação cultural de estudantes, a partir das concepções dialógica-problematizadora de Paulo Freire e ação comunicativa de Jürgen Habermas no ensino de Óptica, explorando a história e filosofia dos trabalhos de Maurits C. Escher. Dentro do objetivo geral podem ser listados alguns objetivos específicos que nortearam o desenvolvimento do estudo: (i) analisar a história e filosofia das produções artísticas de M. C. Escher como codificação no ensino-aprendizagem de Óptica; (ii) desenvolver um caderno pedagógico contendo um conjunto de atividades para o ensino de conceitos de Óptica a partir das concepções dialógico-problematizadora e da ação comunicativa, envolvendo Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente e Arte; (iii) analisar aspectos de problematização e construções conjuntas em interações dos estudantes concernentes a relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente e Arte.

A pesquisa está organizada em quatro capítulos. O capítulo 1 apresenta a fundamentação teórica desta dissertação. Nessa etapa é realizado um resgate das principais características e dos principais conceitos abordados na Teoria do Agir Comunicativo, proposta por Jürgen Habermas e da concepção dialógico-problematizadora desenvolvida por Paulo Freire. No fim deste capítulo há um estudo referente às aproximações entre as concepções apresentadas. O capítulo 2 trata da crítica estética a partir de dois aspectos. Inicialmente é apresentada a especificidade do estético por Habermas e depois a arte é apresentada no viés freireano. No capítulo 3 é apresentado o artista Maurits Cornelis Escher (1898 – 1972). Nessa seção são tratados aspectos históricos e filosóficos de suas produções, assim como os conhecimentos científicos observados em suas obras e que foram explorados pelos estudantes durante o desenvolvimento do conjunto de atividades. No capítulo 4 a pesquisa é apresentada com seus devidos detalhes: descrição do contexto, período, participantes e encaminhamentos. Nesse item as atividades e seus objetivos são explicitados. Também são mencionados os processos de constituição e análise dos dados. Ainda desse capítulo acontece a análise dos dados obtidos durante o desenvolvimento dessa proposta constituídos a partir dos pressupostos da ação dialógica (FREIRE, 2015a; 2015b; 2015c) e da ação comunicativa (HABERMAS, 2012a; 2012b), da pesquisa-ação educacional de perspectiva emancipatória (CARR; KEMMIS, 1988), da análise de conteúdo (BARDIN, 2009), da análise de imagem e som (BAUER; GASKELL, 2017).

Por fim, depois da análise dos dados constituídos as considerações finais apresentam os resultados sobre as possibilidades de articulações entre âmbitos, explicativo, objetivo, social e subjetivo no desenvolvimento da proposta educacional que abordou as obras de Escher, a partir da problematização e construções conjuntas envolvendo Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente e Arte.

CAPÍTULO 1

1 AÇÃO DIALÓGICA E AÇÃO COMUNICATIVA

Na busca por fundamentar uma proposta pedagógica a partir da ação dialógica e da ação comunicativa este capítulo apresenta as principais características dessas concepções, ora expondo suas semelhanças, ora explicitando suas divergências, mas por fim, explorando suas complementaridades. Tanto a proposta freireana quanto a habermasiana, propõe a linguagem como uma possibilidade para superar a dominação dos sujeitos, uma vez que essa se apresenta como definidora do ser humano superando a filosofia da consciência. Dessa forma tais concepções são aqui propostas no embasamento de um conjunto de atividades que busca o desenvolvimento de competências comunicativas que possibilitem a emancipação política dos estudantes.

1.1 AÇÃO DIALÓGICA

“O homem não é uma ilha. É comunicação. Logo, há uma estreita relação entre comunhão e busca” (FREIRE, 1981, p. 14). É indispensável que o homem tome consciência de que ele não está no mundo, mas com o mundo para que, segundo Freire (1981), possua capacidade de atuar e refletir de forma compromissada, ou seja, transformando-se em um ser da práxis. Nesse sentido, o homem não deve adaptar-se às condições do mundo:

O homem não é, pois, um homem para a adaptação. A educação não é um processo de adaptação do indivíduo à sociedade. O homem deve transformar realidade para ser mais (a propaganda política ou comercial fazem do homem um objeto). (FREIRE, 1981, p.16)

Na busca do ser mais o homem precisa superar a curiosidade ingênua, desarmada e pertencente ao senso comum, pela curiosidade crítica, epistemológica, rigorosa cognitivamente, insatisfeita e indócil (FREIRE, 2015a). O homem precisa aprender a dizer sua palavra para que simultaneamente se humanize e humanize o mundo onde está inserido (FREIRE, 2015b), conscientizando-se,

consciência do mundo, busca-se ela a si mesma num mundo que é comum; porque é comum esse mundo, buscar-se a si mesma é comunicar-se com o outro. O isolamento não personaliza porque não socializa. (FREIRE, 2015b, p. 22)

Para Freire (2015b), a palavra é o instrumento, é o início da comunicação, ou seja, é o próprio diálogo. É através da palavra que se torna possível a imersão no mundo das consciências, de forma colaborativa e dialógica. No entanto se a palavra for usada pelo educador apenas por sua sonoridade, como forma de memorização desvinculada da realidade, na sua forma oca, enfatizando discursos, ela irá enfatizar posições ingênuas que, segundo Freire (1967), minimizam posicionamentos indagadores, inquietos, criativos favorecendo assim a passividade e a inautenticidade frente ao conhecimento. Por outro lado,

quando o homem compreende sua realidade, pode levantar hipóteses sobre o desafio dessa realidade e procurar soluções. Assim, pode transformá-la e com seu trabalho pode criar um mundo próprio: seu eu e suas circunstâncias. (FREIRE, 1981, p.16)

Ainda segundo Freire (1981) é com o desenvolvimento da consciência crítica que o homem pode transformar sua realidade, respondendo aos desafios apresentados pelo mundo, temporalizando os espaços geográficos, construindo sua história, criando e recriando. Ainda sobre o entendimento de Freire sobre a consciência temos que “a consciência é essa misteriosa e contraditória capacidade que tem o homem de distanciar-se das coisas para fazê-las presentes, imediatamente presentes” (FREIRE, 2015b, p. 18).

Na constituição da consciência o processo de interrogação não é apenas especulativo, pois a busca pela totalização da consciência é quem a provoca a totalizar-se, apresentando e elaborando assim, o mundo, ultrapassando obstáculos por hora intransponíveis, proporcionando o envolvimento reflexivo para julgar e julgar-se (FREIRE, 2015b). Nesse sentido o diálogo se mostra condição de existência dos sujeitos. Diálogo este que, de acordo com Freire (2015b) deve estar pautado em humildade, amor, fé nos homens, confiança, esperança e pensar crítico para que de forma horizontal aconteça a pronúncia do mundo, que nesse caso é condição para a existência humana dos sujeitos.

De posse do exposto fica evidente que cabe ao espaço escolar oportunizar a conscientização dos indivíduos. A concepção educacional freireana prevê comunicação a partir do pensar que favorece o diálogo e também depende dele. Essa educação “não se faz de A sobre B, mas de A com B, mediatizados pelo mundo” (FREIRE, 2015b, p.116). Os sujeitos são admitidos como inconclusos em busca permanente por sua conclusão de forma coletiva, a partir da ação transformadora e, dessa forma, criam sua história, garantindo seu caráter histórico-social.

De maneira complementar, Freire (1981) traz a dialética entre mudança e estabilidade como fomentadoras de ações do homem sobre o mundo que, pela práxis, ao responder a situações que surgem, cria seu mundo, garantindo seu caráter histórico-cultural. A consciência da complexidade das estruturas que está por base no mundo vivencial do sujeito é indispensável para a mudança de percepção e atitude na busca pela sua libertação.

A proposta em questão surge da necessidade de uma educação, segundo Freire (1981) para a tomada de decisão pautada em responsabilidade social e política, possibilitando aos sujeitos discussão corajosa imersa na problemática vivenciada, com certa dose de rebeldia e encorajamento para lutar por sua emancipação. Essa concepção de educação se apresenta dialógica, crítica, criativa. Propõe mudança desde o conteúdo programático até a utilização de técnicas como a busca por situações-limites que favorecem a investigação temática; o uso de temas geradores; a redução e a codificação (FREIRE, 1981).

Os principais pressupostos da ação dialógica são: (i) a co-laboração que através da dialética transforma a relação eu-tu em “dois tu que se fazem dois eu” (FREIRE, 2015b, p.227), que propicia a pronúncia do mundo e sua transformação, podendo apenas ser evidenciada na comunicação livre de intenção de conquista de um ser sobre o outro; (ii) a união para a libertação da massa oprimida através da comunhão entre os sujeitos e da práxis para que ao se reconhecer aderido ao opressor seja capaz de transformar a realidade de injustiça onde está inserido; (iii) a organização das massas populares ao testemunhar de forma coerente, ousada, radical que a libertação exige um esforço comum da todos os envolvidos; (iv) a

síntese cultural sobre a estrutura social que deve estar à serviço da libertação dos sujeitos pela mudança (FREIRE, 2015b).

De acordo com Freire (2015b) a investigação temática é o que inicia o diálogo na perspectiva de educação libertadora. Enquanto acontece essa pesquisa do universo temático de forma dialógica, há o reconhecimento das situações-limite que devem ser admitidas como obstáculos à sua libertação passíveis de transposição, uma vez os sujeitos passam a ter consciência de que tais barreiras são “concretas e histórias de uma dada realidade” (FREIRE, 2015b, p.125).

Ao se perceber em determinada situação de uma dada realidade, o sujeito percebe a necessidade de sua superação, bem como de sua negação, ao invés de continuar sua aceitação inerte de ação. Esse comportamento, segundo Freire (2015b) constitui os atos-limite. São as situações-limite, ou seja, os obstáculos ao ser mais que, segundo Freire (2015b), dão origem a temas daquele contexto e daquela época que se contradizem dialeticamente, ora na tentativa de mitigação do tema, ora na tarefa de transformação para a libertação dos homens.

O reconhecimento por parte dos indivíduos da interação das partes que compõe a totalidade de um contexto proporciona aos sujeitos nova postura, dessa vez crítica sobre as situações-limites, identificando “razões” para ela que antes se apresentava dicotomizada e fatídica. Tal análise, segundo Freire (2015b), proporciona a abstração que de forma dialética com o concreto, instaura um modo de pensar. Analisar uma situação concreta através da codificação conta com essa forma de pensar dialética, de idas e vindas, que através da decodificação, ou seja, da abstração, favorece o movimento das partes, ao todo.

A investigação proposta por Freire (2015b) possui vários momentos que não devem ser utilizados de forma engessada, rigorosa, como um guia, mas sim como uma operação que respeita a complexidade do contexto em questão que tem como objetivo o ser mais dos indivíduos. O primeiro passo, depois da investigação temática, propõe a aproximação entre os investigadores e os investigados, que sempre deve acontecer de forma simpática, tendo como base o diálogo e nunca pautada na imposição de qualquer natureza. Na sequência sugere-se que a partir dos dados que a investigação proporcionou seja possível

reconhecer situações contraditórias que serão a base para a elaboração das codificações que servirão à investigação temática. Como terceira fase são inseridos “os diálogos descodificadores, nos ‘círculos de investigação temática” (FREIRE, 2015b, p.155). Nesse momento cabe ao investigador desafiar constantemente os indivíduos na busca de novas problematizações junto à codificação proposta. Como última etapa, Freire (2015b) apresenta o estudo de forma sistemática e interdisciplinar do que o investigador teve como resultados de sua pesquisa. Dessa forma o programa apresentado aos indivíduos não lhe parecerá estranho, pois teve sua origem nele.

Paulo Freire (2015b) apresenta sua concepção dialógica de educação na tentativa de se contrapor a ação antidialógica desvelada por ele: como uma forma de dominação de um indivíduo pelo outro através da alienação, como a divisão para manter a opressão sobre a classe massificada com o intuito de enfraquecê-la, como forma de manipulação enquanto manutenção da dominação anestesiando os oprimidos, como invasão cultural que acaba por servir à conquista e à alienação, uma vez que há invasão no aspecto cultural dos invadidos, muitas vezes de forma camuflada.

É através de um campo pedagógico para a libertação, pelo diálogo crítico, como ação cultural e política que a pedagogia pode adentrar as ciências críticas superando seu poder técnico que colabora na manutenção da dominação, por uma postura de autorreflexão capaz de apresentar uma ciência que relaciona bases metodológicas, ideologias, e contexto de aplicação, possibilitando assim a emancipação dos estudantes.

1.2 AÇÃO COMUNICATIVA HABERMASIANA

“Na modernidade, toda a racionalidade foi submetida aos ditames da racionalidade instrumental, cuja expressão teórica suprema é a própria ciência moderna, o que, entendida positivamente, troca toda a inspiração do conhecimento do mundo por sua utilização técnica” (MÜHL, 2003, p. 136). Essa racionalidade orienta ainda hoje a maioria dos projetos educacionais conduzindo os indivíduos à situação de alienação que favorece e legitima diversos tipos de barbáries.

Ainda esperançoso quanto ao projeto de racionalidade, Habermas, de acordo com Mühl (2003) propõe um novo conceito de racionalidade através da linguagem intersubjetiva e interativa que se mostra capaz de desenvolver a identidade dos sujeitos. Sendo assim, “ linguagem deve ser entendida não apenas como um processo de representação, mas como um recurso pragmático da interação dos seres humanos entre si” (MÜHL, 2003, p. 162). Essa proposta foi desenvolvida na principal obra de Jürgen Habermas, a Teoria do Agir Comunicativo em 1981, que apresenta orientações para o desenvolvimento de uma proposta educacional crítica e emancipatória, através da reconstrução da pragmática que rompe com as concepções tradicionais em torno do conhecimento e da linguagem.

Segundo Gomes (2009) a linguagem deixa de ser entendida como mero instrumento de comunicação para se tornar condição de possibilitar e validar a compreensão: (i) do pensamento conceitual, (ii) do conhecimento objetivo e (iii) da ação, sendo compreendida como possibilidade de expressividade do mundo e articulação de inteligibilidade. A linguagem passa então, a ser condição para o entendimento e para a integração social (BASTOS; OLIVEIRA, 2006). Para Habermas (2012a) os atos de fala proporcionam a um falante, relação pragmática com os âmbitos objetivo (pretensão de verdade), social (pretensão de correções) e subjetivo (pretensões de sinceridade), assim como com outras relações com o mundo. Utilizar nessas relações a razão como busca de acordo para o reconhecimento intersubjetivo, passível de crítica, constitui o cerne da teoria habermasiana.

O processo argumentativo, proposto pela teoria da ação comunicativa, possibilita, segundo Mühl (2003), situações em que os envolvidos não apenas identifiquem erros, mas que sejam capazes de corrigir e aprender com eles. Daí o caráter emancipatório da teoria do agir comunicativo. Ainda nessa teoria,

Habermas desenvolve a tese de que todas as estruturas da linguagem devem ser entendidas como decorrentes de um processo comunicativo e que até mesmo as estruturas universais de possíveis situações linguísticas são produzidas, também elas, linguisticamente. Todas as potencialidades e todas as limitações da linguagem são dependentes, portanto, da linguagem enquanto um mecanismo de atuação do homem no mundo. (MÜHL, 2003, p.177)

No processo de entendimento, Habermas considera um ator competente quando este demonstra a capacidade de assimilar os âmbitos objetivo e social de modo que interiorize ações e posicionamentos e também quando este possui a capacidade de acomodar estruturas cognitivas e esquemas mentais para interagir priorizando o caráter reflexivo e consciente (MÜHL, 2003). Ainda sobre os processos de entendimento, eles

visam a um comum acordo que satisfaça as condições de um assentimento racionalmente motivado quanto ao conteúdo de uma exteriorização. Um comum acordo almejado por via comunicativa tem um fundamento racional, pois nenhuma das partes jamais pode impô-lo: nem de modo instrumental, pela intervenção imediata da situação da ação, nem de modo estratégico, pela influência calculista sobre decisão de um oponente (HABERMAS, 2012a, p. 498).

A partir das consequências que geram os atos de fala, a linguagem pode ser entendida, segundo Habermas (2012a) baseando-se em Austin, como: (i) locucionária: o falante diz algo, expressa um estado; (ii) ilocucionária: o falante realiza uma ação ao dizer algo, emprega uma assertiva; (iii) perlocucionária: o falante se propõe a desencadear um efeito no ouvinte enquanto diz algo durante uma ação.

O entendimento através de um ato de fala terá sucesso quando o objetivo ilocucionário é atingido pelo falante. Segundo Mühl (2003), Habermas identifica quatro atos de fala, no entanto, em geral, só trata de três, pois para o filósofo alemão, o “ato de fala comunicativo” é a condição para que os demais possibilitem a ação comunicativa. O quadro 1 caracteriza os atos de fala, também chamados modos de comunicação, identificados por Habermas.

Quadro 1: Tipos de atos de fala para Habermas.

Classificação dos atos de fala	Intenção (força ilocucionária)	Exemplos
Constatativos	Cognitiva, expressão	Asserções, afirmativas, narrações, constatações, ordem.
Representativos	Impressão subjetiva	Pensamentos, opiniões, percepções, sentimentos.
Regulativos	Definir agir prático-moral	Acordos, promessas, obrigações.

Fonte: a autora

Ainda segundo Mühl (2003), quando os atos de fala tornam-se perturbados e rompem com o consenso, tem-se instaurado o âmbito do discurso. Na busca da restauração da comunicação com a pretensão de alcançar um consenso racional, tem-se o discurso teórico (pretensões de verdade), o discurso prático (pretensões de retidão normativa) e a crítica estética/terapêutica (pretensões de veracidade).

Outros dois conceitos fundamentais para a compreensão da Teoria do Agir Comunicativo é a situação-ideal-de-fala e a comunidade ideal de comunicação. Enquanto que a primeira é admitida como o elemento capaz de eliminar distorções comunicativas na possibilidade de busca pelo entendimento, a segunda está associada à distribuição simétrica das oportunidades de atos de fala na tentativa de evitar distorções (MÜHL, 2003). A situação-ideal-de-fala

motiva o participante competente a buscar o entendimento utilizando para tal o único recurso não violento disponível: o melhor argumento. Somente numa situação de comunidade comunicativa livre de toda e qualquer coação, é possível considerar-se o consenso obtido como racional e verdadeiro. Graças a essa condição ideal é que todo e qualquer indivíduo capaz de linguagem pode distinguir um discurso racional de um discurso enganoso (MÜHL, 2003, p.191).

Para melhor compreender a teoria desenvolvida por J. Habermas e como ela pode colaborar na fundamentação de uma proposta pedagógica, outros dois conceitos fundamentais devem ser abordados e entendidos: mundo da vida e sistema. Para Habermas (2012b), a sociedade deve ser entendida como mundo da vida e como sistema que se opõem e se complementam entre si. O filósofo conceitua mundo da vida como o pano de fundo, ou seja, contexto onde ocorre a práxis comunicativa para o entendimento e o consenso. É constituído por um acervo de padrões que se fizeram e se mantêm culturalmente e são organizados linguisticamente de tal forma que possibilitam a problematização de algo no mundo pelo fato de não estar sendo problematizado. Afinal, para que um passo seja dado, o outro pé deve estar firme no chão. É sempre intersubjetivo.

Para favorecer a compreensão desse conceito tão importante, uma analogia pode ser utilizada. Imagine que duas pessoas estão dialogando com posicionamentos contrários em torno dos impactos ambientais na construção da usina de Belo Monte/PA. Ainda que problematizem sobre relativização dos

impactos em comparação aos benefícios do acesso à energia elétrica, outros conceitos não estão sendo problematizados. Admite-se que os impactos existem, sabe-se que energia elétrica pode ser gerada, ou seja, esses conceitos constituem o mundo da vida nesse exemplo. Ainda que as situações as alterem, o mundo da vida tem seus limites sempre intactos, não tematizados, praticamente infalíveis, tal estabilidade pode favorecer que outras problematizações aconteçam, mudanças na organização social e desenvolvimento do conhecimento. Segundo o próprio Habermas,

Numa perspectiva voltada para a situação, o mundo da vida aparece como um reservatório de autoevidências e de convicções inabaláveis, do qual os participantes da comunicação lançam mão quando se encontram em processos cooperativos de interpretação. No entanto, convém lembrar que certos elementos singulares e determinadas **autoevidências** só podem ser mobilizadas **na forma de um saber consentido e, ao mesmo tempo, problematizável quando se tornam relevantes para a situação**. (HABERMAS, 2012b, p. 227, grifos do autor).

Segundo Mühl (2003), o mundo da vida é, para Habermas, uma composição de instâncias que se comportam de forma interdependentes e “cultura, sociedade e personalidade são três componentes do mundo da vida, representando três processos que constituem a reprodução social: a reprodução cultural, a integração social e a socialização” (MÜHL, 2003, p. 207). Em sumo,

O mundo da vida constitui, pois, de certa forma, o lugar transcendental em que os falantes e ouvintes se encontram; onde podem levantar, uns em relação aos outros, a pretensão de que suas exteriorizações condizem com o mundo objetivo, social ou subjetivo; e onde podem criticar ou confirmar tais pretensões de validade, resolver seu dissenso e obter consenso (HABERMAS, 2012b, p.231).

Por sua vez, o sistema, segundo Mühl (2003), deriva da racionalização do mundo da vida. Ambos, mundo da vida e sistema, formam, dialeticamente, o modo de ser da sociedade. No entanto quando o segundo, por mediações bastante calculadas e organizadas dos subsistemas político (poder) e econômico (dinheiro), se sobrepõe sobre o primeiro, acontece uma modificação na influência de um sobre o outro e tem-se a denominada “colonização do mundo da vida”. Tal patologia social se caracteriza pela instrumentalização do mundo de vida e a supressão da comunicação a partir da violência estrutural. No entanto, de acordo

com Mühl (2003), Habermas vê nesse sintoma uma possibilidade inerente ao processo de racionalização, uma vez que apenas através do mundo da vida é que o sistema tem a capacidade de se institucionalizar, ou seja, depende dele.

Por isso, para Habermas, a complexidade do mundo sistêmico, enquanto tal, não representa uma evolução para a humanidade, a não ser como fator de contribuição para o desenvolvimento da racionalidade comunicativa nas esferas da sociedade, da cultura e da personalidade (MÜHL, 2003, p.212).

As patologias proporcionadas pela colonização do mundo da vida vão desde a perda da liberdade, do sentido até o empobrecimento cultural. Essa última, a partir ingresso da cultura de especialistas, segundo Mühl (2003), ameaça o mundo da vida, pois minimiza o poder crítico e transformador da sociedade. Nesse entendimento,

a alienação, a desintegração da identidade coletiva, o empobrecimento cultural, a perda de significação, o enfraquecimento da solidariedade e a expansão do individualismo possessivo são patologias que refletem a dominação do mundo da vida pela nova ideologia sistêmica que se expande por meio da cultura de especialistas (MÜHL, 2003, p. 106).

No contexto do sistema educacional, pode-se ainda considerar outras consequências da colonização do mundo da vida, como a burocratização que pode comprometer a realização dos reais objetivos da escola. Dessa forma, torna-se evidente a necessidade da reconstrução do que se entende por racionalidade recorrente à comunicação. No entanto Habermas entende que as diversas formas de invasão podem ser problematizáveis através da ação comunicativa, ou seja, há a possibilidade de se entrar em estado de discurso possibilitando que o ser humano possa resistir à sua desnaturalização e garantir sua autoconservação. Nesse sentido “...acredita ele, sempre haverá resistência e possibilidade de emancipação.” (MÜHL, 2003, p. 213)

Nesse sentido, “poderíamos falar, então, de uma formação por consenso no sentido de uma ação social dos indivíduos internacionalmente estabelecidas graças a acordos”. (RUZ, 1984, p. 27) No entanto para que essa formação, enquanto possibilidade de emancipação aconteça, é indispensável a existência de

relações simétricas, necessitando de uma reestrutura nas funções de saber e de poder, inibindo assim qualquer forma de coação pela posse ou não do saber.

Nesse contexto, segundo Ruz (1984), há que se repensar a formação em Ciências propondo a superação do seu poder técnico, que reforça a continuidade de um sistema que aliena e oprime, por um encaminhamento que recorre a autorreflexão inerente a participação dos estudantes em todo seu processo de formação. Nesse sentido,

partindo, portanto, da experiência das implicações práticas do saber científico – a dominação pela ciência – Habermas apela a um tipo de formação emancipatória por meio de uma ciência capaz de apreender os elos existentes entre as bases metodológicas, as implicações ideológicas e os contextos objetivos de aplicação. (RUZ, 1984, p. 31).

Para que o exposto possa estar presente no campo pedagógico se faz necessária a integração da ciência à vida dos indivíduos através do diálogo, da comunicação, da formação de consensos que precisa colaborar na tomada de consciência dos envolvidos sobre as forças que atuam nele, estrategicamente. Eis, explicitada, a postura do professor nesse entendimento de ensino de ciências.

Para Ruiz (1984), é através do consenso que se faz a razão emancipadora e é através dele que se pode diluir sociedades administradas por ideologias, logo “o consenso anuncia uma sociedade de comunicação ideal e, por isso, marca o caminho pelo qual se pode chegar a uma convergência entre o complexo ciência-técnica e a democracia”. (RUIZ, 1984, p.35)

Ainda nesse entendimento, uma concepção pedagógica para a emancipação requer uma teoria de competência comunicativa que deixe de conceber um discurso científico como uma cartilha para compreender que através desse novo discurso pedagógico e didático pode-se alcançar o discurso científico capaz de fazer com que a ciência reflita sobre ela e sobre as consequências de seus resultados.

1.3 APROXIMAÇÕES ENTRE AS CONCEPÇÕES DIALÓGICO-PROBLEMATIZADORA E DA TEORIA DO AGIR COMUNICATIVO COMO FUNDAMENTO DE UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA

É consenso entre os mais diversos setores, segundo Mühl (2003), que o cenário educacional brasileiro se encontra mergulhado em ampla e profunda crise que, em parte, foi desencadeada pela instrumentalização manipuladora com interesses econômicos e de poder, configurando o sistema educacional como conivente aos interesses produtivos de determinadas classes e do Estado. Nesse cenário cabe à educação a tarefa de se opor, em termos habermasianos, ao atual processo de colonização do mundo da vida, colaborando na promoção de uma esfera pública que seja capaz de interferir nas decisões políticas e econômicas, transformando a sociedade onde os sujeitos estão inseridos (BASTOS; OLIVEIRA, 2006).

Na busca em aproximar duas concepções tão relevantes cada qual originada em seu tempo, em seu contexto e com suas particularidades, em uma proposta pedagógica, se faz necessária uma análise profunda das aproximações entre as duas perspectivas. Nessa tentativa é estabelecido um diálogo com Morrow e Torres (2002) que oferecem um amplo estudo entre as teorias de Freire e Habermas explicitando um caráter de complementaridade entre elas.

Tal análise pode ser iniciada ao tratar dos contextos em que a ação dialógica de Freire e ação comunicativa de Habermas foram propostas. Enquanto que a primeira propõe uma teoria educacional, que a partir do estudo de Habermas, pode ter seus horizontes ampliados, a segunda se constrói enquanto teoria da sociedade, mas que a partir da concepção freireana, pode servir à educação. Em ambas percebe-se a preocupação com construções conjuntas que são entendidas nas duas concepções, segundo Sutil (2011), nos âmbitos objetivo, social e subjetivo mediante práticas emancipatórias em um espaço de comunicação (BASTOS; OLIVEIRA, 2006). Além disso, pode-se identificar situações de dominação em diferentes contextos, acompanhadas de possibilidade de resistência, ainda que a proposta freireana tenha surgido para a alfabetização de jovens e adultos da América Latina e a proposta habermasiana, de forma muito limitada, para o público universitário europeu.

A comparação entre a teoria da ação dialógica e da ação comunicativa acontece em Morrow e Torres (2002), a partir de quatro temas: (i) metateoria que

propõe a incorporação de uma filosofia de ciência social a uma teoria crítica da sociedade tratando da dicotomia entre subjetivismo e positivismo, ou seja, sugere uma reconstrução da dialética sujeito-objeto; (ii) teoria de história e sociedade que associa a educação à dominação social e à reprodução cultural, mas que busca na identificação de contradições a possibilidade de transformação; (iii) psicologia social crítica que trata da dialogicidade e do desenvolvimento do sujeito frente a relações de denominação social; (iv) práxis como aprendizado coletivo necessário ao desenvolvimento da autonomia individual para a democratização de práticas coletivas e para mudar o relacionamento do sujeito com o mundo social.

Cada um dos temas mencionados será explorado a seguir objetivando estabelecer aproximações entre as concepções de Habermas e Freire que fundamentem a pesquisa aqui apresentada.

1.3.1 SOBRE A METATEORIA

Tanto Habermas quanto Freire apresentam a hermenêutica crítica como possibilidade de reconstrução do materialismo histórico para mediar a polarização entre positivismo e fenomenologia. Para tanto são consideradas três questões básicas da metateoria (ontologia, epistemologia e metodologia) e suas principais características:

- (a) Ontologia: tanto Habermas como Freire entendem a importância da superação do realismo ingênuo pelo realismo crítico e assim compreender a relação entre sujeito-objeto para as ciências humanas. Três temas são expostos, organizados e explorados no quadro 2.

Quadro 2: Principais características ontológicas das concepções de Freire e Habermas.

	Freire	Habermas
Práxis: Teoria de comunicação	<ul style="list-style-type: none"> • Ação-reflexão intersubjetiva e dialógica; • Relação sujeito-sujeito de caráter marxista, ou seja, de forma dialógica, em uma matriz de interação, pautada em relações de amor, empatia, humildade, otimismo, confiança e crítica; • Pautada em concepções humanista e existencialista marxista; 	<ul style="list-style-type: none"> • A reconstrução da práxis está na dicotomia interação e trabalho; • Associa conhecimento a trabalho, linguagem e poder, ou seja, relaciona linguagem e liberdade; • Interação simbólica que transcende distinções históricas e culturais.

	<ul style="list-style-type: none"> • Dialogicidade como característica ontológica da vida social: palavra com potencial transformador. 	
Relações de dominação: Desafios da comunicação	<ul style="list-style-type: none"> • Ação antidialógica; • Quebra da relação de empatia; • Emissão de comunicados prontos; • Consequências: desumanização, alienação e marginalidade. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ação estratégica; • São pautadas para o controle e para o sucesso; • Consequências: manipulação, distorções, patologias comunicativas.
Estrutura de possibilidades: Diálogo como possibilidade de desenvolvimento individual emancipatório	<ul style="list-style-type: none"> • Propõe a palavra como necessidade e condição de luta; • Defende que a consciência da incompletude humana é base para sua humanização, ou seja, libertação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reivindicação de validade implícita; • Dialogicidade a partir de um desejo recíproco de compreensão e reconhecimento; • São quatro as reivindicações de verdade: <ol style="list-style-type: none"> 1) Compreensibilidade (âmbito explicativo) 2) Verdade (âmbito objetivo) 3) Acerto (âmbito social) 4) Veracidade (âmbito subjetivo).

Fonte: adaptado do Morrow e Torres (2002).

(b) Epistemologia: trata da polarização entre teoria e prática, positivismo e antipositivismo, universal e único, explicação e interpretação, sujeito e objeto propondo a hermenêutica crítica como possibilidade da superação dessa dicotomia. Tanto Paulo Freire como Jürgen Habermas trata o conhecimento como prioridade no processo comunicativo que não prima pela competição, mas pelo diálogo. Nesse aspecto, quatro temas merecem análise: (i) como as ciências humanas são compreendidas, (ii) como entendem a lógica crítica, (iii) teoria de verdade do diálogo e do consenso, (iv) relação racionalidade técnica e comunicativa. No quadro 3 o pressuposto epistemológico se encontra resumido e diferenciado para Freire e Habermas, de acordo com Morrow e Torres (2002).

Quadro 3: Principais características epistemológicas das concepções de Freire e Habermas.

	Freire	Habermas
Motivo do conhecimento: Compreensão de ciências humanas	<ul style="list-style-type: none"> • Propõe a unidade na relação objeto-sujeito; • Rejeição da visão positivista que manipula e controla; • Defende a dialética sujeito-sujeito. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecimento provém de processos de ação comunicativa a partir de relações intersubjetivas; • Busca pelo consenso provisório, processual através da argumentação.
Concepção de crítica: Hermenêutica crítica como processo de transformação	<ul style="list-style-type: none"> • Através da conscientização, do distanciamento e da reflexão; • Superação da consciência ingênua pela consciência crítica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Busca pelo conhecimento se dá por três interesses: <ol style="list-style-type: none"> 1) Analítico-empírico das ciências naturais, 2) Hermenêutico histórico através da interpretação dos significados; 3) Cognitivo emancipatório crítico que transcende os outros dois interesses por não contentar-se com eles. • É no terceiro interesse listado que o filósofo alemão concebe crítica; • Possibilidade de comunicação sem distorções.
Teoria de verdade: Diálogo e consenso como aportes.	<ul style="list-style-type: none"> • Dialética sujeito-sujeito; • Conhecimento concebido com possibilidade constante de mudança, histórico, por isso, humilde. 	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo de consenso a partir de processos intersubjetivos; • Em contraposição à ação, é apresentado o conceito de discurso como forma de comunicação em que o melhor argumento, sem coação, produz consenso provisório.
Entendimento sobre racionalidade:	<ul style="list-style-type: none"> • Apresenta a distinção entre a racionalidade técnica como estratégia de alienação (educação bancária) e a racionalidade comunicativa pautada na comunicação sujeito-sujeito. 	<ul style="list-style-type: none"> • Faz distinção entre a racionalidade estratégica para o domínio técnico e a racionalidade comunicativa que favorece realização da razão normativa se opondo à dominação.

Fonte: adaptado do Morrow e Torres (2002).

(c) Metodologia: apresenta estratégias de investigação e conhecimento como possibilidade de transformação de consciência e na sociedade, mas sem considerá-la única e infalível, enfraquecendo o diálogo entre pontos de vistas distintos. Os encaminhamentos devem ser reflexivamente pluralistas e não relativistas. No quadro 4 são apresentadas as aproximações entre as concepções de Freire e Habermas, de acordo com Morrow e Torres (2002) considerando três aspectos: (i) a natureza das ciências humanas, (ii) a relação entre diferentes métodos, (iii) a relação entre fatos e valores.

Quadro 4: Principais características metodológicas das concepções de Freire e Habermas.

	Freire	Habermas
Natureza das ciências humanas: Abordagem dialética	<ul style="list-style-type: none"> • Pesquisa de ação participativa que objetiva a conscientização; • Humanismo científico, ou seja, a ciência como denúncia, como mecanismo de conscientização. 	<ul style="list-style-type: none"> • Considera que a ciência social deve ser reflexiva; • O conhecimento deve ser tanto hermenêutico quanto analítico • Relação entre necessidades e sofrimentos de um grupo de pessoas.
Relação entre diferentes métodos: Ciência social crítica e outras metodologias	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhece a necessidade de um pluralismo metodológico; • Quanto mais pontos de vista, mais rica a reflexão crítica da sociedade. 	<ul style="list-style-type: none"> • Relação teoria-prática deve levar em consideração contextos e critérios específicos; • Direcionamento pela: autonomia de inquérito, base dialógica, liderança política.
Relação entre fatos e valores: Autonomia de inquérito	<ul style="list-style-type: none"> • Respeito à autonomia do inquérito, mas sem deixar de lado os valores na ciência; • Entende a interação entre fatos e valores possíveis de falhas e incertezas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Considera autonomia de inquérito; • Considera diferentes racionalidades para questões de valor. • Fatos e valores se distinguem na teoria, mas se relacionam na prática.

Fonte: adaptado do Morrow e Torres (2002).

1.3.2 SOBRE A TEORIA DE SOCIEDADE

Freire tem uma preocupação em torno do capitalismo dependente e da manifestação da ação antidialógica, enquanto que Habermas leva em consideração o capitalismo avançado e a manifestação da racionalidade estratégica e suas consequências. Sendo assim, ambos concebem a teoria de crise social a partir de críticas a modelos econômicos que desencadeiam uma organização social através de um tipo de racionalidade. Tanto um quanto o outro, também apresentam a necessidade de repensar a teoria de democracia e das esferas públicas democráticas. As características mencionadas estão organizadas no quadro 5.

Quadro 5: Principais características sobre a teoria de sociedade das concepções de Freire e Habermas.

	Freire	Habermas
Teoria de crise de sociedade e desenvolvimento: Reconstrução do materialismo histórico	<ul style="list-style-type: none"> • Sociedade de massa que impede a formação da consciência crítica; • Dependência nacional (neocolonialismo) que propõe novas formas de desigualdade; • Democratização como estratégia de superação da massificação e da dependência. 	<ul style="list-style-type: none"> • É pautada na necessidade de superação da racionalidade técnica pela racionalidade social. • Entende uma teoria de dominação social que explica falhas históricas de aprendizagem. • Propõe a oposição entre mundo da vida e sistema como lógica de luta.
O sujeito dominado e a esfera pública: Manipulação da consciência	<ul style="list-style-type: none"> • Relações históricas de poder como dominação da consciência, através da cultura do silêncio; • Substituição das entidades mágicas pelo mito da tecnologia na explicação de problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Problemática da teoria democrática associada ao declínio da esfera pública; • Colonização da esfera pública; • Fragmentação da consciência através da colonização do mundo da vida pelo poder e pelo dinheiro.
Democratização e a revitalização da esfera pública: Renovação do processo de democratização	<ul style="list-style-type: none"> • Liderança democrática como estratégia de resistência contra a dominação; • Proposta de uma teoria dialógica de educação; • Crítica a modelos de liderança socialista simplistas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nova abordagem para trabalho; • Tomada de controle do estado evitando a colonização do mundo da vida; • Participação plural, com o cidadão no centro do processo comunicativo; • Repensar esfera pública democrática como esfera pública problemática possibilitando processos comunicativos.

Fonte: adaptado do Morrow e Torres (2002).

Resumindo, tanto para Habermas e para Freire a institucionalização de discursos críticos – as esferas públicas – tanto dentro de estados-nação como globalmente é vista como condição necessária para o progresso, embora tais estratégias corram o risco de cooptação e fracasso. (MORROW E TORRES, 2002, p. 88, tradução minha)

1.3.3 SOBRE A PSICOLOGIA SOCIAL CRÍTICA

Segundo Morrow e Torres (2002), se faz necessário considerar o contexto onde a psicologia social crítica se desenvolve para que seja possível a superação das relações históricas de dominação. Nesse tema serão explicitadas: (i) teorias para psicologia social crítica e (ii) a superação de pressupostos dogmáticos de ideologia crítica clássica, para Habermas e Freire, através do quadro 6.

Quadro 6: Principais características sobre psicologia social crítica nas concepções de Freire e Habermas.

	Freire	Habermas
Perspectivas de psicologia social crítica	<ul style="list-style-type: none"> • Sujeito dialógico: relação sujeito-sujeito, intersubjetividade em termos dialógicos; • Humanização como incompletude: luta criativa pela liberdade pela problematização; • Ação antidialógica: teoria de dominação, a cultura do silêncio, alienação, consciência servil, garantindo a hegemonia e a dominação; • Níveis de consciência: (i) a consciência mágica voltada para a sobrevivência, (ii) a consciência transitória ingênua que se limita a simplificação de problemas e se mostra vulnerável a manipulação, (iii) consciência transitiva crítica que se mostra direcionada à reflexividade. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ação comunicativa que apresenta a dialogicidade como natureza; • Desenvolvimento de competências a partir da interação entre pensamento, linguagem e ação em contexto de situação ideal; • Ideologia e comunicação distorcida como patologias que favorecem a alienação e dominação de um ser sobre o outro; • Evolução da consciência mítica para discurso normativo que proporcione a reflexão crítica.
Conclusões normativas para psicologia social crítica	<ul style="list-style-type: none"> • Cultura do silêncio como referência da dominação sobre a consciência semi-intransitiva; • Conscientização pela práxis como estratégia contra a cultura do silêncio; • Conscientização como reflexão ética que favoreça a capacidade da crítica social. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicação distorcida que favorece a consciência falsa e a ideologia seja a nível: (i) semântico, (ii) comportamental, (iii) do uso da linguagem; • Teoria de interesses do conhecimento, autorreflexão e discurso ideal como possibilidade para evitar o dogmatismo; • Problematização de um discurso ético na tentativa em reduzir comunicação distorcida e constituir base moral para a cooperação social e proporciona um quadro universalista para proteger o diálogo que busca proteger a integridade humana em um contexto.

Fonte: adaptado do Morrow e Torres (2002).

1.3.4 SOBRE A PEDAGOGIA CRÍTICA

Cada um dos teóricos comparados parte de pontos distintos quanto tratam de aprendizagem. Segundo Morrow e Torres (2002), enquanto que Freire volta seu olhar aos adultos analfabetos e às classes populares oprimidas, Habermas

considera a criança, o jovem, os trabalhadores, o cidadão manipulado ou que se encontra inserido em uma situação de vulnerabilidade. Para ambos, processos de aprendizagem interativa são estratégias fundamentais para promover a autonomia humana, altos níveis de raciocínio moral e cognitivo e a autoconsciência na busca pelo desenvolvimento da reflexividade. Acreditam ainda na interação entre discurso oral e linguagem escrita como premissa para a formação e transformação da consciência humana.

Nessa temática, quatro aspectos da alfabetização crítica podem ser analisados no quadro 7: (i) alfabetização crítica e competência comunicativa, (ii) investigação temática e ação comunicativa nas práticas pedagógicas, (iii) dialogicidade como prática pedagógica e aprendizagem reflexiva, (iv) relação entre educação e esfera pública democrática.

Quadro 7: Principais características sobre a pedagogia crítica nas concepções de Freire e Habermas.

	Freire	Habermas
Alfabetização crítica e competência comunicativa	<ul style="list-style-type: none"> • Tem como base a conscientização; • Trata uma imensidão de formas discursivas e competências culturais; • É narrativa para a ação; • É referência para a crítica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Considera discursos autorreflexivos de aprendizagem coletiva; • Propõe a superação do empoderamento individual pelo empoderamento social.
Investigação temática e ação comunicativa	<ul style="list-style-type: none"> • Busca a superação de modelos para a transmissão comportamental por modelos para o discurso dialógico e de interação; • Propõe facilitar a transição da consciência mágica para a consciência crítica; • Requer: (i) método dialógico e crítico, (ii) superação de conteúdo do programa, (iii) técnicas de codificação e decodificação; • Superação dos obstáculos através do diálogo participativo; • Currículo descoberto por processo interativo. 	<ul style="list-style-type: none"> • A busca pela conscientização requer: (i) a existência de relações de confiança entre os sujeitos igualmente partes do processo, (ii) considerar teorias gerais (sujeito questionador) e interpretações gerais (autorreflexão), (iii) uso mínimo da ação estratégica nos níveis de ensino.
Dialogicidade e aprendizagem reflexiva	<ul style="list-style-type: none"> • Princípios gerais como fundamentação: (i) diálogo sujeito-sujeito, (ii) dialogicidade no levantamento do problema, (iii) reconhecimento das 	<ul style="list-style-type: none"> • Distinção entre formas de aprendizagem: (i) reflexiva que é associada a resultados a partir do melhor argumento e (ii) tradicional que estão associados a reivindicações de

	situações de dominação; (iv) diálogo para o respeito mútuo e para o amor; (v) dialética entre autoridade e liberdade, (vi) codificação e decodificação, (vii) conexão entre linguagem e experiência.	validade prática.
Educação e esfera pública democrática	<ul style="list-style-type: none"> • Considera a transformação como processo educacional; • Mudança revolucionária e progressiva como parte do processo de democratização; • Associação a movimentos políticos, ou seja, ação participativa para a formação de sujeitos democraticamente ativos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Busca por novas expansões de democratização em contextos de crise: (i) pela institucionalização de discursos críticos, (ii) através de reformas para organização do esclarecimento, ainda que aborde educação em nível universitário, (iii) por movimentos sociais que resultam em processos de aprendizagem coletivo.

Fonte: adaptado do Morrow e Torres (2002).

Segundo Sutil (2011), tanto Freire quanto Habermas possuem uma concepção de aprendizagem que apreende os âmbitos objetivo, social e subjetivo, uma vez que a aprendizagem nas concepções da ação dialógica e comunicativa pressupõe posicionamento e envolvimento em competência linguística e comunicativa. O quadro 8 apresenta de forma resumida, as convergências entre Freire e Habermas propostas por Sutil (2011):

Quadro 8: Perspectivas gerais das concepções de Freire e Habermas.

	PAULO FREIRE	JÜRGEN HABERMAS
META	Humanização e libertação. Crítica e criatividade.	Cultura, sociedade e personalidade. Responsabilidade e autonomia.
CONCEPÇÃO DE SERES HUMANOS E DE MUNDO	Inconclusos, em busca de conclusão, coletivamente. Diferentes visões de mundo.	Busca de entendimento, coletivamente. Pluralismo.
CONSTRUÇÃO COLETIVA	Síntese cultural.	Entendimento.
AÇÃO	Dialógica: colaboração, união, organização, síntese cultural.	Comunicativa. Atos de fala.
RACIONALIDADE	Dialógica	Comunicativa
CONDIÇÕES DE COMUNICAÇÃO	Diálogo.	Simetria de oportunidades de fala. Situação ideal de fala. Comunidade ideal de comunicação

ATRIBUIÇÕES DE PARTICIPAÇÃO	Posicionamento e expressividade.	Competência linguística e comunicativa.
PROBLEMAS DE COMUNICAÇÃO	Ação antidialógica: conquista de um ser pelo outro, divisão, invasão cultural, manipulação.	Patologias da comunicação. Colonização do mundo da vida pelo sistema.
REAÇÃO AOS PROBLEMAS DE COMUNICAÇÃO	Problematização.	Discurso.
ÂMBITOS DE CONSTRUÇÃO CONJUNTA	Objetivo, social e subjetivo. Mudança cultural, de percepção, de estruturas e de atitude.	Objetivo, social e subjetivo. Reprodução cultural, integração social e socialização.

Fonte: (SUTIL, 2011, p. 47).

Segundo Bastos e Oliveira (2006), a educação que se encontra mergulhada em uma crise estrategicamente orientada por interesses em torno do poder e do dinheiro, para uma elite, reforçando a manipulação, depende de um encaminhamento que resista ao processo de colonização do mundo da vida. Nesse novo olhar, a escola precisa se transformar em uma esfera pública que influencie nas decisões políticas e econômicas.

Tanto Freire quanto Habermas propõem importantes contribuições nessa busca através uma reconstrução entre teoria e prática, relacionando conhecimento teórico e ação, ou seja, oportunizando que o estudante deixe de ser objeto manipulável nas mãos do professor para ser agente no processo de construção do conhecimento. Ambos veem a linguagem como possibilidade de conscientização para a superação de situações de dominação de um ser pelo outro, através de entendimento subjetivo. Nas duas concepções o estudante é entendido como sujeito inacabado, em construção, que deve ter seu direito de fala preservado, sem qualquer espécie de coação, garantindo sua autonomia que será a base do processo dialógico que tem como princípios justiça, democracia e solidariedade (BASTOS; OLIVEIRA, 2006).

A aproximação das duas concepções, ainda segundo Bastos e Oliveira (2006), em uma proposta educacional, prevê o fortalecimento do sujeito no que concerne a seu posicionamento frente a questões sociais. Surge então a possibilidade de exercer sua cidadania democraticamente se atentando a valores que se estejam alinhados a responsabilidade política e social e resistindo a encaminhamentos que reforcem a dominação de um ser pelo outro.

CAPÍTULO 2

2 ESTÉTICA NO CAMPO PEDAGÓGICO

De acordo com Talon-Hugon (2008), inúmeras definições já foram utilizadas para explicar o termo estética. Esta já foi definida como sendo a ciência que se atentava a apreciar e distinguir o belo do feio. Já foi entendida como o ramo da filosofia que tratava das artes e da beleza, como a ciência do mundo sensível. Analisando a origem da palavra estética, esta está relacionada ao ato de sentir, à imitação, à catarse. Dessa forma esse termo foi sofrendo modificações conforme novos entendimentos foram surgindo.

Neste capítulo, em consonância com as concepções dialógica-problematizadora e da ação comunicativa, a estética será abordada no viés em que razão e imaginação se aliam para a transformação, para revolucionar, denunciar, uma vez que a sociedade também se apresenta por seus sentidos, seus sentimentos, que assim como a consciência carece de emancipação. Nesse sentido a arte se mostra capaz de ser reativada através da comunicação com seus receptores e Habermas e Freire terão suas contribuições descritas a partir de suas percepções.

2.1 A ESPECIFICIDADE DO ESTÉTICO PARA HABERMAS

Na busca pela formação de um sujeito autoconsciente, capaz de interação e comunicação livre, a experiência estética da autonomia do sujeito se mostra imprescindível. Segundo Amey (1991), Habermas propõe uma reativação da comunicação que a arte pode proporcionar favorecendo uma reinterpretação do mundo vivido, através da relação simultânea entre a experiência estética, formas institucionais e racionalidade intersubjetiva. Dessa forma, a arte pode intervir no âmbito cognitivo e nas expectativas normativas de tal forma que estabeleça novas formas de inter-relações.

Ao longo da história, a autonomização da arte possibilitou que esta se libertasse da servidão à racionalidade estratégica. Tal possibilidade pode ser evidenciada na Grécia antiga quando aconteceu a passagem da sociedade gentílica para a cidade clássica. Nesse momento aconteceu o início do processo de autonomização artística com a identidade absoluta do mito dando lugar à

formação de sua própria legalidade: a narrativa deixa de ser ritual para se tornar imitação e mais tarde receber retoques de interpretação. Esse novo caráter favorece a abertura da arte tanto a bons como maus encaminhamentos, uma vez que diferentes esferas podem sujeitar a experiência estética a seus próprios interesses. (AMEY, 1991)

No processo de construção da autonomia artística, acontece a formação da experiência estética que se traduz na autonomia do sujeito, uma vez que o conceito repressivo de homem cristão tradicional, que advém do pecado, é superado pelo conceito de homem livre, autônomo (MARKERT, 2007), se tornando assim possibilidade de resistência a poderes. Na modernidade, a esfera estética, apresenta duas posturas distintas, ou se deixa penetrar por interesses em torno do poder e do dinheiro e se dissolve em gostos específicos ditados pelo consumismo, ou se livra de qualquer imposição, produz suas próprias regras na busca por sobrevivência. Habermas considera a estética e as produções artísticas sobre dois aspectos, o histórico-sociológico e o filosófico, remetendo-os à Teoria do Agir Comunicativo, sob a expectativa de uma reativação do poder iluminador das obras de arte (BARBOSA, 2004). Nesse sentido,

a arte, que se tornou autônoma, vai à busca de expressões cada vez mais puras da experiência estética fundamental de uma subjetividade descentrada que se relaciona consigo mesma procurando fugir das estruturas espaciais e temporais do dia a dia. Aqui, a subjetividade se liberta das convenções da percepção cotidiana e da atividade racional-teleológica, dos imperativos do trabalho e da utilidade. (HABERMAS, 2012b, p.716)

Segundo Amey (1991), Habermas entende a arte através de um viés extra-estético da intercompreensão linguística e com seu caráter de processo comunicável que está extremamente relacionado à autonomização da esfera estética. Já no início da Teoria da Ação Comunicativa, Habermas se preocupa em tratar da especificidade da estética e nas suas atribuições a partir de uma filosofia pós-metafísica e pós-hegeliana (BARBOSA, 2004).

Onde quer que se tenham formado núcleos temáticos mais rijos na filosofia contemporânea, e uma argumentação mais coerente, seja em lógica ou epistemologia, nas teorias da linguagem e do significado, em ética ou na teoria da ação, até mesmo em estética, o interesse logo se volta às condições formais da racionalidade do conhecer, do entendimento verbal

mútuo e do agir, seja no cotidiano, seja no plano das experiências metodicamente instituídas ou dos discursos metodicamente instituídos. Com isso a teoria da argumentação ganha significado especial, porque é dela a tarefa de reconstruir os pressupostos e condições formal-pragmáticos de um comportamento explicitamente racional. (HABERMAS, 2012a, p. 21)

Nessa concepção, arte é emancipação, desconceitualização do mundo proporcionando criticidade sobre a linguagem, interligando-se na instância estética e proporcionando não mais experiência apenas sobre si, mas também sobre o outro, agindo sobre a sociedade e podendo se tornar criadora de normas. Nessa perspectiva, a arte pode ser entendida como produção de um sujeito criativo que procura representar simbolicamente o belo objetivando que outros sujeitos possam reconhecer as imagens de um mundo não alienado e apresentar, através de seu estado de plena liberdade, nova relação humana para trabalho e felicidade (MARKET, 2007).

No entanto, há que refletir sobre o significado de estética comunicativa para o contexto atual onde a linguagem está à mercê da racionalidade técnica em uma sociedade com estratificação cultural evidente e aguda, seja na música, na pintura ou na literatura. Seria ingenuidade considerar o poder de alcance e de aprovação de uma obra para mensurar seu poder comunicativo. Para Amey (1991), deve-se atentar para não recair em critérios que reforcem a arte de massa ou de consumo, tampouco à comunicação de uma minúscula fatia da sociedade representada pelos especialistas, mas que seja solidária. Sociedades em que a valorização econômica define suas relações tendem a sufocar a experiência estética, proporcionando um cenário de criminalização da arte como estratégica de manter sua hegemonia (AMEY, 1991).

Habermas (2012b) aponta o uso estratégico de ideologias em diferentes contextos como fundamento para renovação moral ou estética da esfera pública política para ideias de autonomia e de participação em movimentos antiautoritários e salienta a importância da relação positiva entre a Teoria Crítica, a filosofia e a arte na era burguesa. Tal relação se mostra uma importante aliada,

pois as artes constituem o objeto preferido de uma crítica da ideologia que tenta isolar os conteúdos transcendentais – críticos ou utópicos – da arte autêntica, a fim de contrapô-los aos componentes afirmativos e ideologicamente desgastados dos ideais burgueses (...). Por isso, a própria filosofia possui,

enquanto guardião desses ideais burgueses, um significado fundamental: “A razão” (...). “Razão, espírito, moralidade, conhecimento e felicidade não são apenas categorias da filosofia burguesa, e sim temas que interessam à humanidade” (HABERMAS, 2012b, p.685).

No entanto Barbosa (2004) chama a atenção para o fato da Teoria da Ação Comunicativa não ter dado conta, segundo Wellmer, de enquadrar a estética em nenhuma das três classes dos atos ilocucionários, tampouco nos tipos de atos de fala e nas pretensões de validade propostas e exige que Habermas, em produções posteriores, retomasse o assunto assimilando as críticas justamente recebidas.

Nessa nova abordagem, Habermas aponta a racionalidade prático-estética como possibilidade de considerar a unidade, autenticidade e o êxito das produções artísticas. Além disso, o filósofo alemão ainda se vale de sua concepção de crítica estética para reconhecer à arte uma legitimidade que lhe confere o termo crítica estética, somando-se ao discurso teórico e prático, já existentes, associado a seu poder iluminador de abrir os olhos dos receptores a algo que lhes parece familiar. Tal discurso fundamenta enunciados valorativos estéticos em experiência estética (BARBOSA, 2004). O quadro 9 apresenta os três tipos de discursos reconsiderados por Habermas e seus objetos que apresentarão suas próprias formas de argumentação.

Quadro 9: Tipos de discurso e seus objetos por Habermas.

Discurso	Objeto
Teórico	Enunciados, explicações, interpretações válidas.
Prático	Ações, atitudes, decisões corretas.
Estético	Percepção adequada de objetos estéticos.

Fonte: a autora.

Conforme já mencionado, cabe à Teoria Crítica e à Filosofia tarefas junto à teoria estética que, segundo Barbosa (2004), podem ser divididas em três tópicos:

- (i) Reconstrução da gênese e da histórica da esfera estética a partir da aceitação da complexidade dos saberes que aborda em um amplo contexto e da especificação da ciência, moral e arte.

- (ii) Reconstrução das condições formais da racionalidade estética e sua forma de argumentação.
- (iii) Reconstrução da ontogênese e do desenvolvimento da competência estética.

De acordo com Barbosa (2004), Habermas tratou do problema da especificidade do estético considerando a função linguístico-poética, remetendo a função das produções artísticas à abertura do mundo, onde a função poética sobressai às demais funções quanto a seu retorno reflexivo. Nesse sentido,

Aquele reino de possibilidades aberto pela autonomização da arte, em cujo centro uma subjetividade livre dos constrangimentos teóricos e morais se faz soberana, é precisamente o território no qual a função linguística de abertura do mundo legisla, predominando sobre as demais funções e fazendo assim valer sua força estruturante. (BARBOSA, 2004, p. 22)

Ainda segundo Barbosa (2004), a emancipação da consciência estética (formas abertas de arte) proporcionada pela arte moderna tem conexão com o desenvolvimento da consciência moral e competência estética e se associa à imagem de um sujeito emancipado.

2.2 A RELAÇÃO DA ARTE E A CONCEPÇÃO FREIREANA LIBERTÁRIA

Num país onde os políticos ganham eleições através da televisão, a alfabetização para a leitura é fundamental, e a leitura da imagem artística, humanizadora. (BARBOSA, 1998, p.35)

Poucos estudos apontam, mas Paulo Freire também desempenhou importante influência, assim como foi influenciado, pela educação com viés artístico (BARBOSA, 1996). Para ele “a necessária promoção da ingenuidade à criticidade não pode ou não deve ser feita à distância de uma rigorosa formação ética ao lado sempre da estética” (FREIRE, 2015a, p.34).

Tal relação pode ser evidenciada ao analisar detalhadamente as produções e pesquisas de Noemia de Araújo Varela e Ana Mae Barbosa. Especialmente Varela traz informações por seu pensamento baseado nas teorias críticas que se

mostra muito coerente e alinhado com as concepções propostas por Freire em suas produções.

Poucos sabem que Paulo Freire esteve ligado à Arte-Educação desde os inícios de sua ação educacional. Foi presidente da Escolinha de Arte do Recife nos anos 50 e sua primeira mulher Elza Freire pode ser considerada uma das pioneiras da integração da Arte na Escola Pública, dando ênfase às produtivas implicações do fazer artístico com a alfabetização (BARBOSA, 1996, p. 637).

Ainda segundo Barbosa (1996), a primeira esposa de Freire ao dirigir uma escola no Recife, influenciou de forma consistente a alfabetização através da Arte e, o casal Freire, enquanto exilados estiveram em contato com a Escolinha de Arte de São Paulo, desenvolvendo pesquisas e enviando suas produções.

A estreita e pouco explorada relação de Freire com a Arte pode ser percebida em uma passagem de sua obra, *Pedagogia da Indignação*, em que menciona o uso de codificações através de produções artísticas, como possibilidade de desvelamento da atividade cultural humana:

Foi Francisco Brennand, o genial artista brasileiro, excelente pintor e não menor ceramista, que as produziu a meu pedido. A bem verdade, a pedido de Ariano Suassuna, brasileiro que virou gente do mundo a partir de Taperuá, o chão paraibano onde ele nasceu. A par do que vinha fazendo e buscando, Ariano me disse num de nossos encontros, então habituais: "Você precisa conversar com Brennand. Já estou vendo a beleza do trabalho dele pintando as diferentes situações de que você necessita para desafiar os alfabetizados na discussão sobre a cultura". Organizou dias depois uma reunião em sua casa e nos pôs um diante do outro. Foi assim que nasceram os hoje perdidos "desenhos de Brennand", como chamávamos aqueles quadros na época, e em que se deu, de maneira exemplar, a unidade entre educação e arte (FREIRE, 2015c, p. 114).

A passagem anterior explicita, segundo Azevedo (2010), a compreensão de Freire em torno da importância da relação entre a palavra e a imagem dentro de sua concepção libertária para a educação. Para Freire, Arte e estética eram entendidas como dimensões humanas imprescindíveis para o processo educacional:

A solicitação do educador ao artista pode hoje ser pensada como uma ação política que envolve estética, arte e ética e reverbera entre os que desejam ver o universo da Arte ser democratizado por um processo arteducativo qualificado. A

compreensão de Paulo Freire quanto ao valor pedagógico da Arte indica que a leitura de mundo só será ampla e complexa se a dimensão estética e artística se fizer presente na formação tanto do educador quanto na do educando, para que ambos (educadores e educandos) alcem voos libertários e humanizadores (AZEVEDO, 2010, p.80).

O processo educacional nas concepções descritas pode acontecer seja no nível de alfabetização para crianças ou adultos analfabetos ou mesmo de adolescentes que visam o próprio pensar. O fundamental é que haja a superação do mero ler, escrever e contar pela formação de pessoas com criticidade e curiosidade aguçada, raciocínio rápido, e sejam constantes questionadoras (FREIRE, 2015c).

As evidências da possibilidade de ligar as produções de Freire com a Arte em um viés diferenciado são consistentes ainda se considerar sua participação ativa juntamente com Varela, que possuía uma compreensão crítica junto à Filosofia e da práxis, e outros educadores e artistas na criação da Escolinha de Arte do Recife que objetiva aproximar a Arte a crianças e adolescentes pelo viés da Educação (AZEVEDO, 2010).

Ainda segundo Azevedo (2010), Ana Mae Barbosa reconhece a importância de Paulo Freire e de Noemia Varela, tendo-os como pais intelectuais, no surgimento de uma Arte/Educação crítica alinhada à pedagogia crítica, fundamentada no pensamento, na práxis e no amor à educação como possibilidade de emancipação. Tal associação pode ser entendida ao analisar as palavras de Freire: “Na verdade, o inacabamento do ser ou sua inconclusão é próprio da experiência vital. Onde há vida, há inacabamento”. (FREIRE, 2015a, p. 50). A ideia de inacabamento, para Azevedo (2010) pode ser associada ao simbólico que não trata de obviedades, mas é ambígua, requer interpretação, não se vale do determinismo, mas da possibilidade da problematização do futuro.

É nessa concepção que Ana Mae Barbosa compreende educação e arte:

Leitura da obra de arte é questionamento, é busca, é descoberta, é o despertar da capacidade crítica (...). A educação cultural que se pretende (...) é uma educação crítica do conhecimento construído pelo próprio aluno, com a mediação do próprio professor, acerca do mundo visual e não uma “educação bancária” (BARBOSA, 1998, p. 40)

Nessa vertente, e admitindo que todo conhecimento está associado a relações de poder, Freire alerta à necessidade de utilizar a Arte e sua democratização, entendendo-a como conhecimento livre do óbvio trazido pelos textos curtos e carregados de intenções desumanizadoras (AVEZEDO, 2010).

Noemia Varela colabora na fundamentação da assertiva de que Paulo Freire teve grande relação com a Arte/Educação, segundo Azevedo (2010), quando emocionada proferiu algumas palavras em um curso, no Rio de Janeiro, em que ela relata que em 1954, Freire e Antonio Baltar, indicaram-na para ensinar uma disciplina no Curso de Professorado de Desenho, reforçando não só a relação, mas a influência de Paulo Freire junto à Arte e seu processo educacional.

De posse do exposto é possível reconhecer que tanto Habermas quanto Freire reconhecem o potencial emancipatório em torno da arte a partir de seu poder crítico e reflexivo problematizando situações até então naturalizadas, mas que estrategicamente favorecem a dominação.

O potencial anteriormente descrito nos é apresentado por Furtado (????) que expõem algumas características da arte moderna, dentre as quais podem ser destacadas: (i) o artista passa a retratar mais que o que se pode ver, transcende para a realidade psíquica; (ii) a forma é prioriza em relação ao tema, (iii) o espectador passivo é superado pelo protagonista que se vê aderido à produção artística.

É somente com o advento da arte moderna que se torna possível compreender, a partir das abstrações artísticas pautadas no formalismo de vanguarda que rompe com tradição acadêmica, as discussões que se tornam cada vez mais em voga atualmente: morte da arte, autonomia da arte, arte e política, arte e verdade, o inconsciente na arte, as funções da arte, efemeridade da arte, arte e espetáculo, arte como mercadoria, arte e globalização, etc. (FURTADO, 2009, p. 8)

CAPÍTULO 3

3 MAURITS CORNELIS ESCHER

Objetivando apresentar o artista e suas produções tão exploradas ao longo da pesquisa aqui apresentada, este capítulo trata da formação inicial de M. C. Escher, suas viagens, influências que nortearam seus trabalhos, os temas de suas obras em cada época e as possibilidades de contribuição para o ensino da Óptica.

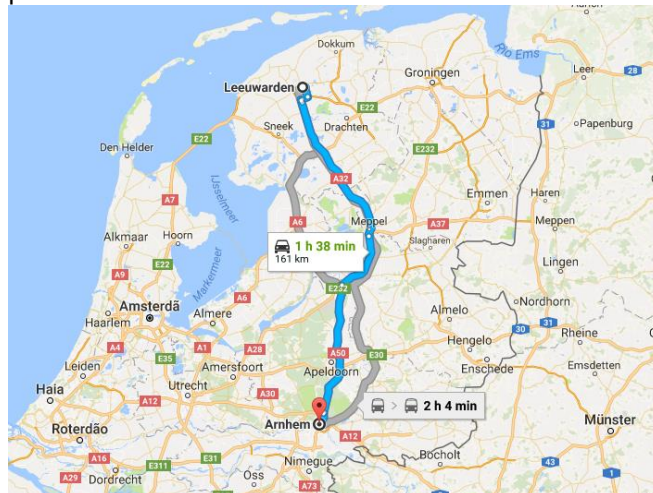
3.1 SUA FORMAÇÃO INICIAL

Filho de engenheiro civil e chefe de um departamento de engenharia do governo, George Arnold Escher e de sua segunda esposa, Sara Gleichman, Maurits Cornelis Escher, nasceu em Leeuwarden, em 17 de junho de 1898, ao norte da Holanda e era o caçula de quatro irmãos.

Ainda criança, Escher e sua família mudaram para a cidade de Arnhem também na Holanda, representada na figura 1, onde frequentou a escola primária e secundária até 1918. Mauk, como era chamado pelos amigos e familiares tinha saúde frágil, possuía problemas intestinais sérios. Ainda muito pequeno teve que ficar um grande tempo longe de sua família para se tratar, mas sem muitos resultados, a saúde continuaria comprometida durante toda sua vida (ERNEST, 2013).

Não se mostrou um aluno brilhante no período escolar, na verdade, segundo Ernest (2013) a escola se mostrava como um pesadelo para o menino que tinha momentos de alívio apenas nas aulas de desenho, em que juntamente com seu amigo Kist, produzia linoleogravuras (técnica que se assemelha ao entalhe da xilogravura, mas em lugar de madeira, a matriz é de placas de borracha, chamadas “linóleo”).

Figura 1: Mapa que representa a distância entre as cidades de Leeuwarden e Arnhem, na Holanda.



Fonte: Disponível em:

<https://www.google.com.br/maps/dir/Arnhem,+Pa%C3%ADses+Baixos/Leeuwarden,+Pa%C3%ADses+Baixos/@52.5843943,4.8578612,8z/data=!3m1!4m1!4m13!4m12!1m5!1m1!1s0x47c7ba91ce9b2273:0x161c5ae0f973cad7!2m2!1d5.8987296!2d51.9851034!1m5!1m1!1s0x47c8fef2953ab5ef:0x543dbba8c956a9b6!2m2!1d5.7999133!2d53.2012334>. <Acesso em 17 de julho de 2018>.

Suas notas sempre foram baixas e nunca representaram tudo o que Escher viria um dia a se tornar, chegando inclusive a reprovar na escola. Em 1919, foi para Haarlem frequentar a escola de Arquitetura e Artes decorativas, pois sua família, em especial seu pai, possuía aspirações de que ele se formasse em algum curso da área das ciências exatas, aproveitando o talento artístico que aflorava (ERNEST, 2013).

Em pouco tempo, Samuel Jesserun de Mesquita, professor português, judeu, especialista em técnicas de gravura, percebeu que as aptidões de M. C. Escher se inclinavam muito mais para as Artes decorativas e o incentivou a deixar a Arquitetura, ainda que contra a vontade seu pai, passando a ser seu amigo e principal professor. Em pouco tempo, segundo Ernest (2013), Escher já dominava a técnica da xilogravura, embora ainda não fosse considerado um verdadeiro artista:

No relatório final da Escola, assinado pelo diretor H. C. Verkrusen e por Mesquita lia-se: "...ele é demasiado pertinaz, demasiado literato-filosófico; a este jovem falta fantasia e ideias espontâneas, é demasiado pouco artista" (ERNEST, 2013, p. 11).

Dois anos mais tarde, o jovem holandês deixou a escola de Arte para trilhar seus próprios passos, validado por seu mestre Mesquita, com quem manteve contato até sua morte em 1944 pelos nazistas.

3.2 SUAS VIAGENS E INFLUÊNCIAS NAS PRODUÇÕES

Em 1922, aos 24 anos, Escher viaja duas vezes para a Itália de forma muito simples e barata, conseguindo caronas e hospedagens humildes. É nesse período que se iniciam os trabalhos com xilogravuras das paisagens italianas e ele demonstra grande interesse por arquitetura com elementos romanos, gregos e sarracenos (ERNEST, 2013). Em uma dessas viagens, em 1924, encontrou Jetta Umiker, pintora e desenhista que se tornaria sua esposa. Após o casamento, em 12 de junho de 1924, passaram a morar em Roma, onde nasceu seu primeiro filho em 1926. Escher viajava todas as primaveras por várias regiões da Itália em busca de paisagens para suas produções em companhia de outros pintores, geralmente a pé e de mochila nas costas, dormindo em quartos simples e se alimentando de forma precária, voltando para casa sempre muito magro e bastante cansado.

Até 1935 sua rotina não mudou muito, mas em cada viagem novas situações inusitadas se somavam ao seu rol de aventuras. Em uma das ocasiões, em que Mussolini estava no poder e algumas regiões da Itália se encontravam em extrema pobreza, houve quem usasse os artistas como forma de comunicação, para que avisassem o ditador das suas condições subumanas sem ter comida nem um pedaço de terra para enterrar seus mortos. Muitas vezes eram recebidos com imensa hostilidade e desconfiança nos lugares que visitavam, mas a cítara e o talento de um dos companheiros de Escher, o suíço Robert Schiess, garantiu que em algumas ocasiões se aproximassem das pessoas, garantindo inclusive bom vinho e boas relações (ERNEST, 2013).

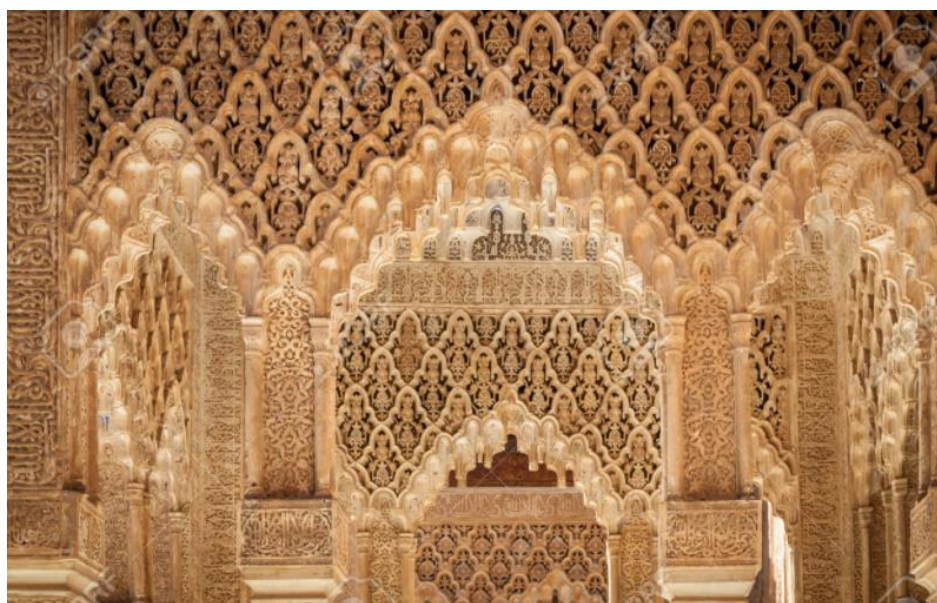
Em uma viagem a região de Abruzos na Itália, Escher viajou sozinho e chegou a Castrovalva tarde da noite e se alojou para dormir. Perto das 5h da manhã foi acordado e levado para prestar depoimento, acusado de ter atentado contra o rei da Itália, segundo uma moradora que havia denunciado o artista por ser estrangeiro. Felizmente tudo foi esclarecido, Escher liberado e o artista pode

se dedicar a uma importante produção, Castrovalva, a primeira obra que rendeu elogios contundentes ao artista.

Segundo Ernest (2013), o clima político na Itália, por Mussolini, tornou-se insustentável para Escher. Ainda que ele não tivesse o menor interesse pelo assunto, se opunha ao fanatismo, à hipocrisia e o fato do seu filho mais velho, aos nove anos, ter sido obrigado a vestir um uniforme da Opera Nazionale Ballila, na escola, foi o estopim para que o artista e sua família mudassem para Suíça, onde moraram por dois anos. Acostumado com as belíssimas paisagens italianas, Escher se sentia muito infeliz e nada inspirado mediante aquele cenário coberto por neve, com relevo simples, arquitetura limpa e sem fantasia.

Saudosista de sua vida no cenário italiano, em 1936, Escher contactou uma companhia que organizava viagens e conseguiu trocar seu trabalho, ou seja, produções que faria durante algumas viagens por passagens para si e para sua esposa. Tais viagens, segundo Ernest (2013), em grande parte pelo sul da Espanha tiveram grande influência nas obras que ele viria a desenvolver. Em Granada, de forma especial, iniciaram seus estudos na divisão regular da superfície a partir de observações nas decorações de teto e chão e ornamentos mouriscos, conforme figura 2.

Figura 2: Ornamentos mouriscos de Alhambra islâmico. Granada, Espanha.



Fonte: <https://pt.123rf.com/photo_36605458_ornamentos-mouriscos-de-alhambra-isl%C3%A2mico-pal%C3%A1cio-real,-granada,-espanha.-s%C3%A9culo-16..html> Acesso em 05 de novembro de 2017.

Entre 1937 e 1941, Escher e sua família viveram na Bélgica até que o exército alemão forçou sua ida para Holanda, em especial para Baarn. Apesar de a região possuir um clima que não contentava o artista, pois era frio, úmido, quase sem Sol, tinha sossego para a criação da mais rica de suas produções. De acordo com Ernest (2013), os anos ali se passaram, seus filhos cresceram, exposições aconteceram, ainda que não tivesse nesse período mais nenhuma inspiração considerável, produzia suas estampas de forma pontual. Apenas em 1962, quando adoeceu e passou por uma delicada cirurgia, ficou um tempo sem se dedicar às suas atividades. Em 1969 fez uma importante obra, Serpentes, mostrando que suas habilidades estavam ainda muito vívidas. No entanto, em 1970, mudou-se para uma casa onde artistas idosos possuíam espaço adequado para desenvolver suas obras e terem cuidados especiais, a Casa Rosa Spier, em Lauren, ao norte da Holanda. No dia 27 de março de 1972, Escher morre no hospital Diakonessenhuis, em Hilversum.

3.3 TEMAS DE SUAS OBRAS

Interpretar as obras de Escher requer um tanto de abstração, conhecimento do contexto e uma dose de liberdade. Liberdade no sentido do observador buscar em sua própria história elementos para interpretar as produções a partir de suas intenções. As produções de Escher depois de 1937 não representam belas paisagens admiradas pelo artista, mas causam no receptor reações diversas. Uma prova disso é uma fala de Escher que consta no livro *O espelho mágico* de M. C. Escher de Ernest (2013):

“Uma vez uma senhora telefonou-me e disse: ‘Senhor Escher, fiquei fascinada com sua obra. Na estampa Répteis representou a reencarnação de forma tão convincente’. Eu respondi: ‘Minha senhora, se é isso que vê nela, então é assim’”. (ERNEST, 2013, p. 18)

Na verdade Escher teve muitas dificuldades em ter suas produções artísticas reconhecidas e apreciadas com a devida atenção. O principal motivo talvez fosse o fato de não se encaixarem em nenhum padrão estabelecido pelos críticos. Inicialmente apenas os matemáticos, físicos e cristalógrafos demonstraram interesse por suas obras. Ainda que os críticos não lhe dessem

trégua, patrocinado durante muitos anos, inclusive depois de casado, por seu pai que era bem sucedido financeiramente, Escher ignorava os comentários e seguia seu fascínio.

Suas produções podem ser divididas em antes e depois de 1937. Até esse ano, Escher esboçava e desenhava tudo o que lhe atraía. Dominava técnicas de gravar, se detinha mais com obras pitorescas. Depois de 1937, pitoresco passa a ser apenas um acréscimo em suas produções. Passou a se dedicar pelas regularidades, estruturas matemáticas, continuidade, infinito e representação em três dimensões. Na verdade onde não cabe o acaso, passou a interessar o artista holandês. São dessa época obras guiadas pela razão, pelo prazer da descoberta. Propõe provisoriedade, análise do contexto, investigação, e se apresenta como um relatório de resultados provisórios (ERNEST, 2013).

De forma esquemática, segundo Ernest (2013) a gênese de suas obras pode ser organizada de acordo com o quadro 10.

Quadro 10: Gênese das obras de M. C. Escher.

Tema	Categoria	Época de maior dedicação	Principal produção
Estrutura do espaço	Paisagens	1922~1937	Castrovalva (1930)
	Interpenetração de mundos		Três mundos (1955)
	Sólidos abstratos		Estrelas (1948)
Estrutura de superfície	Metamorfoses	1937~1945	Dia e noite (1938)
	Ciclos		Espelho mágico (1946)
	Aproximação ao infinito	1956~1970	Limite circular III (1959)
Relação entre espaço e superfície	Conflito espaço-superfície	1946~1956	Dragão (1952)
	Perspectiva		Em cima e em baixo (1947)
	Figuras impossíveis		Galeria de arte (1956)

Fonte: a autora.

As produções artísticas de Escher se tornaram de fato reconhecidas depois que Marc Severin, em 1951, dedicou um artigo a ele classificando-o como um artista original e notável e que, segundo o crítico, era capaz de representar a poesia do lado matemático das coisas. Alguns anos mais tarde, o gravador Albert Flocon, também dedicou um artigo a Escher enfatizando que sentia emoção passiva e arrepiou intelectual pelas contrariedades ao óbvio ao apreciar suas obras. Ainda segundo Flocon, Mauk era um artista-pensador que favorecia debates através da análise de suas produções.

Em várias declarações a Bruno Ernest, autor de uma das principais biografias, Escher reforça que suas obras não tinham viés político, tampouco tinham caráter denunciativo. No entanto, ao se realizar uma análise consistente do período histórico das produções do artista, dos temas das suas produções e principalmente de seus conteúdos, pode-se compreender o quanto a História se faz presente em suas criações.

3.4 POSSIBILIDADES DE CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DA ÓPTICA

A relação entre ciência e arte se mostra possível e coerente ao longo da história. No Renascimento, com Brunelleschi, Leonardo, Dürer, as noções de perspectiva, as relações estabelecidas entre claro e escuro, muitas observações empíricas e anotações oportunizaram os fundamentos da ciência moderna (REIS; GUERRA; BRAGA, 2006). Exemplo disso são as observações e representações sobre a Lua feitas por Galileu Galilei que impulsionaram vários estudos posteriores.

Nessa busca por argumentos para fundamentar a possibilidade de relacionar Ciência e Arte, Reis, Guerra e Braga (2006) apresentam as contribuições de vários nomes como: (i) o artista Goethe (1749-1832) que ao escrever o livro “Doutrina das cores” se opõe à concepção de Isaac Newton aos fenômenos luminosos, (ii) o pintor e poeta William Blake (1757–1827), em seu quadro Newton (1795), proporciona uma reflexão sobre a postura do cientista frente às suas abstrações matemáticas e seu desdém perante as riquezas mundanas, (iii) o pintor Francisco Goya (1746-1828) que sugere reflexões sobre o uso da razão científica, no iluminismo, e suas consequências para a humanidade.

A relação entre ciência e arte não parou por aí,

Os impressionistas estavam buscando a cientificidade da representação pictórica. Alguns pintores chegaram a empreender estudos científicos com a finalidade de contribuir para suas atividades artísticas. Um exemplo marcante de tal postura foi o pintor francês Georges Seurat, que estudou Maxwell e Helmholtz buscando colocar a óptica científica a serviço da representação pictórica. Segundo William Everdell (2000), além de querer pintar de acordo com ideias solidamente científicas, ele quis representá-las sobre a tela. A obra de Seurat é particularmente importante (REIS, GUERRA, BRAGA, 2006, p.76).

Movimentos de vanguarda e o Cubismo também receberam grande influência das ciências, seja quanto à representação do espaço-tempo ou quanto ao fracionamento da realidade, expondo o lado das coisas que não poderia ser vistos, causando no observador espanto quanto à noção de simultaneidade. Essa temática pode ser evidenciada nas obras de M. C. Escher em suas produções que utilizam espelhos esféricos, contribuindo para a que o artista proporcione a sensação de penetração de mundos, até então, distintos.

A partir de Picasso e Braque, a tentativa de fundir arte e ciência influenciou toda a arte intelectual do século XX. As revoluções científicas e estéticas, bem como a tecnologia e a pintura modernas, tornaram-se indissociáveis. Física e pintura construíram uma compreensão da natureza que não estava baseada apenas na percepção externa dos objetos, pois esta é inadequada. Os raios X, por exemplo, influenciaram não só o Cubismo como também o surgimento da abstração. Kupka, Kandinsky e Malévich foram motivados pela completa desmaterialização descrita pela nova física (MILLER, 2001). Hoje, a natureza não é mais apenas o que vemos diretamente, pois a ciência criou novas possibilidades de pensarmos o mundo ao nosso redor. A essência dos objetos pode estar fora da aparência visual. A arte abstrata e a ciência do século XX parecem nos dizer isso (REIS, GUERRA, BRAGA, 2006, p.78).

Problemas linguísticos, levantados por Bohr e Heisenberg, poderiam comprometer a compreensão da mecânica quântica e sua nova forma de entender a natureza. Nessa nova concepção, as formalizações superam o que se tinha por real e a arte se torna estratégia de linguagem para apresentar um mundo fora da lógica tradicional (REIS, GUERRA, BRAGA, 2006).

Certas obras de Escher – Relatividade (1953), Exlibris com o Zênite como ponto de fuga (1947), Um outro mundo I (1946), Um outro mundo II (1947), Belvedere (1958) e Homem com cubóide (1959) –, apesar de não representarem a arte abstrata, nos dão boas pistas para visualizar um novo mundo que as lógicas clássicas já não conseguem explicar. Então, como forma de buscar caminhos que possam levar a uma compreensão do mundo quântico, a arte pode fornecer uma linguagem alegórica que, se não puder substituir a matemática – apontada por Heisenberg como a única linguagem capaz de alcançar a essência da natureza –, poderá, no entanto, ter um importante papel didático (REIS, GUERRA, BRAGA, 2006, p.81).

É justamente dentro da possibilidade da arte como área do conhecimento que esse projeto busca uma possibilidade nova e diferenciada para o Ensino da Física.

O ensino de física dominante se restringe à memorização de fórmulas aplicadas na solução de exercícios típicos de exames vestibulares. Para mudar esse quadro o ensino de física não pode prescindir, além de um número mínimo de aulas, da conceituação teórica, da experimentação, da história da física, da filosofia da ciência e de sua ligação com a sociedade e com outras áreas da cultura. Isso favoreceria a construção de uma educação problematizadora, crítica, ativa, engajada na luta pela transformação social (ZANETIC, 2005, p. 21)

Toda a racionalidade de que a ciência utiliza acaba por alimentar a intuição artística e estética favorecendo o surgimento de estratégias para que o estudante possa se apropriar de forma mais leve dos conceitos científicos potencializando a busca por soluções a problemas emergenciais da humanidade (CARVALHO, 2006).

Trabalhar a Ciência sem a Arte ou a Arte sem a Ciência é desprezar a criatividade para inventar um futuro mais belo e humano que possibilite a modificação das regras do jogo estabelecidas pelos detentores do poder. (...) As emoções participam da racionalidade através do corpo, é possível, portanto, reatar a ligação entre sujeito e objeto, espírito e matéria, qualidade e quantidade, sentimento e razão, liberdade e determinismo, existência e essência, corpo e mente (CARVALHO, 2006, p.11)

A junção entre Ciência e Arte “favorece a apropriação, o diálogo e a negociação, características necessárias na construção de uma nova organização social em que devem participar atores diferentes, dada a complexidade atual” (CARVALHO, 2006, p.12)

Na possibilidade apresentada e fundamentada, propõe-se recorrer às obras de Maurits Cornelis Escher, da Filosofia e da História associada a elas como possibilidade de um ensino da óptica diferenciado que colabore com a formação de um estudante que possa atuar junto à sociedade da qual se sente parte, buscando sua emancipação.

Dentre as mais variadas temáticas que Escher abordou, um elemento recorrente nas suas produções artísticas é o espelho, seja ele plano ou esférico, para explorar questões de simetria ou penetração entre mundos distintos.

Ao usar a reflexão de uma superfície espelhada em outra superfície, como por exemplo, uma parede, o artista sugere uma situação considerada impossível referente à simultaneidade, classificada por Ernest (2013) por simultopia. No caso dos autorretratos, Escher desvela para seu expectador o mundo que existe atrás do artista ao mesmo tempo em que representa o que está à sua frente. O início da exploração desse tema se deu com a obra “*São Bravo*” (1920), mas foi apenas depois de 1934 que se intensificou o uso dessa categoria em suas produções, como por exemplo, na litografia “*Natureza morta com esfera refletora*”. Nessa obra, Escher, usando os conceitos da óptica geométrica em espelhos convexos, reproduz todo um mundo em uma pequena esfera espelhada sugerindo que todo um universo pode estar contido em uma pequena superfície, exceto o mundo atrás da esfera. No caso dessa produção, em especial, pode-se explorar com os estudantes tanto os conceitos sobre óptica quanto questões de simultaneidade, além da filosofia crítica, história e biologia quanto à óptica da visão.

Outras produções como: “*Mão com esfera refletora*” (1935), “*Gota de orvalho*” (1948), “*Natureza morta com espelho*” (1934), “*Espelho mágico*” (1946), “*Três mundos*” (1955), “*Côncavo e convexo*” (1935), “*Olho*” (1946), “*Três esferas II*” (1946), “*Ondulações*” (1950) podem ser utilizadas em viés pedagógico, através da concepção dialógico-problematizadora e da teoria do agir comunicativo em construções conjuntas.

CAPÍTULO 4

4 METODOLOGIA DE PESQUISA E ANÁLISE DOS DADOS CONSTITUÍDOS

Neste capítulo serão expostas as características gerais da pesquisa, o contexto e o período em que ela foi desenvolvida, as características dos participantes, os processos de constituição dos dados e como foram analisados pelo grupo de pesquisa-ação, a partir de alguns eixos específicos orientados pelos objetivos a que a pesquisa se propôs e pela fundamentação teórica norteadora.

4.1 CONTEXTO DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida no período de agosto a dezembro de 2017, no Colégio Estadual Desembargador Clotário Portugal, localizado no centro do município de Campo Largo/ PR que atende estudantes nos três períodos do dia, oriundos de vários bairros da cidade.

Em sua organização, o colégio conta com um diretor e uma vice-diretora, ambos com 40 h, cinco pedagogas, três com carga horária de 40 h e duas com 20 h, 51 professores, na sua maioria concursados, 14 funcionários.

No que se refere à estrutura física, a escola conta com 16 salas de aula, biblioteca, laboratório de informática, laboratório de ciências, sala dos professores, refeitório, secretaria, quadra poliesportiva coberta. As salas têm janelas amplas, são arejadas, possuem cortina, armário para guardar livros didáticos que não são levados para a casa. Todas as salas têm ainda TV pendrive e a escola possui 02 *datashow*, 01 DVD, 01 rádio para emprestar sempre que solicitado pelo professor. As carteiras são novas e adequadas para o tamanho dos estudantes. O índice IDEB em 2013 ficou em 4,8.

Para seu desenvolvimento, a proposta contou com a participação de um professor de Filosofia e uma professora de Arte que não eram profissionais da escola, mas que lecionam na rede pública de ensino, um professor de História, uma professora de Biologia e eu, graduada em Física, que lecionam nas quatro turmas escolhidas para participar da pesquisa que iniciou o ano letivo com uma média 35 estudantes entre 16 e 18 anos, cada uma. Tais turmas são do terceiro ano do ensino médio, do período da manhã.

Dentre os 140 estudantes que iniciaram o ano letivo na soma das turmas 3A, 3B, 3C, 3D, a pesquisa que teve início em agosto, contou com 109 estudantes. Transferência, desistência e remanejamento foram os motivos pelos quais 31 alunos deixaram de participar, conforme gráfico 1.

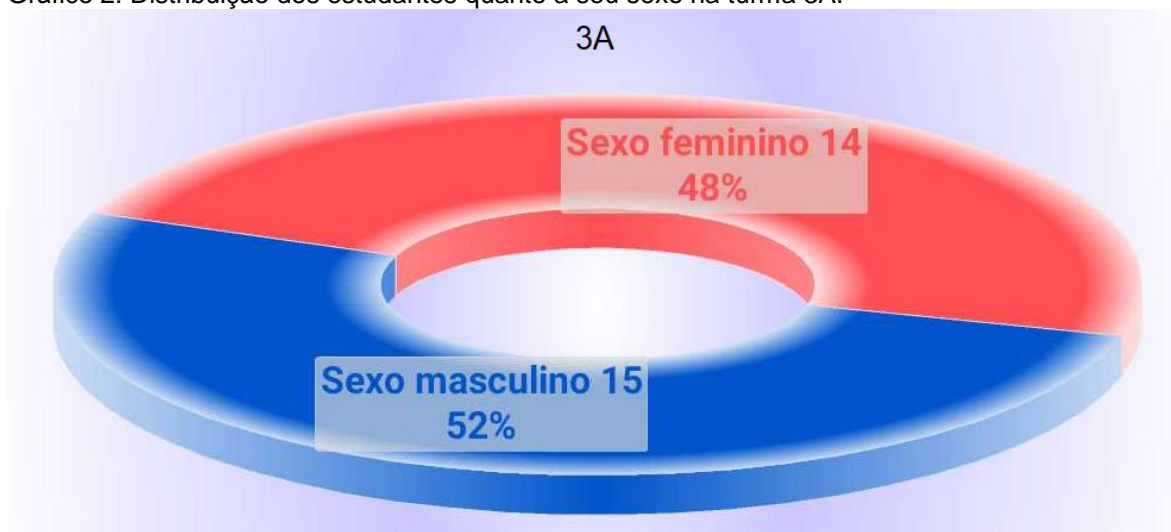
Gráfico 1: Comparação entre o número de estudantes que iniciaram o ano letivo e o número de estudantes que realmente participaram do desenvolvimento da pesquisa.



Fonte: a autora

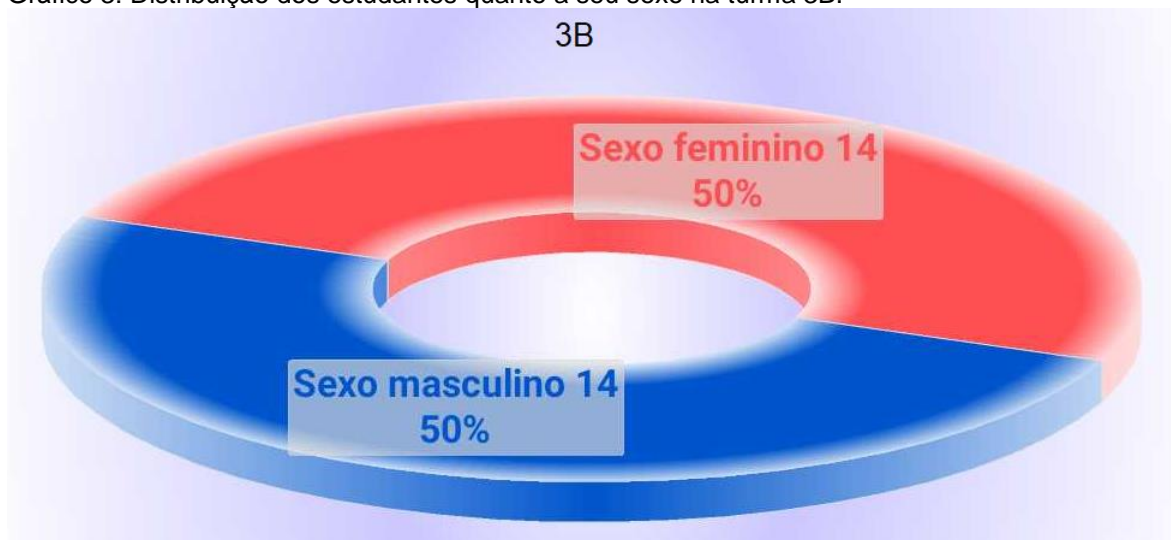
Um levantamento sobre o sexo dos estudantes em cada turma está apresentado nos gráficos 2, 3, 4 e 5 que mostram dados por turma com a quantidade de pessoas do sexo masculino e feminino. Analisando os gráficos é perceptível certo equilíbrio quanto à distribuição das pessoas a partir de seu sexo.

Gráfico 2: Distribuição dos estudantes quanto a seu sexo na turma 3A.



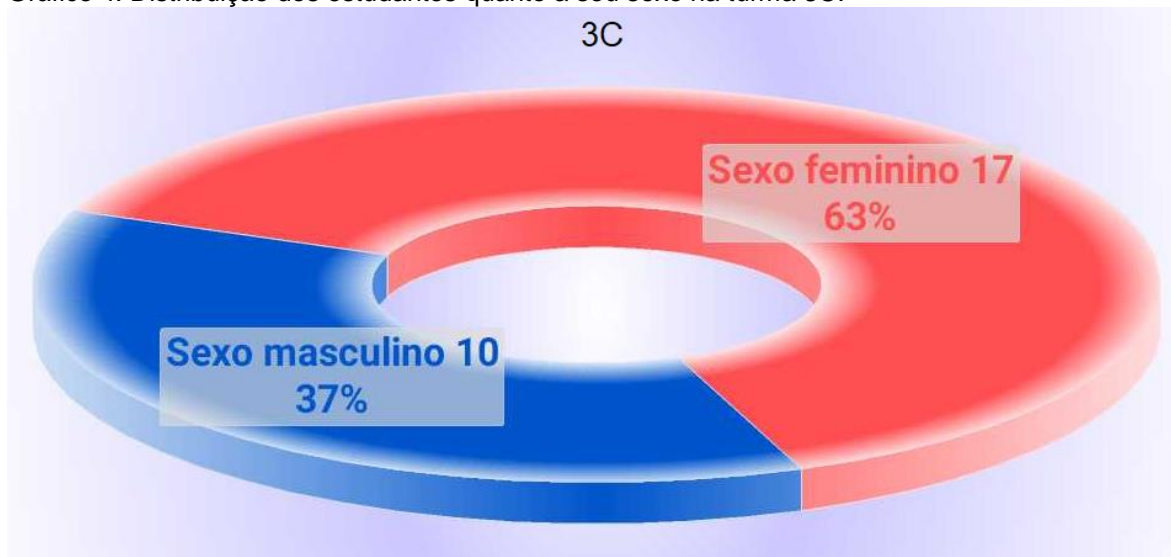
Fonte: a autora.

Gráfico 3: Distribuição dos estudantes quanto a seu sexo na turma 3B.



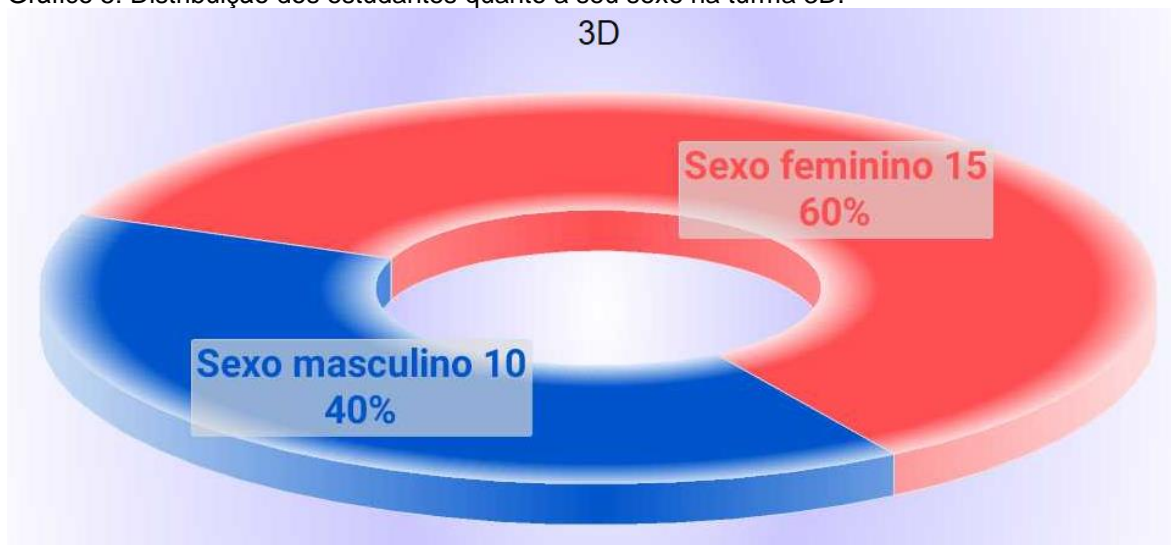
Fonte: a autora.

Gráfico 4: Distribuição dos estudantes quanto a seu sexo na turma 3C.



Fonte: a autora.

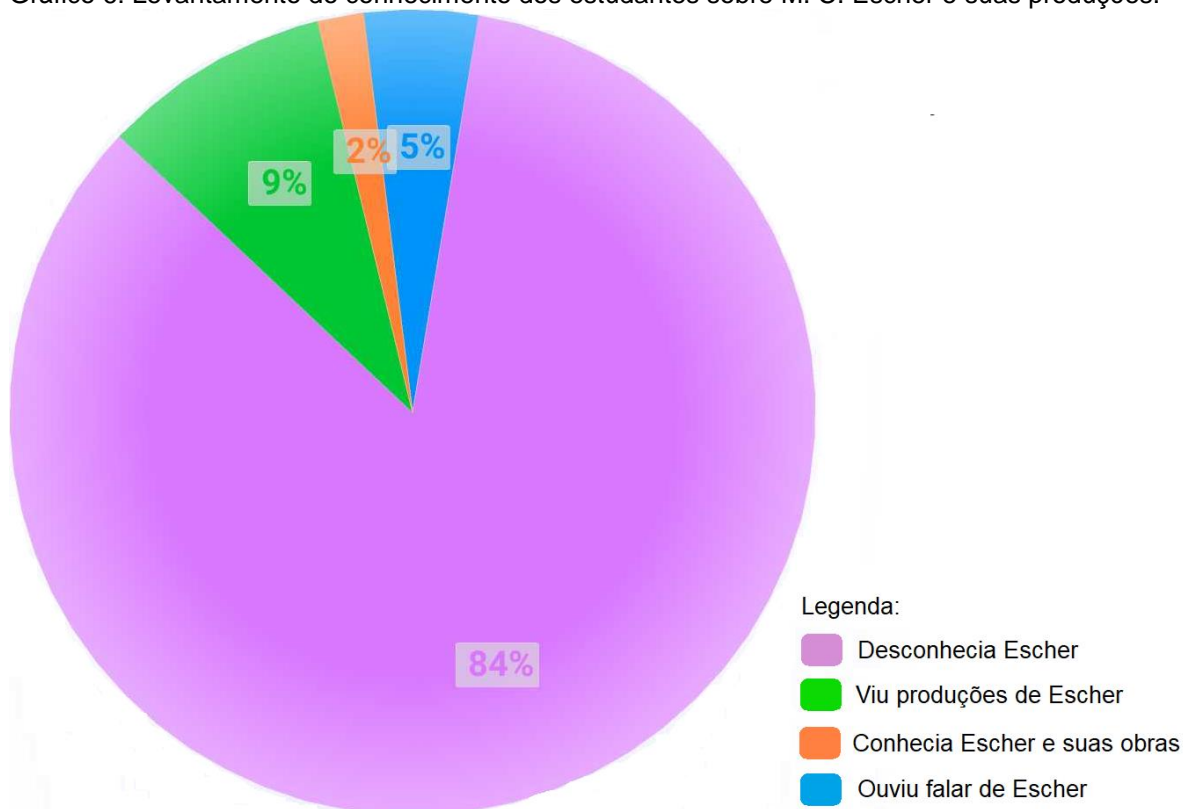
Gráfico 5: Distribuição dos estudantes quanto a seu sexo na turma 3D.



Fonte: a autora.

Do universo dos estudantes participantes da pesquisa foi realizado um levantamento para conhecer quais deles já tinham apenas ouvido falar no artista, quais já tinham apenas visto suas obras e quais tinham um relativo conhecimento sobre M. C. Escher. Os dados estão apresentados no gráfico 6. No entanto, todos os estudantes mencionaram que nunca haviam analisado suas produções de forma crítica e reflexiva, tampouco relacionando o contexto histórico e filosófico de que elas dispõem.

Gráfico 6: Levantamento do conhecimento dos estudantes sobre M. C. Escher e suas produções.



Fonte: a autora.

É nesse cenário que a presente pesquisa foi desenvolvida, se propondo a desenvolver um caderno pedagógico capaz de desvelar junto a seus participantes um mundo administrado de tal forma que acaba induzindo ações e atitudes mecânicas nos envolvidos favorecendo a perpetuação de pessoas coisificadas no poder possibilitando o agravamento de situações de desigualdades que se remetem a emergências planetárias diversas.

4.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA PESQUISA

A pesquisa aqui apresentada envolve pesquisa qualitativa e se deu a partir da concepção de pesquisa-ação em que os sujeitos envolvidos no processo investigativo desenvolveram ações coletivas na busca de solução ao problema exposto, centrados no agir participativo e na ação coletiva. Tal encaminhamento é capaz, junto aos participantes, de proporcionar acesso ao conhecimento necessário para o desvelamento da realidade e sua efetiva transformação pela

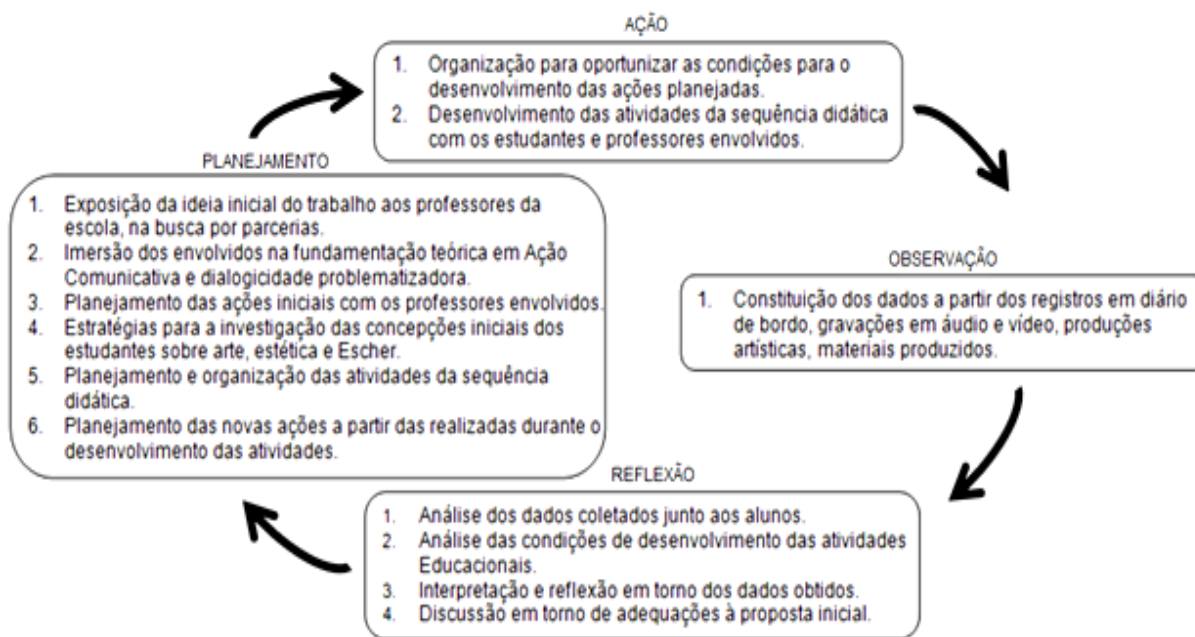
ação, o incentivo à criatividade, a organização de grupos onde os sujeitos possam ser protagonistas de sua emancipação.

Segundo Carr e Kemmis (1988), a pesquisa-ação pode apresentar melhorias nas práticas, entendimentos e situações educacionais, pois ela está relacionada justamente com as concepções de verdade e ação construídas no contexto analisado, a saber, histórico e social. A espiral reflexiva de Kurt Lewin pode proporcionar a dialética entre análises retrospectivas e ação prospectiva ao longo das atividades que pode colaborar com melhorias nas práticas educacionais, nos entendimentos e nas situações em que acontecem tais práticas através do ciclo que comporta, ainda segundo Carr e Kemmis (1988), planejamento, ação, observação e reflexão. Tal ciclo, como a própria definição sugere, deverá se repetir quantas vezes forem necessárias para que a pesquisa se desenvolva de tal forma que possa colaborar com a emancipação dos participantes, minimizando pensamentos pré-concebidos, distorcidos, coercivos, habituais, e ideologicamente distorcidos, proporcionando entendimento mútuo e consenso para a tomada de decisões justa, democrática e que satisfaça a todos.

O encaminhamento proposto no trabalho aqui descrito favorece, através da reflexão, subsídios para constantes replanejamentos, em que o objetivo maior seja a aprendizagem do estudante, respeitando seu tempo, seu espaço, sua cultura, seus conhecimentos anteriormente adquiridos e, principalmente, proporcionando um protagonismo igualitário entre todos os envolvidos no processo educacional.

A pesquisa-ação foi desenvolvida durante reuniões com todos os profissionais envolvidos, em períodos de contra turno, em que foram desenvolvidas as propostas com os estudantes, e nas horas atividades pertencentes à carga horária do professor na escola. As atividades aconteceram de acordo com a figura 3.

Figura 3: Momentos da pesquisa-ação educacional emancipatória.



Fonte: a autora

A partir dos encaminhamentos desenvolvidos, os dados foram constituídos por meio de gravações em áudio e vídeo, fotografias, anotações diversas em diários de bordo (portfólios), produções de texto, produções artísticas diversas.

O vídeo (filmagem) é indicado para estudo de ações humanas complexas difíceis de serem integralmente captadas e descritas por um único observador, minimizando a questão da seletividade do pesquisador, uma vez que a possibilidade de rever várias vezes as imagens gravadas direciona a atenção do observador para aspectos que teriam passado despercebidos, podendo imprimir maior credibilidade ao estudo. Por outro lado, o vídeo pode auxiliar também o pesquisador a desprender-se de seus valores, sentimentos, atitudes que podem conferir tons subjetivos ao seu olhar, influenciando as notas de campo realizadas no decorrer da observação participante (PINHEIRO; KAKEHASHI; ANGELO, 2005, p. 718).

Ainda segundo Pinheiro; Kakehashi; Angelo (2005, p.720), “A utilização simultânea de áudio e de vídeo por meio de filmagem (...) constitui escolha metodológica, no sentido de apreender o fenômeno complexo em que os discursos e as imagens são suas partes inerentes”.

A utilização de diário de bordo, além de tornar a coleta de dados mais abrangente, oferece outra estratégia para enriquecer a análise dos resultados, uma vez que nesse documento os estudantes tem liberdade para expressar suas sensações e interpretações diante das atividades desenvolvidas de uma forma que muitas vezes não acontece na oralidade ou nas suas expressões corporais.

O uso de fotografias colabora na interpretação dos dados constituídos junto aos pesquisadores, pois demonstra pontos de vista diversificados, situações específicas, chama a atenção para fatos que poderiam passar despercebidos.

As produções artísticas, produzidas pelos estudantes, além de contar com as mesmas contribuições das fotografias, agrega à pesquisa ao possibilitar que a análise dos dados reconheça se o estudante se apropriou dos conhecimentos científicos, se adquiriu postura reflexiva perante a problemática sugerida, se contou com certa dose de criatividade, se possui postura crítica perante uma situação que até então passava despercebida.

Os procedimentos para análise de dados foram concebidos a partir das concepções da Teoria da Ação Comunicativa (HABERMAS, 2012a; 2012b), da concepção dialógica problematizadora (FREIRE, 2015a; 2015b; 2015c), da análise de conteúdo (BARDIN, 2009), da pesquisa-ação educacional de perspectiva emancipatória (CARR; KEMMIS, 1988), da análise de imagem e som (BAUER; GASKELL, 2017).

4.3 O GRUPO DE PESQUISA-AÇÃO

Experiências vivenciadas ao longo de mais de dezoito anos de atuação como docente na rede pública mostraram, ao grupo de pesquisa-ação que se envolveu com essa proposta, a necessidade de não apenas apresentar aos estudantes conteúdos prontos, acabados e fragmentados, em que cada professor entra na sua sala, fecha a porta e encaminha suas atividades sem ao menos saber o que os demais professores estão vendo com os estudantes ou ainda sem considerar o retorno dos estudantes para propor os próprios passos.

Os encontros dos participantes da pesquisa-ação aconteceram inicialmente para que todos conhecessem o referencial teórico a ser utilizado durante o desenvolvimento das atividades. Em momento anterior ao encontro foram

propostas algumas leituras sobre a Teoria da Ação Comunicativa e sobre a concepção freireana de educação para que suas ideias principais fossem levantadas e debatidas na tentativa de estabelecer atividades coerentes com as propostas. Três encontros aconteceram com esse objetivo. Para facilitar a compreensão da Teoria da Ação Comunicativa, foram gravados alguns vídeos explicando a obra de Eldon Mühl “Habermas e a educação: ação pedagógica como agir comunicativo”, em especial, o capítulo 5 “Educação emancipatória na perspectiva da racionalidade comunicativa” que trata da concepção habermasiana para uma proposta educacional. No quadro 11 estão especificados os encontros do grupo de pesquisa-ação destinados às etapas de planejamento.

Quadro 11: Descrição das atividades desenvolvidas no grupo de pesquisa-ação.

Data	Local	Duração	Disciplinas envolvidas	Atividade desenvolvida
06/mar	CEDCP	50 min	Física, Filosofia, Arte, História e Biologia	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação do projeto inicial; • Noções gerais das concepções abordadas na condução da pesquisa; • Momento para todos relatarem suas impressões, suas dúvidas e questionamentos; • Solicitação de leitura mais detalhada do projeto proposto pelos professores.
28/abr	CEDCP	50 min	Física, Filosofia, História e Biologia	<ul style="list-style-type: none"> • Inicialmente cada professor pode expressar suas impressões sobre o projeto estudado • Foram sugeridas algumas leituras sobre a concepção dialógica problematizadora freireana e a concepção habermasiana a serem discutidas no próximo encontro.
01/mai	CEDCP	1h15min	Física, Filosofia, Arte, História e Biologia	<ul style="list-style-type: none"> • A partir das suas impressões, cada professor expôs suas considerações, levantou questionamentos sobre pontos obscuros e a equipe, através de seus conhecimentos e do diálogo chegou a consensos a partir do melhor argumento.
24/jul	CEDCP	1h	Física, Filosofia, Arte, História e Biologia	<ul style="list-style-type: none"> • Estudo da vida e obra de Escher e seleção de algumas obras para serem trabalhadas em maior profundidade com os estudantes.
16/ago	CEDCP	1h	Física, Arte, Filosofia, História e Biologia	<ul style="list-style-type: none"> • Foram propostas atividades a serem desenvolvidas com os estudantes priorizando construções conjuntas entre todas as disciplinas envolvidas.
28/set	Minha casa	1 h	Física, História e Biologia	<ul style="list-style-type: none"> • Os dados coletados nos encaminhamentos propostos no último encontro foram analisados e a partir disso foram propostos novos encaminhamentos para a disciplina de Física e Biologia
17/out	Minha casa	2 h	Física, História e Biologia	<ul style="list-style-type: none"> • Foram apresentados e analisados os dados coletados nas aulas de Física a partir das atividades propostas no último encontro. A partir dessa análise foram encaminhadas atividades a serem desenvolvidas na disciplina de História e Física, assim como na disciplina de Biologia.

Fonte: a autora.

4.4 ANÁLISE DOS DADOS CONSTITUÍDOS

Os eixos utilizados para a análise dos dados são: (1) Apropriação de conhecimentos científicos; (2) Envolvimento em posicionamento em argumentação a partir da problematização e construção conjunta nos âmbitos, explicativo, objetivo, social e subjetivo; (3) Reconhecimento, problematização e proposição de alternativas a questões envolvendo relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente e Arte.

No quadro 12 estão os eixos que nortearam a análise dos dados, a partir dos processos argumentativos, na busca por identificar e analisar pretensões de validade.

Quadro 12: Eixos para análise de dados a partir de indícios de problematização e construção conjunta.

Tipos de discurso	Explicativo	Teórico	Prático	Crítica estética
Âmbitos	Explicativo	Objetivo	Social	Subjetivo
Pretensões de validade	Inteligibilidade/ compressibilidade	Verdade	Acerto, retidão normativa, adequação, Conformidade	Veracidade/ sinceridade/Padrões valorativos
Tipo de racionalidade	-----	Cognitivo- instrumental	Prático-moral	Estético-expressiva
Tipo de ação	-----	Teleológica	De acordo com as normas	Dramatúrgica
Indícios de problematização e construção conjunta	<ul style="list-style-type: none"> Apropriação de estruturas linguísticas e significados em torno dos conteúdos abordados. 	<ul style="list-style-type: none"> Conhecimentos científicos estruturados; Representação de fatos; Está associado aos enunciados, à explicitação de saberes estabilizados; Questionar conceitos, definições, na busca de comprovação, oportunizando assim que seja instaurado o processo argumentativo. 	<ul style="list-style-type: none"> Compreensão e elaboração de normas, regras e direitos; Está associado às relações interpessoais. 	<ul style="list-style-type: none"> Explicitação de sentimentos, atitudes, posicionamentos; Refere-se às experiências do indivíduo; Está associado à subjetividade dos envolvidos no processo argumentativo.

Fonte: adaptado de Habermas (2012a).

As turmas escolhidas para o desenvolvimento da pesquisa foram 3A, 3B, 3C e 3D, todas do turno da manhã, conforme descrito anteriormente. É importante destacar que as turmas 3B e 3D já haviam tido aula com os professores de Física,

História e Biologia no ano de 2015, quando os estudantes estavam no 1º ano do Ensino Médio. A turma 3C, por sua vez, teve aula com os professores envolvidos em 2015 e 2016, enquanto os discentes cursavam o 1º e o 2º ano do Ensino Médio. Por outro lado, a turma 3A não havia tido contato com a professora de Física até o presente ano letivo. Esse levantamento é importante na análise de dados, pois o envolvimento entre professores e estudantes se mostrou um fator muito relevante nos dados constituídos. Ao longo da análise é possível perceber a diferença que esse fator foi capaz de proporcionar junto à produção dos estudantes. Outra particularidade importante de ser mencionada para posterior análise se refere ao fato da turma 3D estar em 2017 pela primeira vez no turno da manhã, nos anos anteriores os estudantes pertenciam ao turno vespertino.

No que se refere à composição das turmas é válido destacar que todas permaneceram praticamente iguais ao longo do Ensino Médio, tendo uma mudança em sua constituição menor de 20% desde o início de 2015.

A seguir são explicitadas as atividades desenvolvidas no caderno pedagógico com os estudantes, os dados constituídos e sua respectiva análise.

4.5 O CONJUNTO DE ATIVIDADES E ANÁLISE DE SUAS PRODUÇÕES

O conjunto de atividades desenvolvido é composto de encaminhamentos que priorizam o diálogo entre professores e estudantes, bem como o desenvolvimento da reflexão e da criticidade, sempre respeitando diferentes pontos de vista na busca pelo melhor argumento da construção de conceitos e proposições de forma conjunta. Nos encaminhamentos das atividades dentro de sua carga horária, um professor solicitava a presença dos demais que quando estava em hora atividade contribuía com seu posicionamento.

Durante a descrição e análise dos dados constituídos os professores serão mencionados através da simbologia: P1 (Física), P2 (Biologia), P3 (História), P4 (Arte) e P5 (Filosofia). Os estudantes estão identificados por um letra que representa sua turma e um número, exemplo: aluno do 3ºA: A1, A2, etc, aluno da turma 3ºB: B1, B2 e assim por diante.

A organização inicial dos estudantes constitui uma etapa muito relevante para que os resultados pudessem ser satisfatórios. Alinhado com as concepções

que fundamentam essa dissertação, os estudantes puderam se organizar da maneira que julgassem melhor, considerando que deveria haver muito respeito aos diferentes pontos de vista dos integrantes escolhidos, mas atendendo alguns critérios que foram aceitos pelos integrantes que compreenderam sua necessidade: (i) máximo de cinco integrantes, para garantir que todos pudessem se envolver com as propostas, minimizando conversas paralelas; (ii) possuir integrantes de sexo distintos e com preferência por diferentes áreas do conhecimento, garantindo assim a heterogeneidade de pontos de vista; (iii) manter a organização estabelecida democraticamente, durante todo o desenvolvimento do conjunto de atividades proposto.

Com as equipes constituídas, foi solicitado que os estudantes escolhessem um nome para representá-los, visando colaborar no processo de formação da identidade das equipes. Esse encaminhamento se constituiu em um fator positivo junto à qualidade das produções desenvolvidas, já que os estudantes não são tratados por um número. Para escolher o nome, havia apenas um critério a ser levado em consideração: deveria ser o nome de um(a) cientista brasileiro(a) ainda atuante como pesquisador(a). Essa solicitação teve por objetivo aproximar os estudantes de importantes cientistas nacionais até então desconhecidos pelos próprios brasileiros, podendo servir, inclusive como referência e inspiração, e podendo desencadear outras atividades posteriores às aqui descritas. O quadro 13 apresenta os nomes escolhidos em cada turma, o número de integrantes por equipe e ainda, quantos são do sexo masculino e feminino.

Quadro 13: Nomes escolhidos para as equipes e distribuição dos estudantes.

Turma	Nome completo do cientista escolhido pela equipe	Nome utilizado pela professora quando solicitou a equipe	Número de integrantes da equipe	Sexo	
				F	M
3A	Amélia Império Hamburger	Amélia	4	2	2
	César Lattes	Lattes	6	4	2
	José Leite Lopes	Lopes	4	0	4
	Marcelo Gleiser	Gleiser	5	4	1
	Oswaldo Gonçalves Cruz	Oswaldo	5	2	3
	Suzana Herculano-Houzel	Suzana	5	3	2
Total			29	15	14
3B	César Lattes	Lattes	4	2	2
	Duília Fernandes de Mello	Duília	5	3	2
	José Leite Lopes	Lopes	5	2	3
	Marcelo Gleiser	Gleiser	4	1	3
	Mário Schenberg	Schenberg	5	1	4
	Thaisa Storchi Bergmann	Bergmann	5	5	0
Total			28	14	14

3C	Carlos Justiniano Ribeiro Chagas	Chagas	4	2	2
	César Lattes	Lattes	5	3	2
	Gabriela Barreto Lemos	Gabriela	5	2	3
	Duília Fernandes de Mello	Duília	4	2	2
	Marcelo Gleiser	Gleiser	4	4	0
	Suzana Herculano-Houzel	Suzana	5	4	1
Total			27	17	10
3D	Bernardo Riedel	Riedel	3	2	1
	Duília Fernandes de Mello	Duília	5	2	3
	José Leite Lopes	Lopes	4	3	1
	Mário Schenberg	Schenberg	4	2	2
	Paulo Eduardo Artaxo Netto	Artaxo	5	4	1
	Suzana Herculano-Houzel	Suzana	4	2	2
Total			25	15	10

Fonte: a autora.

Nenhuma equipe constituída sofreu alteração por problemas de relacionamento. Nos momentos de qualquer natureza de desentendimento, o diálogo foi suficiente para reduzir conflitos e garantir a permanência dos estudantes na formação inicial. Dos nomes escolhidos, dois cientistas não estão mais vivos, no entanto, devido a relevância das pesquisas que ainda estão em atividade e que derivam de contribuições desses pesquisadores, os estudantes entenderam a importância em homenageá-los. Através do quadro 13 também é possível observar que algumas equipes não foram organizadas respeitando a diversidade quanto ao sexo dos estudantes. A diferença expressiva entre a quantidade de estudantes de um sexo ou outro contribuiu para que essa organização acontecesse.

4.5.1 CÍRCULO DE DIÁLOGO

Antes de iniciar esse encaminhamento, os estudantes, individualmente deveriam selecionar fontes de estudo previamente sobre conceitos iniciais da óptica. O material solicitado poderia ser oriundo de livro didático, de revistas ou *sites da internet* que poderiam ser acessados pelas tecnologias de informação e comunicação (TICs), como celular, *notebook*, tablete, a partir de internet própria ou da escola. Os estudantes foram orientados que esse material seria utilizado em vários encaminhamentos e que a qualidade dessa seleção de materiais seria fundamental para o êxito dos resultados. Dessa forma, explicitou-se que era

imprescindível que cada um tivesse seu próprio material para pesquisa, oriundo de fontes diversas.

Nas suas equipes, os estudantes responderam questões diretivas de estudo propostas por P1, a partir das fontes de pesquisa solicitadas previamente, em portfólio. As questões e orientações sugeridas foram:

- 1) Pesquise e aponte informações sobre os principais acontecimentos na vida e obra do artista Maurits Cornelis Escher.
 - 2) Procure estabelecer relações entre suas produções e o contexto histórico que influenciou o artista.
 - 3) Analise as produções do artista e procure dividir suas produções em períodos. Sua equipe identifica relações entre tais fases e o contexto histórico?
 - 4) Escolha uma produção artística de Escher e mencione o que mais chamou atenção da sua equipe ao observá-la.
 - 5) A grande maioria das produções utiliza contraste entre claro e escuro, ou seja, presença e ausência de luz para passar compor a obra, nesse sentido pesquisar a concepção para luz desde as primeiras tentativas de compreendê-la até a teoria mais aceita nos dias de hoje.
 - 6) Quais são os três princípios básicos da óptica geométrica? Para casa princípio, mencione um exemplo e explore uma produção de M. C. Escher que possa se usada por sua equipe para explicar tais princípios.
 - 7) Um importante fenômeno óptico é a reflexão. Pesquise como a reflexão ocorre nos espelhos planos e nos espelhos esféricos.
- (Documento elaborado por P1)

Enquanto os estudantes respondiam provisoriamente as questões diretivas propostas, a professora P1 sentava nas equipes e acompanhava algumas discussões na busca por respostas, propondo questionamentos nos casos em que a atividade não estava caminhando a partir da dialogicidade. No entanto, a maioria das equipes, dentro da riqueza de material prévio que levou para a atividade foi capaz de encaminhar a atividade pautada na dialogicidade, no respeito a diferentes pontos de vista até que o consenso, a partir do melhor argumento, fosse alcançado.

Nessa etapa foi indicada pela professora P1, uma questão para cada equipe e um integrante dessa equipe para apresentar sua proposta de resposta para a turma. As demais equipes deveriam após exposição inicial propor correções, complementações e alterações nas respostas. Essas mediações foram realizadas nas questões com intervenções de todas as equipes, com estabelecimento de consenso coletivo quanto à melhor resposta. Foram estabelecidas regras pelas equipes quanto a conversas fora do tema em discussão, assim como de uso indevido de celular.

Ao fim do processo argumentativo em cada questão proposta, a professora P1 lançou para as equipes outros questionamentos que propunham problematização em torno dos conceitos recém-estabilizados. Sempre que necessário a professora P1 mediava possíveis conflitos e realizava questionamentos para fomentar a discussão entre os estudantes. As equipes apresentavam suas respostas provisórias à turma e se iniciava outro processo de argumentação. Entre as regras e direcionamentos na atividade, destaca-se a proposição pelas equipes de alguns pontos a serem observados: resposta adequada em termos conceituais; intervenção em relação às respostas das outras equipes; atenção à exposição das demais equipes; resposta aos desafios propostos.

Para que esse encaminhamento pudesse acontecer, como já foi mencionado, foi fundamental que as equipes possuíssem em mãos materiais diversificados para responder as questões diretivas propostas. Como o projeto foi desenvolvido no segundo semestre do ano, os estudantes já tinham uma boa compreensão de como realizar coleta de material para responder às questões diretivas de estudo, bem como já possuíam bom entendimento sobre como trabalhar em equipe.

4.5.1.1 Processo dialógico e argumentativo na elaboração das respostas provisórias

Considerando as quatro turmas envolvidas, todas as equipes possuíam ao menos três fontes de material para pesquisa no momento de responder as questões diretivas de estudo. Os materiais coletados variaram entre livros didáticos, textos retirados da internet impressos e também arquivados no aparelho celular através da função *print*, revistas científicas e livros literários que envolviam arte. Outra estratégia interessante aconteceu espontaneamente por parte dos estudantes. As equipes criaram grupos no aplicativo *WhatsApp* para compartilhar material de pesquisa. Todo o material coletado era compartilhado com os integrantes da equipe para ser utilizado em dois momentos, tanto para responder as questões diretivas propostas, quanto para o círculo de diálogo que constitui a segunda etapa desse encaminhamento.

Durante o desenvolvimento dessa atividade, as equipes fizeram anotações em seus portfólios e a professora realizou gravação de áudio e vídeo. No primeiro momento o redator fez anotações das respostas provisórias da equipe no portfólio.

Depois de propor as questões diretivas para as equipes, a professora conversou por cerca de 5 min com cada uma para acompanhar o desenvolvimento das atividades. Em alguns momentos, a professora precisou estimular o diálogo entre os estudantes, em outros se fez necessário intervir para conter episódios de desarmonia entre os integrantes da equipe, mas na maioria das vezes a docente apenas observou o diálogo dentro da equipe e lançou questionamentos objetivando a problematização e o diálogo no processo argumentativo. Esse encaminhamento aconteceu várias vezes durante o tempo de três aulas de 50 min cada. Foi possível estar com cada equipe ao menos quatro vezes ao longo do encaminhamento.

Essa etapa resultou em dados muito relevantes. Como existia um tempo democraticamente estipulado para o término da atividade, a maioria das equipes se organizou de forma muito interessante: (i) havia um redator, mas que também debatia e defendia seus pontos de vista quando necessário, (ii) havia um relator que lia as questões para a equipe e que ficava encarregado de apresentar as respostas provisórias na etapa posterior, além de participar do processo argumentativo debatendo pontos de vista distintos, (iii) havia ainda um estudante que cuidava do tempo, evitando que assuntos paralelos desviassem a atenção da atividade e garantindo uma organização necessária para o bom desenvolvimento da proposta, além de participar ativamente do processo. Os demais integrantes ficavam com mais materiais de pesquisa que os três mencionados anteriormente para não sobrecarregar ninguém. Essa organização partiu espontaneamente depois que outras atividades em equipe aconteceram ao longo desse ano letivo e de anos anteriores.

O quadro 14 apresenta algumas falas dos estudantes, da equipe Gabriela, pertencentes à turma 3C, no dia 21 de agosto de 2017, durante o processo argumentativo mencionado e suas análises. Vale ressaltar que os estudantes estão representados pela letra correspondente à sua turma e por seu respectivo número da chamada, como por exemplo, A4 (estudante da turma 3A e que é matriculado com o número 4 da lista oficial do diário de classe), C7 (estudante

pertencente a turma 3C e que está matriculado como número 7), e assim por diante.

Quadro 14: Amostra de fala dos estudantes durante processo argumentativo dentro da equipe Gabriela da turma C.

1	P1	<i>Como está caminhando o trabalho? Alguma dificuldade? Conseguiram coletar bastante material? Querem perguntar algo?</i>
2	C16	<i>Acho que "tá" indo bem!</i>
3	C3	<i>Na verdade a gente não tem certeza se nossa resposta para a questão 2 está completa.</i>
4	C1	<i>É que parece que as questões 1 e 2 perguntam a mesma coisa!</i>
5	C3	<i>É, por aí!</i>
6	P1	<i>E você, C32, que acha?</i>
7	C32	<i>Eu acho que nossa resposta "tá" boa! Acho também que as duas respostas meio que se complementam.</i>
8	P1	<i>Podem me mostrar a resposta de vocês, por favor?</i>
9	P1	<i>Ok, e qual é a dúvida?</i>
10	C16	<i>Pra gente essa resposta cabe na questão 2 também!</i>
11	P1	<i>Na verdade a pergunta 2 quer que vocês estabeleçam paralelo com o que levantaram na questão 01 e o que estava acontecendo na Europa nesse período, ou seja, há relações entre as produções do autor e o contexto histórico daquele momento?</i>
12	C16	<i>Ah! Agora entendi! Acho que aqui na minha pesquisa tem algo nesse sentido. "Pera"! Já acho!</i>
13	C9	<i>Eu tenho que ler a minha de novo agora que entendi o que é pra fazer!</i>
14	C1	<i>Ó! "Tá" aqui! Achei algo que pode servir.</i>
15	C16	<i>Ah! Na minha pesquisa também tem algo que pode ajudar.</i>
16	C3	<i>Fechou! Acho que é isso mesmo! Alguém tem mais alguma coisa?</i>
17	C16	<i>Aqui tem mais isso aqui! Vejam se vocês acham que melhora a reposta.</i>
18	C9	<i>Á sim! Acho que agora vai, professora!</i>
19	C16	<i>É!</i>
20	P1	<i>Não precisam mais de mim?</i>
21	C3	<i>Por enquanto não, professora!</i>
22	P1	<i>Ok! Vou para a próxima equipe!</i>

Fonte: a autora

Na sequência os estudantes C1, C3, C9, C16 e C32 estruturam a resposta e foram ditando-a para o redator registrar no portfólio da equipe.

Além do material coletado pelos próprios estudantes, a professora disponibilizou aos discentes uma caixa contendo inúmeros materiais ópticos oportunizando que realizassem diferentes testes, tentativas e possibilidades. Nessa caixa havia: (i) 07 lentes convergentes; (ii) 07 lentes divergentes; (iii) 08 espelhos planos; (iv) 04 espelhos côncavos; (v) 04 espelhos convexos; (vi) 01 colher grande polida; (vii) 10 bolas de enfeite natalino sem cor; (viii) 02 laser vermelhos; (ix) 04 placas com fendas diversas.

Em todas as turmas foi bastante interessante observar a reação dos estudantes. Como não havia um roteiro, eles associaram instrumentos diversos, usaram vários recursos como a tela do celular, com cores diversificadas, saíram

de sala e usaram grande intensidade de luz solar. Ao mesmo tempo em que os estudantes se impressionavam com os efeitos dos fenômenos formados, se questionavam como era possível formar aquilo que observavam. Em vários casos a professora foi chamada para ajudar a compreender o fenômeno observado, no entanto, nenhuma resposta foi dada. Pelo contrário, a professora fez outras perguntas, sugeriu leituras para que eles pudessem chegar à compreensão dos conceitos científicos por eles próprios.

Foi evidente, ao realizar uma análise das falas dos estudantes, que todos os integrantes da equipe participaram do processo argumentativo livre de qualquer espécie de coação, se valendo do diálogo e do respeito que nortearam o desenvolvimento das respostas provisórias para a próxima etapa. Pode ressaltar também a postura da professora P1 que conforme linha 11 expõe, não respondeu ao questionamento da equipe, apenas reestruturou o encaminhamento possibilitando a continuidade do processo dialógico entre os estudantes.

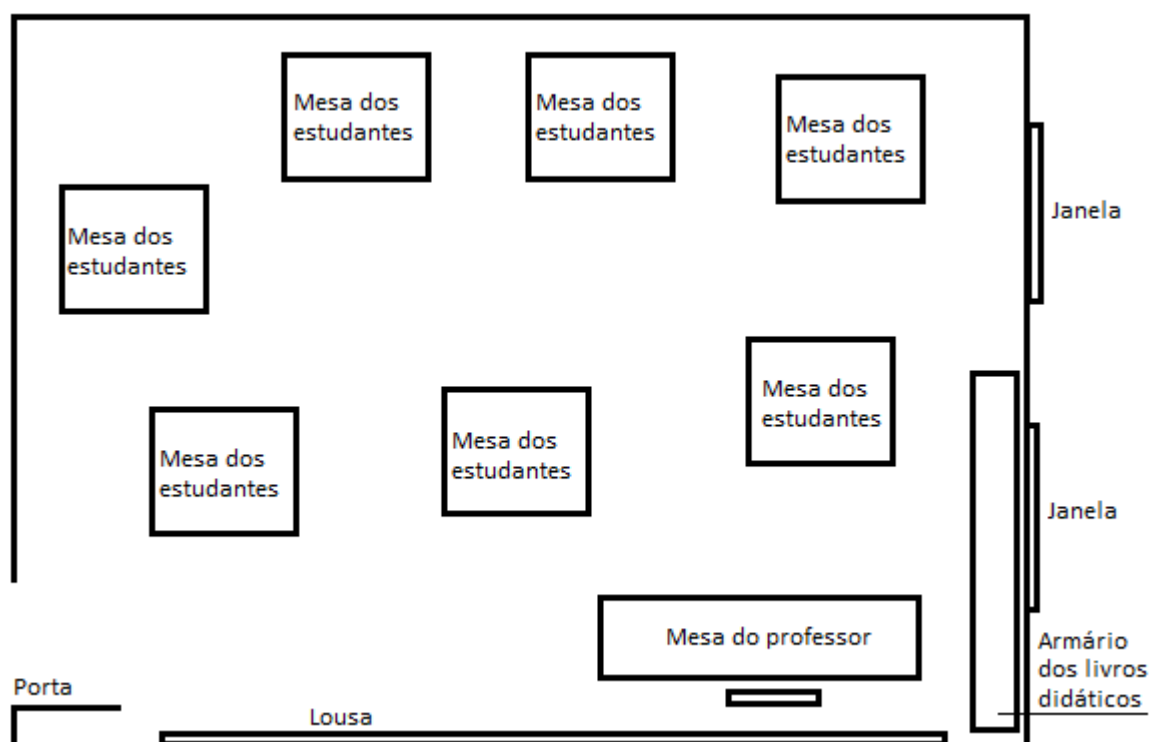
4.5.1.2 Processo dialógico e argumentativo entre as equipes

Depois de elaboradas as respostas provisórias para as questões diretivas de estudo, as equipes participaram do momento de socialização das suas compreensões. Para esse momento foram estabelecidas algumas regras que objetivaram o respeito entre os estudantes, o aproveitamento do processo dialógico e a garantia dos princípios básicos da teoria do agir comunicativo, como o direito igual de fala livre de qualquer forma de coerção, neste caso, dos colegas de sala e dos professores envolvidos. Tais regras foram construídas democraticamente entre professores e estudantes.

Das regras construídas, tem-se: (i) as questões a serem apresentadas por cada equipe foram sorteadas, evitando assim qualquer privilégio; (ii) o tempo para discussão de cada questão foi livre, impedindo que o processo argumentativo fosse interrompido; (iii) conversas paralelas não poderiam existir, tanto para garantir que o colega que se apresentava não fosse inibido, assim como para que todos ouvissem a resposta no intuito de corrigí-la, acrescentá-la ou aprová-la; (iv) todos os integrantes poderiam realizar pesquisas complementares, de qualquer natureza, durante a atividade, colaborando para ampliar o processo

argumentativo, (v) celular só poderia ser utilizado como fonte de pesquisa; (vi) as equipes ficariam dispostas de forma consideravelmente circular na sala e a ordem para acrescentar as respostas expostas se daria em sentido horário a partir da equipe que acabou de apresentar sua resposta provisória, conforme figura 4, que traz uma representação esquemática mais geral e a figura 5 que mostra uma organização real do momento intitulado círculo de diálogo.

Figura 4: Representação esquemática da organização do espaço escolar para o círculo de diálogo.



Fonte: a autora.

Figura 5: Fotografia da distribuição dos estudantes durante o círculo de diálogo.



Fonte: a autora.

Em todas as turmas a atividade se deu de forma muito interessante. A grande maioria das respostas provisórias foram seguidas de complementação, ou correção pelas demais equipes. A validação aconteceu através do processo argumentativo estabelecido entre estudantes e professora que de fato também participou de forma livre de qualquer espécie de coação, garantindo que os estudantes se posicionassem de forma espontânea e natural.

Apesar do bom desempenho descrito pode-se afirmar que existiram variações relevantes entre uma turma e outra. A turma 3C apresentou processos argumentativos mais elaborados com muitas rodadas de complementação, correções e problematizações. A turma 3B também desenvolveu a atividade de forma bastante satisfatória com o processo dialógico e argumentativo ganhando mais força ao longo do desenvolvimento da atividade. No entanto, as turmas 3A e 3D apresentaram mais dificuldade em expor seu ponto de vista, divergir do posicionamento dos demais colegas e até mesmo para compreender a postura da professora nesse encaminhamento. Porém, conforme as questões foram sendo trabalhadas, os estudantes foram ganhando segurança, se posicionando sem se sentir constrangidos e pesquisando com mais profundidade para fundamentar seus posicionamentos.

Objetivando compreender a diferença percebida entre as turmas pode-se considerar o fato que o 3C era a única em que P1 lecionou tanto no primeiro quanto no segundo ano do Ensino Médio. Nesse caso o vínculo já estabelecido entre os estudantes e a professora pode ter se constituído em fator que colaborou com o processo dialógico e argumentativo mais consistente e aprofundando, uma vez que ao longo dos dois anos anteriores, os estudantes foram se tornando confiantes e se sentiam mais a vontade para se expor, discordar, corrigir, na certeza de que essa ação não traria desconforto a nenhum participante do processo. As turmas 3B e 3D já estiveram com a professora P1 enquanto eram turmas do primeiro ano. Apenas a turma 3A nunca tinha tido contato com a professora P1, demonstrando que o relacionamento entre estudantes e professores é um fator muito relevante para o sucesso de um encaminhamento fundamentado na dialogicidade e argumentação. Além disso, é possível afirmar que o amadurecimento desse processo se dá de forma gradativa, uma vez que a turma que mais se saiu bem foi a turma 3C. No ano anterior, enquanto fazia parte do segundo ano, a turma C já havia experimentado alguns processos argumentativos, ganhando assim mais confiança para se expor, liberdade para corrigir e complementar e ainda para se sentir livre de coerções frente a figura da professora. Figura essa que em modelos mais tradicionais de educação, ainda é muito associada e utilizada para inibir, coagir, gerar imposição de um indivíduo sobre o outro.

No quadro 15 há transcrições das falas dos estudantes, da turma 3C, no dia 11 de setembro de 2017, durante o momento descrito.

Quadro 15: Amostra de fala dos estudantes durante processo argumentativo entre as equipes, na turma C.

	<i>Equipe</i>	<i>Falante</i>	<i>Contribuição</i>
1		P1	<i>Por favor, o relator da equipe leia para gente a pergunta que irão responder e na sequência, pode ler a resposta provisória da sua equipe.</i>
2	Gabriela	C16	<i>Um importante fenômeno óptico é a reflexão. Pesquise como a reflexão ocorre nos espelhos planos e nos espelhos esféricos. Então, primeiro a gente vai responder como a imagem é formada nos espelhos planos.</i>
3		P1	<i>Ótimo! Vamos todos ouvir.</i>
4	Gabriela	C16	<i>Há duas leis da reflexão para os espelhos planos. A primeira diz que o raio refletido, a normal e o raio incidente são coplanares. Mas como sei que assim ficou confuso, vou lá no quadro desenhar, posso professora?</i>
5		P1	<i>Mas com certeza. Tem giz aqui olha!</i>

6	Gabriela	C16	Aqui olhem, está a superfície do espelho. Aqui “tá” a reta imaginária que a gente chama de normal, não esqueçam que ela só serve para ajudar no desenho, mas tem que fazer ela formando 90° com o espelho. Agora a gente faz chegar no espelho um raio de luz que reflete no espelho e sai, agora chamamos de raio refletido. Então, vocês estão percebendo que o raio incidente, a normal e o raio refletido estão os três desenhados no quadro?
7		Turma	Sim!!
8	Gabriela	C16	Então, isso é coplanar, pois os três estão desenhados no mesmo plano, no plano do quadro, entenderam?
9	Duília	C7	Mas se a gente pudesse desenhar o raio incidente chegando de frente no quadro, não no quadro, como ficaria?
10	Gabriela	C16	Hum, pera, deixa eu pensar, equipe, me ajude! (o estudante voltou para a equipe, conversaram em sigilo e ele voltou a falar) Então, nossa equipe acredita que a lei continua valendo, porque aí o raio refletido vai mudar também de direção e vai continuar tudo alinhado. Isso, professora?
11		P1	Não sei! Vamos ver o que dizem os outros colegas. Próxima equipe, o que vocês acham? Concordam, discordam, corrigem apenas?
12	Gleiser	C10	Ah, professora! A gente aqui também pensa assim, se troca um, troca automaticamente o outro e a normal sempre continua só orientando o desenho.
13		P1	Interessante C10! Alguém discorda?
14		Turma	Não!
15	Gabriela	C16	Mas calma professora, ainda não acabei!
16		P1	Ótimo! Continue então!
17	Gabriela	C16	Tem ainda a segunda lei. Essa diz que o ângulo que o raio chega no espelho é exatamente igual ao ângulo de saída do raio depois que reflete no espelho.
18		P1	E aí equipes, eles estão corretos?
19	Duília	C7	Concordamos! Na nossa pesquisa tinha a mesma coisa. Mas professora, temos algo a acrescentar, pode ser já?
20		P1	Vamos apenas aguardar a equipe finalizar a apresentação e validar a resposta. Algo mais Gabriela?
21	Gabriela	C16	Sim! Quando uma imagem é formada, a gente pode classificar ela.
22		P1	Interessante! Manda ver!
23	Gabriela	C16	Aqui ó, normal, do mesmo tamanho do objeto.
24		P1	Opa! Mesmo tamanho, vou anotar aqui! Que mais?
25	Gabriela	C16	É... Temos a impressão que a medida de que nos afastamos do espelho plano, nossa imagem diminuiu, mas não é verdade. O que acontece é que à medida que nos afastamos do espelho, o ângulo visual muda e nosso cérebro interpreta que a imagem é menor.
26		P1	OK, anotado!
27	Gabriela	C16	Aí, direita, está alinhada com o objeto, ou seja, a cabeça está para cima. Aí tem uma palavra muito difícil! Enanti...oforma...ai profe!
28		P1	Enantiomorfa! Isso?
29	Gabriela	C16	É!
30		P1	E o que significa ser enantiomorfa?
31	Gabriela	C16	O lado direito do objeto corresponde ao lado esquerdo da imagem, e vice-versa por isso a palavra ambulância está escrita de trás para frente, para que o motorista consiga ler corretamente através do retrovisor.
32		P1	Que mais?
33	Gabriela	C16	Temos isso.
34		P1	Obrigada equipe. Próxima equipe quer acrescentar algo na resposta?
35	Duília	C7	Temos! O campo visual de um espelho depende da posição que

			<i>ficamos dele. Quanto mais próximos ficamos mais aumenta o campo de visão desse espelho. Para determinar um campo visual, devemos traçar raios que chegar ao observador a partir das extremidades do espelho e que obedecem as leis da reflexão que a outra equipe falou. A região entre esses raios que incidem no espelho é o campo visual para aquele observador.</i>
36		P1	<i>Algo mais equipe?</i>
37	Dúlia	C7	<i>Não, acho que é isso.</i>
38		P1	<i>Ok, obrigada! Próxima equipe, algo diferente ou que não concordam?</i>
39	Lattes	C26	<i>Os raios que partem de um objeto diante de um espelho plano refletem no espelho e atingem nossos olhos assim recebemos raios luminosos que descreveram uma trajetória angular e temos a impressão de que são provenientes de um objeto atrás do espelho em linha reta, isto é, mentalmente prolongamos os raios refletidos em sentido oposto para trás do espelho.</i>
40		P1	<i>No que será que isso acrescenta para gente? Será que isso já não foi dito já na hora que a outra equipe falou sobre imagem virtual? Será que não é redundante?</i>
41	Lattes	C26	<i>Ah, professora, eu acho que não, pois agora a gente aprofundou. Antes tinha sido explicado bem por cima.</i>
42		P1	<i>Alguma equipe discorda?</i>
43	Chagas	C30	<i>A gente também acha que agora ficou mais claro. Deu para entender melhor com esse complemento de C26.</i>
44		P1	<i>Alguma discordância?</i>
45		Turma	<i>Não.</i>
46	Suzana	C19	<i>Nós queremos acrescentar!</i>
47		P1	<i>Então vamos lá, seguindo a ordem.</i>

Fonte: a autora

No trecho do círculo de diálogo, transcrito no quadro 15 é possível identificar que a professora P1 em nenhum momento apresentou respostas prontas e acabadas para os estudantes, estimulado que a partir de pesquisa, leitura e argumentação, os conceitos fossem sendo estruturados pelos próprios estudantes. Diferente de outras amostras, essa possui mais exemplos nos âmbitos explicativo e objetivo uma vez que inicialmente alguns conceitos importantes foram construídos, pois há essa necessidade para que relações mais profundas pudessem acontecer. No entanto, ao observar as falas 9, 10 e 12 percebe-se a maturidade do diálogo e da argumentação dos participantes do discurso que nesse exemplo foi estabelecido nos âmbitos explicativo e objetivo.

Na fala 4, é possível reconhecer a autonomia dos estudantes ao acreditar que seria mais eficiente para que os colegas aprendam, ir até à lousa desenhar. Além disso, essa ação da estudante demonstrou segurança junto ao conhecimento apropriado.

Outro ponto importante que merece atenção se refere à fala 10. Quando introduzida no processo nova problematização por outra equipe, o estudante não

resolveu a questão sozinho, mas retornou à sua equipe. Todos participaram de novo processo argumentativo, usaram o seu material de pesquisa e chegaram a um novo consenso sem qualquer imposição ou coação, unicamente pela força do melhor argumento.

Na fala 19, fica evidenciado o consenso entre as equipes e ainda a ânsia em complementar a resposta da equipe que acabou de apresentar sua resposta provisória. Interessante observar que os estudantes possuem apropriação dos conceitos de forma tão consistente que se sentem capazes de corrigir a resposta de outras equipes e/ou aprimorá-las, inclusive debater com a professora sem qualquer constrangimento.

Nas outras turmas, 3A, 3B e 3D o processo argumentativo também pode ser evidenciado, mas de forma mais tímida nas primeiras questões. À medida que o processo foi acontecendo, alguns estudantes foram mudando sua postura, se expondo com mais segurança, menos timidez, colaborando para a construção dos conceitos científicos e para o estabelecimento de relações importantes.

4.5.2 EXPERIMENTAÇÃO PRELIMINAR À INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA

Com suas equipes, os estudantes foram ao laboratório de Ciências e realizaram inúmeras observações e experimentações utilizando espelhos planos e esféricos, lentes esféricas diversas, fontes de luz variadas. A atuação da professora se restringiu a entregar o material e promover alguns questionamentos para os estudantes. Solicitou ainda que fizessem todas as anotações possíveis em seus diários de bordo (portfólios). O direcionamento proposto por P1 está exposto a seguir:

Façam observações, simulações, associem espelhos, lentes, usem diferentes objetos luminosos. Todos os resultados que julgarem diferentes, curiosos, instigantes, filmem e fotografem para buscarmos compreendê-los junto às demais equipes.
(Documento elaborado por P1)

Essa etapa foi particularmente especial, pois os estudantes se valeram de algo que em geral não possuem na realidade escolar, liberdade. Foram livres para usar os instrumentos ópticos em situações que não são encontradas em livros didáticos, chegaram a fenômenos intrigantes que precisaram de estudo

aprofundado para serem compreendidos através da associação de espelhos e da sobreposição de lentes. Através do uso do celular e do aplicativo Whatsapp as equipes socializaram suas descobertas com as demais equipes e professores do grupo de pesquisa-ação. Algumas equipes aproveitaram o dia sem nuvem e com Sol intenso e queimaram alguns papéis, inclusive testando óculos dos colegas da turma. A euforia dos estudantes ao atingir seus objetivos foi notória. Em cada equipe, o redator anotava no diário de bordo as impressões dos integrantes.

A figura 6 mostra um dos momentos descritos em que os estudantes estão usando um instrumento óptico de forma livre, escrevendo palavras, formando sombras e registrando para processos argumentativos futuros.

Figura 6: Fotografia dos estudantes realizando experimentação com uso de instrumentos ópticos



Fonte: a autora

Como as aulas são geminadas, de posse de suas anotações, fotografias e filmagens realizadas na primeira aula, os estudantes voltaram para sala de aula e a partir de suas equipes socializaram suas observações, na segunda aula. Sempre em ordem e com a atenção das demais equipes, os estudantes foram apresentando os dados coletados de diversas formas e propondo, em alguns casos, uma resposta provisória para suas observações e em outros casos, perguntando para a turma se possuíam alguma hipótese para colaborar na sua compreensão.

O diálogo abaixo explicita o envolvimento, a curiosidade e a construção dos conceitos em torno da óptica a partir do processo argumentativo na turma 3B:

Quadro 16: Amostra de fala dos estudantes durante processo argumentativo entre as equipes, na turma B.

	<i>Equipe</i>	<i>Falante</i>	<i>Contribuição</i>
1		P1	<i>Por favor, o relator apresente para a turma as observações, contribuições, associações interessantes que a equipe obteve e se possível uma tentativa de explicação para o que foi observado.</i>
2	Bergmann	B8	<i>Nós aproveitamos que tem Sol e tentamos queimar diferentes materiais, com diferentes objetos. Primeiro usamos uma lupa da caixa e conseguimos queimar um pedaço de jornal. Foi mais fácil queimar onde tinha letra ou foto escura. Quando a gente trocou de lupa, a gente teve que colocar ela mais longe do papel para conseguir queimar. Conseguimos queimar até a ponta do tênis da B17 (risos). Que mais? Ah, com os óculos da B6 a gente não conseguiu queimar nada, nem fez aquele ponto bem brilhante que fez nas vezes anteriores. Outra coisa legal foi quando a gente usou duas lupas. A imagem ficou de ponta cabeça, mas isso ia mudando de a gente ficava mais perto ou mais longe dela. Com o jornal que a gente escreveu a gente formou sombra e ela mudava de tamanho se o jornal ficava mais perto ou mais longe do chão. Bom, das observações, acho que é isso.</i>
3		P1	<i>Uau! Interessantes as observações de vocês! Agora vamos lá. Primeiro a própria equipe. Vocês tem alguma hipóteses para explicar alguma ou todas as observações apresentadas?</i>
4	Bergmann	B8	<i>A gente conversou e acha que o formato da lente interfere na distância para queimar o jornal, porque a lente mais gorda no centro ficou mais perto para conseguir queimar o papel e a lente mais magra, mais reta, teve que ficar mais longe. O óculos da B6 é diferente das lupas. Ele é fino no meio e gordo nas pontas, a gente acha que isso é o que explica ele não queimar o jornal, porque com o óculos da B3 deu certo e ele parece com as lupas, ao contrário da B6.</i>
5		P1	<i>Olha que observações interessantes! Próxima equipe, querem contribuir?</i>
6	Lattes	B14	<i>A gente viu no nono ano que tem dois tipos de lentes, mas eu não lembro direito qual é qual, mas tem uma que é convergente e outra é divergente. Acho que é nisso que elas são diferentes e por isso que fazem coisas diferentes.</i>
7	Lattes	B11	<i>O que você é, míope?</i>
8	Bergmann	B6	<i>Aham!</i>
9	Lattes	B14	<i>Então, míope usa essa lente diferente que é fina no meio e deixa o olho da pessoa menor.</i>
10		P1	<i>Bacana! Que mais?</i>
11	Duília	B34	<i>Vocês falaram que foi fácil queimar o papel onde tinha letra, que é preta e onde tinha foto escura, né? Isso porque o preto segura calor. Quando tem muito Sol e a gente usa roupa preta dá a impressão que vai queimar a gente.</i>
12	Duília	B9	<i>Não, não é que segura calor. Porque a gente viu ano passado que não existe segurar calor. É que o preto absorve mais calor, daí no caso, foi mais queimar porque com mais calor faz a queima mais fácil. O branco ou claro, no caso, reflete mais.</i>
13	Duília	B34	<i>Isso que quis dizer, me expressei mal. Ah, vocês entenderam! (Risos)</i>
14	Duília	B9	<i>Ah, tem outra coisa. Quando vocês falaram da sombra, tem mesmo a ver a distância do jornal com a sombra. Se a gente faz sombra na parede e se aproxima e se afasta, o tamanho da sombra muda. Assim, se eu fico longe da luz e perto da parede, a sombra diminui, e se eu ficar perto da luz e longe da parede a sombra aumenta.</i>
15		P1	<i>Equipe Oswaldo, concorda? Discorda?</i>
16	Gleiser	B6	<i>A gente concorda e queria perguntar se isso das sombras tem a ver</i>

			<i>com eclipse? Porque dependendo da posição da Lua, tem eclipse total ou parcial do Sol, certo?</i>
17		P1	<i>Não sei! Alguma equipe quer contribuir?</i>
18	Duília	B29	<i>Ei professora, lá no laboratório não tem aquele negócio de simular eclipse?</i>
19		P1	<i>Um equipamento, você quis dizer?</i>
20	Duília	B29	<i>É! (risos) Um equipamento. Tem né? Dá pra gente ir lá buscar?</i>
21		P1	<i>A sala "tá" muito clara. Melhor vamos lá no laboratório. Mas antes disse, mais alguma contribuição? Ok, vou entender o silêncio como um não! (risos). Vamos lá então.</i>

Fonte: a autora

Essa etapa não contou, como pode ser evidenciado nas falas, com pesquisa aprofundada, tampouco construção de conceitos. Todavia esse momento se mostrou extremamente importante para instigar os estudantes, aguçar sua curiosidade, socializar conhecimentos adquiridos em momentos anteriores e colaborar no desenvolvimento da argumentação. É possível observar na linha 12 que a proposta de um estudante é superada pela argumentação de outro, prevalecendo essa sem coação, apenas pela força do melhor argumento.

Outras equipes também trouxeram contribuições interessantes que colaboraram no despertar da curiosidade e no desejo de aprender dos estudantes. A figura 7 mostra uma fotografia feita pela equipe Artaxo, da turma 3D. Para conseguir essa imagem os estudantes associaram espelhos planos sobre a tela de um celular que emitia luz piscando em cores variadas do tom azul e que ao ser refletida nos espelhos tinha sua tonalidade alterada.

Figura 7: fotografia referente a associação de espelhos planos



Fonte: a autora.

Essa observação trouxe muita curiosidade para as equipes que questionavam a professora conforme o diálogo apresentado a seguir:

Quadro 17: Amostra de fala dos estudantes durante processo argumentativo entre as equipes, da turma D.

	<i>Equipe</i>	<i>Falante</i>	<i>Contribuição</i>
1		P1	<i>Que observação interessante.</i>
2	Schenberg	D1	<i>Nossa professora que interessante. Por que muda de cor? Só o espelho é responsável por isso? Como pode?</i>
3		P1	<i>Também fiquei curiosa. Vamos ter que pesquisar.</i>
4	Duília	D23	<i>Que massa isso! Por que faz isso?</i>
5		P1	<i>Boa pergunta. Nas próximas aulas vamos ter que dar conta de entender isso.</i>

Fonte: a autora.

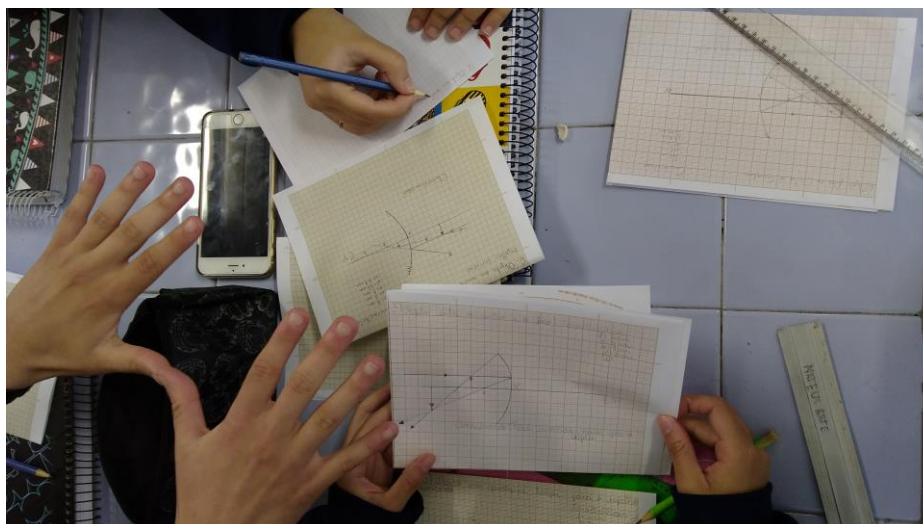
4.5.3 CONSTRUÇÃO DE IMAGENS PARA ESPELHOS ESFÉRICOS EM PAPEL MILIMETRADO

Individualmente, mas dialogando com os demais integrantes de sua equipe, cada estudante construiu seis desenhos para um mesmo objeto. A professora P1 instruiu os estudantes a desenhar um espelho côncavo com 4 cm de raio de curvatura e a partir disso marcar os elementos do espelho. Para saber quais eram os elementos, os estudantes contavam com material para pesquisa, previamente solicitado. Em seguida foi requerido que os estudantes desenhassem uma seta na frente do espelho representando, assim, um objeto luminoso.

Para os espelhos côncavos, esse esquema se repetiu cinco vezes, pois a cada situação, uma imagem distinta foi formada. Os cinco casos foram: (1) objeto antes do centro de curvatura, (2) objeto sobre o centro de curvatura, (3) objeto entre o centro de curvatura e o foco principal, (4) objeto sobre o foco principal, (5) objeto entre o foco principal e o vértice do espelho. Em todos os desenhos, o objeto foi desenhado com 1 cm de altura e foi desconsiderada sua espessura. Tal padrão foi estabelecido para que fosse possível realizar uma comparação possibilitando deduções futuras mais avançadas. Para o caso do espelho convexo, apenas um desenho foi solicitado, uma vez que independente da posição do objeto, a imagem sempre apresenta as mesmas características. Para realizar os desenhos da maneira adequada, as equipes precisaram pesquisar o comportamento de alguns feixes luminosos, os raios notáveis, para os espelhos esféricos.

Depois de construídas, foi solicitado que os estudantes classificassem as imagens obtidas quanto a sua natureza, orientação e tamanho em relação ao objeto. Mais uma vez, para a realização dessa etapa cada equipe precisou realizar pesquisa em seu material, dialogar entre os integrantes para compreender os critérios para a classificação. Sempre que necessário, os estudantes poderiam solicitar a presença da professora P1 que não respondia seus questionamentos, mas orientava quanto à outra estratégia de pesquisa e interpretação das informações. A figura 8 mostra alguns estudantes da turma 3A desenvolvendo a atividade descrita.

Figura 8: Fotografia de estudantes da turma A, obtendo imagens em papel milimetrado para espelhos esféricos.

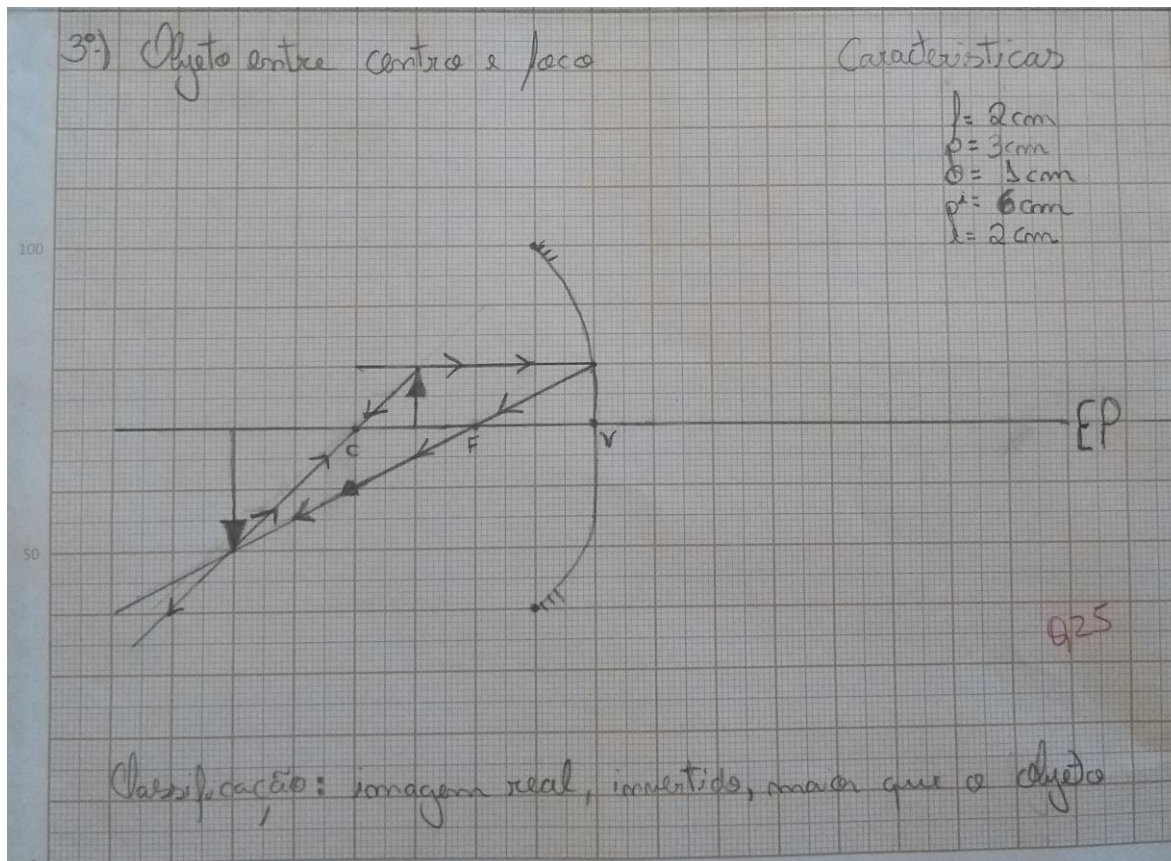


Fonte: a autora

Na figura 9 está a imagem desenhada pelo estudante A12, conforme descrição anterior. No canto superior direito de cada caso é possível perceber que o estudante realizou medições para algumas grandezas como distância focal do espelho (f), posição do objeto em relação ao vértice do espelho (p), altura do objeto (o), distância horizontal da imagem até o vértice do espelho (p'), altura da imagem (i). A coleta das medidas foi facilitada pelo tipo de papel que foi utilizado. Como esses dados seriam utilizados para a dedução da equação de Gauss, os desenhos precisavam estar muito bem feitos. Dessa forma P1 passou por todas as equipes e observou as imagens desenhadas. Nos casos que apresentavam erros ou imprecisões que poderiam comprometer os próximos passos, a

professora problematizou alguns pontos, na tentativa de que ele próprio compreendesse e corrigisse os pontos falhos.

Figura 9: Fotografia da produção do estudante A12 para espelho esférico côncavo.



Fonte: a autora.

Todas as vezes que uma imagem era obtida através do desenho, os estudantes reproduziam o caso em estudo na prática, através de instrumentos ópticos disponibilizados as equipes, como bolinhas de enfeites natalinos, conchas, e colheres bem polidas, conforme figura 10.

Figura 10: Fotografia das experimentações realizadas pelos estudantes.



Fonte: a autora

Muitos depoimentos tornam evidente a importância do estudo teórico da formação de imagens aliado à realização prática do fenômeno junto ao processo argumentativo. O Quadro 18 apresenta um trecho do processo dialógico e argumentativo da turma 3A durante a construção das imagens para os espelhos esféricos.

Quadro 18: Amostra de fala dos estudantes durante processo argumentativo entre as equipes da turma A

	<i>Equipe</i>	<i>Falante</i>	<i>Contribuição</i>
1	Hamburger	A7	<i>Professora, olhe aqui! Está dando certo. No caso 6 a teoria é uma imagem virtual, direita e menor e olhe aqui na colher, certinho! Fico longe, fico perto, o tipo da imagem não muda! A gente acertou!.</i>
3		P1	<i>Show! E se virarmos a colher? O que acontece com a imagem?</i>
4	Hamburger	A7	<i>Ih, "pera"! Sumiu!</i>
5	Hamburger	A16	<i>Claro! Agora é outro tipo de espelho! Muda tudo! Tem que ver onde você está e qual caso isso representa! Tem um caso que não aparece nada, deixa eu procurar aqui!</i>
6	Hamburger	A7	<i>O caso lá do foco. Então eu "tô" bem no foco!</i>
7		P1	<i>Mas olha que interessante! Agora afaste e aproxime de você. Bate com o esperado pela teoria?</i>

Fonte: a autora.

É notório que o processo argumentativo é um diferencial na construção do conhecimento junto aos estudantes. Na linha 4 o estudante A7 apresenta para sua equipe um problema, a imagem sumiu da superfície da colher. Através de pesquisa nos desenhos construídos anteriormente, o estudante A16 se vale do melhor argumento que foi aceito pelo colega, “Agora é outro tipo de espelho”. Tomando já o argumento da colega como verdadeiro, o estudante A7 relaciona, na linha 6, um conhecimento teórico, já estabilizado para explicar o fenômeno observado.

4.5.3.1 USO DE APLICATIVO EM CELULAR

Todos os estudantes que possuíam celular smartphone baixaram um aplicativo chamado Ray Optics objetivando simular a construção de imagens para espelhos diversos. Cada equipe possuía ao menos um celular com o aplicativo possibilitando o desenvolvimento da atividade.

Com o celular em mãos, as equipes foram convidadas a simular os casos desenhados e comparar com os resultados obtidos, analisando se haviam realizado os desenhos de forma correta e se os dados coletados estavam coerentes com o que o aplicativo retornava. Esse momento também foi muito interessante. Os estudantes que sempre estão conectados e se consideram bons conhecedores das tecnologias precisaram de um tempo relativamente grande para aprender a manusear o aplicativo de forma a chegar às simulações corretas, mas depois que entenderam, ousaram mais que o solicitado. Aproximavam e afastavam o objeto ao espelho e analisavam o que acontecia com a imagem formada. Todas as anotações compuseram o diário de bordo das equipes.

A variedade de instrumentos dentro da equipe se mostrou um diferencial não apenas na apropriação dos conhecimentos científicos, mas também na potencialização da curiosidade dos estudantes. Todos queriam manusear o aplicativo, comparar dados. A agitação para ver a formação da imagem no aplicativo, em um espelho e nos desenhos construídos foi notória. Cada verificação que apresentava resultados iguais resultava em comemoração entre os estudantes. Não houve necessidade de intervenção de P1 em momento algum nessa etapa. O protagonismo dos estudantes foi apenas observado para ser

registrado. As equipes deixaram de solicitar aprovação constante da professora frente a novas descobertas e se mostraram capazes de julgar por conta própria a validade da situação em análise.

4.5.3.2 DEDUZINDO A EQUAÇÃO DE GAUSS

Esse momento é ponto alto dessa etapa, pois os estudantes consolidam a superação da postura de apenas receptivos para se posicionarem como estudantes protagonistas. Quando deixa de receber uma informação pronta para apenas refazê-la com outros dados para entender seu processo de formação, dedução, esse estudante se reconhece capaz de criar, discordar, ousar, experimentar e propor.

Com os desenhos construídos, com o aplicativo mencionado, com acesso a algumas obras de Escher (as que utilizam espelhos convexos) e com espelhos diversos em mãos, os estudantes foram induzidos a analisar os resultados obtidos, a considerar todas as observações feitas na tentativa de encontrar alguma relação entre as grandezas físicas associadas.

Com o intuito descrito, P1 foi para o quadro e solicitou que os estudantes sistematizassem os dados coletados em uma tabela para facilitar a comparação futura, conforme pode ser observado na figura 11, retirada do portfólio da equipe Hamburger, da turma 3A, do estudante A35.

Figura 11: Fotografia da produção do estudante A35 para dedução da Equação de Gauss, retirada do portfólio da equipe.

P/ côncavo:

$$f = 2 \text{ cm} \quad \varphi = 6 \text{ cm} \quad \varphi' = 3 \text{ cm} \quad \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{1+2}{6} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2} \rightarrow \frac{1}{2}$$

$$f = 2 \text{ cm} \quad \varphi = 4 \text{ cm} \quad \varphi' = 4 \text{ cm} \quad \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

$$f = 2 \text{ cm} \quad \varphi = 3 \text{ cm} \quad \varphi' = 6 \text{ cm} \quad \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{1}{2}$$

$$f = 2 \text{ cm} \quad \varphi = 2 \text{ cm} \quad \varphi' = \infty \quad \frac{1}{2} + \frac{1}{\infty} = \frac{1}{2}$$

$$f = 2 \text{ cm} \quad \varphi = 1 \text{ cm} \quad \varphi' = -2 \text{ cm} \quad 1 - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

Equação Gauss

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{\varphi} + \frac{1}{\varphi'}$$

$$f = 2 \text{ cm} \quad \varphi = 3 \text{ cm} \quad \varphi' = -1,2 \text{ cm} \quad \frac{1}{3} - \frac{1}{1,2} = \frac{0,4 - 1}{3 \cdot 1,2} = \frac{0,6}{4,2} = -0,14$$

$$f = \frac{\varphi \cdot \varphi'}{\varphi + \varphi'}$$

$$A = \frac{i}{o} = -\frac{\varphi'}{\varphi}$$

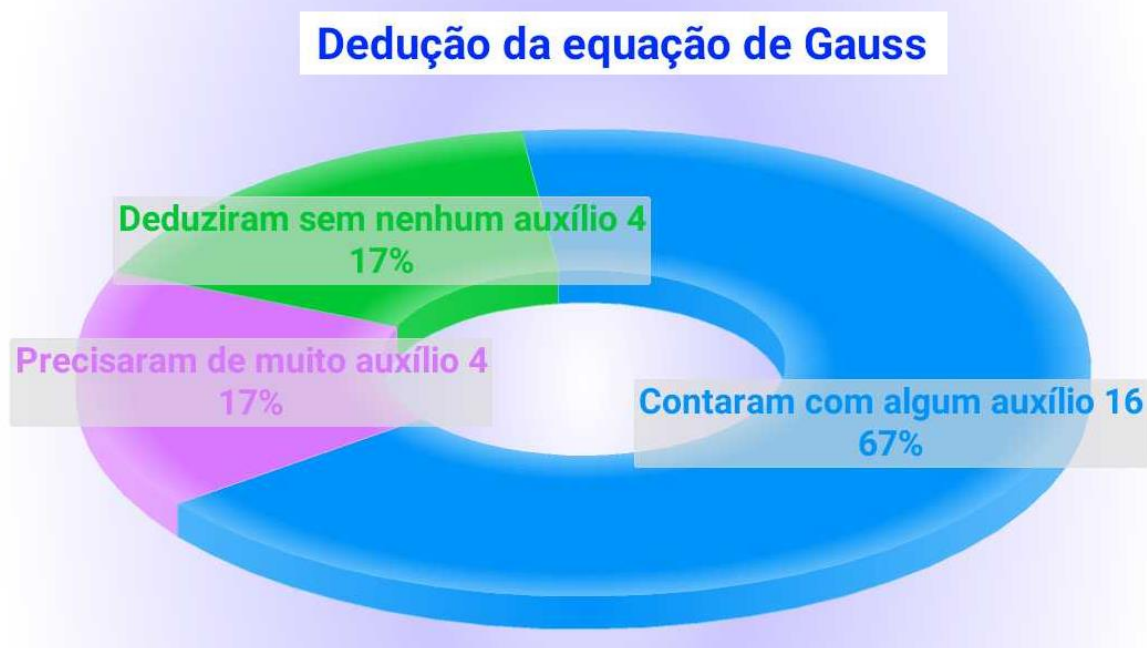
Fonte: a autora.

A partir dos dados organizados na tabela, e dos recursos que dispunham, P1 solicitou que os estudantes observassem os valores e tentassem visualizar alguma relação entre os dados. Os estudantes olhavam apreensivos para a tabela, mexiam no celular, mas inicialmente não propuseram nenhuma relação. Na turma 3C, o estudante C16 percebeu a troca de valores entre φ e φ' nos casos 1 e 3 para o espelho côncavo e mencionou ter ficado intrigado com essa constatação.

Para auxiliar os estudantes, P1 solicitou que calculassem o valor inverso de p e p' e somassem. Após alguns minutos alguns estudantes sinalizaram ter descoberto uma relação matemática entre os valores. A professora solicitou que aguardassem as demais equipes se pronunciarem quanto a finalização dessa etapa.

Cada equipe pode apresentar para a turma as suas observações. Com o direcionamento proposto, pode-se observar que, das 26 equipes formadas (3A: 6 equipes, 3B: 6 equipes, 3C: 6 equipes e 3D: 6 equipes), 4 conseguiram chegar na equação de Gauss para o estudo analítico das imagens em espelhos esféricos. Do restante, 16 equipes precisaram de alguns direcionamentos ou questionamentos que possibilitaram a dedução da equação. Apenas 4 equipes precisaram de ajuda mais específica na dedução da equação, mas ainda assim declararam que haviam compreendido o processo dedutivo, conforme reforça o gráfico 7.

Gráfico 7: Distribuição das equipes quanto a possibilidade de dedução da Equação de Gauss.



Fonte: a autora.

Uma explicação para uma quantidade baixa de equipes que foram capazes de deduzir a equação sem auxílio de P1 pode ser a falta de mais atividades como essa, uma vez que a maioria dos encaminhamentos metodológicos apenas favorece o recebimento de informações prontas e acabadas, tidas como verdades absolutas, pelos estudantes.

Com a equação de Gauss em mãos, os estudantes foram provocados a realizar cálculos objetivando avaliar se os dados coletados se mostravam coerentes com a teoria recém-descoberta por eles. A satisfação nas verificações foi muito perceptível.

4.5.4 CONSTRUÇÃO DE IMAGENS PARA LENTES ESFÉRICAS

Com o mesmo encaminhamento descrito na seção 4.5.3.1, os estudantes, agora em equipe, construíram imagens para objetos posicionados em frente a lentes delgadas convergentes e divergentes. Nesse encaminhamento os alunos demonstraram mais facilidade no desenvolvimento da atividade e com o aplicativo em mãos e algumas lentes, já deduziam se os desenhos estavam corretos ou não. Também comprovaram seus resultados com o uso da Equação de Gauss deduzida na seção anterior.

Ao observar os estudantes desenvolvendo essa etapa foi verificada uma certa naturalização com os procedimentos, com as previsões que faziam quando iam iniciar um novo desenho. Algumas equipes se organizaram de uma maneira muito interessante: cada estudante ficou com uma estratégia em mãos e iam estabelecendo comparações, dialogando sobre as construções, sobre as previsões e resultados, conforme mostram os dados abaixo retirados de um diálogo entre os estudantes da equipe Duília, da turma 3D:

Quadro 19: Amostra de fala dos estudantes durante processo argumentativo na equipe Duília, da turma D.

	<i>Equipe</i>	<i>Falante</i>	<i>Contribuição</i>
1	Duília	D8	<i>Enquanto eu desenho o caso 2, D32 vá colocando os valores no aplicativo.</i>
3	Duília	D19	<i>Pelo desenho dos espelhos, esse tem que dar real, invertida e menor.</i>
4	Duília	D8	<i>Usando a lupa deu certo, C33?</i>
5	Duília	D33	<i>Calma que "tô" posicionando aqui.</i>
6	Duília	D32	<i>Quem vai calculando?</i>
7	Duília	D8	<i>Vai você D29 que manja de matemática.</i>
8	Duília	D33	<i>Olhem aqui, ó, deu sim. Ficou de "ponta-cabeça" e parece sim que "tá" no mesmo tamanho.</i>
9	Duília	D8	<i>Desenho fechou. "Tá" igual o outro caso lá. Aqui deu com 1 cm de altura e o p' deu 4 cm.</i>

10	Duília	D32	<i>Aqui no celular “tá” que o p’ é 4 cm e o “i” tem que ser 1 cm! Ah, louco! Fomos fera!</i>
11	Duília	D29	<i>Pela equação dá bem isso! Nossa, professora, curtiu? Fomos demais! (risos)</i>

Fonte: a autora

A naturalidade com que os estudantes se organizaram para desenvolver essa etapa demonstrou a mudança de atitude deles frente a desafios e problemas que foram propostos. Além do mais ficou perceptível a desenvoltura com que os integrantes da equipe se organizaram para chegar ao seu objetivo.

Nesse encaminhamento o melhor argumento para o consenso foi obtido através dos conhecimentos científicos já estabilizados em etapas anteriores. O diálogo transcrito no quadro 19 mostra apropriações nos âmbitos explicativo e objetivo, uma vez que conceitos foram construídos, identificados e utilizados pelos estudantes no processo argumentativo.

4.5.5 GINCANA ENTRE EQUIPES

Com todas as produções e recursos anteriormente descritos, as equipes receberam situações desafiadoras para serem respondidas. Foi sugerido que cada estudante da equipe ficasse com uma estratégia de pesquisa em mãos para facilitar a busca por respostas e garantir que todos se envolvessem na discussão, no posicionamento e no consenso para elaborar uma resposta para o desafio.

As questões propostas aos estudantes são apresentadas a seguir:

1. Alguns estudantes que participam de um grupo de escoteiro foram realizar uma atividade em uma região de mata e precisavam iniciar fogo, sem possuir qualquer dispositivo como fósforo ou isqueiro. Em todas as equipes havia integrantes que usavam óculos. Quem poderia ceder suas lentes para tentar iniciar fogo, quem usava lentes com bordos finos ou espessos? Justifique a escolha da equipe.
2. Sabendo que ao posicionar a lente a 50 cm de um pouco de gravetos amontoados, estes começam a queimar, responda quanto vale a distância focal dessa lente.
3. Se essa lente for posicionada a 20 cm de uma borboleta, quanto vale a distância da imagem da borboleta à lente?
4. Considerando que a borboleta tem 6 cm de comprimento, com que comprimento um observador veria a imagem da borboleta?
5. Agora, considere que você está em frente a uma árvore de natal que possui bolas grandes e espelhadas. Se a bola tem diâmetro igual a 10 cm e você está a 1 m da bola observada, quanto de altura terá sua imagem

formada por essa bola natalina? 6. Em uma propaganda política, determinado candidato apresentou uma cena em que ele estava rodeado de eleitores que o apoiavam, na tentativa de convencer outros eleitores a votar nele, no entanto, um observador atento percebeu que o rosto de algumas pessoas se repetiam. Deduziu que podiam ter aumentado o número de pessoas na cena, associando espelho planos, formando um ângulo entre eles. Sabendo que o observador estava correto e que ao “congelar” a imagem da TV, ele percebeu que uma mesma pessoa era vista 6 vezes na mesma cena, calcule o ângulo formado entre os espelhos planos. (Documento elaborado por P1)

Ao ser apresentada às equipes, cada questão deveria ser respondida dentro de um tempo pré-estabelecido. A resposta provisória foi entregue e antes de propor a próxima, todas as equipes expuseram suas respostas e através do diálogo chegavam à resposta certa, corrigindo possíveis erros ou complementando respostas deficitárias. É necessário expor que antes de ouvir as respostas propostas pelas equipes, a professora P1 utilizou instrumentos ópticos para montar o problema descrito e assim colaborar na compreensão da situação, bem como facilitar na obtenção da resposta ao problema proposto.

O diálogo esteve presente durante todo o processo. Desde a busca pela resposta em que o diálogo esteve restrito à equipe, até o momento da correção do desafio em que o diálogo se expandiu para a toda a turma. Como o tempo proposto pela professora P1 para receber a resposta provisória era curto, em média 5 minutos, a organização entre os estudantes se tornou uma necessidade e acabou acontecendo de forma natural. Inicialmente as equipes ficavam em silêncio, pois individualmente os estudantes buscavam suas primeiras conclusões.

A seguir, um estudante ia mostrando seus resultados a outro. Quando o resultado coincidia, se davam por satisfeitos e propunham a resposta como consenso da equipe. No entanto, quando os resultados divergiam, iniciava um processo argumentativo muito interessante: todos os estudantes da equipe, juntos, ouviam a resposta proposta por um dos integrantes, na busca pelo erro ou por um argumento que convencesse os demais. Quando alguém acreditava que havia encontrado o motivo da divergência, se pronunciava e os demais julgavam se estava correto ou não. Em nenhum momento houve sinalização da professora induzindo o posicionamento dos estudantes.

Nem todas as equipes foram capazes de chegar às respostas corretas para os problemas propostos. Dessa forma, em alguns momentos foi necessário que a

professora fizesse apontamentos mais específicos, mas nunca autoritários, tampouco impositivos, a dialogicidade foi predominante em todas as etapas.

Os dados do quadro 20 mostram o desempenho das equipes nesse momento do desenvolvimento das atividades.

Quadro 20: Dados organizados sobre os resultados da gincana desenvolvida nas quatro turmas.

Equipes que apresentaram respostas validadas pelo processo argumentativo					
	3A	3B	3C	3D	Total
Apenas uma questão	0	0	0	0	0
Apenas duas questões	0	0	0	0	0
Apenas três questões	0	0	0	4	4
Apenas quatro questões	1	3	1	1	6
Apenas cinco questões	2	3	2	1	8
Todas as questões	3	0	3	0	6
Somatória	6	6	6	6	24

Fonte: a autora.

Os dados mostrados revelam a apropriação dos conceitos em torno da óptica, uma vez que a maioria das equipes apresentou mais que três respostas validadas através do consenso, em um universo de seis questões. No entanto, mais que avaliar tais dados, é importante considerar o resultado positivo dos estudantes quanto à discussão que se formava no processo argumentativo de cada questão. No caso especial da questão 6, depois de chegar ao resultado numérico, as equipes problematizaram os efeitos das “*fake news*” em vários processos eleitorais, demonstraram preocupação em processos futuros e sugeriram inclusive, ações junto a sociedade na tentativa de combatê-las. Dessa forma, pode-se afirmar que tais resultados demonstraram que os estudantes possuíram apropriações nos âmbitos explicativo, objetivo, social e também no subjetivo.

4.5.6 ÓPTICA DA VISÃO E AS PRODUÇÕES ARTÍSTICAS

A professora P2, solicitou aos estudantes uma pesquisa ampla em torno dos conceitos associados à óptica da visão, tais como: (i) posição e especificidades dos olhos em diferentes animais, (ii) mecanismos de proteção natural dos olhos, (iii) a lente que compõe o olho, (iv) função e funcionamento do diafragma, (v) como acontece a formação da imagem na retina; (vi) transmissão

da imagem formada e identificação das cores, (vii) uso de lentes externas para aprimorar a visão de objetos pequenos, (viii) ilusões de óptica. Os encaminhamentos foram desenvolvidos por etapas, descritas a seguir. Como atividade final, as equipes elaboraram um relatório com todos os momentos vivenciados nas aulas de Biologia que em alguns momentos contou com a presença da professora de Física P1 e do professor de História P3, objetivando sistematizar todos os conhecimentos adquiridos. Além das pesquisas, das análises, das conclusões, muitas fotografias foram utilizadas como registro para análise pela equipe da pesquisa-ação.

4.5.6.1 ANATOMIA DO OLHO HUMANO

Dentro da temática exposta foram propostos diferentes encaminhamentos junto aos estudantes. Com o material em mãos, as mesmas equipes de trabalho constituídas no início do desenvolvimento da pesquisa, buscaram identificar as diferentes partes que constituem o olho humano, suas funções e posicionamento. Todo o estudo em torno da anatomia do olho humano foi registrado no portfólio das equipes. Durante o desenvolvimento da atividade, a professora P2 apenas instigou os estudantes com novas questões, novos encaminhamentos, se privando de ofertar respostas prontas e acabadas para suas dúvidas e questionamentos.

Nessa etapa, cada equipe realizou uma pesquisa sobre a temática proposta através e o material foi tanto entregue por *e-mail*, como também foi impresso para compor o portfólio da equipe. O arquivo enviado foi compartilhado com todas as equipes através do aplicativo *Whatsapp*. Como todas as equipes trataram do mesmo tema, os próprios integrantes realizaram algumas correções, propuseram ajustes e sugeriram melhorias. Oportunizar que os estudantes pudessem utilizar as tecnologias como o celular, por exemplo, para outra finalidade diferente da mais tradicional se mostrou muito importante e possibilitou que outros encaminhamentos como esse e partindo exclusivamente dos estudantes, pudessem acontecer.

A figura 12 mostra parte de uma pesquisa realizada pela equipe Duília, da turma C sobre a composição do olho humano e a função de alguns de seus componentes. Esse foi um dos trabalhos que mais agregaram aos estudantes,

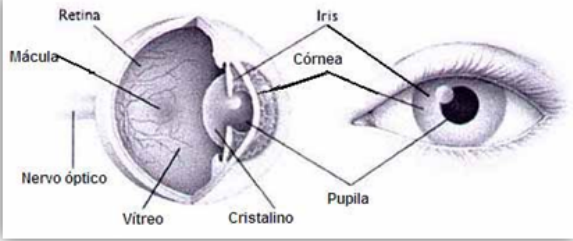
sendo utilizado em processo argumentativo futuro para fundamentar concepções em torno da óptica da visão.

Figura 12: Parte integrante do portfólio da equipe Duília, da turma C.

⊕ *Como os músculos oculares e o diafragma, trabalham na presença ou ausência de luz? Por que isso acontece?*

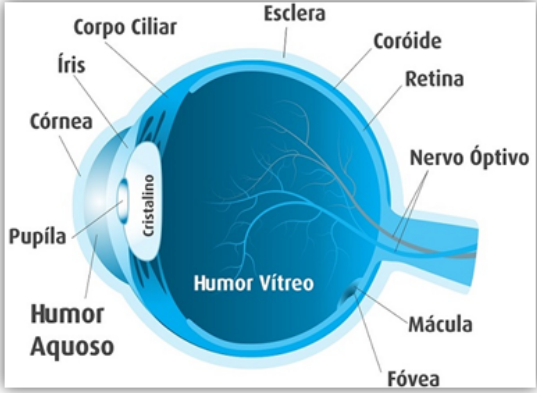
A córnea permite a passagem de ondas de luz para o interior do globo ocular. Mas, nem toda a luz atinge a área posterior do olho, revestida pela retina. Isto porque, a íris – um músculo contrátil opaco e pigmentado em sua superfície – regula a quantidade de luz adequada que poderá penetrar no olho. Este músculo, que dá a cor aos nossos olhos, opera como um diafragma ao aumentar ou diminuir uma abertura em seu centro, a pupila. O recurso evita que uma quantidade excessiva de luz possa queimar a retina.

(Vídeo da dilatação da pupila em anexo no [gmail](#))



⊕ *Quais as funções dos humores aquosos e dos humores vítreos?*

Humor aquoso é um líquido incolor, transparente, de consistência aquosa, constituído por água e sais dissolvidos. Sua função é nutrir a córnea e o cristalino, além de, conforme citado, regular a pressão interna do olho. O líquido se localiza nas câmaras oculares, uma cavidade situada entre a cavidade do olho, a córnea e o cristalino. O fluido é produzido incessantemente durante o processo ciliar, e necessita ser drenado para manter a pressão hidrostática ocular. Mas o que faz a pressão ocular? Ela mantém a forma do globo ocular, o que é necessário para integrar a visão. O humor aquoso é necessário para manter a função ótica e o metabolismo nutricional do olho. Por preencher todo o olho, qualquer perda da pressão ocular pode lesar a retina e até o nervo ótico, o que liga o olho ao cérebro, causando perda da visão. O glaucoma, doença normalmente relacionada ao aumento da pressão intraocular, e responsável por perda progressiva da visão como decorrência de dano a estruturas nervosas, como o nervo ótico, células ganglionares e camada de fibras nervosas, pode ser causada pela alteração da pressão intraocular pela drenagem incorreta do humor aquoso. O humor vítreo, também conhecido por corpo vítreo do olho ou simplesmente por vítreo, é a substância gelatinosa formada por uma substância amorfa semilíquida, fibras e células, está localizado entre o cristalino e a retina, o humor vítreo é uma substância viscosa que permanece sob pressão fazendo assim com que o olho mantenha sua forma esférica.



Fonte: os estudantes.

4.5.6.2 FORMAÇÃO DAS IMAGENS NO OLHO HUMANO

Nessa etapa foi solicitado que cada equipe construísse um dispositivo que simulasse a formação das imagens no olho humano para três situações diferentes: (i) olho sem qualquer anomalia, (ii) olho com miopia, (iii) olho com hipermetropia. Para os casos (i) e (ii) os estudantes deveriam propor as correções adequadas para cada caso. Cada equipe deveria fotografar e filmar o dispositivo em construção e em utilização. Foram disponibilizadas lentes para os estudantes desenvolverem a atividade que depois de estar funcionando adequadamente foi utilizada nas aulas de Física como suporte didático.

Ao longo da construção do equipamento, o diálogo se manteve como uma constante. Os integrantes debateram estratégias de montagem, posicionamento, mas ainda mais importante, analisaram, indagaram e questionaram os resultados que foram sendo obtidos. Os conceitos que a essa altura já se encontravam

estabilizados se mostraram de extrema importância para o desenvolvimento dessa etapa. As equipes se referiam a termos como: distância focal, convergência, divergência, ou a concepções como: aproximar o objeto para afastar imagem com uma naturalidade que antes das etapas iniciais não existia, facilitando a compreensão dos fenômenos ópticos observados nessa etapa do trabalho. O processo argumentativo nesse momento já se mostrou mais amadurecido entre os integrantes das equipes, uma vez que o tempo para desenvolver as atividades aumentou. No início, como poucos estudantes se pronunciavam por ainda possuírem dificuldade em buscar argumentos para defender seu posicionamento ou por ainda se sentirem coagidos pela presença dos professores, as discussões se mostraram curtas e o consenso logo era instaurado. Com o decorrer das etapas, os estudantes foram se sentindo mais a vontade, uma vez que compreenderam a postura dos professores nos encaminhamentos propostos e se sentiam mais confiantes para defender seus pontos de vista, aumentando o tempo dispensado nos processos argumentativos até estabelecer novo consenso.

As figuras 13 e 14 trazem fotografia de um equipamento construído pela equipe Duília da turma C que pode ser utilizado para demonstrar a formação de imagens no olho de uma pessoa sem qualquer doença. Os integrantes dessa equipe apresentaram seu material para a turma através de um vídeo que mostra os integrantes no centro da cidade socializando sua produção com pessoas desconhecidas que passavam pelo local, alertando-os para possíveis problemas de visão e como corrigí-los. Interessante reforçar que esse encaminhamento não foi solicitado para as equipes, partiu deles essa iniciativa. De forma natural, mas com postura séria, os estudantes usaram a linguagem como estratégia não apenas para conscientizar as pessoas sobre os problemas da visão, mas através da prática, mostrar como são formados tais problemas e como o uso de lentes pode colaborar em sua correção.

Figura 13: Fotografia da caixa construída pela equipe Duília da turma 3C.



Fonte: os estudantes.

Figura 14: Fotografia da caixa que representa o olho humano sem anomalias e da imagem obtida.



Fonte: os estudantes.

A figura 15 apresenta uma etapa do trabalho final desenvolvido na disciplina de Biologia que reunia a descrição de todos os encaminhamentos propostos por P2, seus resultados e discussões. Na referida figura está descrita a experimentação encaminhada com os estudantes e suas impressões.

Figura 15: Trecho do relatório apresentado pelos estudantes da turma 3A, equipe Suzana.


Descrição do experimento

1. **Materiais:**

- 01 copo redondo cheio de água,
- 02 folhas de papel sulfite,
- 01 vela
- Lentes diversas.


2. **Procedimentos, resultados e considerações:**
 Uma das folhas representava a pupila, possuindo um buraco em seu centro para deixar a luz da vela acesa passar. A outra folha representava a córnea, onde a luz da chama da vela deveria estar projetada. O copo redondo cheio de água representava a córnea, que iria convergir a luz. No decorrer do experimento, a chama da vela ficou invertida ao passar pelo copo com água, representando assim, o que acontece em nosso olho quando a luz acaba por passar pela córnea. Ao colocarmos algumas lentes após a chama e antes da primeira folha, notamos que a imagem da chama acabava mudando de posição, se formando antes ou depois da retina. As imagens 1 e 2 mostram algumas montagens realizadas com os equipamentos e que foram utilizadas para discussão com a turma.

Imagem 1: Fotografia com a simulação da formação de imagem com uso de lente convergente.



Fonte: os autores

Imagem 2: Fotografia com a simulação da formação de imagem com uso de lente convergente.



Fonte: os autores

Algumas pessoas que conhecemos tem algum problema de visão, como miopia que pode ocorrer quando a córnea é curvada demais ou o olho é mais longo do que o normal. Nesse caso a luz é focalizada em lugar diferente do que o normal, ou seja, ao invés de se formar na retina, a imagem é formada na frente dela e a pessoa acaba ficando com a visão borrada. Outro problema de visão é a hipermetropia em que a imagem é formada depois da retina. O olho é menor que o normal. Também tem o astigmatismo que é causado pelo formato irregular da córnea ou do cristalino.

Fonte: os estudantes

As imagens mostradas na figura 15 apresentam encaminhamentos utilizados pelos estudantes para compreender não apenas como a imagem é formada no olho sadio, mas também o que o uso de lentes altera na formação dessas imagens, possibilitando as correções esperadas, no caso de anomalias.

Foi possível constatar o ganho no processo de aprendizagem devido ao fato dos estudantes terem desenvolvido as etapas anteriores. A apropriação de muitos conceitos em torno da óptica colaborou na apropriação de conhecimentos em torno da visão, como é possível perceber analisando o quadro 21.

Quadro 21: Amostra de falas dos estudantes durante processo argumentativo, na equipe Gleiser, da turma A.

	<i>Equipe</i>	<i>Falante</i>	<i>Contribuição</i>
1	<i>Gleiser</i>	<i>A27</i>	<i>Pega ali o óculos da Bruna.</i>
2	<i>Gleiser</i>	<i>A4</i>	<i>“Tá”!</i>
3	<i>Gleiser</i>	<i>A17</i>	<i>Olha aqui, colocando os óculos da Bruna, que é míope, a imagem lá na folha ficou borrada.</i>
4	<i>Gleiser</i>	<i>A27</i>	<i>Tá, mas o que tem que fazer para saber se corrige o problema direito?</i>
5	<i>Gleiser</i>	<i>A17</i>	<i>Vamos mexer na folha que representa a retina. Se a gente por mais para trás fica igual um olho míope né, mais comprido, não?</i>
6	<i>Gleiser</i>	<i>A13</i>	<i>Não entendi! Mas se afastar não vai ficar com doença do mesmo jeito?</i>
7	<i>Gleiser</i>	<i>A17</i>	<i>Sim, mas pense! Os óculos não cura a doença. Eles só colocam a imagem no lugar certo. Olhe aqui. Se eu tiro os óculos da frente do buraco que é o início do olho, olha como fica a imagem lá na retina.</i>
8	<i>Gleiser</i>	<i>A13</i>	<i>Borrada, desfocada, e?</i>
9	<i>Gleiser</i>	<i>A17</i>	<i>Então, isso é o olho do míope e como ele vê. Mas se eu por os óculos a imagem volta a ficar nítida, ou seja, corrigiu.</i>
10	<i>Gleiser</i>	<i>A27</i>	<i>Hum, faz sentido! Essa lente é divergente, abre os raios né? Hum, fez sentido, entendi mesmo! Agora troque, pegue os óculos da Ju, vai ter que dar o contrário né?</i>
11	<i>Gleiser</i>	<i>A17</i>	<i>Com os meus vai ter que pegar o papel da retina e aproximar. Minha doença é a do olho curto. Faça aí!</i>
12	<i>Gleiser</i>	<i>A27</i>	<i>Olhem, certinho! A imagem está nítida e a retina bem perto.</i>
13	<i>Gleiser</i>	<i>A13</i>	<i>Olhe professora, a teoria bateu certinho com a prática. Já dá pra desmontar o equipamento?</i>
14		<i>P2</i>	<i>Não, espere! Tem uma equipe que não “tá” conseguindo fazer as montagens. Vou trazer eles aqui para vocês tentarem entender o que está acontecendo com as ideias deles, pode ser?</i>
15	<i>Gleiser</i>	<i>A13</i>	<i>Pode sim.</i>

Fonte: a autora

Na linha 12, pelo comentário do estudante o consenso foi obtido pelo melhor argumento, dentro do âmbito objetivo, uma vez que sem problematizações no âmbito explicativo, os estudantes foram capazes de utilizar conceitos para compreender fenômenos envolvendo a óptica da visão. Outro aspecto importante

pode ser observado na linha 14 em que se percebe a importância do processo argumentativo entre os estudantes. A professora P2, não aponta os erros cometidos por outra equipe, mas a aproxima da equipe Gleiser, para que a partir do melhor argumento cheguem a um consenso, sem a coerção da professora.

Na sequência, foi sugerido aos estudantes que realizassem uma experiência simples como variar a luminosidade nos olhos para vislumbrar o movimento do diafragma, mas com um diferencial: deveriam filmar o olho durante essa experimentação. Esse encaminhamento possibilitou que o estudante pudesse apreciar a abertura e o fechamento do sua pupila com precisão e detalhes depois de concluída a experiência.

A admiração dos estudantes foi perceptível perante os resultados da atividade e um processo argumentativo foi iniciado pelos próprios estudantes problematizando o comportamento do diafragma do olho ao longo dos anos, conforme mostra o quadro 22. Inicialmente pretenderam que a professora respondesse aos questionamentos, no entanto, com novos questionamentos, ela possibilitou que os estudantes, através de pesquisa em materiais previamente coletados e conhecimentos já estabilizados, buscassem responder a problemática levantada por eles próprios.

Quadro 22: Amostra de falas dos estudantes durante processo argumentativo na equipe Schenberg, da turma B.

	<i>Equipe</i>	<i>Falante</i>	<i>Contribuição</i>
1	Schenberg	B1	<i>Professora! Todo mundo tem essa elasticidade na pupila? Tipo, com a idade muda? Quero dizer, quando eu for ficando mais velha, dilata menos?</i>
2		P2	<i>Entendi a pergunta. É um bom tema para pesquisa. Pesquisem o que é pupila, qual tecido forma a pupila e como ela se comporta ao longo dos anos e mais, quais doenças podem atingir ela.</i>

Fonte: a autora.

A figura 16 mostra a fotografia do olho do estudante B1 recebendo luminosidade considerada intensa. Foi a observação dessa imagem e de outra mostrando a dimensão da pupila para baixa luminosidade que geraram a problematização mencionada no quadro 22.

Figura 16: Fotografia do olho da estudante B1, da turma 3B, ao receber muita luminosidade.



Fonte: os estudantes.

O quadro 22 mostra a postura do professor dentro do processo que está fundamentado na ação dialógica e comunicativa. Seu encaminhamento possibilita que problematizações estejam presentes em sua prática, já que não se vale da coerção sobre os estudantes apresentando a eles respostas prontas, fechadas, livres de falhas. Nessa concepção há possibilidade de que os estudantes busquem respostas a partir de conhecimentos já estabilizados e em novos conhecimentos que vão adquirindo através da pesquisa.

4.5.6.3 O OLHO E AS OBRAS DE ESCHER

Nesse encaminhamento cada equipe deveria pesquisar o formato, funcionamento e especificidade dos olhos de diferentes animais. Além disso, foi solicitado que utilizassem obras de Escher com representação de animais para explorar tais diferenciações. A proposta foi que estabelecessem semelhanças e diferenças relativas a cada espécie. Todas as anotações e impressões deveriam estar anotadas no diário de bordo e colaborar no desenvolvimento da atividade final solicitada por P2.

Durante o desenvolvimento dessa etapa os estudantes problematizaram as limitações referentes à visão humana e entraram em consenso a respeito da necessidade em utilizar lentes acopladas ao celular para obter mais detalhes sobre o que observavam. Esse consenso tem informações importantes para a análise a que se propõe nesse trabalho. Os estudantes que em geral se mostram apáticos ao processo de ensino e aprendizagem, pouco criativos e mais preocupados com aprovação do que com o conhecimento que podem adquirir

passam a ter uma postura diferenciada. Além de se mostrarem capazes de problematizar alguns encaminhamentos propostos, como a limitação da visão humana frente ao que objetivavam observar, também apresentaram soluções práticas e eficientes que surgiram depois da apropriação de alguns conhecimentos, como o uso de lentes convergentes para ampliar a imagem dos objetos observados. Mais uma vez, em nenhum momento a professora P2 se posicionou impondo respostas, estratégias ou conclusões, pelo contrário, quando solicitada em alguma equipe, apenas propôs novos questionamentos que apenas colaboraram com o processo argumentativo instaurado.

A figura 17 mostra a fotografia do olho de uma tartaruga com riqueza de detalhes, facilitando assim as anotações das características referentes a formato, cor, localização na cabeça.

Figura 17: Fotografia do olho de uma tartaruga com uso de lente convergente



Fonte: os estudantes.

4.5.6.4 PERCEPÇÃO E AS OBRAS DE ESCHER

Nesse momento, os estudantes, em equipes, deveriam pesquisar diferentes obras de M. C. Escher que causassem ilusões de óptica em seus receptores. Em cada produção, as equipes deveriam pesquisar como a ilusão era causada, os tipos diferentes de enganar o cérebro e também outras ilusões de óptica que julgassem interessantes para serem apresentadas à turma, debatidas e compreendidas. Durante o desenvolvimento da etapa, os estudantes deveriam anotar suas impressões e possíveis indagações em seus diários de bordo. Os

resultados dessa etapa também deveriam compor o trabalho final solicitado pela professora.

Figura 18: Trecho do trabalho final da equipe Duília, da turma 3C, sobre ilusões de óptica.

Ilusão de ótica:

Ilusão de ótica são imagens que enganam a visão humana, fazendo com que o ser humano veja coisas que não estão presentes ou fazendo ver coisas de forma errada. Normalmente elas são figuras que podem ter várias interpretações, podem surgir naturalmente ou até serem criadas. As ilusões se tornam divertidas, pois combinam dois tipos de elementos: os elementos claros, que são aqueles que se percebem logo que se vê, e os elementos surpresa, que são aqueles que aparecem na medida em que se passa a observar o desenho com mais atenção. Estamos rodeados de ilusões de ótica e a televisão é um exemplo. Ela é um conjunto de imagens estáticas que parecem ter movimento quando são apresentadas de forma rápida. É o cérebro humano que faz a montagem de todas essas imagens e as observa de forma mais lenta em relação a como ela é mostrada.

Pode-se concluir que nosso cérebro pode ser facilmente enganado e a visão é um dos sentidos mais



importantes, mas que não pode nos induzir a conclusões precipitadas. É sempre importante avaliar com mais cuidado e buscar mais informações antes de afirmar qualquer coisa sobre algo que vemos. Nas obras de Escher há várias produções que enganam nossa percepção. O uso do preto e do branco são os principais recursos usados. Na obra "Relatividade", em uma mesma escadaria ora parece que a pessoa está subindo, ora parece que está descendo, despertando espanto e admiração no observador.

Como em várias situações do nosso cotidiano precisamos analisar nossas observações com mais cuidado, procurando outros pontos de vista, outras observações, usar outros sentidos antes de nos posicionarmos.

Fonte: os estudantes.

De acordo com a produção dos estudantes presente na figura 18, pode-se afirmar que houve apropriação de conceitos que explicam como algumas combinações causam ilusões ópticas nos observadores. Ainda é possível

identificar que foram capazes de relacionar os conceitos a observações realizadas em algumas imagens vistas. No entanto, o que mais chamou a atenção foi o fato dos estudantes estabelecerem relações com outras áreas do conhecimento e também com a realidade onde estão inseridos. Ao tratarem do assunto em torno de ilusões de óptica, muitas associações foram estabelecidas, como por exemplo, a relativização da verdade tratada nas aulas de Filosofia, a interpretação de fenômenos apenas considerando o sentido da visão, problematizando assim as limitações humanas.

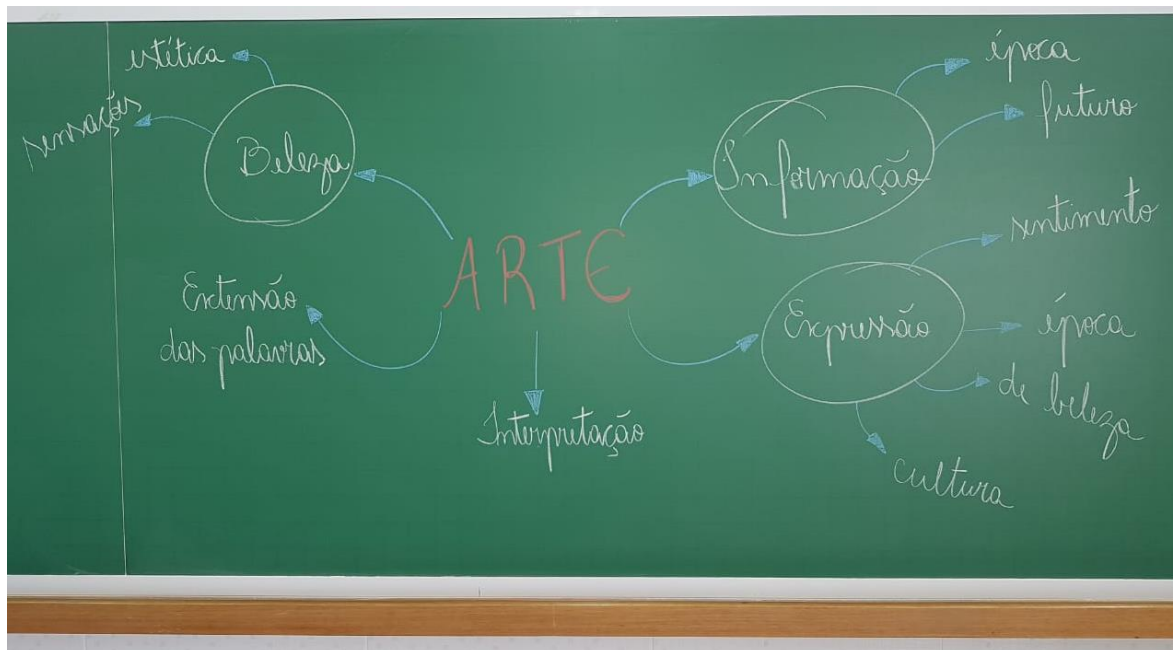
As relações estabelecidas, a profundidade do debate proposto pelos estudantes demonstra apropriações nos âmbitos explicativo, objetivo, social e subjetivo dos estudantes.

4.5.7 CIÊNCIA, ARTE E POLÍTICA

4.5.7.1 COMPREENSÃO SOBRE ARTE

Para iniciar seus encaminhamentos, o professor P3 questionou os estudantes sobre como eles entendiam arte. Todas as respostas provisórias foram anotadas no quadro à medida que os estudantes iam se pronunciando para que fossem retomadas em momento posterior. O professor ainda solicitou que as equipes fotografassem o quadro com as anotações. A figura 19 mostra as respostas provisórias propostas e anotadas por P3, na turma 3B.

Figura 19: Fotografia do quadro com anotações sobre o entendimento de Arte, na turma B.



Fonte: a autora.

Analisando o que os estudantes entendem por arte pode-se afirmar que suas concepções inicialmente foram limitadas ao âmbito explicativo e objetivo, muito restrito a apenas ao visual. Apenas uma equipe associou arte à sensação e extensão das palavras, ou seja, se mostrou necessário retomar com os estudantes todo o leque de possibilidades que podem ser associadas área do conhecimento Arte. Tal compreensão levou o professor P3 a propor que os estudantes assistissem o vídeo: “Soterópolis – arte política”, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=cSJPMhrGMC0>. Sem que P3 induzisse qualquer compreensão, solicitou que, agora em equipes, revisitassem suas definições de arte e propusessem novo entendimento para arte. A organização dos estudantes durante o processo argumentativo pode ser observada na figura 20.

Figura 20: Fotografia dos estudantes durante processo dialógico e argumentativo, mediado por P3.



Fonte: os autores

Cada equipe expôs suas considerações e trechos desse processo argumentativo, na turma A, que podem ser analisados no quadro 23.

Quadro 23: Amostra de falas dos estudantes durante processo dialógico e argumentativo em torno do entendimento de Arte, na turma A.

	<i>Equipe</i>	<i>Falante</i>	<i>Contribuição</i>
1		P3	<i>Mudaram as concepções de vocês ou continua tudo igual?</i>
3	Lopes	A6	<i>Ah! Mudou né professor né?</i>
4		P3	<i>Mudou como?</i>
5	Lopes	A6	<i>Na verdade não mudou, na verdade acrescentou.</i>
6		P3	<i>Interessante!</i>
7	Lopes	A14	<i>É! Porque aquilo que a gente já disse continua, mas não é só aquilo né? Dá para aumentar e muito!</i>
8		P3	<i>Todos estão de acordo com o que A14 falou?</i>
9	Lopes	A6	<i>Sim né? O vídeo mostrou uma ideia bem legal, a gente não tinha essa ideia tão forte de arte. Até que a professora de arte do 1º ano tinha dito algumas coisas sobre isso, mas os exemplos do vídeo meio que deram um start na gente.</i>
10	Oswaldo	A8	<i>É! Bem isso! Pode acrescentar no esquema, denúncia! A arte também pode ser usada pra denunciar!</i>
11	Lopes	A6	<i>Ah, bem isso que a gente ia dizer. Ah, mas também, na nossa equipe entramos no acordo de que arte também é reflexão. Não adianta só olhar para um quadro e dizer feio, bonito. Acho até por isso que muita gente não gosta muito de ir em museu, ver exposição, só olham e daí muita coisa não faz sentido. Mas daí se entende a história ou a vivência do cara que pintou ou fez a arte, nossa como é legal.</i>
12	Lattes	A15	<i>Oh, professor, deixa eu contar! Uma vez numa aula de arte, tinha que trazer um material que representasse nem lembro o que, mas a gente tinha que ter um material. Aí sabe, eu esqueci o meu. Para</i>

			<i>não ganhar zero, peguei uma colher da cozinha, entortei e levei pra professora. Na hora de explicar minha escolha, me enrolei todo, mas nossa, professor, nem sabe, a professora fez uma reflexão sobre aquilo, trouxe uma análise que nossa, jamais que eu tinha pensado nisso. Agora, professor, me pergunte o que achei disso!</i>
13		P3	<i>O que achou disso?</i>
14	Lattes	A15	<i>Percebi que o problema era comigo, me senti uma bolha de sabão, ela via tudo aquilo porque ela tinha mais conhecimento, mais bagagem, mais visão. Sabe, professor, depois daquele dia passar até a ler mais (risos). E daí hoje, vendo o vídeo é bem isso mesmo. Para entender arte tem que relacionar um monte de coisas. Só quem tem pouca bagagem só acha feio ou bonito. Arte é massa, pena que dependendo do professor não “usam” isso, pronto falei! (risos)</i>
15	Hamburger	A7	<i>Agora ele já disse tudo, mas vamos lá. Arte pra nós é forma de perturbar, igual a professora de Física diz que ela é uma perturbadora, não professora! (risos)</i>
16		P3	<i>Qual é o sentido de perturbar nesse caso.</i>
17	Hamburger	A7	<i>Incomodar, tirar da inércia. Sabe quando parece que “tá” bem, daí vem algo novo e incomoda. Esse é uma função da arte!</i>

Fonte: a autora.

Muitos elementos interessantes podem ser observados nas falas do quadro 1. Na linha 11 mais uma vez pode-se perceber que o processo dialógico que proporciona o processo argumentativo na busca pelo consenso é uma constante dentro das equipes de trabalho. O processo de aprendizagem aconteceu livre de imposições, coerções, não mais sobre os estudantes, mas com os estudantes, uma vez que são eles que através da pesquisa e do diálogo se apropriam dos conhecimentos científicos.

Mais adiante nas linhas 12 e 14 uma mudança de atitude do estudante pode ser evidenciada. Ainda que a mudança citada tenha acontecido em momento anterior, o processo dialógico descrito no quadro 1, potencializou a compreensão do estudante, ampliando sua concepção em torno da arte e dividindo isso com os colegas da sala ainda pode proporcionar conscientização e outros, uma vez que segundo a concepção dialógico problematizadora, a emancipação deve acontecer só é possível se partir da própria classe, nesse caso, dos próprios estudantes.

4.5.7.2 REVISITANDO PRODUÇÕES ARTÍSTICAS

Com essa nova concepção de arte estabilizada junto aos estudantes, P3 mostrou produções artísticas variadas aos estudantes, como mostrada na figura 21, e mediu uma análise crítica delas se valendo de acontecimentos históricos e

de concepções filosóficas e sociológicas. As obras selecionadas para análise e discussão foram produções de Picasso, Botero, René Magritte, Portinari e Escher.

Figura 21: Fotografia de P3 mediando análise de produção artística.



Fonte: a autora.

4.5.7.3 PRODUÇÃO ARTÍSTICA

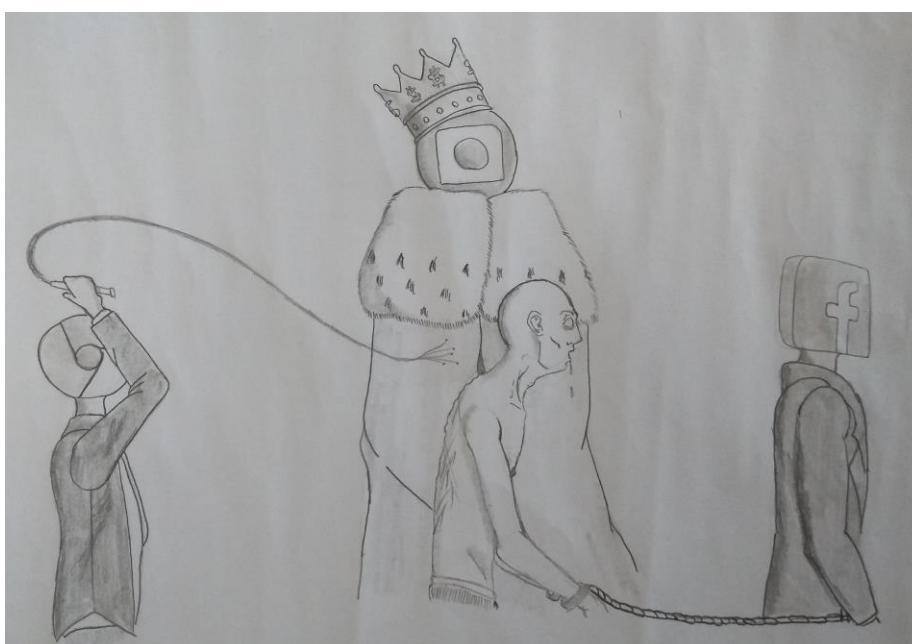
Objetivando potencializar o protagonismo dos estudantes, como último encaminhamento, P3 solicitou que cada equipe desenvolvesse uma charge que explorasse o viés denunciativo e reflexivo da arte em qualquer situação cotidiana, mas em especial sobre um tema que causasse algum incômodo no estudante.

Para esse encaminhamento as equipes dispuseram de uma aula de 50 min para esboçar a ideia central. Foi sugerido que os acabamentos e finalizações fossem realizados em momento fora de sala de aula. No encontro posterior a esse, as equipes expuseram suas produções e as demais externavam suas impressões e sensações sobre a produção. A seguir são apresentadas três dessas produções, algumas considerações de estudantes que observaram e o relato da equipe que a desenvolveu.

4.5.7.3.1 MÍDIA E ALIENAÇÃO

Depois de observar atentamente a produção da figura 22, por alguns instantes, todas as equipes, através de seus relatores puderam se pronunciar e a consideração da equipe Lattes da turma C está transcrita no quadro 24, assim como a fala da equipe que desenvolveu a produção está no quadro 25. Para evitar qualquer tipo de indução nos observadores, a equipe Chagas foi a última a se pronunciar.

Figura 22: Fotografia da produção artística da equipe Chagas da turma C.



Fonte: a autora.

Quadro 24: Contribuição da equipe Lattes da turma C.

	<i>Equipe</i>	<i>Falante</i>	<i>Contribuição</i>
1	Lattes	C6	<i>O desenho mostra a globo na posição de quem manda e outras mídias, mas da internet que ajudam a manter um homem aprisionado, que está até babando do tanto que não tem vida, apenas é guiado. Achamos bem “pesado” e também achamos que poderiam ter outros ali prendendo o homem, dinheiro, interesses, ego. Bem fera essa proposta.</i>

Fonte: a autora.

Quadro 25: Contribuição da equipe Chagas sobre sua produção artística, da turma C

	<i>Equipe</i>	<i>Falante</i>	<i>Contribuição</i>
1	Chagas	C13	<i>Realmente quisemos passar a impressão da alienação, mas a Globo ali está apenas representando toda a mídia da TV. As outras emissoras também tem contribuição nisso, mas seriam mais, digamos assim, os assistentes do rei. Não adianta, a gente sempre escuta assim: “nossa, passou até na Globo”, não adianta, ela é uma referência. As outras formas de alienação, tipo, da internet, colaboram, prendem as pessoas, fazem o que querem delas, por isso, fizemos a figura de um homem sendo conduzindo e babando, pois ele nem se dá conta do que “tá” acontecendo, e pior, continua assim, parece que sem força “pra” lutar contra. A gente precisa fazer o povo acordar, professora, mas pra isso tem que denunciar e a Arte é um jeito, acho que é por isso que querem tirar arte do Ensino Médio. Mas também só denunciar não adianta, tem que ir pra cima deles, dar o exemplo pra isso virar uma prática, igual nas ocupações.</i>

Fonte: a autora.

Tanto no relato da equipe que realizou a observação, como no relato da equipe que desenvolveu a atividade, a ideia central foi alienação do ser humano pelos meios de comunicação. Pelos relatos aqui analisados fica evidente a superação da postura ingênua do estudante que apenas recebe informações para reproduzi-las em avaliações pela postura crítica em que o estudante identifica problemas na sociedade e vai além propondo estratégias para superá-los, como é possível identificar no quadro 25, na frase: “Mas também só denunciar não adianta, tem que ir pra cima deles (...)”. Essa postura protagonista do estudante é o cerne da Lei de Diretrizes e Bases das concepções progressistas de Educação e se mostra possível em uma proposta em que o estudante participa ativamente do processo.

4.5.7.3.2 TUDO QUE VAI, VOLTA

Inicialmente todas as equipes observaram a produção da equipe Schenberg, apresentada na figura 23. Assim como no encaminhamento anterior o quadro 26 apresenta a análise de uma equipe da sala e no quadro 27 o relato da apresentação da equipe que a produziu. Também foi tomado o cuidado da equipe Schenberg não se pronunciar antes de todas as equipes da sala apresentarem seus pontos de vista.

Figura 23: Fotografia da produção artística da equipe Schenberg da turma 3B.



Fonte: a autora.

Quadro 26: Contribuição da equipe Gleiser da turma B.

	Equipe	Falante	Contribuição
1	Gleiser	B30	<i>Esse "tá" bem simples de entender, né? A denúncia é do homem destruindo a natureza por ganância, por dinheiro se se preocupar com os problemas disso, mas do outro lado tem a natureza destruindo o homem como uma reação do que ele faz. E é bem assim, mas quando acontecem as tragédias, as pessoas parecem que fingem que não entendem porque aquilo "tá" acontecendo, mas é só a natureza devolvendo o mau trato. Essa denúncia acontece tem anos, mas parece que a ficha não cai. Daí entra o serviço da mídia quem nem foi dito na apresentação de antes. A mídia põe na cabeça das pessoas que tudo isso é natural, igual naquela propaganda da Agro. Agro é tec, Agro é pop, Agro é tudo. Dá até nojo, professora.</i>

Fonte: a autora.

Quadro 27: Contribuição da equipe Schenberg sobre sua produção artística.

	Equipe	Falante	Contribuição
1	Schenberg	B37	<i>Ficou fácil né? Foi bem como a equipe Gleiser disse. A gente só vai acrescentar que na nossa visão a natureza é vista como um negócio, só como forma de acumular riqueza, mas tem outra coisa também, em geral também tem exploração do ser humano, quer dizer, um explorando o outro. Olhem ali que tem uma ali em cima que está indo fazer o serviço sujo, cortando a árvore. Sabe que as vezes esse cara nem, sabe o mal que "tá" fazendo, é enganado. O outro cara ali embaixo é tipo o patrão, ou o cara que explora os outros. Então aqui tem duas denúncias. Tem a denúncia da exploração da natureza e das pessoas.</i>

Fonte: a autora.

Os relatos que compõem os quadros 26 e 27 convergem sobre a temática central da produção artística. Em ambos é possível vislumbrar uma postura crítica dos estudantes frente a uma emergência planetária que é exploração predatória dos recursos naturais. A equipe que desenvolveu a atividade foi além no teor denunciativo e tratou da questão da exploração de um ser sobre o outro. Nesse sentido, percebe-se que o entendimento dos estudantes perpassa os âmbitos explicativo, objetivo, social e subjetivo.

4.5.7.3.3 OPRESSORES E OPRIMIDOS

Assim como nos encaminhamentos anteriores, as equipes tiveram tempo para apreciar a produção artística da equipe Schenberg antes de apresentarem suas conclusões para a turma. No entanto essa produção necessitou de mais tempo para que os estudantes da equipe chegassem a um consenso. A quantidade de informações expostas na produção foi, segundo relato dos estudantes, o fator responsável pela necessidade de tempo maior para identificar denúncias e produzir reflexões nos observadores.

Outro aspecto diferenciado nessa arte é a subjetividade que se fez mais presente. Nos dois casos anteriores, a denúncia era mais evidente, mais explícita pelos recursos usados: símbolo da emissora, correntes, chicote, símbolo de plataforma e aplicativo, transformação explícita da árvore em moedas, uma mão que provém de uma árvore e que se prepara para acertar o homem.

Já na produção que é apresentada na figura 24, muitos símbolos se relacionam, se contradizem, se complementam. A reflexão requer uma bagagem de conhecimentos estabilizados muito maior que nos dois casos previamente analisados. Assim como no encaminhamento anterior o quadro 28 apresenta a análise de uma equipe da sala e no quadro 29 o relato da apresentação da equipe que a produziu. No entanto, depois da equipe que desenvolveu a obra se pronunciou, outras equipes pediram a palavra deram continuidade ao processo dialógico, conforme transcrição que consta no quadro 30.

Quadro 29: Contribuição da equipe Schenberg sobre sua produção artística, da turma D.

	<i>Equipe</i>	<i>Falante</i>	<i>Contribuição</i>
1	Schenberg	D9	<i>As cabeças são os três poderes. Esse monstro está sustentado por quem? Olhem aqui embaixo. São os trabalhadores, os pobres, quem é marginalizado. No resto acho que vocês interpretaram certo. Contra todas as maldades que são lançadas, tem quem resiste. Aí ali a gente mostrou alguns exemplos. A Mídia Ninja faz um trabalho bem legal de denúncia e a gente representou ali. Aliás esse tipo de mídia vai ter na contramão da mídia tipo Globo, e essas emissoras “porcas”. E daí também a gente colocou como resistência também ideias anarquistas e comunistas, porque você sabe, né professora, eu participo de um movimento anarquista.</i>

Fonte: a autora.

Quadro 30: Contribuição da equipe Artaxo da turma D.

	<i>Equipe</i>	<i>Falante</i>	<i>Contribuição</i>
1	Artaxo	D30	<i>Caramba! Genial! Que sacada! Agora faz muito sentido! Mas vimos mais uma coisa ali embaixo. Fala da primavera secundarista. E isso é legal porque pode ser comparado com a resistência das ocupações. Então assim, pra nós essa arte é legal porque ela tem denúncia, mas também traz uma estratégia pra quem quiser enfrentar tudo isso, todo aquele fogo cuspidor pelo dragão!</i>

Fonte: a autora.

Nos relatos apresentados nos quadros 28, 29 e 30 há elementos que permitem afirmar que os estudantes não apenas são capazes de denunciar problemas sociais, mas também relacioná-los a possíveis causas e indicar estratégias na tentativa de combatê-los, perpassando assim pelos âmbitos explicativo, objetivo, social e subjetivo.

4.5.8 PRODUÇÕES ARTÍSTICAS A PARTIR DE APRECIÇÃO A OBRAS ESPECÍFICAS DE M. C. ESCHER

Nessa etapa, as equipes desenvolveram algumas produções artísticas, encaminhadas por P1, P2, P3, P4 e P5 e a partir de observação a certas obras do artista Maurits Cornelis Escher.

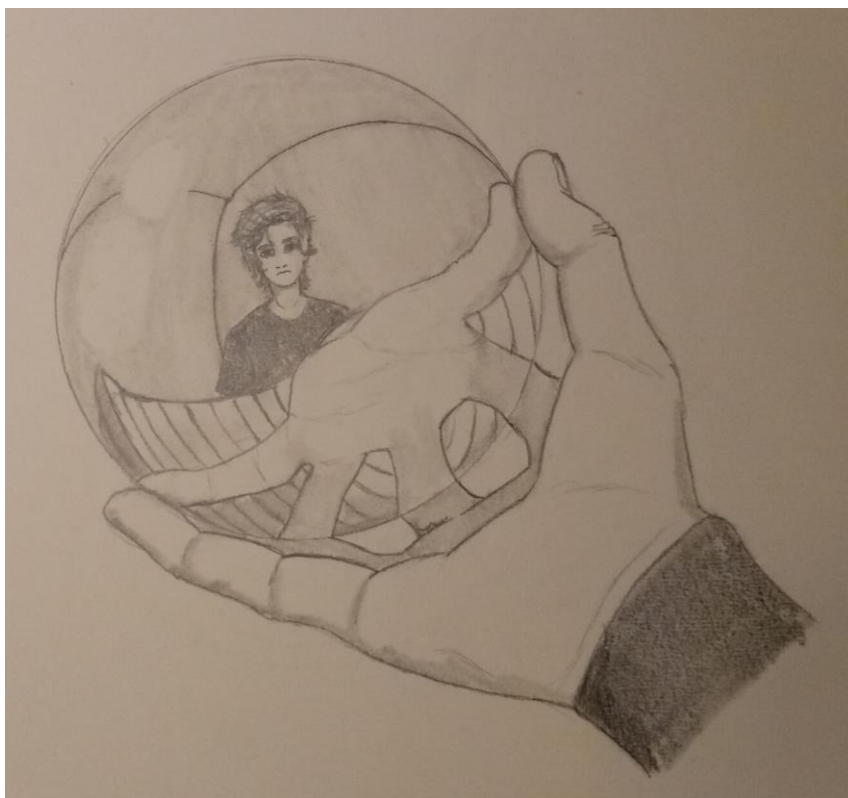
4.5.8.1 MÃO EM ESFERA REFLETORA

Utilizando bolas de enfeites natalinos com 8 cm de diâmetro, cada estudante foi convidado a realizar uma produção, inspirada na conhecida produção de M. C. Escher, “Mão em esfera refletora”. Como encaminhamento, P1

sugeriu que os alunos ousassem em sua execução. Estes poderiam tanto desenhar exatamente o que observavam refletido na esfera, mas também poderiam desenhar algo que imaginavam como sendo eles ou mesmo o que gostaria que estivesse ao fundo. Devido à preocupação dos estudantes que se julgavam com poucas habilidades artísticas, foi ressaltado que seria avaliado apenas se as distorções provocadas pelo espelho convexo foram respeitadas e se a ideia principal do artista poderia ser identificada na atividade. A satisfação dos estudantes no desenvolvimento da proposta foi evidente, dos 109 estudantes, 97 entregaram sua atividade para P1. Do total de atividades desenvolvidas 72 estudantes fizeram o autorretrato exatamente como observado na superfície refletora e 25 optaram por reproduzir no desenho o que gostariam que estivesse sendo refletido na calota espelhada. Ainda observando as produções dos estudantes, em 83 delas foi possível constatar que apresentavam distorções compatíveis com a formação de imagem nos espelhos esféricos convexos, enquanto que apenas 14 possuíam traços característicos com imagens em espelhos planos, demonstrando não apropriação dos conceitos em torno da formação de imagem para a situação analisada. Em sumo, 85,6% dos estudantes (83 dos 97 estudantes que entregaram a atividade) demonstraram um resultado muito positivo quanto ao âmbito explicativo e objetivo, uma vez que os conhecimentos científicos em torno da óptica se fizeram presente. Por sua vez, 25,8% demonstraram apropriações nos âmbitos social e subjetivo, além dos âmbitos explicativo e objetivo, uma vez que explicitam sentimentos, posicionamentos, suas experiências individuais, além de relações interpessoais e apropriações de conhecimentos científicos em torno da óptica.

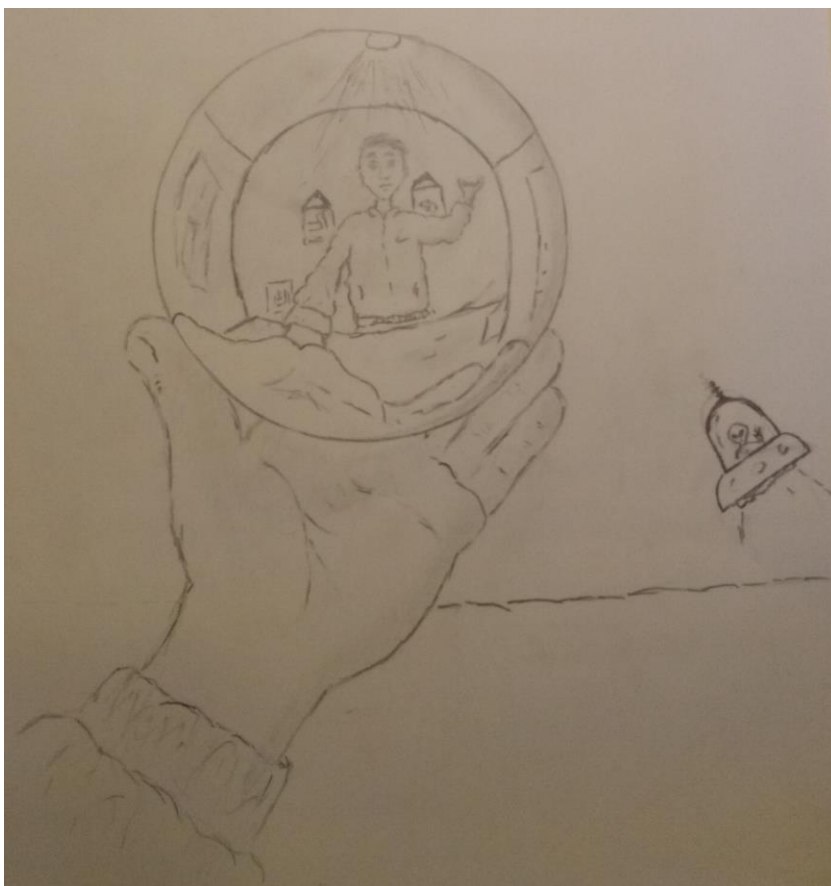
As figuras 25, 26, 27 e 28 apresentam algumas das produções desenvolvidas nessa etapa em que os estudantes representaram exatamente o que era observado na esfera, ou seja, estão de acordo com os âmbitos explicativo e objetivo, enquanto que as figuras 29 e 30 mostram produções em que os sentimentos e as relações interpessoais dos estudantes são colocados em evidência além dos conceitos em torno da óptica, demonstrando apropriações no âmbito explicativo, objetivo, social e subjetivo.

Figura 25: Fotografia da produção artística do estudante C11.



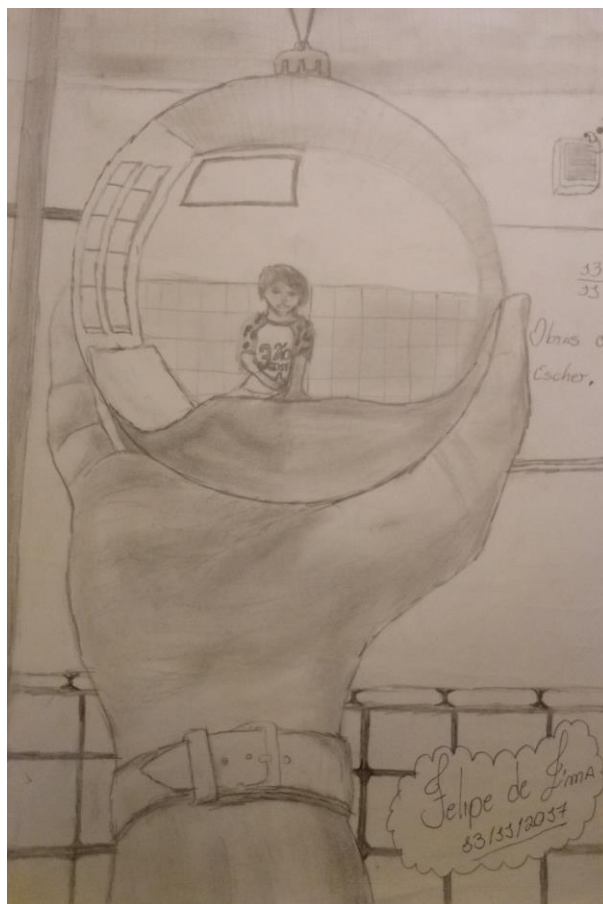
Fonte: a autora.

Figura 26: Fotografia da produção artística do estudante A24.



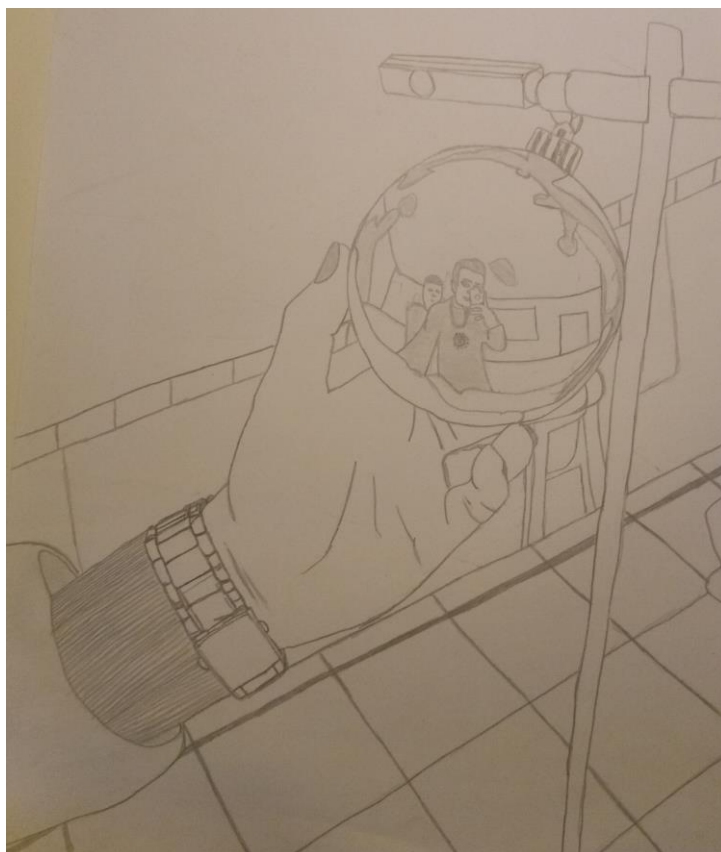
Fonte: a autora.

Figura 27: Fotografia da produção artística do estudante B37.



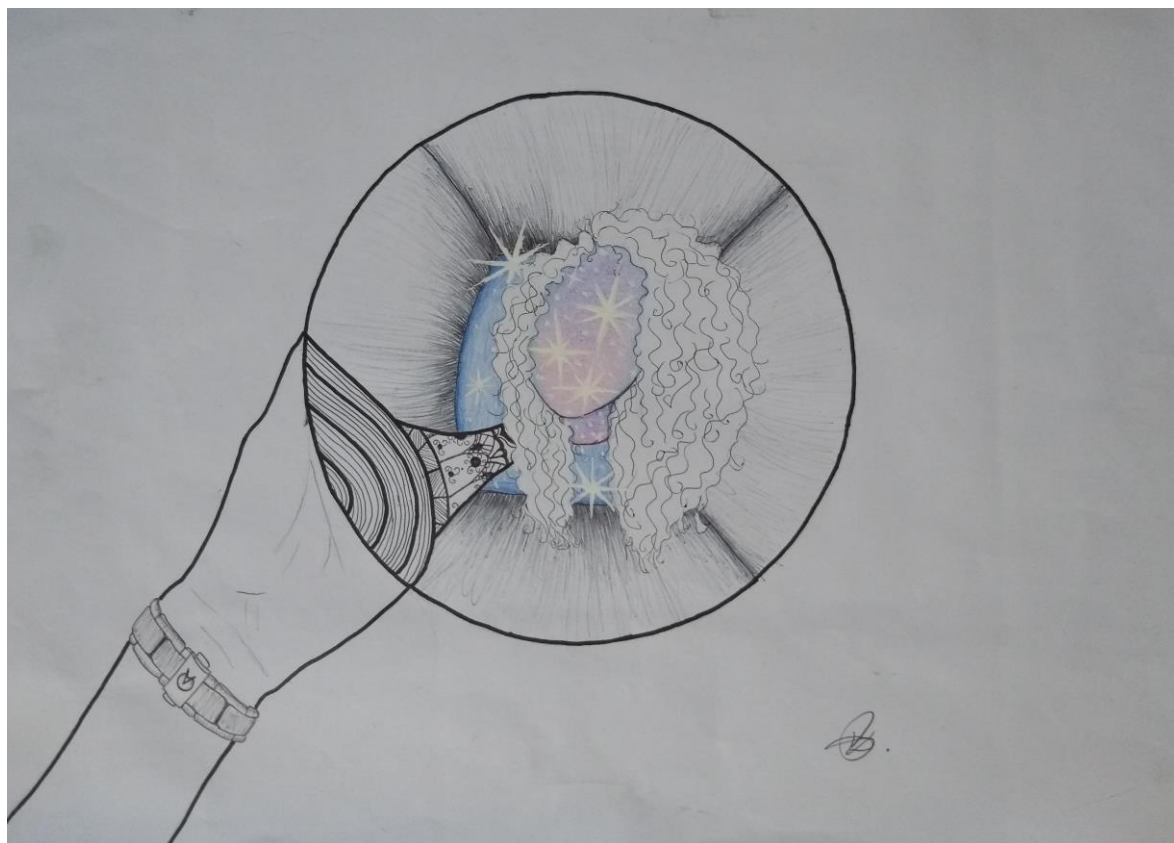
Fonte: a autora.

Figura 28: fotografia da produção artística do estudante A12.



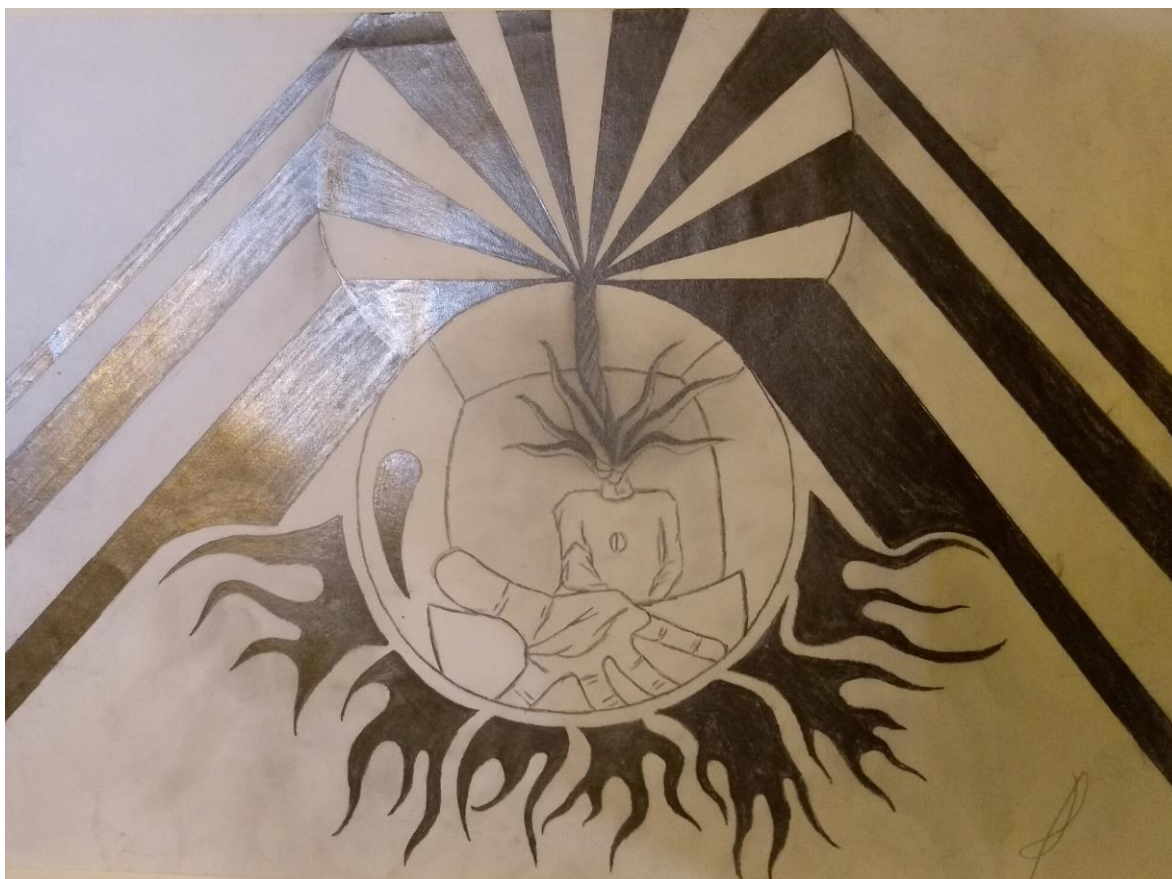
Fonte: a autora.

Figura 29: fotografia da produção artística do estudante D14.



Fonte: a autora.

Figura 30: Fotografia da produção artística do estudante A26.



Fonte: a autora.

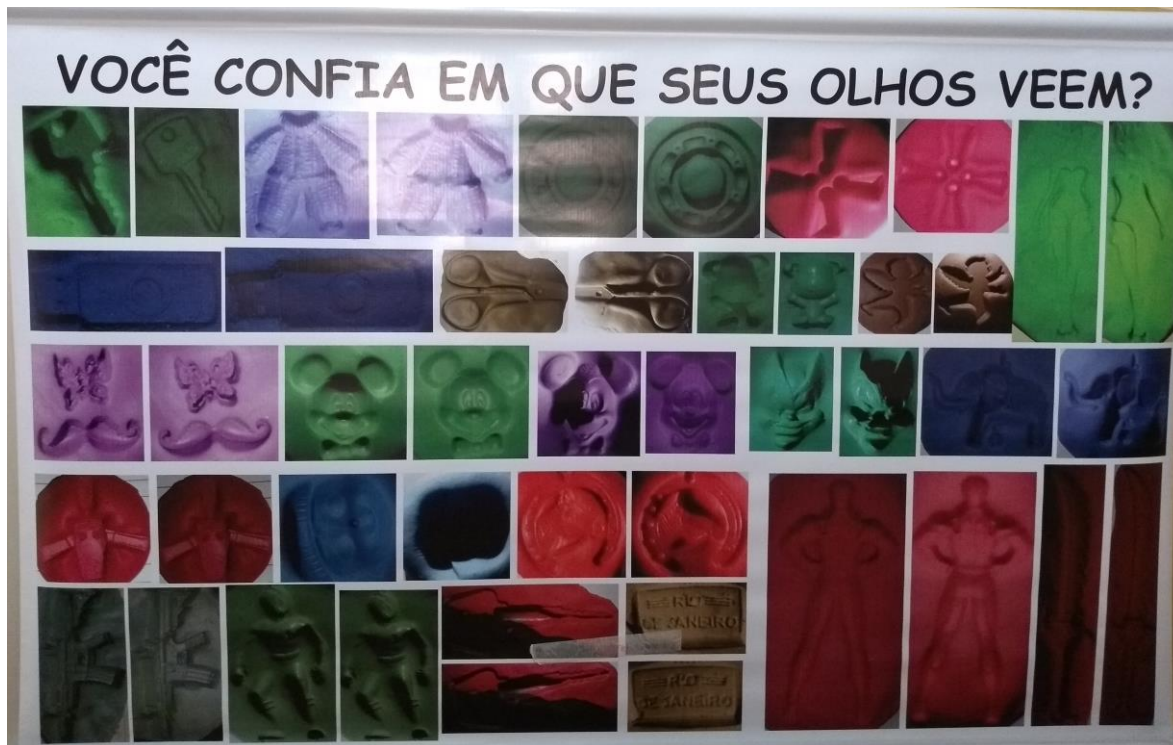
4.5.8.2 CÔNCAVO E CONVEXO

Observando a produção de Escher “Côncavo e convexo” e utilizando massa de modelar, cada estudante foi convidado a formar uma espécie de fóssil, a partir de objetos curiosos que possuíssem em suas casas ou encontrassem na rua, no jardim da escola. Como continuidade, os estudantes fotografaram suas produções de ângulos diferentes, projetando luz de lados diferentes sobre seu objeto, pois a partir da iluminação da lanterna de seus celulares, a percepção de um observador muda, confundindo-o quanto a possibilidade de o desenho ser côncavo ou convexo, ou seja, em alto ou baixo relevo.

Todas as fotos tiradas individualmente foram compartilhadas através do aplicativo para celular Whatsapp para que todos os estudantes da sala tivessem acesso. Os próprios estudantes elencaram as imagens que mais confundiram sua percepção quanto ao objeto estar acima ou abaixo da massinha da linha de referência da massinha de modelar. Depois de selecionadas, um dos estudantes

organizou tais imagens de modo que foram impressas em um banner, conforme pode ser observado na figura 21, para ser utilizada em encaminhamento posterior.

Figura 31: Fotografia do banner desenvolvido com a colaboração das turmas A, B, C e D.



Fonte: a autora.

Particularmente essa etapa gerou muito questionamento, admiração e reflexão por parte dos estudantes. Ao se deparar com suas produções muitos comentários foram surgindo naturalmente, uma vez que a percepção da visão confundia a compreensão da realidade. Os estudantes olhavam para o molde em suas mãos, olhavam para a fotografia e não conseguiam acreditar como aquela nova percepção era possível.

Dentro das equipes foi solicitado ainda que os estudantes buscassem uma compreensão para o fenômeno observado. Das 24 equipes que realizaram essa atividade, 22 relacionaram conhecimentos sobre a óptica da visão para descrever as observações realizadas. As demais equipes precisaram recorrer a fontes de pesquisa ou dicas de outras equipes para chegar à compreensão esperada. O alto índice de equipes que foram capazes de associar o fenômeno aos conceitos que o descrevem indica que perante novas situações cotidianas, os estudantes se mostram capazes de relacionar conhecimentos, interpretar a situação descrita,

fazer uso da palavra para dialogar sem coerções, chegar a consenso apenas pela força do melhor argumento para propor respostas provisórias.

Ao exporem suas respostas para o grande grupo, novo processo argumentativo foi iniciado e ao fim do processo foi um consenso que as partes mais claras, foram compreendidas pelo cérebro como sendo mais altas e as partes mais escuras, mais profundas, causando as impressões de imagem côncava e convexa na massa de modelar.

Depois de estabilizado esse novo conhecimento, os estudantes expuseram no pátio da escola o banner desenvolvido e esperaram para anotar relatos de estudantes de outras turmas ao observar aquelas imagens. Quando alguns observadores se aproximavam eram questionados: “Os objetos das fotografias, estão em baixo ou alto relevo?” Todos os palpites foram cuidadosamente anotados pelos redatores das equipes. Das anotações feitas ficou evidente a dúvida que permeou os estudantes. Um mesmo observador ora se pronunciava acreditando que a fotografia era de um objeto em alto relevo, ora dizia que o mesmo objeto estava em baixo relevo. Depois de algum tempo, o material fotografado era apresentado aos observadores que podiam manuseá-lo, ficando ainda mais intrigados com que o seus olhos presenciavam. A curiosidade em compreender a situação inusitada que estava diante dos seus olhos fazia com que os estudantes instintivamente questionassem as equipes sobre como aquilo era possível. Além de demonstrar apropriação do conhecimento científico usando recursos conceituais para convencer os estudantes, as equipes ainda propuseram reflexões filosóficas em torno de acreditarmos em algo que vemos sem compreender seu contexto, sem buscar ver sobre outro ângulo, outra perspectiva, estando de acordo com os âmbitos explicativo, objetivo, social e subjetivo.

Os relatos que compõe o quadro 31 mostram tanto o entusiasmo dos demais estudantes da escola (comunidade escolar) em compreender o que era observado, como a apropriação de conceitos das equipes que desenvolveram a proposta e ainda seus posicionamentos frente a questões que exigem reflexão.

Quadro 31: Diálogo entre estudantes da turma B com estudantes de outras séries durante o intervalo das aulas

	<i>Equipe</i>	<i>Falante</i>	<i>Contribuição</i>
1		<i>Comunidade</i>	<i>Tem horas que parece que “tá” pra baixo e tem horas que parece que “tá” pra cima, muito louco.” Como pode isso?</i>
3	<i>Bergman</i>	<i>B8</i>	<i>Na verdade, olhe aqui, esse é o objeto da foto. “Tá” vendo? “Tá” pra baixo.</i>
4		<i>Comunidade</i>	<i>Como que pode? Que massa! Como vocês fizeram pra ficar assim?</i>
5	<i>Bergman</i>	<i>B8</i>	<i>A gente foi numa sala escura e jogava luz no molde de várias posições. Olhe aqui, as fotos que tem muita luz parecem que “tão” pra cima e nessas aqui, esse lado escuro dá a impressão que “tá” afundada.</i>
6		<i>Comunidade</i>	<i>Verdade! Muito legal! Que iludidos! (risos)</i>
7	<i>Bergman</i>	<i>B17</i>	<i>Pois é! Daí a gente pergunta? Dá pra acreditar 100% no que os olhos da gente vê?</i>
8		<i>Comunidade</i>	<i>Não né? Muito fácil de enganar a gente. Precisa de mais informações pra poder ter certeza!</i>
9	<i>Bergman</i>	<i>B8</i>	<i>A gente pode tirar uma lição pra vida, que acham?</i>
10		<i>Comunidade</i>	<i>Meio que serve pra tudo! Serve pra agir na família, serve pra política, serve pra justiça, quando vai julgar alguém, serve até aqui na escola. Quem garante que os professores sempre “tão” certos?</i>
11	<i>Bergman</i>	<i>B8</i>	<i>Sim, bem isso! Por isso que a gente tem que pesquisar. essa professora sempre fala pra gente pesquisar e a gente vai aprendendo, ela não diz se “tá” certo. No começo era ruim, agora a gente já pegou as “manha” e assim é melhor. Porque não tem como o professor saber tudo.</i>
12		<i>Comunidade</i>	<i>E a gente parece que nunca sabe nada! Mas no resto também é importante ver tudo, para não ter tanta injustiça. Mas aí o povo tem que ver tudo também pra cobrar né? Porque se a gente só escuta o que passa na televisão é enganado também né?</i>
13	<i>Bergman</i>	<i>B17</i>	<i>É isso mesmo, nossa equipe pensa igual, falamos isso pra nossa professora!</i>

Fonte: a autora.

O questionamento proposto pelos estudantes da turma B possibilitou que outros estudantes da escola pudessem refletir sobre diferentes temáticas. Na linha 10 é bastante perceptível essa compreensão quando o estudante menciona várias abordagens em que realizar uma leitura mais aprofundada é essencial. A apropriação dos conhecimentos pode ser evidenciada na linha 5 quando os estudantes descrevem o fenômeno observado a outros estudantes. A troca de falas entre os estudantes, no sentido de complementação aconteceu de forma livre de coerções e sem qualquer imposição hierárquica, fazendo com que os estudantes se sentissem livres para expor seu posicionamento nos âmbitos explicativo, objetivo, social e subjetivo.

4.5.9 PAINÉIS ESCOLARES

Como último encaminhamento, a turma toda se organizou para desenvolver uma produção artística que pudesse representar a turma depois de todas as etapas, aqui descritas, terem sido desenvolvidas. As produções foram reproduzidas em painéis de dimensões (3x3) m, em locais escolhidos pelos próprios estudantes.

Para o desenvolvimento da produção artística foi solicitado apenas que fossem utilizadas as mesmas características das produções de M. C. Escher e que a obra causasse alguma espécie de reflexão em seu observador, possibilitando assim que sentissem perturbados, incomodados, inconformados frente a uma situação que antes era tida como corriqueira, possibilitando dessa forma a superação da percepção ingênua para percepção crítica dos fatos.

As figuras 32, 34, 36 e 38 apresentam as produções das turmas A, B, C e D, respectivamente.

Figura 32: Fotografia do painel desenvolvido pela turma 3A.



Fonte: a autora.

Inspirada na produção de Escher “Mão com esfera refletora”, a obra apresentada na figura 22, possui muitos elementos que merecem destaque e análise detalhada. Na esfera refletora a turma 3A pintou uma menina ocupando o centro da esfera com o intuito de causar reflexão da posição do ser humano como ator principal. Sujeito esse que se situa dentro de um coração que, segundo os estudantes, está mergulhado em uma escuridão cravada de estrelas das mais variadas formas e tamanhos. Para a turma, o cenário observado retrata o mundo de sentimentos, sensações, medos que cercam os jovens. Embora se posicionem no centro do seu universo próprio, os estudantes declaram consciência de que pertencem a um universo mais amplo e complexo.

A poesia ao redor dessa visão demonstra a preocupação em entender as possíveis visões distorcidas nesse mundo misterioso em que os estudantes se sentem inseridos. O ego é tido como uma possibilidade de distorção na interpretação da realidade, assim como as mais distintas projeções que existem sobre a juventude, mas há também uma saída exposta na poesia. Essa saída está relacionada ao uso da subjetividade, dos sentimentos, quando o texto traz: “ver com o telescópio do coração”. Os traços na arte respeitam as contribuições de Escher, ao usar da combinação do branco com o preto para dar vida às suas ideias. As observações dessa produção artística remetem a evidências associadas aos âmbitos explicativo, objetivo, social e subjetivo.

A figura 33 apresenta uma fotografia da posição onde o painel foi pintado, dentro do espaço escolar. Por estar dentro da quadra poliesportiva, a produção tem grande visibilidade favorecendo sua apreciação junto aos demais estudantes da escola. Como os estudantes que desenvolveram a produção da figura 32 saíram da escola no final de 2017, muitos estudantes procuraram os professores envolvidos no desenvolvimento da atividade visando confrontar suas interpretações próprias com as concepções dos estudantes para a criação da obra em questão.

Figura 33: Fotografia da localização do painel, na escola, desenvolvido pela turma 3A.



Fonte: a autora.

A figura 34 traz a fotografia de uma produção que foi inspirada na obra de Escher "Turbilhões". A combinação entre o branco e o preto se propôs a apresentar para a comunidade escolar a arte em viés denunciativo.

Figura 34: Fotografia do painel desenvolvido pela turma 3B.



Fonte: a autora.

A turma 3B entendeu a importância de causar nos demais estudantes um desconforto que pode desencadear uma mudança de atitudes. Inicialmente pode-se observar que o ser humano no centro da obra está de olhos fechados sendo guiado unicamente pelas cordas que são controladas pela mídia televisiva. Para alguns observadores, o menino foi associado a um zumbi, a algo sem vida. As correntes que saem da cabeça da pessoa e circundam marcas e imposições, também trazem para o debate a prisão a que os sujeitos podem estar submetidos na ilusão de uma liberdade ditada por marcas, consumismo, patologias de uma sociedade dominada por interesses em torno do poder e do dinheiro.

As denúncias propostas pela produção artística da turma 3B demonstram apropriações nos âmbitos explicativo, objetivo, social e subjetivo.

A figura 35 mostra a fotografia da posição onde o painel foi pintado, dentro do espaço escolar. O espaço escolhido pela turma, por estar na parte externa, onde as turmas permanecem durante o intervalo entre as aulas, tem grande visibilidade favorecendo sua apreciação junto aos demais estudantes da escola.

Figura 35: Fotografia da localização do painel, na escola, desenvolvido pela turma 3B.



Fonte: a autora.

Como a equipe que desenvolveu a produção da figura 34 não está mais na escola, vários estudantes e funcionários procuraram os professores envolvidos no desenvolvimento da atividade visando confrontar suas interpretações próprias com as concepções dos estudantes para a criação da obra em questão.

A produção da turma 3C usou como referência a produção “Olho” de M. C. Escher que traz a reflexão do observador sobre o olho humano e para admiração e espanto a imagem refletida é uma parte superior de uma caveira.

Figura 36: Fotografia do painel desenvolvido pela turma 3C.



Fonte: a autora.

Tomando essa produção como base, a turma resolveu refletir sobre o olho a vida. Vida que através das veias ao redor do olho se enraíza e continua gerar mais vida, representada nas folhas que brotaram ao redor do olho. Segundo os estudantes a forma como as pessoas enxergam a realidade é um fator decisivo para alimentar ou não suas vidas e relações, representadas pelas raízes. Diferente da produção original do artista, a turma decidiu através de um processo argumentativo refletir do observador algo que estivesse associado à prosperidade.

A figura 37 mostra a fotografia do painel, evidenciando o local em que foi pintado no espaço escolar. O lugar escolhido pela turma, por estar próximo da cantina e de onde os estudantes lancham, tem grande visibilidade favorecendo sua apreciação junto aos demais estudantes da escola.

Figura 37: Fotografia da localização do painel, na escola, desenvolvido pela turma 3C.



Fonte: a autora.

Assim como nos casos anteriores, outros estudantes e funcionários da escola procuraram os professores envolvidos no desenvolvimento da atividade visando confrontar suas interpretações próprias com as concepções dos estudantes para a criação da obra em questão.

A produção artística da turma do 3D, assim como a da turma 3A, também traz a reflexão do ser humano no centro do seu universo, de acordo com a obra “Mão com esfera refletora”.

Figura 38: fotografia do painel desenvolvido pela turma 3D.



Fonte: a autora.

Na ilustração da figura 38, os estudantes mostram, refletido na superfície convexa, um mundo do qual fazem parte, mas sempre se atentando para seu centro. Uma análise interessante foi trazida pela turma. Para eles, ainda que a esfera se mova, aquele que a segura, no caso, o ser humano, estará sempre no centro, inabalável, desde que se esteja no controle, guiando-a. Ao redor da figura humana está a realidade, sempre mutável, mas que faz parte de sua vida, completando-a.

A visão dos estudantes, aliada aos traços característicos de Escher e as evidências de apropriação dos conceitos em torno da óptica, pelas distorções observadas na calota espelhada, demonstram ganhos nos âmbitos explicativo, objetivo, social e subjetivo.

Na figura 39 é apresentada uma fotografia da posição onde o painel foi pintado. A turma em questão também escolheu um espaço dentro da quadra poliesportiva, garantindo grande visibilidade e favorecendo sua apreciação junto aos demais estudantes da escola.

Assim como em todos os casos anteriores, estudantes e outras pessoas que compõe a comunidade escolar procuraram os professores envolvidos no desenvolvimento da atividade visando confrontar suas interpretações próprias com as concepções dos estudantes para a criação da obra em questão.

Figura 39: Fotografia da localização do painel na escola, desenvolvido pela turma 3D.



Fonte: a autora

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa-ação aqui apresentada se propôs a analisar articulações entre os âmbitos explicativo, objetivo, social e subjetivo. Para tanto, se valeu de problematização e construções conjuntas envolvendo Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente e Arte. Abordou o estudo da história e filosofia em torno de M. C. Escher através de um conjunto de atividades no ambiente escolar.

O estudo da história e filosofia das obras de M. C. Escher se constitui em uma das etapas da pesquisa. Em seguida foi desenvolvimento de um conjunto de atividades educacionais que priorizou a pesquisa, a dialogicidade, a argumentação. Tal encaminhamento primou pela formação integral dos estudantes, favorecendo sua mudança de atitudes frente a situações diversas.

O conjunto de atividades contou com dez encaminhamentos distribuídos nas disciplinas de física, biologia, história, filosofia e arte, desenvolvidas em consonância com as concepções freireana e habermasiana. As atividades priorizaram a dialogicidade em processos argumentativos que buscaram constantemente oportunidades ideais de fala para que os estudantes não se sentissem coagidos e se valessem apenas da força do melhor argumento para estabilizar significados, conceitos, resolver situações problemáticas, estabelecer relações interpessoais, regras e normas, expressar sentimentos, atitudes e posicionamentos.

O conjunto de atividades descrito anteriormente constitui um caderno pedagógico. Nesse caderno também foi apresentada a vida e obra de M.C. Escher, concepções da educação libertária freireana e contribuições da teoria do agir comunicativo para a educação. O objetivo desse material foi se constituir em uma possibilidade de abordagem da Física, em parceria com outras disciplinas, que despertasse a curiosidade e o desejo de aprender nos estudantes, durante sua formação integral.

Importante salientar que o caderno pedagógico constituído ao longo da pesquisa aqui tratada não deve ser compreendido como algo a ser seguido rigidamente, mas sim, respeitando as especificidades da realidade onde está sendo desenvolvido. Encaminhamentos podem ser suprimidos, outros podem ser adicionados, sempre objetivando o aprimoramento do processo argumentativo junto aos estudantes.

Conhecer as produções do artista Maurits Cornelis Escher, analisar a história e filosofia por trás de suas obras não apenas despertou a curiosidade e o desejo em aprender, mas favoreceu que relações entre diferentes áreas do conhecimento pudessem ser estabelecidas para colaborar na superação da curiosidade ingênua pela curiosidade crítica possibilitando a emancipação dos estudantes.

As atividades desenvolvidas nessa proposta educacional diferenciada possibilitaram que os estudantes se apropriassem dos conhecimentos científicos em diferentes áreas e paralelo a isso favoreceu que a reflexão, através da dialogicidade entre os envolvidos, possibilitasse outra forma de posicionamento frente a situações vivenciadas por eles.

Em vários momentos, analisando os dados coletados foi possível evidenciar apropriações nos diferentes âmbitos que as concepções habermasiana e freireana apresentam como possibilidade de superação do entendimento alienado dos fatos. Um novo posicionamento dos estudantes também pode ser observado na maioria encaminhamentos.

Dentre os objetivos a que essa proposta se atentou pode-se considerar que, analisar a história e filosofia das produções de Escher no ensino de conceitos em torno da óptica, se mostrou de grande valia, potencializando seu aprendizado. Aprendizado esse, em uma perspectiva diferenciada que não prioriza apenas a detenção do conhecimento, mas seu significado para o estudante e para o desenvolvimento de suas potencialidades. Nesse sentido, deixar de lado encaminhamentos que fragmentam os conteúdos, que reforçam ações individuais, desconexas da realidade, aistóricas e lineares para desenvolver com os estudantes atividades que envolvem dialogicidade e argumentação se apresentou como uma possibilidade impar.

O trabalho em equipe trouxe para sala de aula um recurso muito importante para privilegiar o âmbito social apresentado por Habermas em sua teoria de sociedade. A individualidade a que os modelos mais tradicionais de educação se valem, reforçam ações em que um ser se sobrepõe a outro, coisificando a si e ao outro. A socialização necessária para no desenvolvimento do conjunto de atividades, aproximou os estudantes de visões distintas às suas, compreendendo assim a importância de respeitá-las e sem coerção alguma, compreendê-las no busca pelo melhor argumento na tomada de decisões que priorizam o coletivo respeitando as individualidades.

Se valer das produções artísticas aproximou os estudantes de um âmbito muito importante em uma sociedade em crise, onde barbáries aos poucos se naturalizam. As produções no viés denunciativo que foram tratadas nessa proposta proporcionaram que os estudantes compreendessem a importância que

a reflexão dos fatos possui frente à necessidade constante da resistência em questões de reforçam o ataque a minorias, o preconceito, a discriminação, reforçando desigualdades.

Para que o encaminhamento apresentado nessa pesquisa tivesse o êxito esperado, foi imprescindível que o professor compreendesse de forma muito consistente as concepções dialógica-problematizadora e da ação comunicativa. Ficou evidente que é fundamental que o educador insista junto aos estudantes, no processo argumentativo, ainda que as primeiras tentativas contem com certa apatia, argumentos pouco fundamentados, e em alguns casos, ânimos alterados. Deve-se levar em consideração que os estudantes terão mais ou menos dificuldade em compreender essa dinâmica tão diferenciada, a partir de sua formação inicial. Quanto mais experiências possuírem com processos argumentativos como possibilidade de aprendizagem, mais os ganhos serão percebidos. Portanto, a insistência, a avaliação constante dos encaminhamentos desenvolvidos e sua reorganização serão fundamentais.

Ao longo das atividades desenvolvidas foi observada uma evolução gradual quanto ao envolvimento dos estudantes. Nas primeiras atividades apenas os estudantes mais desinibidos participavam dos processos argumentativos, enquanto que outros preferiam ficar nos bastidores pesquisando nos materiais, resolvendo situações problemáticas e passando para outro colega apresentar para o grande grupo. Encaminhamento após encaminhamento, outros estudantes foram se sentindo seguros e a vontade para expor seu ponto de vista ao mesmo tempo em que ouviam e avaliavam argumentos vindos de outros colegas da mesma equipe ou de outras.

Dentre todos os ganhos que puderam ser evidenciados com o desenvolvimento dessa proposta, a mudança de postura dos estudantes perante problematizações foi muito perceptível. Posicionamento, criticidade, criatividade também se fizeram presente. Atitudes que demonstram envolvimento político, cidadão, valores fraternos também puderam ser evidenciados demonstrando um ganho ímpar perante encaminhamentos que apenas priorizam cadernos cheios de conteúdos e que devem ser reproduzidos em instrumentos avaliativos estanques da realidade dos estudantes.

Analisando os âmbitos explicativo, objetivo, social e subjetivo quanto às possibilidades de articulações entre si no desenvolvimento da proposta educacional tratada nessa pesquisa resultados muito satisfatórios puderam ser evidenciados. No âmbito explicativo, ao longo dos diálogos apresentados, problematização junto a expressões, estruturas linguísticas se fizeram presente. Constantemente significados, que em outros encaminhamentos seriam tratados como estabilizados, de forma natural e partindo dos estudantes, passaram pelo crivo de processo argumentativo na busca pelo consenso através da força exclusiva do melhor argumento. No âmbito objetivo, problematizações referente a conceitos em torno da óptica, assim como saberes e conhecimentos foram evidenciados enquanto problematização em outros âmbitos também aconteciam. No âmbito social, as problematizações favoreceram o envolvimento dos estudantes perante conduta tanto de líderes políticos, quanto de líderes sociais e a consequente influência na conduta da sociedade como um todo em situações diversas. Por fim, no âmbito subjetivo as problematizações propiciaram que os estudantes explicitassem seus sentimentos, repensassem atitudes, posicionamentos. As experiências individuais dos estudantes, suas subjetividades compuseram consensos no processo argumentativo voltado ao coletivo.

Há evidências contundentes, ao realizar a análise dos dados da importância em trazer para o ambiente escolar uma proposta que se seja fundamentada nas concepções dialógica-problematizadora e da ação comunicativa na tentativa de superar a consciência ingênua dos estudantes, que se mostra dócil e de fácil manipulação, pela consciência crítica que inquieta e indócil se mostra necessária para propor resistência perante as diferentes formas de dominação de um ser sobre o outro.

REFERÊNCIAS

ADORNO, T. W. **A indústria cultural**. São Paulo: T. A. Queiroz, 1987.

AMEY, C. Experiência estética e agir comunicativo: em torno de Habermas e a estética. **Novos estudos**. n. 29, março de 1991.

AZEVEDO, F. Histórias vivas de lutas: o encontro entre Paulo Freire, Noemia Varela, Ana Mae Barbosa e Francisco Brennand. In: ZACARRA, M. e PEDROSA,

S.(Orgs.). **Artes visuais e suas conexões: panorama de pesquisa**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, p. 73-84, 2010.

BARBOSA, A. Paulo Freire e a arte-educação. In: GADOTTI, M. **Paulo Freire: uma biobibliografia**. São Paulo: Cortez: Instituto Paulo Freire; Brasília, DF: UNESCO, p. 637-639, 1996.

_____, A. M. **Tópicos utópicos**. Belo horizonte: C/Arte, 1998.

BARBOSA, R. Habermas e a especificidade do estético. **O que nos faz pensar**. n. 18, setembro de 2004.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal; Edições 70, LDA, 2009.

BASTOS, C. V. R. A; OLIVEIRA, S. V. O. Ação comunicativa e ação dialógica: contribuições para uma educação libertadora. **APRENDER: Caderno de Filosofia e psic. da Educação**, Ano IV, n. 7, p. 119-134, 2006.

BAUER, M. W.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som**. Petrópolis: Vozes, 2002.

BRASIL, LDB. Lei 9394/96. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Disponível em www.mec.gov.br . Acesso em: 15/08/2016.

CARR, W.; KEMMIS, S. **Teoría crítica de la enseñanza: la investigación-acción en la formación del profesorado**. Barcelona: Martínez Roca, 1988.

CARVALHO, S. H. M. Física, Astronomia, Teatro e Dança. **Física na Escola**. Vol. 7, n. 1, p. 11-16, 2006.

CIAVATTA, M. **A formação integrada: a escola e o trabalho como lugares de memória e de identidade**. São Paulo: Cortez, p. 83-105, 2005.

ERNST, B. **O espelho mágico de M. C. Escher**. Taschen: 2013.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. 52. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2015a.

_____. **Pedagogia do Oprimido**. 59. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2015b.

_____. **Pedagogia da Indignação**. 2. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2015c.

_____. **Educação e mudança**. 12. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981.

_____. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.

FURTADO, R. M. M. **Estética e Arte Moderna: confluências**. In: II Seminário Nacional de Pesquisa em Cultura Visual, 2009, Goiânia. Anais do Seminário Nacional de Pesquisa em Cultura Visual. Goiânia: FAV/UFG, 2009.

GOMES, L. R. Educação e comunicação em Habermas: o entendimento como mecanismo de coordenação da ação pedagógica. **Cadernos de Educação, Pelotas**, Vol. 33, p. 231-250, maio/agosto, 2009.

HABERMAS, J. **Teoria do Agir Comunicativo I**. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2012a.

_____. **Teoria do Agir Comunicativo II**. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2012b.

MARKERT, W. L. **Teoria Crítica, formação estética e educação: reflexões sobre crítica da economia política, formação estética e o conceito de professor reflexivo transformativo**. In: 30 RA. da ANPEd, Caxambu, MG, 2007. Disponível em: <http://www.anped.org.br/sites/default/files/gt17-2955-int.pdf>.

MORIN, E. **Os sete saberes necessário à educação do futuro**. São Paulo: Cortez, 2000.

MORROW, R.; TORRES, C. A. **Reading Freire and Habermas: critical pedagogy and transformative social change**. New York: Teachers College, 2002.

MÜHL, E. H. **Habermas: ação pedagógica como agir comunicativo**. Passo Fundo: UPF, 2003.

PINHEIRO, E. M; KAKEHASHI, Y.; ANGELO, M. O USO DE FILMAGEM EM PESQUISAS QUALITATIVAS. **Rev Latino-am Enfermagem**. Vol. 13, n. 5, p. 717-722, setembro-outubro; 2005.

PUCCI, B. Teoria Crítica e Educação: contribuições da teoria crítica para a formação do professor. **Espaço Pedagógico**, v. 8, p. 13-30, 2001.

REIS, J. C.; GUERRA, A.; BRAGA, M.: Ciência e arte: relações improváveis? **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, Vol. 13, (suplemento), p. 71-87, outubro 2006.

SUTIL, N. **Negociações na formação de professores de Física: construções conjuntas e resolução de conflitos em problematização da prática educacional**. 2011. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Campus de Bauru, Bauru, 2011.

ZANETIC, João. Física e Cultura. **Ciência & Cultura**. Vol. 57 n.3 São Paulo: SBPC, 2005.

ANEXOS

ANEXO 1 – Parecer consubstanciado do CEP/UTFPR

UNIVERSIDADE
TECNOLÓGICA FEDERAL DO

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: CRÍTICA ESTÉTICA E ENSINO DE ÓPTICA: AS OBRAS DE MAURITS CORNELIS ESCHER EM CONTEXTO DE AÇÃO DIALÓGICA E AÇÃO COMUNICATIVA

Pesquisador: ELIANA LOPES FERREIRA

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 65206817.7.0000.5547

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.341.727

Apresentação do Projeto:

De acordo com o pesquisador, manter a curiosidade e o desejo de aprender é um dos principais objetivos no Ensino de Ciências da Natureza. No entanto, o que se observa no dia a dia das salas de aulas é o Ensino das Ciências, em particular, da Física, através de mera transmissão de conceitos lineares, prontos e acabados, muitas vezes descontextualizados e resumidos a cálculos complicados, sem qualquer abordagem histórica, filosófica ou sociológica. Como justificativa, os docentes destacam o excesso de conteúdos propostos na matriz curricular, a baixa carga horária semanal em cada série/turma, o número excessivo de alunos por sala, o sucateamento de laboratórios, a cobrança por metas nos mais variados índices que avaliam a educação. (BRASIL, 2014). Nesse contexto a busca por teorias progressistas de educação surge como necessidade já que é sobre os estudantes e sobre a escola que recai a esperança diante de um cenário de crise (BALDISSERA, 2014). Assim, propostas desenvolvidas a partir da problematização, em ação dialógica e ação comunicativa, que exploram aspectos históricos e filosóficos das ciências e obras de arte podem se constituir em uma possibilidade de rompimento do ensino fragmentado, aistórico, verbalístico, desestimulante, distante da realidade dos alunos e que apenas reforça os interesses da classe socialmente dominante. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação (BRASIL, 1996) em seu artigo 35º expressa que a educação deveria garantir, entre outras coisas, o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico. Simultaneamente, Diretrizes

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

CEP: 80.230-901

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3310-4494

E-mail: coep@utfpr.edu.br

Continuação do Parecer: 2.341.727

Curriculares de Física (PARANÁ, 2008) chamam a atenção dos professores do Paraná para que, mesmo em uma matriz curricular organizada em disciplinas, deve-se atentar a aspectos interdisciplinares, sociais, políticos, econômicos e culturais através da dialogicidade, na qual a linguagem desenvolvida seja capaz de viabilizar a compreensão dos confrontos entre conceitos e valores de uma sociedade. Nessa linha, desenvolver uma pesquisa abordando aspectos históricos e filosóficos dos trabalhos do artista Ernest Maurits Escher problematizando influências da indústria cultural poderá compor o desenvolvimento de uma sequência didática que favoreça a emancipação dos estudantes através do agir comunicativo, em que todos os envolvidos deverão ter mesma condição de comunicação e que deverá prevalecer o conceito oriundo do melhor argumento devidamente fundamentado. Na busca por estratégias diversificadas no ensino da Física, as obras do artista gráfico Maurits Cornelis Escher (1898 - 1972), holandês, conhecido pelos trabalhos em litogravuras são propostas como uma estratégia, pois dentre muitas sensações, suas obras também proporcionam ilusões de óptica no receptor. De acordo com Bruno Ernest (2013), suas obras possuem caráter de investigação. Em suas gravuras há um relatório, resultados provisórios. Seus críticos precisam conhecer a problemática levantada pela imagem para compreender sua inserção na obra. O projeto será desenvolvido na instituição escolar Colégio Estadual Desembargador Clotário Portugal localizada na região central Campo Largo/PR. As turmas escolhidas serão de 3º ano do Ensino Médio, nos períodos da manhã e da noite, num total de 5 turmas com aproximadamente 35 alunos, cada uma. Serão incluídos adolescentes com 17 e 18 anos destas turmas. Serão excluídos aqueles alunos contrários ao desenvolvimento da pesquisa. A equipe que desenvolverá o projeto é formada por professores das disciplinas de Física, Filosofia, Língua Portuguesa, Arte, História e Biologia, com atividades distribuídas em um total de 30 horas-aula. O processo de pesquisa-ação irá se desenvolver durante reuniões com todos os profissionais envolvidos, em períodos de contra turno ao que será desenvolvida a proposta com os estudantes. Inicialmente serão agendas reuniões mensais que poderão ter sua frequência aumentada ou diminuída de acordo com as necessidades da equipe de pesquisa. As atividades estão organizadas da seguinte maneira: -Fase de planejamento: Expor a ideia inicial do trabalho aos professores da escola, buscando parcerias; Imersão dos envolvidos na fundamentação teórica em Ação Comunicativa e dialogicidade problematizadora; Planejar ações iniciais com os professores envolvidos; Investigar as concepções iniciais dos estudantes sobre arte, estética e Escher; Planejar e organizar as atividades da sequência didática; Planejar novas ações a partir das realizadas durante o desenvolvimento das atividades.

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

CEP: 80.230-901

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3310-4494

E-mail: coep@utfpr.edu.br

Continuação do Parecer: 2.341.727

-Fase de ação: Oportunizar condições para o desenvolvimento das ações planejadas; Desenvolver as atividades da sequência didática com os estudantes e professores envolvidos.

-Fase de observação: Constituição dos dados a partir dos registros em diário de bordo, gravações em áudio e vídeo, produções artísticas, materiais produzidos.

-Fase de reflexão: Análise dos dados coletados junto aos alunos; Análise das condições de desenvolvimento das atividades educacionais; Interpretação e reflexão em torno dos dados obtidos; Discussão em torno de adequações à proposta inicial.

A constituição de dados acontecerá através de gravações em áudio e vídeo, com registros de diário de bordo e trabalhos elaborados pelos estudantes ao longo do desenvolvimento das atividades. A análise dos dados acontecerá a partir dos pressupostos da ação dialógica (FREIRE, 2015) e da ação comunicativa (HABERMAS, 2012), da pesquisa-ação educacional de perspectiva emancipatória (CARR; KEMMIS, 1988), da análise de conteúdo (BARDIN, 2009), da análise de discursos e de textos argumentativos (VAN EEMEREN; GROOTENDORST, 2004).

Espera-se que todos os envolvidos participem de todas as etapas desenvolvidas, apropriem-se da história e da filosofia da Ciência e da Arte através das obras de Ernest Maurits Escher, compreendendo além da importância artística de suas produções, os aspectos ambientais, sociais e tecnológicos envolvidos, bem como as influências da indústria cultural.

Ainda é esperado que a presente pesquisa possa contribuir com uma sequência didática podendo ser compartilhada e utilizada nas aulas de Física por outros professores, com suas devidas adaptações, bem como ser utilizada como referência para outros trabalhos que venham a ser desenvolvidos na mesma linha de pesquisa.

Os resultados obtidos com a pesquisa proposta serão constituídos, analisados, fundamentados e utilizados para a elaboração da dissertação do Mestrado Profissional, do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, da UTFPR.

Objetivo da Pesquisa:

De acordo com o pesquisador o objetivo desta pesquisa é analisar implicações de articulações entre âmbitos explicativo, objetivo, social e subjetivo para a formação cultural de estudantes, a partir das concepções dialógica-problematizadora de Paulo Freire e ação comunicativa de Jürgen Habermas no ensino de Óptica, problematizando as influências da indústria cultural e explorando a história e filosofia dos trabalhos de Ernest Maurits Escher. Bem como analisar a história e filosofia das produções artísticas de Ernest M. Escher como codificação no ensino-aprendizagem de Óptica; Desenvolver uma sequência didática para o ensino de conceitos de Óptica a partir das

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

CEP: 80.230-901

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3310-4494

E-mail: coep@utfpr.edu.br

Continuação do Parecer: 2.341.727

concepções dialógico-problematizadora e da ação comunicativa, envolvendo ciência, tecnologia, sociedade, ambiente e arte; Analisar aspectos de problematização e construções conjuntas em interações dos estudantes concernentes a relações entre ciência, tecnologia, sociedade, ambiente e arte.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

De acordo com o pesquisador o único risco que a pesquisa poderá gerar será algum desconforto por parte dos estudantes em participar das atividades. Tal situação poderá ser revertida através da condução das atividades uma vez que a metodologia utilizada visa justamente o constante diálogo e a revisão das atividades desenvolvidas.

De acordo com o pesquisador o benefício é a contribuição com possibilidades inovadoras no processo de ensino-aprendizagem de Física.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O trabalho é relevante para a área

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O projeto atende as recomendações da Resolução 466/12.

Recomendações:

Conforme Parecer consubstanciado nº 1.958.519 de 10/03/2017

• Providenciar o Termo de Autorização Institucional da escola onde a pesquisa será realizada. Este termo deve ser em Papel Timbrado da Instituição e assinado pelo responsável geral dela. Na Plataforma Brasil NÃO ATENDIDO

Na Plataforma Brasil:

- Incluir os critérios de inclusão na (quem serão os potenciais participantes da pesquisa) e os critérios de exclusão (quem, dentro da sua amostra, não poderá participar da pesquisa) ATENDIDO
- Incluir no item Riscos, o risco que envolve a participação dos professores. NÃO ATENDIDO
- No campo intervenções, separou os tipos de acordo com os grupos. ATENDIDO

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

CEP: 80.230-901

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3310-4494

E-mail: coep@utfpr.edu.br

Continuação do Parecer: 2.341.727

No TCLE, TALE e no TCUIV:

- Explicar melhor o papel do participante no item A3. Participação na pesquisa. Deixar claro a quem se destina o TCLE/TCUIV: professores, alunos maiores de 18 anos ou seus responsáveis. Caso envolva ambos, preparar um TCLE/TCUIV aos professores e outro para os alunos ou seus responsáveis. NÃO ATENDIDO
- Reformular os critérios de inclusão (quem serão os potenciais participantes da pesquisa) e os critérios de exclusão (quem, dentro da sua amostra, não poderá participar da pesquisa) NÃO ATENDIDO
- Copiar e colar os "riscos e benefícios" do projeto da Plataforma Brasil para o TCLE e TCUIV. NÃO ATENDIDO
- Incluir ressarcimento e indenização (conforme Resolução 466/12) NÃO ATENDIDO
- Colocar "esclarecimentos sobre o comitê de ética em pesquisa". Ver modelo do TCLE/TCUIV no site do CEP da UTFPR. <http://www.utfpr.edu.br/comites/cep-o-comite-de-etica-em-pesquisa-envolvendo-sereshumanos/roteiros-de-termos>. NÃO ATENDIDO
- Providenciar o Termo de Consentimento de Uso de Imagem, Som e Voz (TCUIV), conforme modelo encontrado no site do CEP da UTFPR. ATENDIDO
- No TALE incluir as informações sobre "Direito de sair da pesquisa, esclarecimentos durante o processo" e "esclarecimentos sobre o comitê de ética em pesquisa". ATENDIDO

Conforme Parecer consubstanciado nº 2.063.651 de 15/05/2017

- Providenciar o Termo de Autorização Institucional da escola onde a pesquisa será realizada. Este termo deve ser em Papel Timbrado da Instituição e assinado pelo responsável geral dela. NÃO ATENDIDO

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165	CEP: 80.230-901
Bairro: CENTRO	
UF: PR	Município: CURITIBA
Telefone: (41)3310-4494	E-mail: coep@utfpr.edu.br

Continuação do Parecer: 2.341.727

Na Plataforma Brasil:

- Incluir os critérios de inclusão (quem serão os potenciais participantes da pesquisa) e os critérios de exclusão (quem, dentro da sua amostra, não poderá participar da pesquisa) ATENDIDO

- Incluir no item Riscos, o risco que envolve a participação dos professores. ATENDIDO, pois esclareceu o papel dos professores na pesquisa.

No TCLE, TALE e no TCUIV:

- Explicar melhor o papel do participante no item A3. Participação na pesquisa. Deixar claro a quem se destina o TCLE/TCUIV: professores, alunos maiores de 18 anos ou seus responsáveis. Caso envolva ambos, preparar um TCLE/TCUIV aos professores e outro para os alunos ou seus responsáveis. ATENDIDO, pois esclareceu o papel dos professores na pesquisa.

- Reformular os critérios de inclusão (quem serão os potenciais participantes da pesquisa) e os critérios de exclusão (quem, dentro da sua amostra, não poderá participar da pesquisa) ATENDIDO

- Copiar e colar os "riscos e benefícios" do projeto da Plataforma Brasil para o TCLE e TCUIV. ATENDIDO somente para o TCLE

- Incluir ressarcimento e indenização (conforme Resolução 466/12) ATENDIDO somente para o TCLE

- Colocar "esclarecimentos sobre o comitê de ética em pesquisa". Ver modelo do TCLE/TCUIV no site do CEP da UTFPR. <http://www.utfpr.edu.br/comites/cep-o-comite-de-etica-em-pesquisa-envolvendo-sereshumanos/roteiros-de-termos>. ATENDIDO somente para o TCLE

Conforme Parecer substanciado nº 2.255.209 de 01/09/2017

1. Os professores que irão conduzir a pesquisa devem estar cadastrados como EQUIPE DE PESQUISA, e não como PARTICIPANTE da pesquisa. Por consequência, o número de participantes

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

UF: PR

Município: CURITIBA

CEP: 80.230-901

Telefone: (41)3310-4494

E-mail: coep@utfpr.edu.br

Continuação do Parecer: 2.341.727

da pesquisa cai para 140. ATENDIDO

2. O orçamento deve ser revisto, pois não foi colocado nenhum valor em Reais para as etapas descritas na tabela de orçamento. ATENDIDO

3. Providenciar o Termo de Autorização Institucional da escola onde a pesquisa será realizada. Este termo deve ser em Papel Timbrado da Instituição e assinado pelo responsável geral dela. ATENDIDO

4. Uniformizar as informações do TCLE no TCUISV, ou adicione somente um documento que representa TCLE/TCUISV. ATENDIDO

5. A folha de rosto deve estar assinada por um responsável da instituição, no caso pode ser o Coordenador do Curso (não pode a professora orientadora). O preenchimento da instituição proponente obrigatoriamente deve constar o nome, assinatura e carimbo do responsável pela instituição, com assinatura do (a) Coordenador(a) do Departamento de Graduação ou Programa de Pós-Graduação, Diretor(a) de campus ou Diretor(a) de Pesquisa e Pós-Graduação. ATENDIDO

6. Apresentar o TCLE dos pais (para menores de idade). ATENDIDO

7. Sugere-se retirar a frase "não haverá danos na pesquisa", pois pode haver e deverá ser ressarcido. ATENDIDO

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

ver item recomendações

Considerações Finais a critério do CEP:

Lembramos aos senhores pesquisadores que, no cumprimento da Resolução CNS nº 466 de 2012 e da Norma Operacional nº 001 de 2013 do CNS, o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) deverá receber relatórios anuais sobre o andamento do estudo, bem como a qualquer tempo e a critério do pesquisador nos casos de relevância, além do envio dos relatos de eventos adversos, para conhecimento deste Comitê. Salientamos ainda, a necessidade de relatório completo ao final do estudo. Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP-UTFPR

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

CEP: 80.230-901

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3310-4494

E-mail: coep@utfpr.edu.br

Continuação do Parecer: 2.341.727

de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificado e as suas justificativas

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_845867.pdf	01/10/2017 19:18:31		Aceito
Orçamento	Orcamento.docx	01/10/2017 19:12:45	ELIANA LOPES FERREIRA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.docx	01/10/2017 19:12:09	ELIANA LOPES FERREIRA	Aceito
Cronograma	Cronograma.docx	01/10/2017 19:11:51	ELIANA LOPES FERREIRA	Aceito
Folha de Rosto	Folhaderosto.docx	27/09/2017 20:46:27	ELIANA LOPES FERREIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEResponsaveis.doc	27/09/2017 20:44:44	ELIANA LOPES FERREIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLeTCUISV.docx	27/09/2017 20:43:51	ELIANA LOPES FERREIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.docx	27/09/2017 20:42:40	ELIANA LOPES FERREIRA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Autorizacao_instituicao.docx	27/09/2017 20:41:09	ELIANA LOPES FERREIRA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Avaliação da CONEP:

Não

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

UF: PR

Município: CURITIBA

CEP: 80.230-901

Telefone: (41)3310-4494

E-mail: coep@utfpr.edu.br

UNIVERSIDADE
TECNOLÓGICA FEDERAL DO



Continuação do Parecer: 2.341.727

CURITIBA, 21 de Outubro de 2017

Assinado por:
Frieda Saicla Barros
(Coordenador)

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

CEP: 80.230-901

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3310-4494

E-mail: coep@utfpr.edu.br

ANEXO 2 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título da pesquisa: CRÍTICA ESTÉTICA E ENSINO DE ÓPTICA: AS OBRAS DE MAURITS CORNELIS ESCHER EM CONTEXTO DE AÇÃO DIALÓGICA E AÇÃO COMUNICATIVA

Pesquisadora, com endereços e telefones: ELIANA LOPES FERREIRA, RUA: ANTONIO FABRICIO DA SILVA, 950 – CAMPO LARGO, PARANÁ – CONTATO: (41) 99940-4501.

Local de realização da pesquisa: COLÉGIO ESTADUAL DESEMBARGADOR CLOTÁRIO PORTUGAL, ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO – CAMPO LARGO, PARANÁ.

Endereço, telefone do local: RUA RODOLFO CASTAGNOLI, 1095, CAMPO LARGO, PARANÁ. CONTATO: (41) 3292-1465

A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

A1. Apresentação da pesquisa.

Essa pesquisa está sendo realizada como parte integrante do Curso de Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), sob orientação da Prof^a. Dr^a. Noemi Sutil, com o intuito de obter dados e realizar análises sobre a proposta que nos propusemos a desenvolver. Sua participação será fundamental para o sucesso da pesquisa.

A2. Objetivos da pesquisa.

O objetivo da pesquisa consiste em analisar implicações de articulações entre âmbitos explicativo, objetivo, social e subjetivo para a formação cultural de estudantes, a partir das concepções dialógica-problematizadora de Paulo Freire e ação comunicativa de Jürgen Habermas no ensino de Óptica, problematizando as influências da indústria cultural e explorando a história e filosofia dos trabalhos de M. C. Escher.

A3. Participação na pesquisa.

A participação dos estudantes nessa pesquisa será muito importante e orientada pelos fundamentos do trabalho coletivo e colaborativo. Espera-se constituir um coletivo de estudantes, sujeitos protagonistas que se estruture sob os marcos da reflexão crítica e da necessidade de emancipação frente a situações vivenciadas na sociedade da qual deve se sentir parte. Por este motivo e em conformidade com a resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, você está sendo convidado a participar desta pesquisa. A participação se dará exclusivamente a partir de sua autorização para que os áudios e vídeos sejam utilizados como registro dos diálogos e discussões, bem como para que sejam realizadas fotografias das produções artísticas e do portfólio para que se tornem dados da pesquisa e possam ser analisadas e publicadas pela pesquisadora, respeitando o sigilo e a privacidade dos sujeitos. A colaboração com os professores participantes da pesquisa respeitará o direito de autoria nas publicações que decorrerão da pesquisa.

A4. Confidencialidade.

Todas as gravações em áudio e vídeo, as produções artísticas e o portfólio serão analisados apenas pelos pesquisadores envolvidos. Nenhuma identificação da informação será utilizada na divulgação dos dados.

A5. Desconfortos, Riscos e Benefícios.**A5.1) Riscos**

A dialogicidade será uma constante nas atividades a serem desenvolvidas no projeto em questão. Dessa forma, um dos riscos e/ou desconfortos pode estar associado ao constrangimento em participar, em expor posicionamento. No entanto a concepção habermasiana tem o comprometimento em evitar tal situação. O diálogo deverá acontecer sem coações, de forma horizontal e prestigiando todos os envolvidos no discurso.

A5.2) Benefícios

Ao participar das etapas da pesquisa você estará contribuindo com possibilidades inovadoras no processo de ensino-aprendizagem de Física. Terá a possibilidade de participar de processos argumentativos, podendo agregar à sua formação.

A6. Critérios de inclusão e exclusão.**A6.1) Inclusão:**

A inclusão das turmas do 3º ano do Ensino Médio, constituídas por adolescentes de 17 e 18 anos, na pesquisa pelo fato do conteúdo proposto estar relacionado a esta etapa de ensino.

A6.2) Exclusão:

Apenas os estudantes que de declararem contrários ao desenvolvimento da pesquisa poderão ser excluídos da proposta.

A7. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo.

Durante a pesquisa você terá o direito de esclarecimentos em qualquer etapa. Além disso, sua liberdade de recusar ou retirar o consentimento será respeitada, sem penalização. Você ainda poderá ter acesso ao resultado dessa pesquisa, caso seja de seu interesse:

() Quero receber os resultados da pesquisa.

(e-mail para envio : _____)

() Não quero receber os resultados da pesquisa.

A8. Ressarcimento e indenização.**A8.1) Ressarcimento:**

A pesquisa não terá custo aos seus participantes, no entanto, se eventualmente acontecer alguma situação que gere custo como, por exemplo, com alimentação ou transporte, estes serão integralmente ressarcidos pela pesquisadora. Da mesma forma, se algum dano acontecer ao participante devido ao desenvolvimento da pesquisa, este terá direito de indenização

A8.2) Indenização:

A pesquisa não irá ocasionar qualquer dano aos seus participantes, no entanto, se eventualmente acontecer alguma situação adversa é direito do participante solicitar indenização.

B) CONSENTIMENTO (do sujeito de pesquisa ou do responsável legal – neste caso anexar documento que comprove parentesco/tutela/curatela)

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos e benefícios, ressarcimento, indenização deste estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo, permitindo que os pesquisadores relacionados neste documento obtenham fotografia, filmagem ou gravação de voz de minha pessoa para fins de pesquisa educacional. As fotografias, vídeos e gravações ficarão sob a propriedade do grupo de pesquisadores pertinentes ao estudo e sob sua guarda.

Concordo que o material e as informações obtidas relacionadas a minha pessoa possam ser publicados em aulas, congressos, eventos científicos, palestras ou periódicos científicos. Porém, não devo ser identificado por nome ou qualquer outra forma.

Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome completo:		
RG:	Data de Nascimento:	Telefone:
Endereço:		
CEP:	Cidade:	Estado:

Assinatura

____/____/____

Data

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Assinatura do pesquisador ou representante

____/____/____

Data

Nome completo: _____

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com ELIANA LOPES FERREIRA, via e-mail: eliana5626@gmail.com ou telefone: (41) 99940-4501.

ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que está trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR). **Endereço:** Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Bairro Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, **Telefone:** (41) 3310-4494, **e-mail:** coep@utfpr.edu.br.

Contato do Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos para denúncia, recurso ou reclamações do participante pesquisado:

Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR)

Endereço: Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, **Telefone:** 3310-4494, **E-mail:** coep@utfpr.edu.br

ANEXO 3 – TERMO DE ASSENTIMENTO

TERMO DE ASSENTIMENTO

TERMO DE ASSENTIMENTO INFORMADO LIVRE E ESCLARECIDO
(Adolescentes com 12 anos completos, maiores de 12 anos e menores de 18 anos)

Título da pesquisa: CRÍTICA ESTÉTICA E ENSINO DE ÓPTICA: AS OBRAS DE MAURITS CORNELIS ESCHER EM CONTEXTO DE AÇÃO DIALÓGICA E AÇÃO COMUNICATIVA

Pesquisadora: ELIANA LOPES FERREIRA.

Local da pesquisa: COLÉGIO ESTADUAL DESEMBARGADOR CLOTÁRIO PORTUGAL, ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO.

Endereço: RUA RODOLFO CASTAGNOLI, 1095, CAMPO LARGO, PARANÁ.

O que significa assentimento?

O assentimento significa que você concorda em fazer parte de um grupo de adolescentes, da sua faixa de idade, para participar de uma pesquisa. Serão respeitados seus direitos e você receberá todas as informações por mais simples que possam parecer. Pode ser que este documento denominado TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO contenha palavras que você não entenda. Por favor, peça ao responsável pela pesquisa ou à equipe do estudo para explicar qualquer palavra ou informação que você não entenda claramente.

Informação ao sujeito da pesquisa:

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa, com o objetivo de analisar implicações de articulações entre âmbitos explicativo, objetivo, social e subjetivo para a formação cultural de estudantes, a partir das concepções dialógica-problematizadora de Paulo Freire e ação comunicativa de Jürgen Habermas no ensino de Óptica, problematizando as influências da indústria cultural e explorando a história e filosofia dos trabalhos de M. C. Escher. Essa pesquisa está sendo desenvolvida do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica da Universidade Federal do Paraná (UTFPR), no curso de Mestrado do referido programa. Ela será desenvolvida nas turmas do terceiro ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Desembargador Clotário Portugal, com autorização do diretor do estabelecimento, Érick José Leite. Esperamos, com essa pesquisa, que vocês, estudantes do Ensino Médio participem de todas as etapas das aulas desenvolvidas, apropriem-se da história e da filosofia da Ciência proposta nas investigações em torno das obras de Escher analisando quais articulações podem ser identificadas entre âmbitos explicativo, objetivo, social e subjetivo, a partir de problematização e construções conjuntas envolvendo ciência, tecnologia, sociedade, ambiente e arte para melhorar o aprendizado em sala de aula e ainda contribuam com práticas inovadoras no Ensino de Física.

Os resultados obtidos, com essa pesquisa, serão analisados, fundamentados e utilizados para a elaboração da dissertação do Mestrado Profissional, do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, da UTFPR.

A pesquisa será realizada durante as aulas, na metodologia da pesquisa-ação com outros professores das disciplinas de Biologia, Arte, Filosofia e História. Para a coleta de dados será feita gravação em áudio e vídeo, anotações em diário de campo e produções artísticas. Os dados obtidos serão mantidos em anonimato e, em nenhuma hipótese sua identidade será revelada. Por isso, você conhecendo os objetivos e métodos da pesquisa, tem o direito de aceitar ou não em participar.

Caso você aceite participar, trabalharemos com as atividades da pesquisa em sala de aula por aproximadamente um mês desenvolvendo atividades em sala que auxiliem na coleta de dados e posterior análise. Um dos riscos da pesquisa consiste no constrangimento em participar, embora todos sejam livres para deixar a pesquisa quando desejarem.

A participação é voluntária e caso você opte por não participar, não terá nenhum prejuízo ou represálias. Você tem o direito de sair da pesquisa e a ter acesso a esclarecimentos durante o processo, sempre que julgar necessário.

Contato para dúvidas:

Se você ou os responsáveis por você tiver(em) dúvidas com relação ao estudo, direitos do participante, ou no caso de riscos relacionados ao estudo, você deve contatar o(a) Investigador(a) do estudo ou membro de sua equipe: ELIANA LOPES FERREIRA, telefone fixo número: (41) 3292-2189 e celular (41) 99940-4501. Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O CEP é constituído por um grupo de profissionais de diversas áreas, com conhecimentos científicos e não científicos que realizam a revisão ética inicial e continuada da pesquisa para mantê-lo seguro e proteger seus direitos.

ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que está trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR). **Endereço:** Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Bairro

Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, **Telefone:** (41) 3310-4494, **e-mail:** coep@utfpr.edu.br.

DECLARAÇÃO DE ASSENTIMENTO DO SUJEITO DA PESQUISA:

Eu li e discuti com o investigador responsável pelo presente estudo os detalhes descritos neste documento. Entendo que eu sou livre para aceitar ou recusar, e que posso interromper a minha participação a qualquer momento sem dar uma razão. Eu concordo que os dados coletados para o estudo sejam usados para o propósito acima descrito.

Eu entendi a informação apresentada neste TERMO DE ASSENTIMENTO. Eu tive a oportunidade para fazer perguntas e todas as minhas perguntas foram respondidas.

Eu receberei uma cópia assinada e datada deste Documento DE ASSENTIMENTO INFORMADO.

NOME DO ADOLESCENTE	ASSINATURA	DATA
---------------------	------------	------

NOME DO PESQUISADOR	ASSINATURA	DATA
---------------------	------------	------

Endereço do Comitê de Ética em Pesquisa para recurso ou reclamações do sujeito pesquisado

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR)REITORIA: Av. Sete de Setembro, 3165, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, telefone: 3310-4943, e-mail: coep@utfpr.edu.br.

ANEXO 4 – TERMO DE CONSENTIMENTO PARA USO DE IMAGEM E SOM DE VOZ

TERMO DE CONSENTIMENTO PARA USO DE IMAGEM E SOM DE VOZ

Título da pesquisa: **CRÍTICA ESTÉTICA E ENSINO DE ÓPTICA: AS OBRAS DE ERNEST MAURITS ESCHER EM CONTEXTO DE AÇÃO DIALÓGICA E AÇÃO COMUNICATIVA**

Pesquisador(es), com endereços e telefones: ELIANA LOPES FERREIRA, RUA: Antônio Fabricio da Silva, 950 – CAMPO LARGO, PARANÁ – CONTATO: 41 99940-4501.

Local de realização da pesquisa: COLÉGIO ESTADUAL DESEMBARGADOR CLOTÁRIO PORTUGAL, ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO – CAMPO LARGO, PARANÁ.

Endereço, telefone do local: RODOLFO CASTAGNOLI, 1095, CAMPO LARGO, PARANÁ. CONTATO: 41 3392-4455

A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

1. Apresentação da pesquisa

Essa pesquisa está sendo realizada como parte integrante do Curso de Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), sob orientação da Prof^a. Dr^a. Noemi Sutil, com o intuito de obter dados e realizar análises sobre a proposta que nos propusemos a desenvolver. Sua participação será fundamental para o sucesso da pesquisa.

2. Objetivos da pesquisa.

O objetivo da pesquisa consiste em analisar implicações de articulações entre âmbitos explicativo, objetivo, social e subjetivo para a formação cultural de estudantes, a partir das concepções dialógica-problematizadora de Paulo Freire e ação comunicativa de Jürgen Habermas no ensino de Óptica, problematizando as influências da indústria cultural e explorando a história e filosofia dos trabalhos de Ernest Maurits Escher.

3. Participação na pesquisa.

A sua participação nessa pesquisa será muito importante. As aulas serão gravadas em áudio e vídeo e os materiais produzidos ao longo do desenvolvimento do projeto irão compor dados que serão constantemente analisados.

4. Confidencialidade.

Todas as gravações em áudio e vídeo e os materiais produzidos serão analisados apenas pelos pesquisadores envolvidos. Nenhuma identificação da informação será utilizada na divulgação dos dados.

5. Desconfortos, Riscos e Benefícios.

Ao participar das etapas da pesquisa você estará contribuindo com possibilidades inovadoras no processo de ensino-aprendizagem de Física; o risco de constrangimento de participação na pesquisa será, de todas as formas, evitado.

6. Critérios de inclusão e exclusão.

A inclusão dessas turmas na pesquisa caracteriza-se como uma possibilidade de contribuição na melhoria dos processos de ensino-aprendizagem de Física mediado pelo fato do conteúdo de ensino corresponder a esta etapa da escolarização.

7. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo.

Durante a pesquisa você terá o direito de esclarecimentos em qualquer etapa. Além disso, sua liberdade de recusar ou retirar o consentimento será respeitada, sem penalização.

B) CONSENTIMENTO (do sujeito de pesquisa ou do responsável legal – neste caso anexar documento que comprove parentesco/tutela/curatela)

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos e benefícios deste estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo, permitindo que os pesquisadores relacionados neste documento obtenham fotografia, filmagem ou gravação de voz de minha pessoa para fins de pesquisa científica/educacional.

Concordo que o material e as informações obtidas relacionadas à minha pessoa possam ser publicados em aulas, congressos, eventos científicos, palestras ou periódicos científicos. Porém, não devo ser identificado por nome ou qualquer outra forma.

As fotografias, vídeos e gravações ficarão sob a propriedade do grupo de pesquisadores pertinentes ao estudo e sob sua guarda.

Nome completo: _____

RG: _____

Data de Nascimento: ____/____/____

Telefone: (____) _____

Endereço: _____

CEP: _____ Cidade: _____ Estado: _____

Data: ____/____/____

_____ Assinatura

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Data: ____/____/____

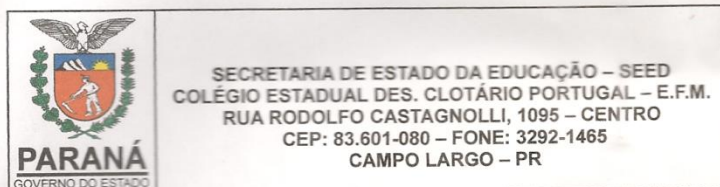
Assinatura pesquisador (Ou seu representante)

Nome completo: _____

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com ELIANA LOPES FERREIRA, via e-mail: eliana5626@gmail.com ou telefone: (41) 99940-4501.

Endereço do Comitê de Ética em Pesquisa para recurso ou reclamações do sujeito pesquisado Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR) REITORIA: Av. Sete de Setembro, 3165, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, telefone: (41) 3310-4943, e-mail: coep@utfpr.edu.br

OBS: este documento deve conter duas vias iguais, sendo uma pertencente ao pesquisador e outra ao sujeito de pesquisa.

ANEXO 5 – DECLARAÇÃO DA INSTITUIÇÃO DE ENSINO**DECLARAÇÃO**

Campo Largo, 03 de julho de 2017.

Ao

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – CEP/UTFPR
A/c. Prof. Dr. Frieda Saicla Barros
Coordenadora do CEP/UTFPR

Autorização para realização de pesquisa

Eu, Erick José Leite, diretor responsável do Colégio Estadual Desembargador Clotário Portugal - Ensino Fundamental e Médio venho por meio desta informar a V. Sa. que autorizo a pesquisadora Eliana Lopes Ferreira, aluna do curso de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, a desenvolver a pesquisa intitulada “CRÍTICA ESTÉTICA E ENSINO DE ÓPTICA: AS OBRAS DE M. C. ESCHER EM CONTEXTO DE AÇÃO DIALÓGICA E AÇÃO COMUNICATIVA”, sob orientação da Prof^a. Dr^a. Noemi Sutil.

Declaro conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução CNS 196/96. Esta instituição está ciente de suas responsabilidades como instituição coparticipante do presente projeto de pesquisa, e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos sujeitos de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem estar.

Erick José Leite
DIRETOR

Res. 741/2016 DOE 04/03/2016

Erick José Leite

Diretor do Colégio Estadual Desembargador Clotário Portugal

ANEXO 6 – SEQUÊNCIA DE SLIDES UTILIZADOS POR P3 EM UM DE SEUS ENCAMINHAMENTOS

Sequência de slides utilizados pelo professor P3 em um de seus encaminhamentos produzidos pelo próprio professor

Qual o papel da arte para a sociedade?

A arte deve ter um papel político? Se fizermos esta pergunta a um historiador da arte ou a um crítico de arte, é possível que ouçamos um retumbante não! Assumir a responsabilidade desta tarefa não parece a forma adequada de entender que a arte pode exercer, sim, um papel transformador para a sociedade.

Se formos fundo na história, veremos que não faltam exemplos de arte engajada, assim como são inúmeros os exemplos de artistas que só buscavam expressar sensações e ideais de beleza. Um exemplo é a emblemática tela Guernica, pintada em 1937, por Pablo Picasso, durante a guerra civil espanhola. A obra, ao mesmo tempo em que exalava uma beleza incomum, servia como documento histórico. É a leitura de um artista sobre a situação política do seu país.

Guernica (1937) Pablo Picasso



"Libertar as pessoas é o objetivo da arte, portanto a arte para mim é a ciência da liberdade." Joseph Beuys

Fernando Botero é outro exemplo marcante de um artista que imortalizou os conflitos vividos na capital da Colômbia, fruto do tráfico de drogas. Outro nome importante é o do Alemão Joseph Beuys que se tornou representante maior desta arte política, ao unir vida e arte. Beuys provou ser inquestionável esta separação. Para ele fazer arte já era por si só um ato político. Esta posição política assumida pelo artista dentro do que chamamos de arte contemporânea parece cada vez mais presente.

Foi assim que a fotógrafa Nan Goldin se tornou conhecida. Ao levar para a Galeria o seu auto-retrato com um imenso olho roxo, fruto da conturbada relação amorosa. Ao colocar para os outros seus problemas pessoais, a artista transformou o seu objeto artístico em um objeto político.

<https://www.irdeb.ba.gov.br/soteropolis/?p=8563>

Fernando Botero



René Magritte. 1929



Café (1934-1935) de Cândido Portinari



Mão com esfera refletora (1935) - Maurits Cornelis Escher



A consciência e a arte: uma análise que demanda formação política e quebra de paradigmas, isso é possível?

A cultura de massa e a indústria cultural, como tratar isso na atualidade? (fazer um resgate histórico desde os sofistas, clérigos e mecenas).

Charge (Lucas Rodrigues)



Proposta de atividade

Produção de uma obra no de arte no A3:

Sobre uma temática atual e montar um mural com a exposição e apreciação.

Questionamentos aos alunos no momento que estejam vendo a exposição e registrar, **gravando ou escrevendo** o que “entenderam”, ou suas sensações, a consciência diante da obra

- Fazer uma troca das obras com outros 3º anos para perceberem o que os colegas pensam sobre os mesmos e promover um debate.
- Anotem todas as impressões no portfólio da equipe.

ANEXO 7 – OUTRAS PRODUÇÕES DESENVOLVIDAS PELOS ESTUDANTES EM ENCAMINHAMENTO PROPOSTO POR P2

Fotografias realizadas pelos estudantes com uso de lentes convergentes.

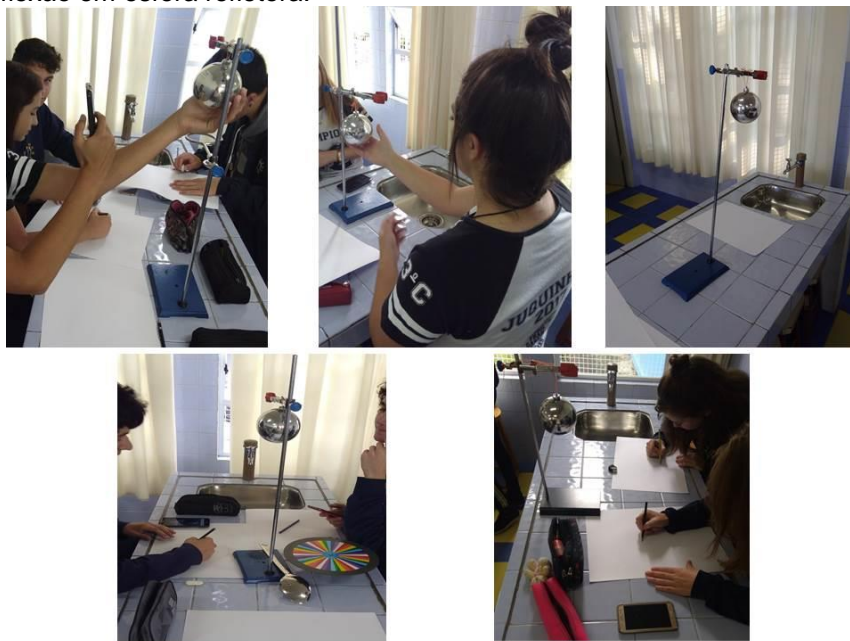
Figura 40: Fotografias realizadas pelos estudantes em encaminhamento proposto por P2



ANEXO 8 – FOTOGRAFIAS REALIZADAS PELOS ESTUDANTES DURANTE DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES ENCAMINHADAS POR P1

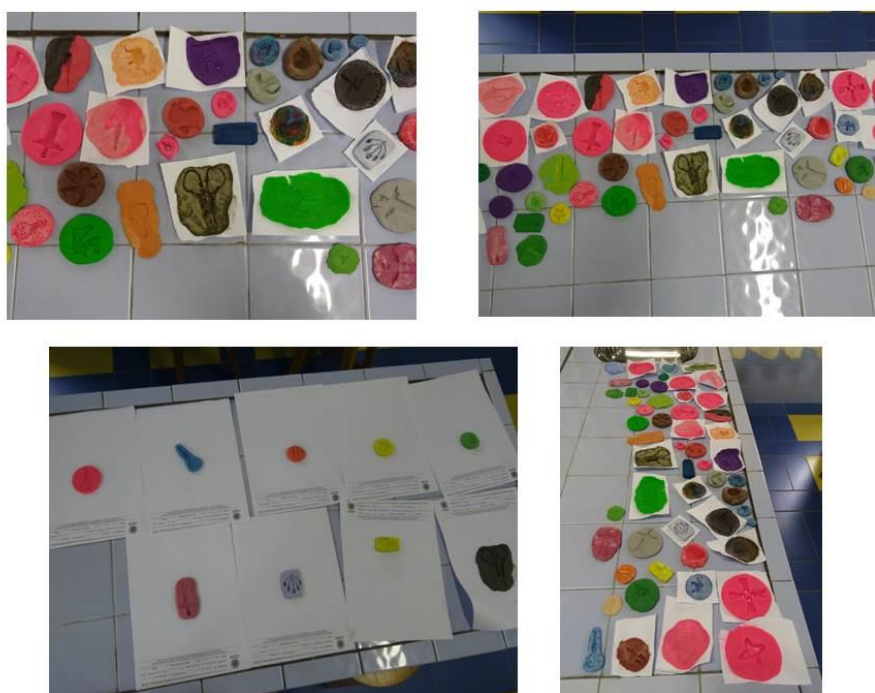
Fotografias realizadas pelos estudantes durante diferentes encaminhamentos propostos por P1.

Figura 41: Fotografias realizadas pelos estudantes no desenvolvimento de autorretrato a partir da reflexão em esfera refletora.



Fonte: os estudantes.

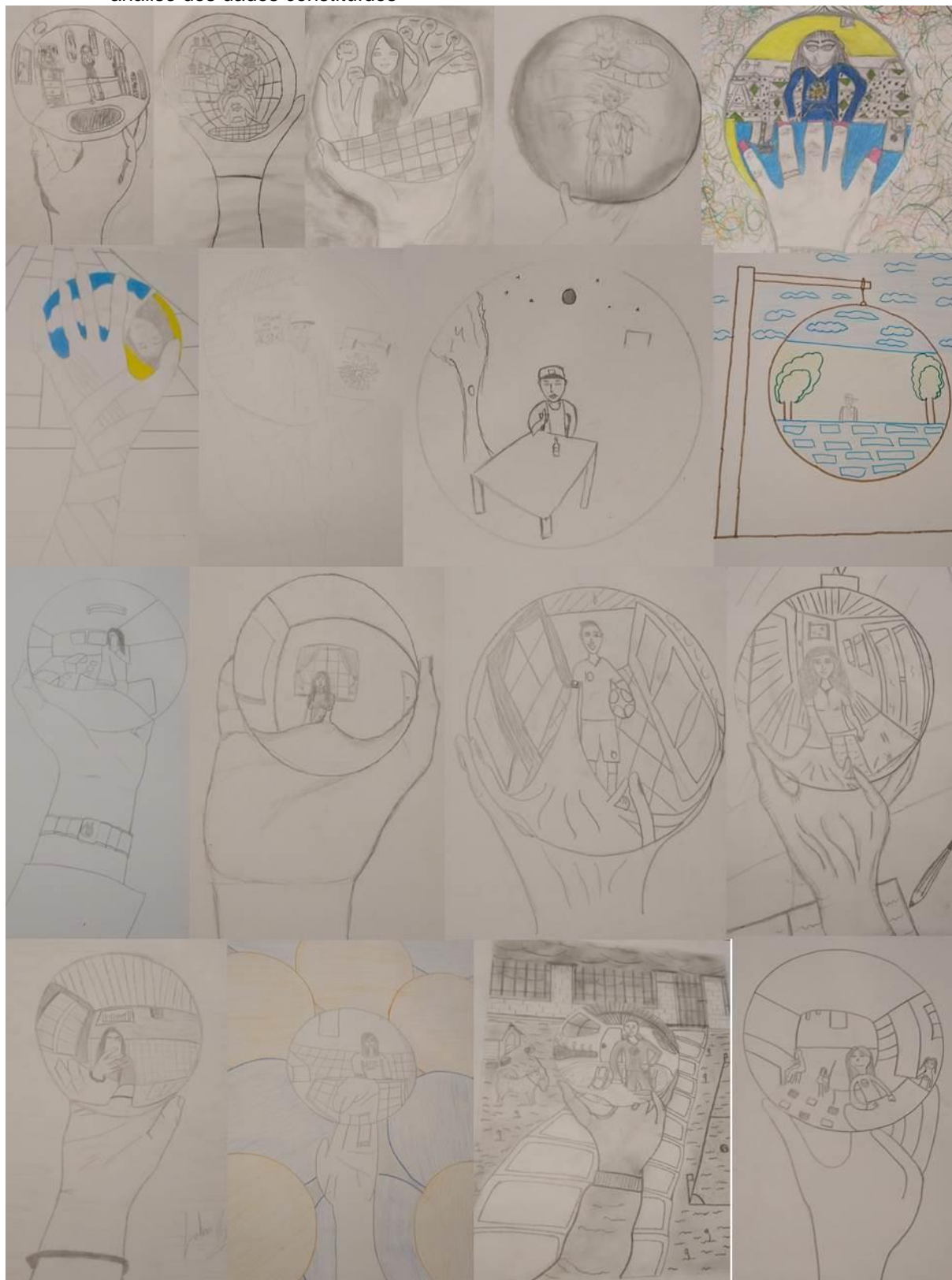
Figura 42: Fotografias realizadas pelos estudantes no desenvolvimento do banner sobre imagens côncavas e convexas, a partir de massa de modelar.



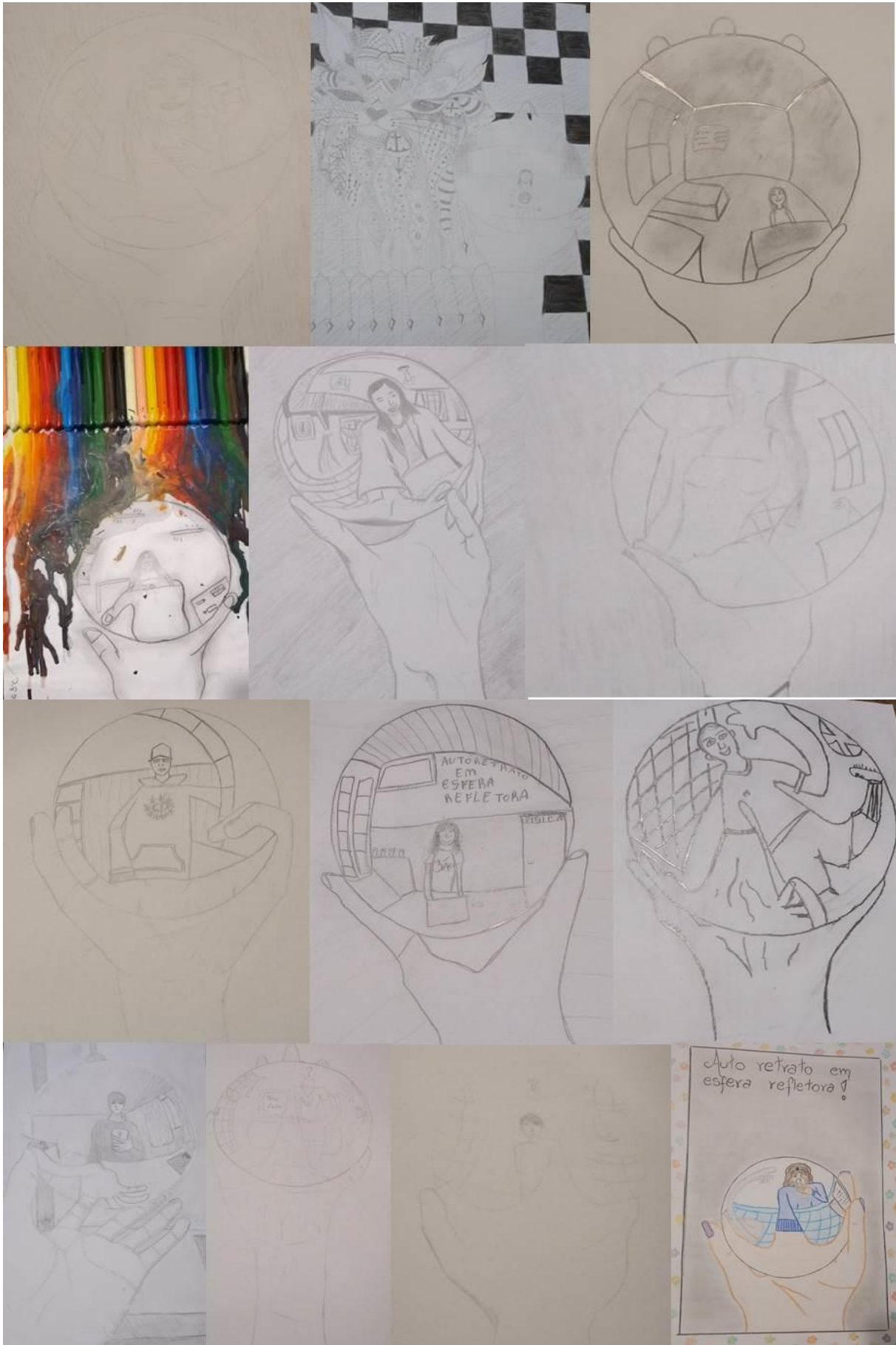
Fonte: os estudantes.

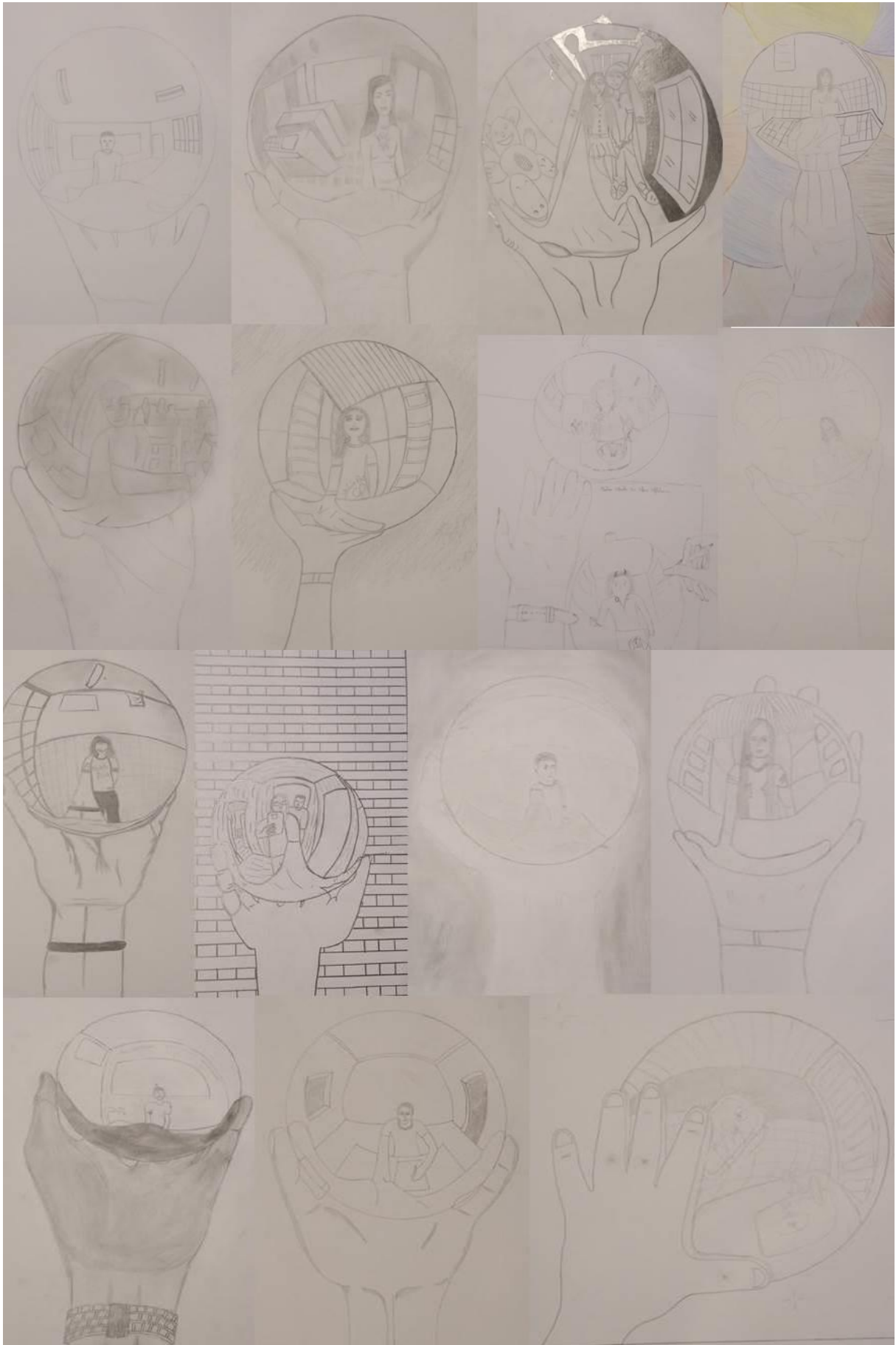
ANEXO 9 – FOTOGRAFIA DO AUTORRETRATO DESENVOLVIDO PELOS ESTUDANTES EM ENCAMINHAMENTO DE P1

Figura 43: Sequência de fotografias realizadas pelos estudantes e que não foram apresentadas na análise dos dados constituídos

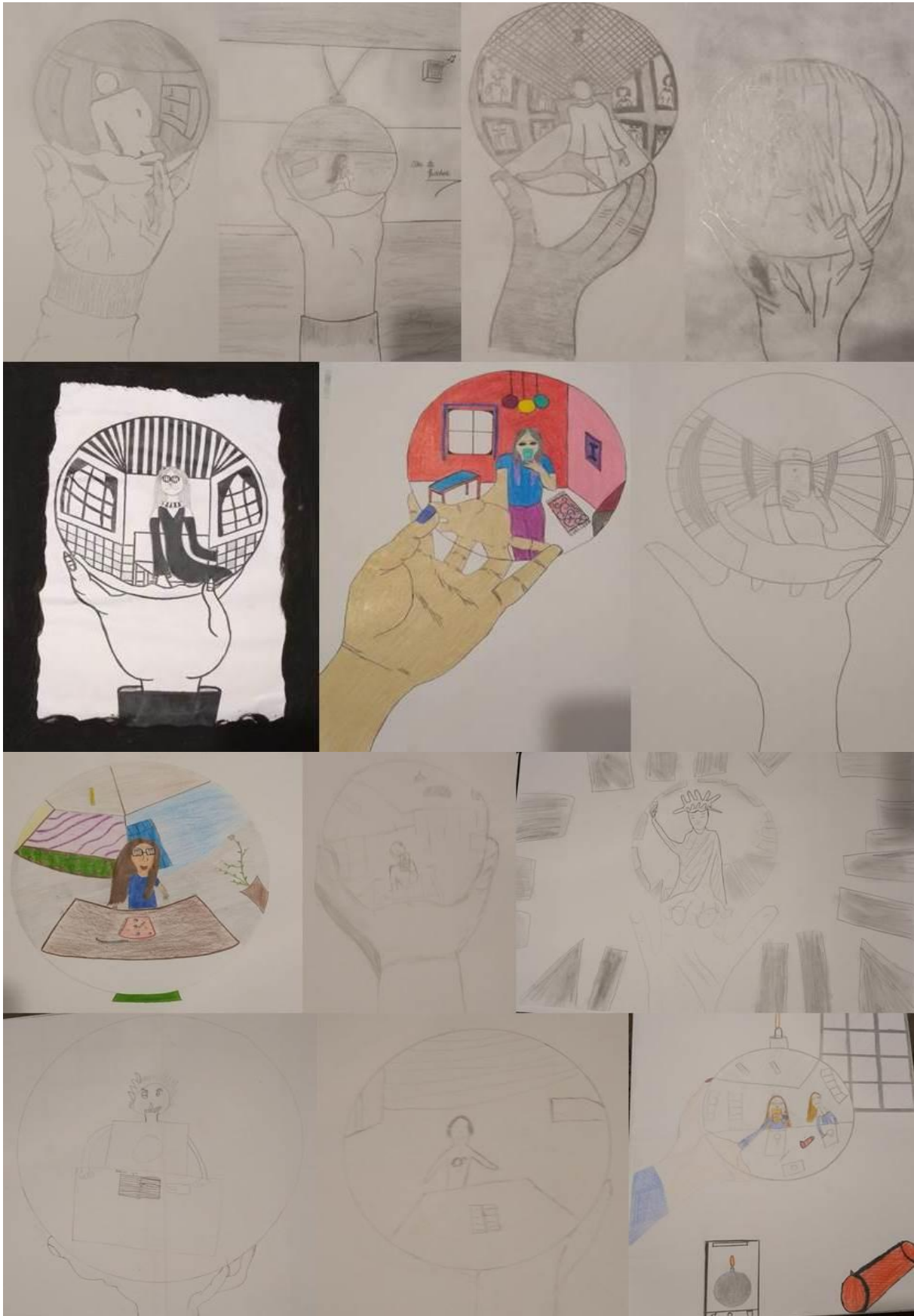












Fonte: os estudantes

**ANEXO 9 – CADERNO PEDAGÓGICO DESENVOLVIDO COMO PRODUTO DO
MESTRADO PROFISSIONAL**

VIDA E OBRA DE M.
C. ESCHER

EDUCAÇÃO LIBERTÁRIA:
A RELAÇÃO ENTRE A CONCEPÇÃO
FREIREANA E ARTE

A CONTRIBUIÇÃO DA TEORIA
DO AGIR COMUNICATIVO
PARA A EDUCAÇÃO

CONJUNTO DE
ATIVIDADES

CADERNO PEDAGÓGICO

Crítica estética e ensino de óptica: as
obras de M. C. Escher em contexto de
ação dialógica e ação comunicativa.

Autora: ELIANA LOPES FERREIRA
Orientadora: NOEMI SUTIL

CADERNO PEDAGÓGICO

Critica estética e ensino de óptica: as obras de M. C. Escher em contexto de ação dialógica e ação comunicativa.

VIDA E OBRA DE MAURITS
CORNELIS ESCHER

EDUCAÇÃO LIBERTÁRIA:
A RELAÇÃO ENTRE A CONCEPÇÃO
FREIREANA E ARTE

A CONTRIBUIÇÃO DA TEORIA
DO AGIR COMUNICATIVO
PARA A EDUCAÇÃO

CONJUNTO DE
ATIVIDADES

Autora: ELIANA LOPES FERREIRA
Orientadora: NOEMI SUTIL

Luiz Design
Luiz-on Nascimento



SUMÁRIO

01. Apresentação	Página 1.
02. Maurits Cornelis Escher	
02.1. Sua Formação Inicial	Página 3.
02.2. Suas Viagens e Influências nas Produções	Página 4.
02.3. Temas de Suas Obras	Página 5.
03. Ação Dialógica Freireana	
03.1. Concepções Iniciais	Página 6.
03.2. A Relação da Arte e a Concepção Freireana Libertária	Página 7.
04. Ação Comunicativa Habermasiana	
04.1. Conceitos Iniciais	Página 8.
04.2. A Especificidade do Estético para Habermas	Página 10.
04.3. Sugestão de Vídeos Sobre a Teoria da Ação Comunicativa Voltada à uma Proposta Educacional	Página 11.
05. Conjunto de Atividades	Página 12.
05.1. Circuito de Diálogo	Página 13.
05.2. Experimentação Preliminar à Investigação Científica	Página 18.
05.3. Construção de Imagens para Espelhos Esféricos em Papel Milimetrado	Página 20.
05.4. Uso de Aplicativo em Celular	Página 22.
05.5. Deduzindo a Equação de Gauss	Página 23.
05.6. Construção de Imagens para Lentes Esféricas	Página 24.
05.7. Gincana entre Equipes	Página 25.
05.8. Óptica da Visão e as Produções Artísticas	Página 27.
05.9. Ciência, Arte e Política	Página 29.
05.10. Produções Artísticas a partir da Observação das Obras de M. C. Escher	Página 31.
06. Referências	Página 34.



APRESENTAÇÃO

O presente caderno pedagógico foi desenvolvido no Mestrado Profissional em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, da UTFPR, como uma possibilidade de abordagem da disciplina de Física, que tem em sua essência a reflexão, o diálogo, a experimentação, a criatividade, a argumentação, a pesquisa. Compreende uma abordagem que se apresenta como possibilidade em despertar a curiosidade e o desejo de aprender nos estudantes, favorecendo assim o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico.

As atividades aqui propostas relacionam Física, Biologia, História, Filosofia e Arte em concepção dialógica-problematizadora, proposta por Paulo Freire, e da ação comunicativa, desenvolvida por Jürgen Habermas, recorrendo ao estudo da vida e obras de Maurits Cornelis Escher, para o ensino da Óptica. Tal associação “favorece a apropriação, o diálogo e a negociação, características necessárias na construção de uma nova organização social em que devem participar atores diferentes, dada a complexidade atual”. (CARVALHO, 2006, p. 12)

Importante salientar que os encaminhamentos aqui descritos não constituem algo fechado, infalível, um guia a ser seguido com rigidez. As atividades foram desenvolvidas durante a pesquisa respeitando as especificidades e necessidades de cada turma. Sendo assim, sugere-se que adaptações sejam feitas no intuito de tornar esse caderno pedagógico pertinente a cada realidade.

Algumas práticas requerem materiais específicos, mas que podem ser substituídos, adaptados sem perder seu potencial pedagógico junto aos estudantes, como no caso dos diferentes tipos de espelhos e lentes. Se a escola não possuir conjunto de lentes e espelhos esféricos, pode substituir por colheres e conchas polidas, no caso dos espelhos e diferentes recipientes cheios de água, no caso das lentes. O importante é aproximar os estudantes da experimentação para a construção dos conceitos.

O processo dialógico e argumentativo que fundamenta esse caderno merece atenção especial. Se os estudantes já tiveram experiências anteriores, ainda que em outras disciplinas, em processos argumentativos, o desenvolvimento dessa proposta provavelmente será mais satisfatório. No entanto, se essa não é uma prática com os atores, o(a) professor(a) terá que insistir mais, rever alguns encaminhamentos até que os estudantes ganhem confiança, compreendam a dinâmica e a nova postura do(a) professor(a), se sentindo assim livres de qualquer forma de coerção, favorecendo o amadurecimento do processo argumentativo.

Para atender seus objetivos, esse caderno conta, inicialmente, com informações sobre a vida e obra de Maurits Cornelis Escher, na sequência há um resgate conceitual trazendo as principais concepções da ação dialógica freireana e na sequência da ação comunicativa habermasiana. Conta ainda com uma sessão de links de vídeos postados no YouTube, em que a autora explicita com mais detalhes como a proposta da Teoria da Ação Comunicativa pode ser explorada em uma proposta pedagógica de acordo com o filósofo Eldon Mühl em sua tese de doutorado. Por fim, é proposto um conjunto de atividades envolvendo a Óptica a partir das construções conjuntas.

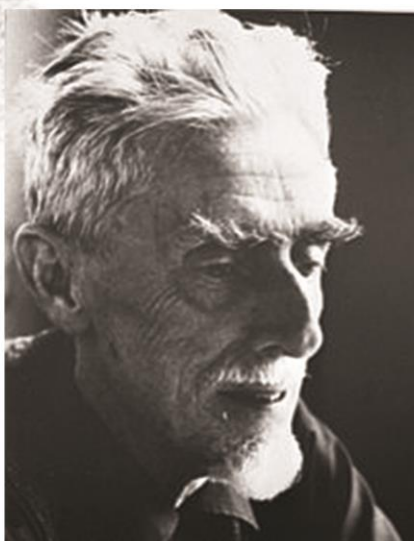
No mais, se os encaminhamentos forem desenvolvidos segundo as concepções que os fundamentam, caro (a) professor (a) você poderá experimentar uma forma muito interessante de aproximar seus estudantes da Física. Poderá vislumbrar não mais apenas pessoas que se apropriam de conceitos fragmentados, aistóricos, lineares e desconexos, mas sim, protagonistas que se posicionam frente a situações que até então viam como naturalizadas, mas que contribuem para a alienação e dominação de um ser sobre o outro.

Bom trabalho e bons resultados!

A autora.



MAURITS CORNELIS ESCHER



Fotografia de Maurits Escher, por Hans Peters, em 23 de Novembro de 1971.
Fonte: Ga het na (Nationaal Archief NL).

Sua Formação Inicial

Filho de engenheiro civil, Escher nasceu em Leeuwarden, em 17 de junho de 1898, ao norte da Holanda e era o caçula de quatro irmãos. Ainda criança, Escher e sua família mudaram para a cidade de Arnhem também na Holanda, onde frequentou a escola primária e secundária até 1918. Mauk, como era chamado pelos amigos e familiares tinha saúde frágil e não se mostrou um aluno brilhante no período escolar, na verdade, segundo Ernest (2013) a escola se mostrava como um pesadelo para o menino que tinha momentos de alívio apenas nas aulas de desenho.

Em 1919, foi para Haarlem frequentar a escola de Arquitetura e Artes decorativas, pois sua família, em especial seu pai, possuía aspirações de que ele se formasse em algum curso da área das ciências exatas, aproveitando o talento artístico que aflorava (ERNEST, 2013). Em pouco tempo, Samuel Jesserun de Mesquita, professor português, judeu, especialista em técnicas de gravura, percebeu que as aptidões de M. C. Escher se inclinavam muito mais para as Artes decorativas e o incentivou a deixar a Arquitetura e em pouco tempo ele já dominava a técnica da xilogravura.

Dois anos mais tarde, o jovem holandês deixou a escola de Arte para trilhar seus próprios passos, validado por seu mestre Mesquita, com quem manteve contato até sua morte em 1944 pelos nazistas.

Suas Viagens e Influências Nas Produções

Em 1922, aos 24 anos, Escher viaja duas vezes para a Itália iniciando seus trabalhos com xilogravuras das paisagens italianas e ele demonstra grande interesse por arquitetura com elementos romanos, gregos e sarracenos (ERNEST, 2013). Em uma dessas viagens, em 1924, encontrou Jetta Umiker, pintora e desenhista que se tornaria sua esposa. Após o casamento, em 12 de junho de 1924, passaram a morar em Roma, onde nasceu seu primeiro filho em 1926. Escher viajava todas as primaveras por várias regiões da Itália em busca de paisagens para suas produções em companhia de outros pintores.

Segundo Ernest (2013), o clima político na Itália, por Mussolini, tornou-se insustentável para Escher, ainda que ele não tivesse o menor interesse pelo assunto, se opunha ao fanatismo, à hipocrisia e o fato do seu filho mais velho, aos nove anos, ter sido obrigado a vestir um uniforme da Opera Nazionale Ballila, na escola, foi o estopim para que o artista e sua família mudassem para Suíça, onde moraram por dois anos. Pouco inspirado pelas paisagens cobertas por neve, o artista iniciou uma época de viagens em grande parte pelo sul da Espanha que culminaram em grande influência nas obras que ele viria a desenvolver. Em Granada, de forma especial, iniciaram seus estudos na divisão regular da superfície a partir de observações nas decorações de teto e chão e ornamentos mouriscos.

Entre 1937 e 1941, Escher e sua família viveram na Bélgica até que o exército alemão forçou sua ida para Holanda, em especial para Baarn. Apesar de a região possuir um clima que não contentava o artista, pois era frio, úmido, quase sem Sol, tinha sossego para a criação de suas obras.

Em 1970, mudou-se para uma casa onde artistas idosos possuíam espaço adequado para desenvolver suas obras e terem cuidados especiais, a Casa Rosa Spier, em Lauren, ao norte da Holanda. No dia 27 de março de 1972, Escher morre no hospital Diakonessenhuis, em Hilversum.



Hand with reflecting sphere (1935) - Maurits Cornelis Escher (1898 - 1972).
Fotografia por: Pedro Ribeiro Simões, Museu de Arte Popular, Lisbon, Portugal, em 16 de dezembro de 2017. The Escher Foundation Collection.

Temas de Suas Obras

Interpretar as obras de Escher requer um tanto de abstração, conhecimento do contexto e uma dose de liberdade. Liberdade no sentido do observador buscar em sua própria história elementos para interpretar as produções a partir de suas intenções. As produções de Escher depois de 1937 não representam belas paisagens admiradas pelo artista, mas causam no receptor, reações diversas.

Na verdade Escher teve muitas dificuldades em ter suas produções artísticas reconhecidas e apreciadas com a devida atenção. O principal motivo talvez fosse o fato de não se encaixarem em nenhum padrão estabelecido pelos críticos. Inicialmente apenas os matemáticos, físicos e cristalógrafos demonstraram interesse por suas obras. Ainda que os críticos não lhe dessem trégua, patrocinado durante muitos anos, inclusive depois de casado, por seu pai que era bem sucedido financeiramente, Escher ignorava os comentários e seguia seu fascínio. De forma esquemática, segundo Ernest (2013) a gênese de suas obras pode ser organizada de acordo com o quadro 1:

Quadro 1: Gênese das produções de M. C. Escher.

Tema	Categoria	Época de maior dedicação	Principal produção
Estrutura do espaço	Paisagens	1922~1937	Castrovalva (1930)
	Interpenetração de mundos		Três mundos (1955)
	Sólidos abstratos	Estrelas (1948)	
Estrutura de superfície	Metamorfoses	1937~1945	Dia e noite (1938)
	Ciclos		Espelho mágico (1946)
	Aproximação ao infinito	1956~1970	Limite circular III (1959)
Relação entre espaço e superfície	Conflito espaço-superfície		Dragão (1952)
	Perspectiva	1946~1956	Em cima e em baixo (1947)
	Figuras impossíveis		Galeria de arte (1956)

Fonte: A autora.

Em várias declarações, Escher reforça que suas obras não tinham viés político, tampouco tinham caráter denunciativo. No entanto, ao se realizar uma análise consistente do período histórico das produções do artista e principalmente de seus conteúdos, pode-se compreender o quanto a História se faz presente em suas criações.

AÇÃO DIALÓGICA FREIREANA

Concepções Iniciais

"O homem não é uma ilha. É comunicação. Logo, há uma estreita relação entre comunhão e busca"

(FREIRE, 1981, p. 14).

Nesse sentido, é indispensável que o homem tome consciência de que ele não está no mundo, mas com o mundo para que, segundo Freire (1981), possua capacidade de atuar e refletir de forma compromissada, ou seja, transformando-se em um ser da práxis.

Na busca do ser mais o homem precisa superar a curiosidade ingênua, desarmada e pertencente ao senso comum, pela curiosidade crítica, epistemológica, rigorosa cognitivamente, insatisfeita e indócil (FREIRE, 2015a). O homem precisa aprender

a dizer sua palavra para que simultaneamente se humanize e humanize o mundo onde está inserido (FREIRE, 2015b).

Para Freire (2015b), a palavra é o instrumento, é o início da comunicação, ou seja, é o próprio diálogo. É através da palavra que se torna possível a imersão no mundo das consciências, de forma colaborativa e dialógica. No entanto se a palavra for usada pelo educador apenas por sua sonoridade, como forma de memorização desvinculada da realidade, na sua forma oca, enfatizando discursos, ela irá desencadear posições ingênuas que, segundo Freire (1967), minimizam posicionamentos indagadores, inquietos, criativos favorecendo assim a passividade e a inautenticidade frente ao conhecimento.

Na constituição da consciência o processo de interrogação não é apenas especulativo, pois a busca pela totalização da consciência é quem a provoca a totalizar-se, apresentando e elaborando assim, o mundo, ultrapassando obstáculos por hora intransponíveis, proporcionando o envolvimento reflexivo para julgar e julgar-se (FREIRE, 2015b).

Nesse sentido o diálogo se mostra como condição de existência dos sujeitos. Diálogo este que deve estar pautado em humildade, amor, fé nos homens, confiança, esperança e pensar crítico para que de forma horizontal aconteça a pronúncia do mundo, que nesse caso é condição para a existência humana dos sujeitos, segundo Freire (2015b).

A Relação da Arte e a Concepção Freireana Libertária

Poucos estudos apontam, mas Paulo Freire também desempenhou importante influência, assim como foi influenciado, pela educação com viés artístico (BARBOSA, 1996).

“A necessária promoção da ingenuidade à criticidade não pode ou não deve ser feita à distância de uma rigorosa formação ética ao lado sempre da estética” (FREIRE, 2015a, p.34).

Tal relação pode ser evidenciada ao analisar detalhadamente as produções e pesquisas de Noemia de Araújo Varela e Ana Mae Barbosa. Especialmente Varela traz informações por seu pensamento baseado nas teorias críticas que se mostra muito coerente e alinhado com as concepções propostas por Freire em suas produções.

A estreita e pouco explorada relação de Freire com a Arte pode ser percebida em uma passagem de sua obra, *Pedagogia da Indignação*, em que menciona o uso de codificações através de produções artísticas, como possibilidade de desvelamento da atividade cultural humana pelas produções artísticas de Francisco Brennand. Para Freire, Arte e estética eram entendidas como dimensões humanas imprescindíveis para o processo educacional.

O processo educacional nas concepções descritas pode acontecer seja no nível de alfabetização para crianças ou adultos analfabetos ou mesmo de adolescentes que visam o próprio pensar. O fundamental é que haja a superação do mero ler, escrever e contar pela formação de pessoas com criticidade e curiosidade aguçada, raciocínio que preveja riscos, e sejam constantes questionadoras (FREIRE, 2015c).

AÇÃO COMUNICATIVA HABERMASIANA

Conceitos Iniciais

A racionalidade cognitivo-instrumental orienta ainda hoje a maioria dos projetos educacionais conduzindo os indivíduos à situação de alienação que favorece e legitima diversos tipos de barbáries. Ainda esperançoso quanto ao projeto de racionalidade, Habermas, de acordo com Mühl (2003) propõe um novo conceito de racionalidade através da linguagem intersubjetiva e interativa que se mostra capaz de desenvolver a identidade dos sujeitos.

Nessa abordagem:

"A linguagem deve ser entendida não apenas como um processo de representação, mas como um recurso pragmático da interação dos seres humanos entre si" (MÜHL, 2003, p. 162).

Essa proposta foi desenvolvida na principal obra de Jürgen Habermas, a Teoria do Agir Comunicativo em 1981, que apresenta orientações para o desenvolvimento de uma proposta educacional crítica e emancipatória, através da reconstrução da pragmática que rompe com as concepções tradicionais em torno do conhecimento e da linguagem. A linguagem passa então, a ser condição para o entendimento e para a integração social (BASTOS; OLIVEIRA, 2006).

Para Habermas (2012b), a sociedade deve ser entendida como mundo da vida e como sistema que se opõem e se complementam entre si. O mundo da vida é conceituado como o pano de fundo, ou seja, contexto onde ocorre a práxis comunicativa para o entendimento e o consenso. O sistema, por sua vez e de acordo com Mühl (2003), deriva da racionalização do mundo da vida. Ambos, mundo da vida e sistema, formam, dialeticamente, o modo de ser da sociedade.

Nesse entendimento, quando o sistema, por mediações bastante calculadas e organizadas dos subsistemas político (poder) e econômico (dinheiro), se sobrepõe ao mundo da vida, acontece uma modificação na influência de um sobre o outro e tem-se a denominada "colonização do mundo da vida".

Tal patologia social se caracteriza pela instrumentalização do mundo de vida e a supressão da comunicação a partir da violência estrutural. No entanto, de acordo com Mühl (2003), Habermas vê nesse sintoma uma possibilidade inerente ao processo de racionalização, uma vez que apenas através do mundo da vida é que o sistema tem a capacidade de se institucionalizar, ou seja, depende dele.

As patologias proporcionadas pela colonização do mundo da vida vão desde a perda da liberdade, do sentido até o empobrecimento cultural. Essa última, a partir ingresso da cultura de especialistas, segundo Mühl (2003), ameaça o mundo da vida, pois minimiza o poder crítico e transformador da sociedade.

No contexto do sistema educacional, pode-se ainda considerar outras consequências da colonização do mundo da vida, como a burocratização que pode comprometer a realização dos reais objetivos da escola.

Dessa forma, torna-se evidente a necessidade da reconstrução do que se entende por racionalidade recorrente à comunicação. Habermas entende que as diversas formas de invasão podem ser problematizáveis através da ação comunicativa, ou seja, há a possibilidade de se entrar em estado de discurso possibilitando que o ser humano possa resistir à sua desnaturalização e garantir sua autoconservação.

“Por isso, acredita ele, sempre haverá resistência e possibilidade de emancipação.” (MÜHL, 2003, p. 213)

A Especificidade do Estético para Habermas

Na busca pela formação de um sujeito autoconsciente, capaz de interação e comunicação livre, a experiência estética da autonomia do sujeito se mostra imprescindível.

Segundo Amey (1991), Habermas propõe uma reativação da comunicação que a arte pode proporcionar favorecendo uma reinterpretação do mundo vivido, através da relação simultânea entre a experiência estética, formas institucionais e racionalidade intersubjetiva. Dessa forma, a arte pode intervir no âmbito cognitivo e nas expectativas normativas de tal forma que estabeleça novas formas de inter-relações.

No processo de construção da autonomia artística, acontece a formação da experiência estética que se traduz na autonomia do sujeito, uma vez que o conceito repressivo de homem cristão tradicional, que advém do pecado, é superado pelo conceito de homem livre, autônomo (MARKERT, 2007), se tornando assim possibilidade de resistência a poderes.

Habermas considera a estética e as produções artísticas sobre dois aspectos, o histórico-sociológico e o filosófico, remetendo-os à Teoria do Agir Comunicativo, sob a expectativa de uma reativação do poder iluminador das obras de arte (BARBOSA, 2004).

Segundo Amey (1991), Habermas entende a arte através de um viés extra-estético da intercompreensão linguística e com seu caráter de processo comunicável que está extremamente relacionado à autonomização da esfera estética. Nessa concepção, arte é emancipação, desconceitualização do mundo proporcionando criticidade sobre a linguagem, interligando-se na instância estética e proporcionando não mais experiência apenas sobre si, mas também sobre o outro, agindo sobre a sociedade e podendo se tornar criadora de normas.

Nessa perspectiva, a arte pode ser entendida como produção de um sujeito criativo que procura representar simbolicamente o belo objetivando que outros sujeitos possam reconhecer as imagens de um mundo não alienado e apresentar, através de seu estado de plena liberdade, nova relação humana para trabalho e felicidade (MARKET, 2007).

Ainda segundo Barbosa (2004), a emancipação da consciência estética (formas abertas de arte) proporcionada pela arte moderna tem conexão com o desenvolvimento da consciência moral e competência estética e se associa à imagem de um sujeito emancipado.

Sugestão de Vídeos Sobre a Teoria da Ação Comunicativa Voltada à uma Proposta Educacional

Os links que seguem foram utilizados pelos professores como imersão na proposta habermasiana para desenvolver o caderno pedagógico e estão sendo disponibilizados para quem acreditar que requer melhor compreensão em torno da teoria da ação comunicativa.

1. Introdução à utilização das concepções habermasianas para a construção de uma proposta educacional:

<https://www.youtube.com/watch?v=kBdDgJWdOrQ&t=106s>



2. Proposta educacional em contexto da ação comunicativa:



<https://www.youtube.com/watch?v=2KbNs4BvnBM&t=112s>

3. Ação comunicativa e o contexto escolar:

https://www.youtube.com/watch?v=hVjk88__M9s&t=47s





CONJUNTO DE ATIVIDADES

O conjunto de atividades desenvolvido é composto de encaminhamentos que priorizam o diálogo entre professores e estudantes, bem como o desenvolvimento da reflexão e da criticidade, sempre respeitando diferentes pontos de vista na busca pelo melhor argumento para a construção de conceitos e proposições de forma conjunta. Nos encaminhamentos das atividades, um professor pode solicitar a presença de outro objetivando uma ampliação de pontos de vista diversos.

A organização inicial dos estudantes constitui uma etapa muito relevante para que os resultados possam ser satisfatórios. Sendo assim pode-se, de forma dialógica com os estudantes, estabelecer alguns critérios para organizar as equipes que irão desenvolver a proposta, como: limitar o número de estudantes por equipe; solicitar que haja diversidade quanto ao sexo dos estudantes que compõem as equipes; entre outros que os participantes julguem necessários. É importante explicitar aos estudantes a pertinência em manter a constituição da equipe durante todo o desenvolvimento do conjunto de atividades.

Com as equipes constituídas, sugere-se solicitar que os estudantes escolham um nome para dar à sua equipe, visando colaborar no processo de formação da identidade dos estudantes. Dessa forma, sempre que o professor precisar se referir a uma equipe específica, chama-a pelo nome que pode ainda vir a desencadear projetos posteriores. Como sugestões de direcionamento desses nomes, tem-se: (i) o nome de um(a) cientista brasileiro(a) ainda atuante como pesquisador(a); (ii) o nome de projetos de pesquisa em andamento em universidades, e assim por diante.

Os encaminhamentos estão organizados de uma forma que sugere certa sequência. No entanto não há a necessidade de que seja seguida metodicamente. Cada professor(a) poderá reestruturá-la e redirecioná-la a partir de sua realidade. Para cada atividade são elencados seus objetivos, materiais necessários, a organização prévia necessária, o tempo estimado para seu desenvolvimento, sua sugestão de descrição.

Atividade 1 Círculo de Diálogo



Fonte: A autora, 2017.

1.1 Objetivo:

- >Estimular a pesquisa;
- >Colaborar com a comunicação entre os estudantes;
- >Potencializar o processo argumentativo entre os envolvidos;
- >Favorecer o desenvolvimento da criatividade e da criticidade junto aos estudantes;
- >Proporcionar aos envolvidos o acesso a conhecimentos científicos;
- >Despertar nos estudantes o protagonismo no processo de ensino e aprendizagem.

1.2 Materiais necessários:

- >Fontes para pesquisa diversos: textos de sites, livros didáticos, revistas;
- >Multimídia: celular, notebook ou tablete; acesso a internet (opcional);
- >Caixa com instrumentos ópticos como: espelhos planos e esféricos, laser, lentes esféricas. (Pode-se pedir que os estudantes tragam tais materiais caso a escola não possua);
- >Portfólio;
- >Espaço com organização em equipe.



1.3 Organização prévia:

- >Solicitar que os estudos tragam para a sala de aula material para pesquisa sobre:
 - (a) vida e obra de M. C. Escher;
 - (b) contexto histórico mundial no período em que Escher viveu;
 - (c) principais obras do artista em questão;
 - (d) diferentes definições para luz ao longo da história da ciência e a mais atual;
 - (e) os três princípios básicos da óptica geométrica;
 - (f) reflexão da luz em espelhos planos e esféricos.



1.4 Tempo estimado da atividade:

- >Responder as questões diretas de estudo: 03 aulas de 50 min cada;
- >Discussão entre as equipes: 04 aulas de 50 min cada, podendo sofrer alterações de acordo com as especificidades da turma.

1.5 Descrição detalhada da atividade:

>Proponha às equipes que respondam questões diretivas de estudo, em seus portfólios. Deve-se deixar claro que os estudantes farão tentativas de respostas, chamadas de respostas provisórias. A validação dessas respostas acontecerá de forma coletiva, em momento posterior, com todos os alunos da turma.

>Há uma indicação de tempo para desenvolver a atividade, mas com a colaboração dos próprios estudantes, definam um tempo para que essa etapa seja concluída, evitando que os estudantes se dispersem com assuntos alheios à atividade.

>Para maximizar o tempo da atividade, use estratégias para propor as questões diretivas de estudo às equipes. Sugere-se usar email, grupo no aplicativo Whatsapp, projetar na sala de aula ou ainda levar impresso.

>Abaixo seguem sugestões de questões diretivas de estudo. É importante que haja uma questão para cada equipe formada, ou seja, se forem formadas 07 equipes na sala, é fundamental que existam ao menos 07 questões para que o próximo passo seja desenvolvido de forma satisfatória.

1) Pesquise e aponte informações sobre os principais acontecimentos na vida e obra do artista Maurits Cornelis Escher.

2) Procure estabelecer relações entre suas produções e o contexto histórico que influenciou o artista.

3) Analise as produções do artista e procure dividir suas produções em períodos. Sua equipe identifica relações entre tais fases e o contexto histórico?

4) Escolha uma produção artística de Escher e mencione o que mais chamou atenção da sua equipe ao observá-la.

5) A grande maioria das produções utiliza contraste entre claro e escuro, ou seja, presença e ausência de luz. Nesse sentido pesquisar a concepção para luz desde as primeiras tentativas de compreendê-la até a teoria mais aceita nos dias de hoje.

6) Quais são os três princípios básicos da óptica geométrica? Para cada um, mencione um exemplo e explore uma produção de M. C. Escher que possa ser usada por sua equipe para explicar tais princípios.

7) Um importante fenômeno óptico é a reflexão. Pesquise como a reflexão ocorre nos espelhos planos e nos espelhos esféricos.

>Com as equipes reunidas para responder as questões diretivas sente com os estudantes para ouvir, orientar, estimular questionamentos, acalmar possíveis desentendimentos, sugerir outros apontamentos, compreender a organização da equipe, acompanhar o processo argumentativo estabelecido entre os estudantes. É fundamental que nessa etapa o professor não responda qualquer uma das questões propostas aos estudantes, mas apenas os oriente através de outras questões ou sugestões, para que os estudantes esbocem suas conclusões sem qualquer imposição do professor.

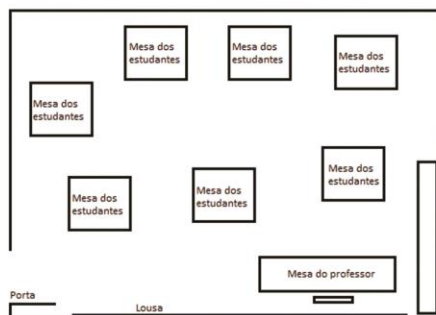
>Oriente seus estudantes que todas as anotações sejam realizadas no portfólio. Converse com os estudantes sobre a importância do erro na história da Ciência, uma vez que esse medo de errar pode ser um fator que pode comprometer esse tipo de atividade. Reforce que deverão propor respostas provisórias e que provavelmente irão sofrer alterações e que isso é um processo muito produtivo.

>Quando as equipes sinalizarem que concluíram as respostas provisórias, é o momento de iniciar a discussão no grande grupo. Crie uma organização para que as equipes se apresentem. Segue uma sugestão de organização:

1) Sorteie uma questão para cada equipe responder. Não faça isso antes das equipes acabarem a etapa anterior, pois os estudantes podem se preocupar mais apenas com sua questão comprometendo o processo argumentativo.

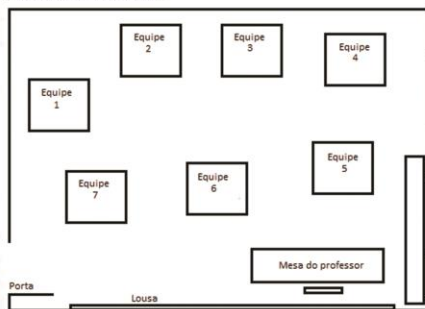
2) Estabeleça uma ordem para que todas as equipes possam responder e colaborar nas questões das demais equipes. Como sugestão de organização de sala, pode-se estabelecer uma ordem em sentido horário para as participações das equipes. Suponha que a sala esteja organizada de acordo com a figura 1:

Figura 1: Organização do espaço escolar para o círculo de diálogo.



Fonte: a autora.

Figura 2: Organização do espaço escolar para o círculo de diálogo, com nome das equipes.

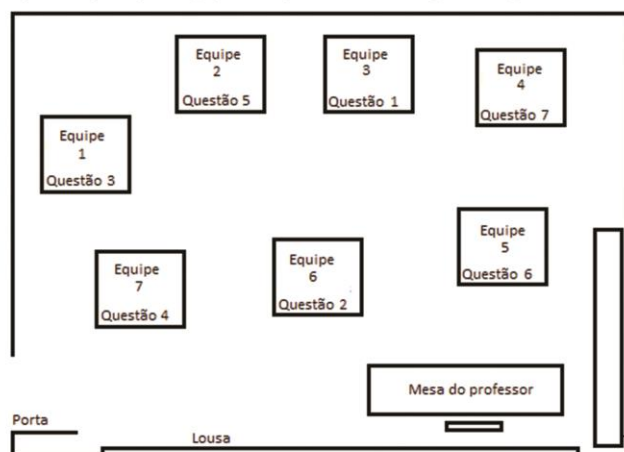


Fonte: a autora.

Lembre-se que nesse momento cada equipe já possui um nome, mas aqui nesse exemplo elas receberam um número de 1 a 7, ficando organizadas conforme a figura 2.

>Vamos supor ainda que o sorteio delegou à cada equipe as questões representadas na figura abaixo:

Figura 3: Organização do espaço escolar para o círculo de diálogo, com as questões.



Fonte: a autora.

Dessa forma a primeira equipe que irá se apresentar é a equipe 3. Ela deverá expor sua resposta provisória para a turma e a professora em momento algum deverá corrigir, aprovar ou complementar a resposta apresentada, essa tarefa caberá às demais equipes. Na sequência, a equipe 4 terá a oportunidade de corrigir a resposta da equipe 3, acrescentar informações ou ainda concordar com ela, depois será a vez da equipe 4, em seguida a 5 e assim por diante, até que todas as equipes tenham a oportunidade de se pronunciar. Pode ser necessária uma segunda rodada de considerações, pois novas ideias e pontos de vista poderão surgir. É importante prezar pela ordem para que todos tenham a mesma oportunidade de fala. Se informações importantes foram omitidas durante o processo argumentativo, o professor poderá complementar ou ainda sugerir novas questões para que possam ser contempladas. Na sequência será a vez da equipe 6 responder a questão 2, dessa forma a primeira equipe a acrescentar será a 7, depois a 1 e assim por diante.

>Durante o processo argumentativo estabelecido é interessante que em determinados momentos o professor proponha questões desafiadoras para as equipes resolverem entre 3 e 5 min para que possa avaliar se os estudantes estão se apropriando dos conhecimentos científicos e se está acontecendo o diálogo entre os integrantes da equipe. Sugere-se que as equipes entreguem sua resposta à questão proposta para a professora sem que as demais equipes tenham acesso a ela, minimizando assim que haja interferência nas informações a serem analisadas.

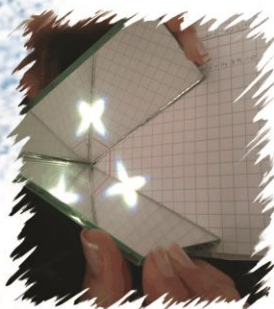
>A sugestão é que essa atividade seja transformada em uma espécie de jogo, servindo ainda como avaliação do processo. O quadro 2 apresenta uma sugestão que pode ser usada organizando os pontos que cada equipe pode adquirir durante o processo.

Quadro 2: Organização dos critérios para avaliar o círculo de diálogo.

Critério	Pontuação associada	Equipe 1	Equipe 2	(...)	Equipe 7
Possuir material para pesquisa	1 Por estudante				
Responder sua questão	6 Para resposta completa				
Acrescentar/corrigir respostas dos demais	1 Por intervenção				
Responder desafios relâmpagos	1 Por resposta				
Punições	- 1 Por ocasião				
14 pontos = "média" do valor total da atividade					

Fonte: a autora.

Atividade 2 Experimentação Preliminar à Investigação Científica



Fonte: A autora, 2017.

2.1 Objetivo:

- >Estimular a curiosidade e a experimentação;
- >Favorecer o desenvolvimento da criatividade e da criticidade junto aos estudantes;
- >Despertar nos estudantes o protagonismo no processo de ensino e aprendizagem.

2.2 Materiais necessários:

- >Dentro das possibilidades da escola, organizar uma caixa com instrumentos ópticos diversos, como: espelhos planos e esféricos, laser, lentes esféricas, espelhos associados, lâmpadas pontuais e extensas.
- >Portfólio para realizar todas as anotações durante o desenvolvimento das atividades;
- >Preferencialmente que o dia esteja ensolarado.



2.3 Organização prévia:

- >Preparar a caixa com materiais ópticos diversos.



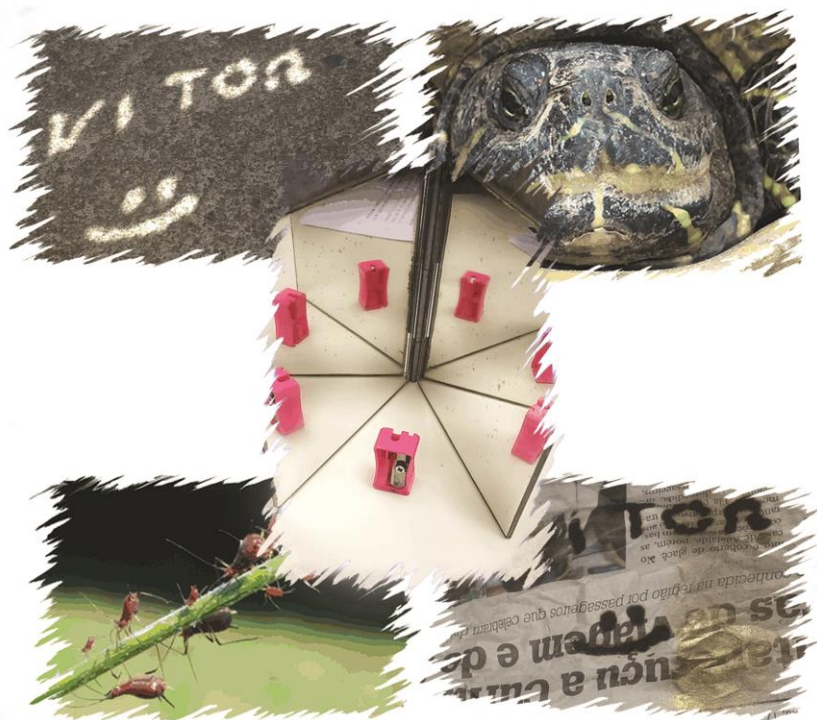
2.4 Tempo estimado da atividade:

- >Uma aula de 50 min.

2.5 Descrição detalhada da atividade:

- >Nesse momento o importante é primar pela liberdade dos estudantes quanto ao manuseio dos instrumentos ópticos: associar espelhos, utilizar lupas, óculos, laser, etc.
- >Favoreça que os estudantes possam realizar diferentes combinações com os instrumentos disponíveis.
- >Solicite que anotem resultados interessantes em seus portfólios, filmem, fotografem para expor para a turma em momento posterior.
- >Na sequência sugira que uma equipe visite outra conhecendo assim impressões distintas as suas.
- >Ainda que surjam questionamentos, não apresente respostas prontas aos estudantes. Sugira que realizem pesquisa ou que aguardem os próximos encaminhamentos.

Exemplos de atividades desenvolvidas.



Fonte: A autora, 2017.

Atividade 3

Construção de Imagens para espelhos esféricos em papel milimetrado



3.1 Objetivo:

- >Estimular a pesquisa;
- >Proporcionar aos envolvidos o acesso a conhecimentos científicos sobre formação de imagens para espelhos;

Fonte: A autora, 2017.

3.2 Materiais necessários:

- >03 folhas de papel milimetrado A4 por estudante;
- >01 régua;
- >Lápis ou lapiseira com a ponta bem fina;
- >Espelhos planos e esféricos;



3.3 Organização prévia:

- >Pesquisa prévia sobre formação de imagens em espelhos esféricos.



3.4 Tempo estimado da atividade:

- >Duas aulas de 50 min cada.

3.5 Descrição detalhada da atividade:

>Usando o papel em posição retrato, passe um traço horizontal, dividindo folha em duas partes.

>Solicite que no centro da metade da primeira folha do papel milimetrado, cada estudante desenhe um pedaço de espelho côncavo com 4 cm de raio de curvatura e a partir disso marque os elementos do espelho segundo o material utilizado para consulta.

>Em seguida peça para que os estudantes desenhem uma seta na frente do espelho representando, assim, um objeto luminoso, com 1 cm de altura e espessura desprezível.

>Para os espelhos côncavos, esse esquema deve se repetir cinco vezes, pois a cada situação, uma imagem distinta será formada.

>Os cinco casos a serem desenhados são: (1) objeto antes do centro de curvatura, (2) objeto sobre o centro de curvatura, (3) objeto entre o centro de curvatura e o foco principal, (4) objeto sobre o foco principal, (5) objeto entre o foco principal e o vértice do espelho.

>Para o caso do espelho convexo, apenas um desenho deve ser solicitado, uma vez que independente da posição do objeto, a imagem sempre apresentará as mesmas características.

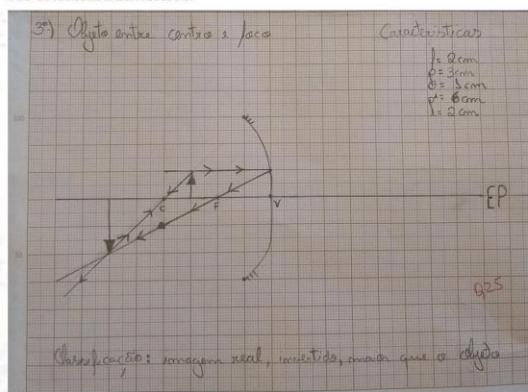
>Para realizar os desenhos da maneira adequada, as equipes precisarão pesquisar o comportamento de alguns feixes luminosos, os raios notáveis, para os espelhos esféricos em seus materiais de apoio.

>Proponha agora que os estudantes classifiquem as imagens obtidas quanto a sua natureza, orientação e tamanho em relação ao objeto.

>Para o sucesso de etapas posteriores, peça que a partir dos desenhos obtidos, os estudantes realizem medições e anotem junto ao desenho, como: distância focal do espelho (f), posição do objeto em relação ao vértice do espelho (p), altura do objeto (o), distância horizontal da imagem até o vértice do espelho (p'), altura da imagem (i).

>Na figura 4 há um exemplo de resultado esperado:

Figura 4: Fotografia de exemplo de produção de acordo com os encaminhamentos.



Fonte: A autora, 2017.

>Como é possível observar na figura 4, em cada folha de papel milimetrado pode-se realizar dois dos seis casos solicitados.

>A cada desenho finalizado, solicite que o estudante reproduza o caso na prática, usando o espelho para verificar se há semelhança entre a teoria e a prática.

>Peça que todas as impressões, dúvidas e curiosidades sejam anotadas no portfólio da equipe.

Atividade 4 Uso de Aplicativo em celular



Fonte: A autora, 2017.

4.1 Objetivo:

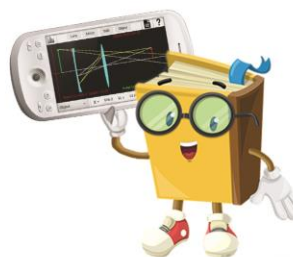
- >Estimular a pesquisa;
- >Potencializar o processo argumentativo entre os envolvidos;
- >Proporcionar aos envolvidos o acesso a conhecimentos científicos sobre formação de imagens para espelhos;
- >Oportunizar que os estudantes explorem tecnologias da informação e comunicação voltadas para a educação;
- >Simular a construção de imagens para espelhos diversos;
- >Despertar nos estudantes o protagonismo no processo de ensino e aprendizagem.

4.2 Materiais necessários:

- >01 smartphone;
- >Espelhos planos e esféricos.

4.3 Organização prévia:

- >Baixar no celular o aplicativo gratuito Ray Optics, disponível apenas para smartphone.
- >Pesquisa prévia sobre formação de imagens em espelhos esféricos.



Acesse o aplicativo
para dispositivos
Android:



4.4 Tempo estimado da atividade:

- >Uma aula de 50 min.



4.5 Descrição detalhada da atividade:

- >Solicite que as equipes façam simulações dos casos já desenhados para que comparem com os resultados obtidos a partir dos desenhos.
- >Peça que analisem os desenhos feitos e as imagens obtidas a partir do aplicativo, realizando anotações no portfólio quando necessário.
- >O aplicativo possui muitas funções, sugere-se explorar antes de apresentar aos estudantes.

Atividade 5 Deduzindo a Equação de Gauss

CONHEÇA MAIS
SOBRE GAUSS!



<https://www.fem.unicamp.br/~em313/paginaas/pesquisas.html>



5.1 Objetivo:

- >Estimular a pesquisa;
- >Proporcionar aos envolvidos o acesso a conhecimentos científicos sobre o estudo analítico dos espelhos esféricos;
- >Favorecer o protagonismo dos estudantes no processo de aprendizagem.

5.2 Materiais necessários:

- >Desenhos construídos anteriormente.
- >Celular com o aplicativo Ray Optics.

5.3 Organização prévia:

- >Não há.



5.4 Tempo estimado da atividade:

>20 min.

Accesse o aplicativo
para dispositivos
Android:



5.5 Descrição detalhada da atividade:

- >Solicite que os estudantes organizem os dados conforme o quadro 3.
- >Peça que observem por alguns instantes os resultados obtidos, na tentativa de encontrar alguma relação matemática entre as grandezas físicas associadas.
- >Espera-se que os estudantes sugiram relações que finalizem na equação de Gauss, caso isso não ocorra o(a) professor(a) pode propor outros questionamentos favorecendo que possam deduzir a equação de Gauss para os espelhos esféricos.
- >Uma boa dica é pedir para que invertam os valores de f , p e p' e observar novamente os valores.
- >O importante é que mais que saber utilizar a equação, os estudantes compreendam a relação que ela apresenta.

Quadro 3: Sugestão de organização de dados.

	f	p	p'	o	i
Caso 1					
Caso 2					
Caso 3					
Caso 4					
Caso 5					
Caso 6					

Fonte: a autora.

Atividade 6 Construção de Imagens para lentes esféricas



6.1 Objetivo:

- >Estimular a pesquisa;
- >Proporcionar aos envolvidos o acesso a conhecimentos científicos sobre formação de imagens para lentes esféricas.

Fonte: A autora, 2017.



6.2 Materiais necessários:

- >03 folhas de papel milimetrado A4 por equipe;
- >01 régua;
- >Lápis ou lapiseira com a ponta bem fina;
- >Lentes delgadas diversas;

6.3 Organização prévia:

- >Pesquisa prévia sobre formação de imagens em lentes delgadas.
- >Celular com o aplicativo Ray Optics.

6.4 Tempo estimado da atividade:

- >Uma aula de 50 min.



6.5 Descrição detalhada da atividade:

- >Os encaminhamentos são os mesmos que os utilizados para os espelhos, apenas deve-se trocar o desenho do espelho pelo desenho representativo de uma lente.
- >Como agora os estudantes já estão com alguns conhecimentos estabilizados, não é necessário que cada um faça todos os desenhos solicitados. Eles podem dividir tarefas e depois observar e julgar os desenhos, antes de entregar.
- >Os casos a serem desenhados também serão os mesmos que para os espelhos.
- >Solicite também que classifiquem as imagens formadas e coletem os valores para as mesmas grandezas como no caso dos espelhos.

Atividade 7 Gincana entre Equipes



7.1 Objetivo:

- >Proporcionar aos estudantes o acesso a conhecimentos científicos sobre conceitos da óptica;
- >Estimular a argumentação entre os estudantes.

Fonte: A autora, 2017.

7.2 Materiais necessários:

- >Todas as produções anteriores dos estudantes;
- >Celular com o aplicativo Ray Optics.



Acesse o aplicativo
para dispositivos
Android:



7.3 Organização prévia:

- >Organizar as questões a serem propostas aos estudantes.

4.4 Tempo estimado da atividade:

- >Uma aula de 50 min.



7.5 Descrição detalhada da atividade:

- >Proponha aos estudantes que respondam a situações problemáticas diversas, uma por vez.
- >No quadro 4 há algumas sugestões de questões que podem ser propostas.
- >Solicite que ao chegarem a um consenso para a resposta ao problema proposto, escrevam-na em um pedaço de papel e entreguem ao (à) professor(a).

>Quando todas as equipes finalizarem, ou dentro de um tempo democraticamente estabelecido, socialize as respostas entre as equipes até que o consenso da turma seja estabelecido.

>Pode ser atribuída pontuação às equipes que acertaram o desafio transformando o encaminhamento em uma espécie de jogo.

Quadro 4: Exemplos de situações problemáticas a serem propostas aos estudantes.

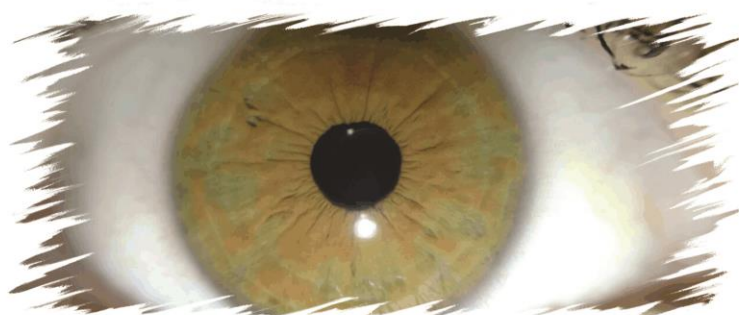
1. Alguns estudantes que participam de um grupo de escoteiro foram realizar uma atividade em uma região de mata e precisavam iniciar fogo, sem possuir qualquer dispositivo como fósforo ou isqueiro. Em todas as equipes havia integrantes que usavam óculos. Quem poderia ceder suas lentes para tentar iniciar fogo, quem usava lentes com bordos finos ou espessos? Justifique a escolha da equipe.
2. Sabendo que ao posicionar a lente a 50 cm de um pouco de gravetos amontoados, estes começam a queimar, responda quanto vale a distância focal dessa lente.
3. Se essa lente for posicionada a 20 cm de uma borboleta, quanto vale a distância da imagem da borboleta à lente?
4. Considerando que a borboleta tem 6 cm de comprimento, com que comprimento um observador veria a imagem da borboleta?
5. Agora, considere que você está em frente a uma árvore de natal que possui bolas grandes e espelhadas. Se a bola tem diâmetro igual a 10 cm e você está a 1 m da bola observada, quanto de altura terá sua imagem formada por essa bola natalina?
6. Em uma propaganda política, determinado candidato apresentou uma cena em que ele estava rodeado de eleitores que o apoiavam, na tentativa de convencer outros eleitores a votar nele, no entanto, um observador atento percebeu que o rosto de algumas pessoas se repetiam. Deduziu que podiam ter aumentado o número de pessoas na cena, associando espelho planos, formando um ângulo entre eles. Sabendo que o observador estava correto e que ao "congelar" a imagem da TV, ele percebeu que uma mesma pessoa era vista 6 vezes na mesma cena, calcule o ângulo formado entre os espelhos planos.

Fonte: a autora.

Atividade 8 Óptica da Visão e as produções artísticas

8.1 Objetivo:

- >Proporcionar aos envolvidos o acesso a conhecimentos científicos sobre a óptica da visão;
- >Estimular a criatividade, a criticidade e a dialogicidade entre os estudantes;
- >Oportunizar que os estudantes relacionem diferentes áreas do conhecimento.



Fonte: A autora, 2017.

8.2 Materiais necessários:

- >Portfólio da equipe;
- >Instrumentos ópticos diversos, de acordo com a necessidade de cada equipe.



8.3 Organização prévia:

- >Pesquisa prévia sobre óptica da visão, tanto humana quanto de diferentes espécies de animais.



8.4 Tempo estimado da atividade:

- >Seis aulas de 50 min cada.

8.5 Descrição detalhada das atividades:

>Com a pesquisa prévia em mãos, solicite que os estudantes sintetizem, em forma de um trabalho escrito, as diferentes partes que constituem o olho humano, suas funções e posicionamento no globo ocular.

>Solicite que esse trabalho componha o portfólio da equipe para que sirva como material de pesquisa para encaminhamentos posteriores.

>Instrua os estudantes a montar um dispositivo que permita simulação da formação de imagens no olho humano para três situações distintas: (i) olho sem qualquer anomalia, (ii) olho com miopia, (iii) olho com hipermetropia, explicitando para cada caso, estratégias de correção.

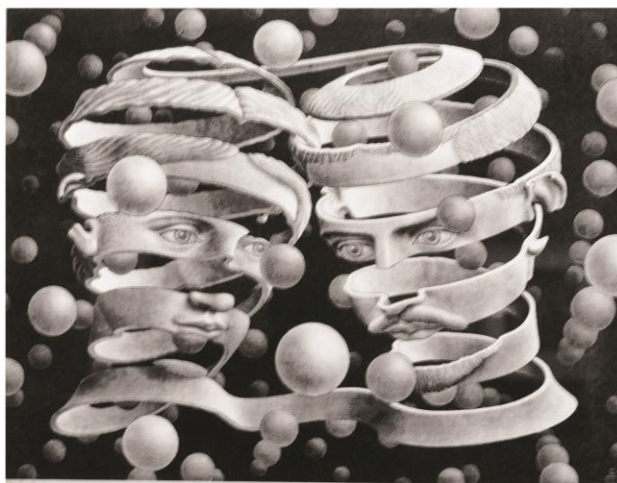
>Peça para que os estudantes filmem, fotografem a utilização do aparato e incluam essas informações no portfólio da equipe.

>Em seguida, proponha aos estudantes que observando obras de M. C. Escher que tenham representação de animais e também seus materiais de apoio previamente trazidos para realizarem um levantamento sobre o formato, funcionamento, posição e especificidade dos olhos de diferentes tipos de animais.

>Solicite que essa atividade componha o portfólio da equipe.

>Como última proposição dessa etapa, solicite que os estudantes pesquisem diferentes obras de M. C. Escher que causam ilusões de óptica em seus observadores.

>Para cada produção, peça que pesquisem como a ilusão é gerada, qual é a parte do olho ou cérebro do observador que a produz. Peça ainda que pesquisem mais formas de enganar o cérebro, através do sentido da visão, montem uma apresentação e mostrem para a turma, anotando sempre todas as informações e impressões no portfólio da equipe.



Bond of Union (1956) - Maurits Cornelis Escher (1898 - 1972). Fotografia por: Pedro Ribeiro Simões, Museu de Arte Popular, Lisbon, Portugal, em 16 de dezembro de 2017. <https://www.flickr.com/photos/pedrosimoes7/39337104382>

Atividade 9 Ciência, Arte e Política



Fonte: A autora, 2017.

9.1 Objetivo:

- >Proporcionar aos envolvidos o acesso a conhecimentos históricos e filosóficos;
- >Estimular a criatividade, a criticidade e a dialogicidade entre os estudantes;
- >Oportunizar que os estudantes relacionem diferentes áreas do conhecimento;
- >Ampliar a visão dos estudantes sobre a arte e suas atribuições;
- >Favorecer o aprimoramento da argumentação junto aos estudantes.

9.2 Materiais necessários:

- >Portfólio da equipe;
- >Produções artísticas de diferentes momentos ao longo da História.
- >Multimídia com Datashow e computador.

9.3 Organização prévia:

- >Não há.



9.4 Tempo estimado da atividade:

- >Duas aulas de 50 min cada.

9.5 Descrição detalhada da atividade:

- >Inicie essa etapa questionando as equipes sobre o que entendem por Arte e suas atribuições.
- >Anote as impressões das equipes no quadro e peça para que fotografem para futuras comparações.

>Apresente aos estudantes o vídeo: “Soterópolis – arte política”.
Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=cSJPMhrGMCO>.



>Em seguida, solicite que as equipes revisitem seu entendimento para o que acreditavam ser Arte e questione se mudou algo em suas concepções, estimulando o processo argumentativo entre os estudantes.

>Selecione algumas produções artísticas para expor aos estudantes. Algumas sugestões são obras de Picasso, Botero, René Magritte, Portinari e Escher e proponha que a observem e a interpretem levando em conta esse novo entendimento sobre Arte. Estimule ainda que levem em consideração fatos históricos e concepções filosóficas e sociológicas no contexto em que foram desenvolvidas.

>Como última ação dessa etapa, peça, para que em equipe, os estudantes desenvolvam uma charge que explore o viés denunciativo e reflexivo da Arte a partir de alguma situação que gere desconforto à equipe.

>Feito isso, sugira que cada equipe apresente sua produção para a turma, solicitando que a interpretem de acordo com suas concepções e entendimento, para só depois a equipe que a produziu, expor seu ponto de vista, proporcionando assim um momento muito rico de troca de entendimento entre os participantes.

Exemplo de atividade desenvolvida.



Fonte: A autora, 2017.

Atividade 10

Produções Artísticas

a partir da observação das obras de M. C. Escher



Exemplo de produção desenvolvida.
Fonte: A autora, 2017.

10.1 Objetivo:

- >Estimular a criatividade, a criticidade e a dialogicidade entre os estudantes;
- >Oportunizar que os estudantes relacionem diferentes áreas do conhecimento;
- >Avaliar se os estudantes se apropriaram dos conceitos tratados nos encaminhamentos anteriores;
- >Ampliar a visão dos estudantes sobre a arte e suas atribuições;
- >Favorecer o aprimoramento da argumentação junto aos estudantes.

10.2 Materiais necessários:

- >01 folha de papel A3 para desenho;
 - >Espelho convexo;
 - >01 caixa de massa de modelar, por equipe;
 - >Celular com lanterna e outro para fotografar;
 - >Tinta preta e branca a base de água;
 - >Pincéis diversos;
 - >Rolo;
 - >Espaço no ambiente escolar.
- Sugestão: parede com área aproximada de 9 m².



10.3 Organização prévia:

- >Aquisição dos materiais listados.



10.4 Tempo estimado da atividade:

- >Cinco aulas de 50 min cada.
- >Momentos em contra turno para realizar as pinturas.

10.5 Descrição detalhada das atividades:

- >Nessa última etapa, sugere-se o desenvolvimento de três atividades com os estudantes.
- >Na primeira, solicite que cada estudante faça seu autorretrato a partir de sua reflexão em uma superfície refletora em formato de espelho convexo. Podem ser utilizadas bolas de enfeites natalinos como espelhos, de acordo com a figura 5.

Figura 5: Exemplo de espelho convexo.



Fonte: A autora, 2017.

Acesse a obra:

"Mão com esfera refletora (1935)" de M.C. Escher.



- >Essa atividade pode ser encaminhada, enquanto os estudantes observam a obra de Escher: "Mão com esfera refletora".

>Possibilite aos estudantes desenhar exatamente o que observam na esfera ou como eles se veem ou ainda gostariam de serem vistos.

>Organize uma exposição para que toda a escola ou comunidade escolar possa conhecer as produções dos estudantes, inclusive questionando-as, sugerindo interpretações.

>Como segundo encaminhamento pode-se sugerir que os estudantes façam uma releitura da obra: "Côncavo e convexo" utilizando massa de modelar.

>Para isso, solicite que escolham algum material para servir como fósil que será feito na massa de modelar. Pode ser uma conchinha, um chaveiro, uma chave.

>Peça para que abram a massa e empurrem o material selecionado contra ela, formando assim um sulco na massinha que irá ficar com a silhueta do objeto escolhido, conforme figura 6.

Figura 6: Exemplos de fósseis construídos.



Fonte: A autora, 2017.

Acesse a obra:

"Côncavo e convexo (1955)" de M.C. Escher.



- >Feito isso solicite que os estudantes levem seus moldes em um local escuro e incidindo luz de diferentes ângulos na massinha façam muitas fotografias até obter imagens que ora pareçam que a silhueta está para fora da massa ora para dentro da massa.

> Sugere-se que as fotografias sejam apresentadas para a turma e discutidas, aproveitando para problematizar as limitações do sentido da visão na percepção dos fatos em diferentes situações.

> Como última etapa solicite que a turma desenvolva de forma coletiva uma produção artística que possua um viés denunciativo ou reflexivo para ser reproduzido em um painel pintado na escola em um espaço amplo, com aproximadamente 9 m² de área.

> Sugira que essa produção siga uma das temáticas propostas por Escher em suas produções.

> Provoque seus estudantes a abordar algum assunto que até então era tido como corriqueiro, naturalizado, mas que agora causa desconforto, incomoda, faz com que se sintam perturbados.

> Os próprios estudantes em parceria com o(a) professor(a) de Arte poderão realizar a pintura na parede da escola, propondo a reflexão a estudantes de outras turmas.

Exemplos de produções desenvolvidas.



Fonte: A autora, 2018.

REFERÊNCIAS

AMEY, C. Experiência estética e agir comunicativo: em torno de Habermas e a estética. *Novos estudos*, n. 29, março de 1991.

BARBOSA, A. Paulo Freire e a arte-educação. In: GADOTTI, M. **Paulo Freire: uma biobibliografia**. São Paulo: Cortez; Instituto Paulo Freire; Brasília, DF: UNESCO, p. 637-639, 1996.

BARBOSA, R. Habermas e a especificidade do estético. *O que nos faz pensar*, n. 18, setembro de 2004.

BASTOS, C. V. R. A; OLIVEIRA, S. V. O. Ação comunicativa e ação dialógica: contribuições para uma educação libertadora. *APRENDER: Caderno de Filosofia e psic. da Educação*, Ano IV, n. 7, p. 119-134, 2006.

CARVALHO, S. H. M. Física, Astronomia, Teatro e Dança. *Física na Escola*. Vol. 7, n. 1, p. 11-16, 2006.

ERNEST, B. *O espelho mágico de M. C. Escher*. Taschen: 2013.

FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia*. 52. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2015.

_____. *Pedagogia do Oprimido*. 59. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2015.

_____. *Pedagogia da Indignação*. 2. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2015c.

_____. *Educação e mudança*. 12. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981.

_____. *Educação como prática da liberdade*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.

HABERMAS, J. *Teoria do Agir Comunicativo I*. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2012a.

_____. *Teoria do Agir Comunicativo II*. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2012b.

MARKERT, W. L. *Teoria Crítica, formação estética e educação: reflexões sobre crítica da economia política, formação estética e o conceito de professor reflexivo transformativo*. In: 30 RA. da ANPEd, Caxambu, MG, 2007. Disponível em: <http://www.anped.org.br/sites/default/files/gt17-2955-int.pdf>.

MÜHL, E. H. *Habermas: ação pedagógica como agir comunicativo*. Passo Fundo: UPF, 2003.

