

UNIVERSIDADE FEDERAL TECNOLÓGICA DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO FORMAÇÃO CIENTÍFICA EDUCACIONAL E
TECNOLÓGICA

MILENE DUTRA DA SILVA

CIÊNCIA E ARTE NA SALA DE AULA: Mediações Possíveis entre
Arte Urbana, Joseph Wright e o Ensino de Óptica Geométrica

DISSERTAÇÃO

CURITIBA

2015

MILENE DUTRA DA SILVA

**CIÊNCIA E ARTE NA SALA DE AULA: Mediações Possíveis entre Arte Urbana,
Joseph Wright e o Ensino de Óptica Geométrica**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências no Programa de Pós-Graduação em Formação Científica Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Área de Concentração: Ciência Tecnologia e Ambiente Educacional.

Orientador: Prof. Dr. Mário Sérgio Teixeira de Freitas

Co-orientador: Prof. Dr. Awdry Feisser Miquelin

CURITIBA

2015

**TERMO DE APROVAÇÃO
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 01/2015**

Ciência e Arte na Sala de Aula: Mediações possíveis entre Arte Urbana, Joseph Wright e o Ensino de Óptica Geométrica
por
Milene Dutra da Silva

Esta dissertação foi apresentada às 13h30 do dia 27 de fevereiro de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Ensino de Ciências**, com área de concentração em *Ciência, Tecnologia e Ambiente Educacional* e linha de pesquisa *Formação de Professores de Ciências* do Mestrado Profissional do **Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica**. A candidata foi arguida pela banca examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Mario Sergio Teixeira de Freitas
(UTFPR – orientador)

Prof. Dr. Joao Amadeus Pereira Alves
(UTFPR)

Prof. Dr. Djalma Nunes da Silva
(USP)

Prof. Dr. Awdry Feisser Miquelin
(UTFPR)

À minha avó

Estanislava Braska Horevitch (*in memoriam*)

Por ser meu exemplo de coragem e perseverança

A

Rubem Alves (*in memoriam*)

Por olhar para a educação com tanto amor

E para

Prof. Dr. Cláudio Henrique Lepiensi (*in memoriam*)

Por uma vida dedicada ao ensino de Física

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus todos os dias por ter me dado tanta vontade de aprender.

Ao meu orientador Prof. Dr. Mário Sérgio Teixeira de Freitas cientista artista capaz de ver, explicar e divulgar a beleza presente no cotidiano do mundo físico. Agradeço pelo acompanhamento próximo e seguro durante o trabalho, pelo apoio e, sobretudo, pela amizade e exemplo.

Ao Prof. Dr. Awdry Feisser Miquelin pela orientação firme e assertiva.

A todos que foram meus professores, especialmente ao Prof. Dr. Fernando Antônio da Fontoura Bini (professor de História da Arte no técnico/CEFET-PR e na primeira graduação DI/UFPR) pelas aulas que nos faziam descobrir os segredos da Arte e o caminho da ética.

Ao Prof. Dr. Sérgio Camargo agradeço a orientação generosa no PIBID UFPR Sub Projeto Física.

Agradeço o apoio e a confiança do Prof. Dr. Sérgio Luiz Meister Berleze (orientador na graduação em Física/UFPR) e por ter sido sempre “minha rocha sólida” nos momentos acadêmicos mais difíceis.

Aos professores Airton Stori e Tatiane de Abreu Mianti pela amizade e colaboração na pesquisa. Ao Prof. Mauro Antônio Ferreira Santos pelo suporte técnico nos anos iniciais da Física.

Ao meu marido José Carlos Maia de Oliveira, pela compreensão e apoio incondicionais, sem os quais nada disso teria feito sentido.



"Não só de repolhos, nabos e batatas viverá o homem,
mas também de violetas, orquídeas e rosas..."

Rubem Alves, 2000.

RESUMO

SILVA, Milene D. CIÊNCIA E ARTE NA SALA DE AULA: Mediações possíveis entre a Arte Urbana, Joseph Wright e o ensino da Óptica Geométrica. 2014. 154f. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.

Este trabalho se propôs a repensar o ensino de alguns tópicos da óptica a partir das relações entre ciência e arte, entendidas como expressões humanas inseparáveis e instrumentos de compreensão do mundo. O referencial teórico possibilitou reflexões sobre o processo ensino-aprendizagem, sobre as relações entre Ciência e Arte como áreas do conhecimento humano construídas sócio historicamente e sobre o papel da criatividade e da imaginação no ensino de ciências. Baseando-se nestas relações, foi desenvolvida uma unidade didática alternativa para transposição de conceitos da óptica geométrica no ensino médio. A intervenção teve como concepção norteadora a pedagogia dialógico-problematizadora de Paulo Freire e se utilizou dos *três momentos pedagógicos Estudo da Realidade, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento*, que são proposição dos pesquisadores J.A. Angotti e D. Delizoicov. Foi desenvolvida em três etapas e envolveu seis turmas de três colégios estaduais em Curitiba. O *tema gerador* foi a Arte Urbana (especialmente o grafite), presente no universo dos nossos educandos. A discussão gerada abordou o conceito de Ciência e a problematização foi feita utilizando-se a tela *“An Experiment on a Bird in the Air Pump”* (1766), de *Joseph Wright of Derby*. A estratégia de pesquisa foi do tipo observação participante e o tratamento de dados pelo método comparativo constante. Os dados foram obtidos no estilo cooperativo e a categoria geral definida para análise foi a das *“Perspectivas tidas pelos sujeitos”*, pois esta é consoante com a concepção freiriana de educação centrada nos sujeitos envolvidos e suas vivências. A pesquisa possibilitou concluir que são promissoras as possibilidades de incrementar o ensino de Física numa abordagem que busque reflexão sobre o papel da Ciência na construção coletiva e histórica do conhecimento, enriquecida pelas suas relações com a Arte; tanto na dimensão pedagógica quanto na acadêmica de pesquisa.

Palavras-Chave: Ensino de Física. Óptica. Joseph Wright. Arte. Ciência.

ABSTRACT

SILVA, Milene D. SCIENCE AND ART: Possible relationships involving Street Art, Joseph Wright and Learning of Geometric Optics. 2014. 154f. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.

A summary of the stages of a qualitative research on Education, developed at UTFPR, Brazil, is presented. The purpose of this work is to rethink Education on some topics of Optics, on the basis of the relationship between Science and Art, which are understood here as inseparable human expressions and representations of the world. Based on this relationship, an alternative didactic unit was developed, aiming the transposition of concepts on Geometrical Optics in high school. The intervention was based on the dialogical and problem-posing approach due to Paulo Freire, and it was applied to six classes at three State high schools in Curitiba. The generative theme was Street Art, ubiquitous in the universe of students. The generated discussion involved the concept of Science and questioning was made using the painting “An Experiment on a Bird in the Air Pump”, by Joseph Wright of Derby (1766). The research strategy was participant observation, and data were processed by constant comparative method. The data were obtained from the cooperative style and the general category set for analysis was that of “Perspectives taken by subject”, since this is consonant with the Freirian conception for education centered on the involved subjects and their experiences. The research made it possible to conclude that the possibilities are promising to increase the teaching of Physics in an approach that aims to reflect on the role of science in building collective and historic knowledge, enriched by their relationships with art; both in pedagogical and academic research.

Keywords: teaching Physics. Optics. Joseph Wright. Art. Science.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | | |
|---------|---|-----|
| Fig.01 | Esquema do processo de produção compartilhada, na perspectiva de uma abordagem temática conceitual e unificadora | 35 |
| Fig.02 | Representação gráfica do processo dialógico entre o autor e o apreciador mediado pela obra | 38 |
| Fig.03 | Representação gráfica do processo dialógico entre a imagem e o educando mediada pelo educador | 39 |
| Fig.04 | <i>“A Philosopher Giving that Lecture on an Orrery”</i> (1766) | 44 |
| Fig.05 | <i>“An Experiment on a Bird in the Air Pump”</i> (1768) | 45 |
| Fig.06 | Jardim frontal da EEEV | 86 |
| Fig.07 | Portão no jardim e porta de acesso principal da EEEV | 86 |
| Fig.08 | Hall de entrada decorado com trabalhos artísticos produzidos pelos alunos da EEEV | 86 |
| Fig.09 | Saída da área administrativa para o pátio interno e área de atendimento da secretaria para os visitantes. Ao lado do guichê a fotografia do expedicionário Ernani Vidal | 87 |
| Fig.10 | Pátio interno onde os alunos recebem o lanche diário | 87 |
| Fig.11 | Pátio interno com plantas, cartazes e exposição de trabalhos artísticos de alunos | 87 |
| Fig.12 | As salas de aula estão com a pintura limpa, o mobiliário bem mantido e a lousa está em boas condições de uso | 88 |
| Fig.13 | Esquema representativo da visão contextualizada na qual se insere a Ciência | 116 |
| Fig.14 | Esquema representativo de ações humanas que visam transformar a realidade e compõem a visão de mundo do sujeito | 116 |
| Fig. 15 | Esquema representativo do processo de transformação da realidade a partir do conhecimento | 117 |

LISTA DE QUADROS

| | | |
|-----------|--|-----|
| Quadro 01 | Recorte que apresenta os exercícios que acompanham a Atividade Texto Skor | 57 |
| Quadro 02 | Nomenclatura adotada para as turmas nas quais foram desenvolvidas as atividades | 64 |
| Quadro 03 | Estudo comparativo de dados coletados a partir da Atividade com o texto Skor desenvolvida nas turmas T1 e T2 | 66 |
| Quadro 04 | Estudo comparativo de dados coletados a partir da Atividade 02 (subsequente a apresentação dos slides) desenvolvida nas turmas T1 e T2 | 70 |
| Quadro 05 | Estudo comparativo de dados coletados a partir da Atividade com a tela de Joseph Wright nas turmas T1 e T2 | 76 |
| Quadro 06 | Estudo comparativo de dados coletados a partir da Atividade com as leituras (anexo) desenvolvida nas turmas T5 e T6 | 90 |
| Quadro 07 | Estudo comparativo de dados coletados na Aula 02 desenvolvida nas turmas T5 e T6 | 96 |
| Quadro 08 | Estudo comparativo de dados coletados a partir da Atividade com a imagem da tela de Joseph Wright nas turmas T5 e T6 | 103 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | | |
|------------|--|----|
| Gráfico 01 | Respostas dos alunos da turma T3 | 82 |
| Gráfico 02 | Respostas dos alunos da turma T4 | 83 |
| Gráfico 03 | Resultado final das turmas T3 e T4 | 83 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|------------------|--|
| CELC | Colégio Estadual Leôncio Correia |
| CESC | Colégio Estadual Santa Cândida |
| CTSA | Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente |
| EEEV | Escola Estadual Ernani Vidal |
| EM | Ensino Médio |
| EMTI | Ensino Médio Técnico Integrado |
| HC | História da Ciência |
| HFC | História e Filosofia da Ciência |
| IF – USP | Instituto de Física da Universidade de São Paulo |
| MEC | Ministério da Educação e Cultura |
| NC | Natureza da Ciência |
| PCNEM | Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio |
| PIBID | Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência |
| PNLD | Plano Nacional do Livro Didático |
| PROEJA | Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos |
| SEED – PR | Secretaria de Educação do Estado do Paraná |
| SESC | Serviço Social do Comércio |
| SNEF | Simpósio Nacional de Ensino de Física |
| T1 | Turma do 2º ano do EM do CELC (atividade no 2ºsem/2013) |
| T2 | Turma do 2º ano do EM do CELC (atividade no 2ºsem/2013) |
| T3 | Turma do 3º ano do EMTI do CESC (atividade no 1º sem/2014) |
| T4 | Turma do 3º ano do EMTI do CESC (atividade no 1º sem/2014) |
| T5 | Turma do 2º ano do EM da EEEV (atividade no 2º sem/2014) |
| T6 | Turma do 2º ano do EM da EEEV (atividade no 2º sem/2014) |
| TIC | Tecnologias de Informação e Comunicação |
| UFRJ | Universidade Federal do Rio de Janeiro |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|------------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.1 | DELIMITAÇÃO DO TEMA | 14 |
| 1.2 | QUESTÃO PROBLEMATIZADORA | 15 |
| 1.3 | OBJETIVOS | 16 |
| 2 | FUNDAMENTOS TEÓRICOS | 18 |
| 2.1 | A ÓPTICA NO ENSINO MÉDIO: POSSÍVEIS CAMINHOS TEÓRICOS | 18 |
| 2.2 | ALGUMAS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA E ARTE EXPLORADAS NO ENSINO | 24 |
| 2.3 | PROCESSO ENSINO APRENDIZAGEM – A PERSPECTIVA DE PAULO FREIRE | 28 |
| 2.4 | DAS RELAÇÕES ENTRE A ARTE E A FÍSICA – IMAGINAÇÃO E CRIATIVIDADE | 36 |
| 3 | SOBRE JOSEPH WRIGHT E SUA OBRA | 43 |
| 3.1 | SOBRE A CIÊNCIA, SUA CONSTRUÇÃO E SUAS LINGUAGENS NO SÉCULO XVIII | 45 |
| 3.2 | ARTE CLÁSSICA E ARTE URBANA, SUA CONSTRUÇÃO E SUAS LINGUAGENS | 47 |
| 4 | TRAJETÓRIA DE INVESTIGAÇÃO | 54 |
| 4.1 | ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO | 54 |
| 4.2 | ATIVIDADES ELABORADAS COMO OBJETO DE PESQUISA | 56 |
| 4.3 | PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE | 63 |
| 4.4 | RESULTADOS OBTIDOS | 106 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 111 |
| 5.1 | RECOMENDAÇÕES | 121 |
| | REFERÊNCIAS | 123 |
| | APÊNDICES | 128 |

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho se propõe a repensar o ensino de alguns tópicos da óptica a partir das relações entre ciência e arte, entendidas aqui como expressões humanas inseparáveis e instrumentos de compreensão do mundo. Baseando-se nesta relação, pretende-se desenvolver uma unidade didática alternativa para o processo ensino-aprendizagem dos conceitos da óptica geométrica no ensino médio.

A disciplina escolar Física passa atualmente por um período de reformulações tanto na sua ementa quanto na forma de ser ensinada, pois se reconhece que o ensino de Ciências como é praticado na grande maioria das escolas, ainda está preso a modelos pedagógicos ultrapassados.

O desafio de pôr o saber científico ao alcance de um público escolar em escala sem precedentes – público representado, pela primeira vez em nossa história, por todos os segmentos sociais e com maioria expressiva oriundas das classes e culturas que até então não frequentavam a escola, salvo exceções – não pode ser enfrentado com as mesmas práticas docentes de décadas anteriores ou da escola de poucos para poucos. A razão disso é que não só o contingente estudantil aumentou, mas também porque a socialização, as formas de expressão, as crenças, os valores, as expectativas e a contextualização sócio familiar dos alunos são outros (DELIZOICOV *et al*, 2011).

Faz parte da vida do professor repensar continuamente o que ensinar e como fazê-lo. Dentre as abordagens que a autora deste trabalho acredita serem adequadas para o ensino de ciências pode-se citar a História e Filosofia das Ciências¹ e a Experimentação. É importante salientar que não se está usando o termo *experimental* como ligado às atividades de laboratório, como usualmente se faz em Física, mas sim, diz respeito ao termo *experimental* como tratado no texto “Notas sobre experiência e o saber de experiência” de Jorge Larrosa Bondía (2002). Fala-se aqui da experiência verdadeira como algo mágico e apaixonante, como o contato com o novo, o que altera o sujeito e o faz sentir-se vivo. A experiência de aprender pode ser a mais transformadora que um indivíduo pode ter na vida e podemos oportunizar esta experiência ao apresentar a Física adotando estratégias didáticas mais condizentes com a busca desta significação. A experiência pode ser a leitura de um texto ou simplesmente ouvir seu professor numa aula, o que para um

¹ A inserção da História e Filosofia das Ciências é uma alternativa para o enfrentamento da herança positivista, (que fragmenta o conhecimento e apresenta a ciência como uma verdade estabelecida e finalizada) ainda tão presente no ensino da Física.

observador externo é uma tradicional aula expositiva, pois não é o método maior do que a proposta. O que vale é o quanto o evento está tendo significado. O quanto está sendo transformador. Que função terá na vida do aluno quando o mesmo sair do ambiente escolar e dele se valer para compreender e atuar no mundo que o cerca, de forma mais segura e participativa (BONDÍA, 2002).

No módulo de intervenção didática planejado e utilizado como objeto de pesquisa, não se pretendeu prescindir do uso crítico e consciente² dos livros aprovados pelo Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) disponibilizados para os alunos³; apenas somar outras atividades que se utilizam de novas linguagens para o ensino da Física (da unidade de ensino da Óptica), reconhecendo que este não deve prescindir da conceituação teórica nem do tratamento matemático, mas possibilitando a inserção da História da Ciência, da Experimentação e da sua ligação com outras disciplinas e áreas do conhecimento favorecendo uma formação científica, histórica e humana, que possibilite ao aluno ter uma participação mais crítica na sociedade em que vive (BRASIL, 1999).

1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Esta unidade de intervenção didática se destina a ser desenvolvida no 2º ano do Ensino Médio, quando tradicionalmente se inserem os conteúdos de Óptica Geométrica. O período de tempo estimado para sua inserção é correspondente a 10 aulas. Chegou-se a este número partindo-se do número total de 83 aulas de Física no semestre (no caso do ensino por módulos) ou por ano (no caso do ensino anual regular). Os tópicos⁴ de Óptica abrangidos estão entre os previstos pelas Diretrizes

² O livro didático gratuito é ganho significativo para o estudante brasileiro e o principal instrumento disponível de forma igualitária para o acesso ao conhecimento, sendo também a principal fonte de referência da grande maioria dos professores. Este trabalho faz parte do universo de contribuições que buscam a superação das limitações de uma única fonte, consciente também dos interesses inclusive financeiros que permeiam sua produção.

³ A opção por manter atividades que se utilizem do livro didático disponível foi feita por compreendermos que o livro é o instrumento mais acessível para o aluno, no qual ele pode encontrar os conceitos sistematizados, a qualquer tempo do ano letivo.

⁴ São duas aulas semanais de 50 minutos. O conteúdo proposto pela ementa inclui os seguintes tópicos: Introdução à Óptica Geométrica, Reflexão da Luz e Espelhos Planos, Reflexão da Luz nos Espelhos Esféricos e Refração da Luz (índice de refração e leis da refração).

Curriculares Estaduais e presentes nos livros didáticos aprovados pelo Plano Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PARANÁ, 2008).

Quanto ao uso de outras linguagens para o ensino da Física optou-se pelas Artes Visuais em especial a pintura de Joseph Wright of Derby, que viveu e produziu no século XVIII (CUMMING, 1998). A escolha por este artista se deu principalmente pelos temas presentes em suas obras. Muitas delas retratam cenas que remetem à prática da Ciência da sua época. Também se observa em suas obras a representação dos efeitos luminosos (sombras, reflexos, penumbra e refração) com clareza e precisão. Os recursos da perspectiva (como fidelidade ao ponto de fuga) estão presentes e também são importantes para o uso das telas como recurso pedagógico. Como preparação necessária para a utilização destas imagens em sala de aula, buscou-se no universo dos educandos (FREIRE, 1987) um tema gerador que despertasse o interesse pelo fenômeno luminoso. O objetivo foi construir uma ponte para o uso das imagens pictóricas do séc. XVIII utilizadas nas atividades da sequência didática.

1.2 QUESTÃO PROBLEMATIZADORA

A pergunta de pesquisa surgiu depois do questionamento que se faz o professor que compreende a importância de desenvolver suas aulas com enfoque histórico filosófico; investiga as relações da sua disciplina com as demais áreas do conhecimento, incorporando estas relações tanto nos conteúdos como nas metodologias. Foi nesta busca (que altera sua formação e por consequência sua prática) que a pergunta a seguir foi formulada, com o propósito de se refletir sobre:

Como a mediação de Arte Urbana e a pintura de Joseph Wright corroboram para potencializar o ensino de Óptica Geométrica?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Possibilitar nas aulas de Física, interações entre o conhecimento científico e o conhecimento artístico de forma a enriquecer o processo de ensino da Óptica Geométrica de forma dialógica.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Instaurar um diálogo sobre Óptica Geométrica em sala de aula partindo da Arte Urbana como tema gerador.
- Confrontar aspectos da Arte Urbana com elementos da Arte Clássica para potencializar o ensino da Óptica Geométrica.
- Gerar material didático com alternativas de abordagem, buscando atividades que privilegiem o fazer, manusear, operar e experimentar, visando desenvolver a curiosidade do aluno pelo conhecimento científico.
- Categorizar os conteúdos trazidos pelos estudantes conforme os referenciais próprios desta modalidade de análise.
- Elaborar um produto educacional desenvolvido com base nesta pesquisa investigativa e seus referenciais, e disponibilizá-lo para os demais professores da rede pública de ensino.

O módulo de intervenção didática proposto é uma alternativa para o professor que deseja estimular os alunos a buscarem conhecimentos de Física presentes no cotidiano e contribuir (ao menos minimamente) para que o ensino de Física se desvincule da imagem recorrente de “aula onde se faz exercícios de matemática com fórmulas” ou “aula na qual o professor fala de conceitos que não me interessam” infelizmente tão presentes na sala de aula.

Melhor caracterizando: esse tipo de senso comum está marcadamente presente em atividades como: *regrinhas e receitas; classificações taxonômicas; valorização excessiva pela repetição sistemática de definições, funções e atribuições de sistemas vivos ou não vivos; questões pobres para prontas respostas igualmente empobrecidas; uso indiscriminado e acrítico de fórmulas e contas em exercícios reiterados; tabelas e gráficos desarticulados ou pouco contextualizados relativamente aos fenômenos contemplados; experiências cujo único objetivo é a “verificação” da teoria...* Enfim, atividades de ensino que só reforçam o *distanciamento* do uso dos modelos e teorias para a compreensão dos fenômenos naturais e daqueles oriundos das transformações humanas, além de caracterizar a ciência como um produto acabado e inquestionável: um trabalho didático pedagógico que favorece a indesejável *ciência morta* (DELIZOICOV *et al*, 2011).

Estas características herdadas do ensino positivista que apresentam o tratamento matemático dos fenômenos físicos como principal objetivo do ensino de Física é uma das raízes das frequentes observações ouvidas em sala, de que a disciplina é difícil e que por isso não pode ser aprendida e que não dialoga com o cotidiano (e com o mundo do trabalho). A sequência didática desenvolvida e utilizada nas turmas sujeitos desta pesquisa busca oportunizar que o processo ensino aprendizagem dos temas relativos à Óptica Geométrica colabore para instaurar uma discussão sobre a natureza da ciência e seu papel na sociedade. Também é parte do produto educacional disponibilizado no Repositório Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (RIUT, 2015).

Nos próximos capítulos se apresentam alguns encaminhamentos para o ensino de Óptica, os referenciais norteadores e a descrição e análise da investigação em sala.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 A ÓPTICA NO ENSINO MÉDIO: POSSÍVEIS CAMINHOS TEÓRICOS

É de conhecimento dos interessados nas questões didáticas da Física⁵ que a disciplina enfrenta um período de ajustes no que diz respeito aos conteúdos e à ordem em que os mesmos devem ser trabalhados no EM (BRASIL, 1999). Estudos sobre “a natureza da ciência” e sobre o “método científico” como temáticas para serem discutidas em sala de aula não são unanimidade entre os pesquisadores em ensino (SILVA, 2008), há outras alternativas⁶ bastante citadas nos fóruns de discussão e mesmo na literatura da área. Todavia, o registro da influência de fatores sociais e históricos na construção do conhecimento científico é um caminho para se apresentar a Física como construção coletiva e em constante evolução. Este caminho favorece o ensino de ciências *vivo*, ao contrário da “*indesejável ciência morta*” citada por Delizoicov (2011).

A sistematização dos conceitos e o tratamento matemático das questões também costuma ser barreira percebida pelos professores, como causa de desinteresse por parte dos alunos do EM. Entende-se que uma das formas de motivação dos alunos para o enfrentamento das dificuldades encontradas é trazer para a disciplina enfoques que traduzam a ciência numa linguagem acessível, porém não simplista, pois “a explicação científica deve ser tão simples quanto possível, porém nada a menos do que isto...” (NAVALHA DE OCCAM, 2014) e também que os conhecimentos adquiridos não se limitem à realidade da sala de aula, mas que auxiliem o aluno a compreender e assimilar outras linguagens presentes no mundo contemporâneo. Como reconhecimento de parte das pesquisas existentes na área de ensino de óptica no EM, foi feita a revisão que compreendeu os artigos publicados nos periódicos da Revista Brasileira de Ensino de Física, na Revista Brasileira de Ensino de Ciências e no Caderno Brasileiro de Ensino de Física no período de 1999 a 2014. Os parágrafos seguintes relacionam alguns destes trabalhos.

⁵ Professores de Física de todos os níveis de ensino, pedagogos, alunos dos cursos de pós graduação em ensino de Ciências e estudantes de licenciatura em Física.

⁶ Algumas outras alternativas: uso de TIC's, diferentes formas de se usar o laboratório de ensino, entre outras.

De acordo com a revisão mencionada anteriormente, a abordagem comumente utilizada para o ensino dos princípios da óptica geométrica faz uso de ilustrações insuficientes (quando não equivocadas) para compreensão dos fenômenos físicos. Artigos que fazem referência aos conhecimentos dos alunos sobre a visão afirmam que grande parte dos mesmos permanece acreditando que a luz (ou parte dela) é proveniente dos olhos de quem enxerga, ou que os objetos claros têm mais luz (SILVA, 2007).

Quanto à importância e as formas de se abordar tópicos de óptica geométrica no Ensino Médio, a partir de Salinas e Sandoval (1999), é possível dizer que as experiências e observações da óptica geométrica estão “ao alcance da mão”, pois os docentes podem aproveitar esta circunstância para incorporar na instrução distintas atividades, por exemplo: o papel que desempenha cada elemento do sistema óptico (instrumentos ópticos que se utilizam de espelhos, lentes, prismas e diafragmas cujo funcionamento se baseie nas leis fundamentais da óptica geométrica) e a adequação entre as previsões teóricas e os comportamentos reais. No entanto, não há uma única forma de levar a cabo esta incorporação. Por exemplo, o docente pode proporcionar aos estudantes guias de trabalho pormenorizadas, que dirijam passo a passo as atividades intelectuais e manuais a realizar. Também pode optar por caminhos menos direcionados, que propiciem uma maior autonomia aos estudantes e requeiram maiores doses de criatividade como parte de uma estratégia educativa global que envolva ativamente os estudantes na resolução científica (orientada pelo professor) e em situações problematizadoras (SALINAS, 1999).

A óptica geométrica se fundamenta em alguns princípios como a propagação retilínea da luz em meios homogêneos, a lei da reflexão em espelhos (o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão) e a lei da refração (a razão entre os senos dos ângulos de incidência e de refração é constante). Na Antiguidade, a lei de propagação retilínea da luz e a lei da reflexão foram justificadas por Heron de Alexandria (aproximadamente 10-70 d.C.), a partir da ideia de que o caminho percorrido pela luz é o mais curto possível, conforme Martins e Silva (2013). Para os autores, mostrar para o aluno a origem histórica e os limites destas relações é um caminho para a correta compreensão do papel das condições de mínimo na Física. Mais especialmente, que o fato das leis físicas serem apresentadas como inquestionáveis em obras didáticas (sem a apresentação de contraexemplos) implica

em apresentar uma visão distorcida da Física, que passa a ser considerada pelos alunos como um conjunto de fórmulas mágicas de origem desconhecida (MARTINS, 2013).

Apresentando uma revisão de artigos (publicados nos periódicos: Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Revista Brasileira de Ensino de Física e Física na Escola) que tratam sobre experimentação⁷ no ensino de óptica (entre 1998 e 2010), com o objetivo de fornecer um panorama atualizado da pesquisa na área, Ribeiro e Verdeux (2012) afirmam que foram publicados 15 artigos entre 1992 e 2000, e 32 artigos entre 2001 e 2008 (sinais de crescimento do interesse na área), não havendo predileção dos pesquisadores por um tópico em especial. Alguns pontos comuns à maioria dos artigos podem ser citados: Elaboração de experiências didáticas utilizando-se materiais simples, acessíveis e de baixo custo; explicação de fenômenos do cotidiano a partir da discussão conduzida em conjunto com a experiência realizada; complementação de lacunas dos livros-texto; sugestões de discussões que podem ser realizadas durante a aula, a partir da condução dos experimentos sugeridos (RIBEIRO, 2012).

O trabalho de Cavalcante e Rodrigues (2012) propõe um método de ensino de óptica (especialmente Interferência) utilizando o experimento de Lloyd para fazer a conexão entre a óptica geométrica e a óptica física. Para os autores, surpreender os alunos com as franjas de Interferência é uma forma de evitar o ensino exclusivamente teórico e provocar discussões sobre: O que é a luz? Como se propaga? Como é gerada? “Conclui-se ser tal experiência uma forma ótima, simples, porém mal aproveitada de demonstrar a interferência da luz em salas de aula” (CAVALCANTE, 2012).

O estudo de Helene e Helene (2011) faz uma abordagem progressiva de alguns aspectos da visão, partindo de mecanismos de visão muito simples até os componentes elaborados do olho humano, como a função da retina, da córnea e do cristalino. As deduções necessárias são feitas usando-se as equações básicas da óptica geométrica e no final é apresentado um modelo construído com uma esfera transparente que permite ilustrar vários aspectos da óptica da visão humana (HELENE, 2011).

⁷ Neste caso o termo experimentação está se referindo às atividades didáticas propostas aos alunos em laboratórios de ensino.

O uso dos diagramas conceituais no ensino de física visando promover a aprendizagem significativa de conteúdos de ondulatória, acústica e óptica em nível médio, foi o estudo realizado por Martins, Verdeux e Souza (2009). Foram elaborados diagramas de referência, embasados na estratégia dos mapas conceituais propostos por Joseph Novak. A análise qualitativa dos diagramas elaborados pelos alunos possibilitou identificar deficiências conceituais e também verificar que os diagramas conceituais elaborados no final do semestre evidenciaram maior facilidade dos alunos em expor organizadamente suas ideias, elaborar proposições e conclusões (MARTINS *et al*, 2009).

A necessidade de incorporar nos currículos temáticas sobre como ocorre a construção do conhecimento científico, é discutidas no trabalho de Silva e Moura (2008). A análise da aceitação e propagação das teorias sobre a luz e cores de Newton ao longo do século XVIII aponta para alguns aspectos da natureza da ciência que podem ser evidenciados pelo estudo deste episódio histórico (SILVA, 2008).

O uso das mídias digitais também tem sido tema de pesquisa entre os professores. Heckler, Saraiva e Oliveira Filho (2007) relatam o desenvolvimento e a aplicação de um CD-ROM de óptica para o EM, cobrindo todos os conteúdos usualmente vistos nesta disciplina. Os comentários sobre a aplicação e boa recepção do material por 40 alunos de duas turmas permitem aos autores observar:

[...] além de apresentar os conteúdos de forma mais atraente e ilustrativa, o uso de simulações e animações possibilitou a abordagem de um número maior de fenômenos num intervalo de tempo menor e proporcionar um ambiente de estímulo, motivação e envolvimento no processo de ensino/aprendizagem, fazendo com que os alunos participem ativamente da aquisição de informações e construção do conhecimento (HECKLER *et al*, 2007).

Sobre as desvantagens no uso do material elaborado, os autores concluem que se verifica uma notável facilidade para distração apresentada pelas imagens móveis (o que desestimula a leitura dos textos explicativos) e a grande possibilidade dos outros recursos disponíveis no computador poderem ser mais atraentes do que a aula (HECKLER *et al*, 2007).

“Por isso, acreditamos que a utilização de novas tecnologias de ensino em aulas de física no EM deva ser feita como ferramenta auxiliar, um recurso a mais no processo de ensino/aprendizagem, nunca de forma única, devendo ser aliada aos demais recursos existentes; cabe ao professor a responsabilidade de dosar o tempo de uso de cada recurso, e o da criação de um ambiente em que o aluno possa perguntar, refletir, debater,

pesquisar, onde ambos possam se sentir responsáveis pelo processo ensino/aprendizagem” (HECKLER *et al*, 2007).

A localização do objeto a uma distância menor ou maior em relação ao ponto focal de uma lente convergente é objeto de estudo de Silveira e Axt (2006), chegando à discussão dos defeitos de visão, perda da nitidez da imagem e acomodação visual (SILVEIRA, 2006).

A proposta de Bernardes *et al* (2006) foi a construção artesanal de um telescópio refletor do tipo newtoniano relacionando conteúdos abordados na disciplina de óptica (num curso de licenciatura em Física), como formação de imagens em lentes e espelhos, aberrações esféricas e cromáticas, interferência e difração, com cada fase da construção. O objetivo (além do ensino da disciplina específica) foi o de instrumentalizar os alunos da licenciatura para realizar em algumas escolas de ensino fundamental e médio de Bauru, atividades de ensino de Astronomia e compreensão de fenômenos físicos como a ocorrência de eclipses, formação das marés e estações do ano, pouco abordadas nas disciplinas de Física ou Geografia (BERNARDES *et al*, 2006).

Um trabalho de pesquisa centrado na aprendizagem da Física (preparado metodologicamente com base no Vê do conhecimento ou Vê de Gowin) publicado por Valadares e Fonseca (2004), teve por objetivo a concepção, aplicação e avaliação de uma estratégia para o ensino da Óptica no 8º ano de escolaridade (em Portugal). As questões focadas pelos autores foram:

“Que sequencia temática escolher na área da Óptica para que sejam respeitados os princípios e os mecanismos em que se assenta a aprendizagem significativa?; Que dificuldades se levantam à implementação de boas atividades no ensino dessa área temática?; Que ambiente e estratégia adoptar para uma boa eficácia na aprendizagem da Óptica?” (VALADARES, 2004)

A pesquisa apresenta na primeira parte a definição do ambiente, a sequência temática e a estratégia adotada. Na segunda a metodologia da pesquisa, que consistiu na submissão da estratégia concebida à experimentação, num ambiente construtivista de aprendizagem. Na terceira a demonstração dos resultados, que apontam no sentido de que o recurso (estratégia experimental numa perspectiva construtivista e investigativa) se faz mais eficaz na promoção de uma aprendizagem significativa dos alunos (em comparação com uma estratégia tradicional), beneficia a relação professor-aluno, oportuniza aos alunos de “prever,

observar, explicar e refletir”, experimentar o alcance e limites de diferentes teorias e de negociar saberes no contexto social da sala de aula motivando-os muito mais para aprendizagem e preparando-os muito melhor para a vida do dia a dia (VALADARES, 2004).

A utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) como facilitador da aprendizagem de Física por alunos surdos foi apresentada por Paiva (2006). O estudo de caso descreve o ensino e aprendizagem do tema “A Luz e a Visão” por alunos surdos do 8º ano de escolaridade (em Portugal) num contexto de aprendizagem mediado pelo computador e centrado no aluno. Como resultado concluiu-se:

“Observou-se, entre outros aspectos, que os alunos evidenciaram grande motivação pelo uso do software e pela realização de actividades experimentais, que houve um pequeno acréscimo de autonomia na aprendizagem, que os pré-conceitos dos alunos em relação à Física (*disciplina difícil e de que não gostavam*) e que os resultados obtidos na avaliação sumativa (*médio-fraco*) se mantiveram quase inalterados. Concluiu-se que houve aprendizagem efectiva sobre o tema em estudo no contexto educativo implementado e que os desempenhos competentes sobre Física conseguidos pelos alunos em interacção com o software são indutores de acréscimos de sentimentos de autocompetência e de autoestima, com reflexos tanto nas suas aprendizagens futuras como noutras vertentes da sua vida em sociedade” (PAIVA, 2006).

Paula *et al* (2007) propõem a construção de espelhos parabólicos com materiais de baixo custo (fios de nylon, anzóis de pesca, bacia de plástico, gesso, resina e papel alumínio) para ser explorada por professores e alunos do EM e universitário (PAULA *et al*, 2007).

Colombo e Jaén (2004) apresentam uma série de experiências simples a partir das quais os alunos podem estudar os fenômenos com luz polarizada, resgatando o valor da experimentação no ensino de conceitos pouco intuitivos. Os materiais são acessíveis e há questões sugeridas para sistematização das observações (COLOMBO, 2004).

O trabalho de Guerra *et al* (1998) tem por finalidade aprofundar as reflexões dos autores sobre sua prática docente no EM e no curso Racionalização de Combustíveis ministrado para o CONPET/PETROBRÁS, ambientes educacionais nos quais é abordada a questão da interdisciplinaridade. O encaminhamento das atividades tem como tema gerador o conceito de “Energia” com enfoque histórico-filosófico do conhecimento (entendido pelos autores como a única maneira de levar os estudantes à completa compreensão do mundo à sua volta):

No caso particular do ensino de Física, este necessita urgentemente ser revitalizado para que possa servir de instrumento efetivo de reflexão sobre as sociedades contemporâneas. Visto que, num mundo tecno-científico, conhecer como a Ciência se construiu historicamente, bem como quais são seus pressupostos filosóficos, é fundamental para o estudante se tornar um cidadão participativo (GUERRA *et al*, 1998).

Heineck e Arribas (2004) propõem a construção de uma câmera escura, como atividade didático-pedagógica capaz de auxiliar na constatação dos processos de funcionamento do olho humano (problemas de visão e possíveis correções com o uso de lentes), bem como de uma câmera fotográfica. Segundo os autores, esse processo de construção que passa pelo experimental, é dialético e pode atender à grande dificuldade apontada em pesquisas realizadas, da falta de recursos didáticos nessa área. As escolas podem, dessa forma, criar e desenvolver aparelhos destinados ao uso experimental do qual, pela ação metodológica do professor, transformam conhecimentos prévios em conhecimentos científicos, para, então, compará-los aos dos livros textos e ao seu cotidiano (HEINECK, 2004).

Postas algumas das possibilidades já pesquisadas no ensino da óptica no EM conclui-se que o enfrentamento das dificuldades no processo ensino/aprendizagem dos conceitos da óptica requer um olhar mais cuidadoso do professor. Os materiais disponíveis dentro de uma metodologia tradicional de ensino, não parecem estar correspondendo ao esperado como resultado na aprendizagem em sala de aula. Acredita-se que a superação das possíveis insuficiências da utilização de trabalhos didático-pedagógicos tradicionais como a inserção de novas metodologias para o ensino de Física, possa contribuir positivamente para com esta realidade.

2.2 ALGUMAS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA E ARTE EXPLORADAS NO ENSINO

Para iniciar a discussão sobre as relações entre Ciência e Arte, fez-se uma varredura nos principais eventos da área de ensino de Ciências buscando exemplos de cursos e oficinas ofertadas neste tema. O leitor poderá perceber a relevância (pela frequência de produção) de alguns autores para área que, portanto, serão

anteriormente apresentados: O prof. Dr. João Zanetic⁸ é uma referência quando se apresenta a “Física como Cultura”. Sua tese de doutoramento “Física também é Cultura” foi precursora na área de pesquisa das relações da Física com as demais áreas da cultura não tecnológica, como a literatura e a música:

Sobre a aproximação dos conceitos da Física a partir de uma perspectiva cultural “Quando se comenta sobre cultura, de um modo geral, raramente a Física comparece de imediato na argumentação, ou outra representante das ciências naturais dá o ar de sua graça”. Cultura, quando pensada “academicamente” ou com finalidades educacionais, é quase sempre evocação de alguma obra literária, alguma grande sinfonia ou pintura famosa; cultura erudita enfim. Tal cultura traz à mente um quadro de Picasso, uma sinfonia de Beethoven, um livro de Dostoyevsky, enquanto que a cultura popular faz pensar em capoeira, num samba de Noel ou um tango de Gardel. Dificilmente, porém, cultura se liga ao teorema de Gödel ou às equações de Maxwell (SOUZA E ZANETIC, 2008).

Em sua trajetória como pesquisador em ensino, discute a utilização de atividades interdisciplinares envolvendo Física e Arte permeando de aspectos históricos e epistemológicos esta “ponte” entre as duas culturas. Critica medidas educacionais adotadas no país na atualidade e ressalta a importância da Física na construção de um “diálogo inteligente com o mundo” (ZANETIC, 2006). Defende que a disciplina escolar Física deva contemplar conteúdos históricos e filosóficos mediados pela literatura, pois entende que a ponte entre física e literatura pode contribuir para amenizar a crise de leitura na contemporaneidade, cuja solução não pode ficar restrita aos professores de português:

[...] para possibilitar o diálogo entre duas culturas é preciso que o leitor domine de forma competente a leitura e a escrita, portanto a literatura deve ter um papel de destaque na formação do cidadão contemporâneo. “Todo professor, independente da disciplina que ensina é professor de leitura e esta pode ser transformada numa atividade interdisciplinar envolvendo os professores de física, português e história” (ZANETIC, 2006).

No aspecto epistemológico aborda criticamente a ênfase na separação entre a racionalidade científica e a imaginação poética⁹, afirmando que textos literários podem permitir o trabalho com obstáculos epistemológicos entre aqueles alunos que não se sentem motivados ao estudo da Física (ZANETIC, 2006).

⁸ Possui graduação em Física (USP-1967), mestrado em Física (USP-1972), mestrado em Science Education Med (University of London – 1974) e doutorado em Física (USP-1990). Atualmente é professor na USP e tem como interesses os temas: Cultura Científica e Física Escolar no EM

⁹ No texto o autor se refere ao posicionamento de Bachelard em relação à dicotomia racionalidade/imaginação.

Também como referência relevante na pesquisa em ensino relacionando Física e cultura, o Grupo Tecknê¹⁰ (Centro de Estudos em História e Filosofia das Ciências e da Técnica que presta assessoria em educação científica e tecnológica) é formado pelos Professores Andréia Guerra¹¹, José Claudio Reis¹² e Marco Braga¹³. Licenciados em Física pela UFRJ, participaram do Projeto Fundão¹⁴ no qual iniciaram pesquisas e práticas educacionais no campo do ensino de Física. A partir de 1993 decidiram formar o grupo que, a exemplo dos velhos ateliês-oficina do renascimento, permite um trabalho coletivo de estudo e construção de novas práticas educacionais.

O grupo é autor da Coleção Breve História do Tempo e da Coleção Ciência no Tempo; tem vasta produção de textos, atividades e prática escolar (atuam como professores no EM, na graduação e na pós-graduação) enfocando a interdisciplinaridade no Ensino de Ciências a partir de uma perspectiva histórico-filosófica. Costumam ser procurados por professores do EM em busca de encaminhamento na sua formação para poder atuar em sala com abordagem HFC e para tanto incentivam a formação de Círculos de Estudo e sugerem todas as referências necessárias.

¹⁰ A palavra grega tecknê quer dizer arte campestre, mas na filosofia grega também é conhecida como método para realização de objetivos, além de assemelhar-se na episteme na implicação de conhecimentos e princípios. Essa relação estreita entre a téchne, por um lado, e o conhecimento teórico, por outro, é o que explica e fundamenta a intercambialidade dos termos téchne (arte) e epistême (ciência) durante todo o século V a.c <http://revistas.pucsp.br/index.php/hypnos/article/viewFile/18046/13406>

¹¹ Mestre em Educação (UFRJ-1993) “Pensar o contexto e contextualizar o pensar: contribuições para o ensino de ciências” e doutora (UFRJ-2002) “Contextualizando o fazer: subsídios para uma educação científica com enfoque histórico-filosófico”.

¹² Mestre em Educação (PUC RIO-1991) “Educação Científica e Trabalho: Em busca de alternativas para o ensino de ciências no segundo grau” e Doutor (UFRJ- 2002) “Diálogos interdisciplinares: relações entre física e pintura na virada do século XIX para o XX”.

¹³ Mestre em Educação (PUC RIO- 1991) “Educação, Ciência, Tecnologia e Trabalho:a Educação científica como ideologia na formação dos trabalhadores técnicos” e Doutor (UFRJ-1999) “A Nova Paidéia: a ciência como princípio educativo na formação do homo-industrialis”.

¹⁴ Há 30 anos, uma equipe, formada de professores do Instituto de Matemática da UFRJ, professores da rede de ensino fundamental e médio do Estado do Rio de Janeiro e alunos de Licenciatura deste Instituto, trabalha em prol da melhoria do ensino de matemática e pela valorização do professor, sob a coordenação da Professora Emérita Maria Laura Mouzinho Leite Lopes. No Projeto Fundão, os professores se desenvolvem profissionalmente atuando em sala de aula e junto a professores desejosos de inovar sua prática. Passaram pela sua equipe cerca de 120 professores multiplicadores e 80 estagiários. São linhas de ação a participação em eventos de Educação Matemática e o oferecimento de programas de atualização a escolas e sistemas municipais e estaduais de ensino. O material utilizado nas atividades é produzido no Instituto de Matemática, em 4 grupos de trabalho, testado com a participação dos multiplicadores e estagiários e analisado por toda a equipe. Como resultado desse trabalho, o Projeto Fundão tem 15 livros publicados, com grande aceitação por professores de todo o país. 30 Encontros do Projeto Fundão foram realizados na UFRJ até 2004, tendo os últimos a participação de mais de 500 professores cada.

O que nos chama atenção nos cursos e produção textual produzida pelo Grupo é a riqueza de períodos da Arte que são contextualizados nos aspectos históricos abordados na construção da Ciência apresentada. Exemplos disto são os textos disponibilizados na página virtual do Tecknê: “Ciência e Arte: Expressões de uma mesma Concepção de Mundo?” e “Leonardo da Vinci: Pode um único Homem ser Cientista, Engenheiro e Artista?” além destes o Grupo ministra cursos regulares e também em eventos da área de ensino e organiza sessões de cinema comentado, para que outros professores possam multiplicar esta experiência junto a seus alunos.

Seguem alguns exemplos de trabalhos relativos à óptica, a HFC no EM e temas interdisciplinares apresentados nos eventos:

No XIII Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) que se realizou em Brasília no ano de 1999 com o tema “Em busca da sua identidade”, houve a apresentação de sete trabalhos sobre óptica, oito trabalhos sobre HC e dois sobre Interdisciplinaridade no ensino (incluindo-se entre estes painéis, palestras e minicursos). Dentre estas atividades destaca-se a palestra intitulada “O Ensino de Física na próxima década a partir de uma análise da HC” proferida pelo prof. João Zanetic do IF-USP, o minicurso “O ensino da Óptica Geométrica partindo da vivência cotidiana” (proposta baseada no GREF¹⁵) ministrado pelos prof. Jairo Alves Pereira e prof. Luiz Carlos de Menezes também do IF-USP e do minicurso “História da Ciência e Cultura: experiências com materiais didáticos para o EM e Fundamental desenvolvido pelo Grupo Tecknê.”

Em 2001 aconteceu o XIV SNEF em Natal (RN) cujo tema foi “Educação Científica, Cultura e Qualidade de Vida”. Houve dentre os trabalhos nove painéis, seminários e palestras, doze sobre HFC, nove sobre Óptica e onze sobre Interdisciplinaridade e Cultura; dentre estes se destaca a palestra “Física e Cultura” proferida pelo prof. João Zanetic e os painéis: “Arte e Ciência: Metodologias para o Ensino de Ciências” de A.C. Aquino e outros, “Luzes, Imagens, Cores, Ação”! Uma

¹⁵ GREF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física é um grupo de professores da rede estadual de ensino de São Paulo, coordenados por docentes do Instituto de Física da USP. O objetivo do grupo é elaborar uma proposta de ensino de Física para o EM que esteja vinculada à experiência cotidiana dos alunos, procurando apresentar a eles a Física como um instrumento de melhor compreensão e atuação na realidade. O grupo iniciou seus trabalhos em 1984 e, além da formação continuada, de cursos e assessoria a professores de Física, foi elaborada uma coleção em três volumes publicados pela editora da USP. Esta coleção, que é dirigida aos professores, apresenta o conteúdo a partir de elementos vivenciais dos estudantes, contendo ainda sugestões de atividades e exercícios resolvidos (www.if.usp.br/gref)

análise sobre a Óptica da Física de A.R. Damasceno e L.F. Moreira (IF-UFRJ), “Montando uma Peça de Teatro na Aula de Física” de A.P.D. Siqueira e M.R.D. Kawamura (IF-USP) e “O céu e o *método científico*” do prof. João Zanetic.

No XX SNEF que ocorreu em São Paulo no mês de janeiro de 2013, o Grupo Teknê ofereceu um minicurso com o título “História Filosofia e Ensino” e teve como público alvo professores de Física do EM. O objetivo do curso foi discutir com os professores como a História e Filosofia da Ciência se constituem num caminho eficaz para desenvolver cursos de Física que tragam significado aos conceitos científicos trabalhados com os alunos. Foram apresentadas experiências concretas (de sala de aula) a partir da produção da ciência na virada do século XIX para o século XX inseridas no contexto histórico-filosófico desta produção científica. Segue uma relação dos assuntos tratados com a finalidade de responder ao questionamento: Como esses temas podem dar suporte ao ensino de Física?

- 1- Os problemas da Física no final do século XIX e o contexto cultural da virada do século XIX para o XX.
- 2- A explicação de Planck para a radiação do corpo negro. A luz é constituída de partículas? O efeito fotoelétrico.
- 3- As questões em torno do modelo atômico.
- 4- A natureza é determinista? O princípio da indeterminação. Afinal do que é feita a luz? O princípio da Complementaridade.

Em Curitiba, foi oferecido pelo SESC da Esquina (em 2008) o evento Caleidoscópio – Astronomia e Arte. Simpósios, palestras, oficinas, debates e observações conduziram os participantes a conhecer mais sobre a Astronomia e sua relação com a Arte.

Pode-se concluir que é progressivo o interesse dos professores de Ciências do EM em temas interdisciplinares que tornam o ensino/aprendizagem em Física mais significativo e contemporâneo. Estas iniciativas exigem dedicação e constante aprimoramento dos docentes que buscam nos referenciais teóricos e na reflexão sobre sua prática bases concretas para atuação em sala.

2.3 PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM – A PESPECTIVA DE PAULO FREIRE

A metodologia desta pesquisa se baseia na concepção educacional dialógico-problematizadora freiriana¹⁶ o que se reflete no tema gerador escolhido a partir do universo do educando, com o objetivo de oportunizar uma aprendizagem com significado e que colabore na formação individual e coletiva.

Em sua vasta produção em prol de uma educação mais humana, formadora de um indivíduo socialmente consciente, criativa e igualitária, Paulo Freire combateu o que chamava de *educação bancária*, uma concepção de educação ainda presente nas escolas, na qual o professor era visto como detentor de todos os conhecimentos com a função de “transmitir, depositar, transferir valores e saberes aos que julgam nada saber” (FREIRE, 1987). Neste ambiente educacional se acreditava que o *ser educado* era o que mais correspondia ao que dele era esperado, no sentido de aceitar a realidade social na qual estivesse inserido e colaborar para a manutenção do status de cada parcela da sociedade. A educação bancária é aquela na qual o indivíduo não é sujeito de seu próprio destino, uma vez que o controle do processo educacional está detido por um educador autoritário e indiferente à realidade e à individualidade de cada grupo com o qual trabalha. Ao contrário, o educador colabora para manutenção da situação vigente, seja ela justa ou injusta para consigo ou para aqueles por quem se responsabiliza, pois o próprio ato de criticar não está sendo possibilitado pelo ambiente educacional.

A educação dialógica e problematizadora tem na “dialogicidade a essência da educação como prática da liberdade” (FREIRE, 1987). E esse diálogo se inicia na busca do conteúdo programático:

O conteúdo programático da educação não é uma doação ou uma imposição – um conjunto de informes a ser depositado nos educandos – mas a devolução organizada, sistematizada e acrescentada ao povo daqueles elementos que este lhe entregou de forma desestruturada (FREIRE, 1987).

Neste trabalho procurou-se realizar a investigação no que Paulo Freire chamou de *universo temático* dos educandos ou o conjunto de seus *temas geradores*.

¹⁶Para ratificar o uso do adjetivo "freiriano" e não "freireano": Os radicais e os afixos são base de significação e, por isso, não podem se alterar. Ora, quando o sufixo "iano" é aposto a nomes próprios que terminam com a vogal "e", por uma questão de eufonia, na Língua Portuguesa, uma delas deve desaparecer. Em coerência com este pensamento nesta dissertação será utilizada a expressão "freiriano" e não "freireano". Fonte: <http://www.metodista.br/ppc/multiplas-leituras/multiplas-leituras-02/pedagogias-de-paulo-freire/>

Estes temas se chamam geradores porque, qualquer que seja a natureza de sua compreensão como a ação por eles provocada, contêm em si a possibilidade de desdobrar-se em outros tantos temas que, por sua vez, provocam novas tarefas que devam ser cumpridas (FREIRE, 1987).

A partir do método freiriano para alfabetização de adultos, pode-se desenvolver uma metodologia cuja proposição de educação seja um ato dialógico para alfabetização científica¹⁷ e para que os conhecimentos científicos aprofundados em sala de aula tenham significação no cotidiano do educando quando o mesmo tiver deixado os bancos escolares. No método distinguem-se três etapas:

(I) 1 - Investigação (levantamento de temas geradores presentes no universo do aluno e na comunidade em que ele vive)

(T) 2 - Tematização (descoberta de novos temas geradores relacionados com os iniciais – envolve a tomada de consciência através da análise dos significados sociais dos temas)

(P) 3 - Problematização (a conscientização como objetivo final do método – superação da visão ingênua e acrítica do mundo)

Sobre práticas pedagógicas que se utilizam do tema gerador (cuja base teórica é freiriana), e particularizando para o ensino de ciências, em dinâmicas de sala de aula:

Os temas geradores foram idealizados como um objeto de estudo que compreende o fazer e o pensar, o agir e o refletir, a teoria e a prática, pressupondo um estudo da realidade em que emerge uma rede de relações entre situações significativas individual, social e histórica, assim como uma rede de relações que orienta a discussão, interpretação e representação dessa realidade (DELIZOICOV et al, 2011).

Neste trabalho a investigação temática foi desenvolvida no CESC, com o objetivo de corroborar a escolha do tema gerador, conforme apresentado em 4.3.3.

Um componente fundamental neste processo de ensino e aprendizagem é a curiosidade. O espaço para o diálogo em aula se reflete na liberdade dos educandos de elaborarem suas dúvidas e principalmente que estas sejam ouvidas e valorizadas:

¹⁷A alfabetização científica é componente importante na formação para cidadania dos estudantes e na construção da leitura crítica do mundo. É o estímulo da autonomia e da capacidade de buscar soluções, geradas da ciência para o cotidiano (compreensão para além dos livros didáticos). O aprendizado pela vivência e experimentação é parte fundamental neste processo.

Pensar certo, em termos críticos, é uma exigência que os momentos do ciclo gnosiológico vão pondo à curiosidade que, tornando-se mais e mais metodicamente rigorosa, transita da ingenuidade para o que venho chamando “*curiosidade epistemológica*”. A curiosidade ingênua, de que resulta indiscutivelmente um certo saber, não importa que metodicamente desrigoroso, é a que caracteriza o senso comum [...] A superação e não a ruptura se dá na medida em que a curiosidade ingênua, sem deixar de ser curiosidade, pelo contrário, continuando a ser curiosidade, se critica. Ao criticizar-se, tornando-se então, permito-me dizer, *curiosidade epistemológica*, metodicamente “rigorizando-se” na sua aproximação ao objeto, conota seus achados de maior exatidão (pg.31/32).

É a partir dos interesses do grupo que o diálogo se encaminhará com o balizamento do professor que dirige os trabalhos para, com o educando, ultrapassar sua ingenuidade inicial. O papel do professor neste processo é fundamental, as “verdades” perseguidas no processo educacional não podem ser “doadas” por um professor que “demonstra” conhecimento, mas sim construídas com o grupo e individualmente pelo próprio educando, mediadas pelo professor:

Por isso, é fundamental que, na prática da formação docente, o aprendiz do educador assuma que o indispensável pensar certo não é presente dos deuses nem se acha nos guias de professores que iluminados intelectuais escrevem desde o centro do poder, mas, pelo contrário, o pensar certo que supera o ingênuo tem que ser produzido pelo próprio aprendiz em comunhão com o professor formador. (pág. 39)

Os princípios gerais da pedagogia freiriana são: a) Não há docência sem discência (quem ensina aprende e ensina, quem aprende ensina e aprende, e ambos o fazem mediados pelo contexto no qual estão inseridos): ensinar exige rigorosidade metódica, criticidade e reflexão sobre a prática; b) Ensinar não é transferir conhecimento (o educador freiriano é diretivo sem ser manipulador ou opressor e cria possibilidades para construção do conhecimento); c) Ensinar é uma especificidade humana. Este princípio geral compreende outros a ele subordinados:

Ensinar exige segurança, competência profissional e generosidade; exige comprometimento e compreender que a educação é uma forma de intervenção no mundo; exige liberdade, autoridade e tomada consciente de decisões; exige saber escutar e reconhecer que a educação é ideológica; exige disponibilidade para o diálogo e querer bem aos educandos (FREIRE, 1987).

Dentre estes se destacará aqui “*ensinar exige compreender que a educação é uma forma de intervenção no mundo*”:

Assim não posso ser professor sem me achar capacitado para ensinar certo e bem os conteúdos de minha disciplina, não posso por outro lado, reduzir a minha prática docente ao puro ensinar daqueles conteúdos. Esse é o momento apenas de minha atividade pedagógica. Tão importante quanto ele, o ensino dos conteúdos, é o meu testemunho ético ao ensiná-los. É a

decência com que faço. É a preparação científica revelada sem arrogância, pelo contrário, com humildade [...] a coerência entre o que digo, o que escrevo e o que faço (FREIRE, 1987).

A pedagogia de Paulo Freire fala de uma educação dialógica, intencional, e para o crescimento conjunto dos sujeitos da educação. Sua retórica é holística, poética, densa e inspiradora, mas o caminho que o professor precisa transcorrer da teoria geral para prática educativa em sala de aula, nem sempre é tão simples de ser percorrido. Ele exige reflexão e busca nos referenciais de ensino específicos de cada área do conhecimento. Esta busca, nesta dissertação, levou aos fundamentos e métodos para o ensino de ciências, dos professores Demétrio Delizoicov, José André Angotti e Marta Pernambuco.

2.3.1 Sobre os Três Momentos Pedagógicos.

Uma síntese das características dialógicas desses momentos, empregados em situações educativas, é compilada a partir de Pernambuco (1994, grifos nossos):

Ao organizar uma aula, uma sequência de conteúdos, [...] estamos sempre atentos à situação inicial que gera o passo seguinte. É o momento de compreender o outro e o significado que a proposta tem em seu universo e ao mesmo tempo permitir-lhe pensar, com um certo distanciamento, sobre a realidade na qual está imerso. É o momento da fala do outro, da descodificação inicial proposta por Paulo Freire, quando cabe ao professor, [...] ouvir e questionar, entender e desequilibrar os outros participantes, provocando-os a mergulhar na etapa seguinte. Este primeiro momento constitui o estudo da realidade (ER).

Esta consciência de que a etapa inicial *gera* a seguinte, faz o professor refletir e pesquisar a pertinência do *tema gerador* e a metodologia utilizada na *desequilíbrio* proposta pelas atividades “provocativas”. Este tema voltará a ser discutido na descrição das atividades planejadas como instrumento de pesquisa em sala de aula.

Uma segunda fase ou momento é o de cumprir as expectativas: é quando, percebendo quais as *superações*, informações, habilidades necessárias para dar conta das questões inicialmente colocadas, o professor propõe atividades que permitam sua conquista. Aqui predomina a fala do organizador. Apesar de não se perder de vista a fala do outro, o que orienta esta etapa é a tentativa de propiciar os saltos que não poderiam ser dados sem o conhecimento do qual o organizador é portador. É o momento de organização do conhecimento (OC).

Durante o processo dialógico que permeia o *estudo da realidade* é que se clarificam (para o professor) as necessidades do grupo no que diz respeito à sistematização de conceitos, exemplos resolvidos, exercícios de aplicação e retorno aos recursos permanentes como textos e registros das informações. A *organização do conhecimento* em nenhum momento se desvincula do tema gerador, mas ao contrário, dá sentido a todo o processo.

O terceiro momento é o da síntese, quando a junção da fala do outro com a fala do organizador permite a síntese entre as duas diferentes visões de mundo [...]. É um momento em que uma fala não predomina sobre a outra, mas juntas exploram as perspectivas criadas, reforçam os instrumentos apreendidos, fazem um exercício de generalização e ampliação dos horizontes anteriormente estabelecidos: aplicação de conhecimento (AC) (PERNAMBUCO *apud* DELIZOICOV *et al*, 2011).

As dimensões didático-pedagógicas da ação dialógica em sala de aula envolvem as interações orais e verbais, mas se distinguem das conversas entre professor e aluno; a dialogicidade do processo diz respeito à apreensão mútua dos conhecimentos que os sujeitos da educação (professor e aluno) têm sobre as situações originadas pelos temas geradores (DELIZOICOV *et al*, 2011).

Cabe aqui uma reflexão sobre a importância da compreensão do que seja dialogicidade em Freire. As conversas podem ser desejáveis e mesmo necessárias para a criação de um ambiente descontraído, no qual o grupo possa interagir com liberdade e principalmente para possibilitar que os sujeitos se reconheçam indivíduos com características próprias. Mas apenas isto não é dialogicidade (sendo no máximo a etapa inicial e até dispensável do processo). Outra dimensão a ser discutida se refere aos questionamentos pertinentes ao conteúdo da disciplina. Pelo menos nos últimos trinta anos, já se reconhece que o processo de ensino-aprendizagem exige a liberdade de o aluno interpelar, não só no sentido de dirimir dúvidas, mas também de questionar o conteúdo ou a metodologia adotados. Mas esta também é uma dimensão aquém do que se pretende quando se refere ao processo dialógico problematizador freiriano. Neste processo o diálogo livre de preconceitos de toda ordem é balizado pelo tema gerador a partir do qual se originam as dúvidas (descodificação inicial), se elaboram as possibilidades de respostas (organização do conhecimento), se sistematizam conceitos e se constroem a generalização e a ampliação dos horizontes iniciais de todos os envolvidos (aplicação do conhecimento).

Não se pode deixar de salientar que para Freire, a origem dos conhecimentos são os problemas e seus enfrentamentos. Desta forma o educador deverá das situações envolvidas nos temas, explorar, além da dimensão dialógica da apreensão do conhecimento, também a dimensão problematizadora. Esta é a dimensão da aprendizagem que vai acompanhar o educando preparando-o para vida, para o mundo do trabalho ou para formações posteriores. É o momento no qual o indivíduo se mostra preparado para reconhecer em outro contexto a aplicação do conhecimento construído anteriormente.

Esta última e fundamental dimensão do processo (o reconhecimento dos problemas e seus enfrentamentos) traz à tona outro tema contemporâneo e fundamental para o ensino de ciências: a multiplicidade de conhecimentos exigidos do professor para dar conta da práxis reflexiva que abarca questões de ordem ética, epistemológica, científica e sociocultural.

A teoria de Paulo Freire dá suporte a uma compreensão que vai além do processo ensino-aprendizagem como é visto tradicionalmente, focado na escola, centrado em disciplinas e seus conteúdos. Ela nos dá suporte para compreender que a educação (na qual está inserido este processo) iniciou antes do indivíduo conhecer a escola, e se prolongará por toda a vida do sujeito. Além disso, também durante a vida escolar a aprendizagem está se dando continuamente, nas interações que o sujeito tem com o mundo e com os outros (muito além do que vivencia no ambiente escolar). Esse processo complexo e abrangente é estimulado pela escola, mas não se encerra¹⁸ nela. O educador como mais um sujeito da educação está inserido de forma diferenciada como agente fundamental na construção das propostas que viabilizem a problematização (nova visão da realidade – visão do contexto local com *outros olhos*), e da existência de outras formas de pensar, resolver problemas e enfrentar demandas sejam estas concretas ou filosóficas. As práticas pedagógicas que oportunizam o diálogo com o mundo¹⁹ são as que potencializam esta capacidade desejada do indivíduo se compreender autônomo neste *ir e vir* de informações, realidades e processos.

2.3.2 Os Significados da Integração de Conteúdos e suas Metodologias

¹⁸ No sentido de não caber nela, não se restringir a escola.

¹⁹ Práticas não reprodutivistas

O fato das atividades propostas em sala serem planejadas a partir do tema gerador sugere um ambiente no qual os significados são compartilhados e a construção é fundamentalmente coletiva. O desenvolvimento da aula se dá pelas contribuições de todos os sujeitos envolvidos, portanto, está inerente o exercício de mediação (por parte do professor) das diferentes concepções e das diversas realidades presentes (contextos que conferem significados). Trazer o mundo externo para o ambiente formal educacional de forma responsável significa que este conhecimento inicial será elaborado, que haverá uma prática reflexiva e que os conhecimentos científicos organizados no seu entorno viabilizarão ao educando compreender que a aprendizagem contribui para o alargamento da sua visão inicial. Este compromisso docente é intencional e vai além dos conteúdos e suas metodologias. (Figura 01)

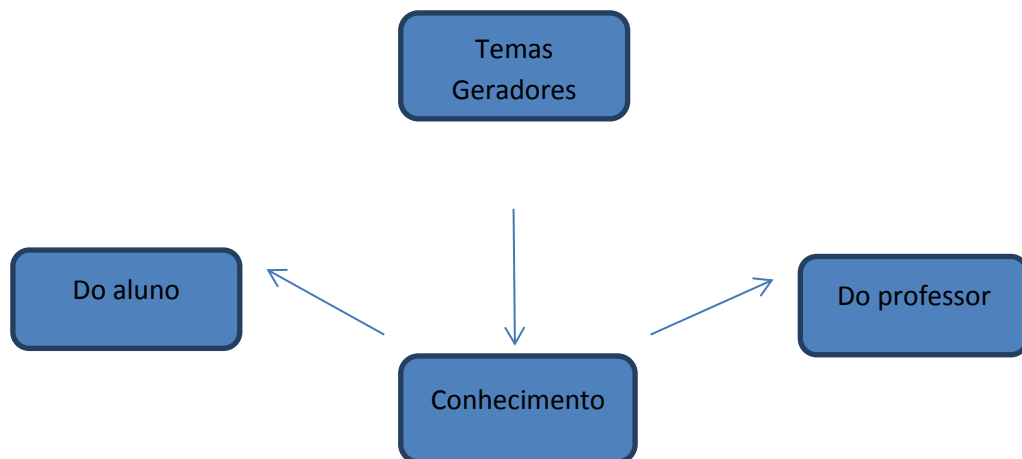


Fig.01: Esquema do processo de produção compartilhada, na perspectiva de uma abordagem temática conceitual e unificadora (DELIZOICOV *et al*, 2011).

Neste processo acontecerão “rupturas” nas ideias que, quando exteriorizadas pelo grupo (por diferentes modos de expressão) não poderão ser ignoradas pelo educador e passarão também a ser novos temas relacionados com os iniciais. Esta tomada de consciência através dos significados sociais pode acontecer na sala de aula e ser exemplificada:

- na discussão do que se considera ou não ciência;
- nas relações entre e as chamadas ciências da natureza e outras áreas do conhecimento

- no papel que o conhecimento tem na construção sólida do alargamento que se pretende na visão que o educando tem do mundo.

É fácil perceber que o “domínio” do professor diminui, à medida que se propõe metodologias nas quais a dialogicidade é valorizada. Na mesma medida aumenta a exigência sobre a multiplicidade dos conhecimentos solicitada do professor em enfoques como os que envolvem a interação com outras áreas, sejam estas das ciências da natureza ou não.

2.4 DAS RELAÇÕES ENTRE A ARTE E A FÍSICA – IMAGINAÇÃO E CRIATIVIDADE

O referencial a partir da concepção educacional de Paulo Freire possibilita vários questionamentos em torno das relações entre a Arte e a Física sobre as quais se pretende refletir neste capítulo:

- A função da curiosidade no processo de ensino aprendizagem;
- A dicotomia representação-explicação;
- O diálogo entre as formas de visão, conhecimento e apropriação do mundo.

É sobre o caminho feito para passagem da chamada “curiosidade ingênua” que faz parte do senso comum para “curiosidade epistemológica” mais crítica, rigorosa e reflexiva e sobre suas possibilidades que vamos tratar.

Não é a curiosidade espontânea que viabiliza a tomada de distância epistemológica. Essa tarefa cabe à curiosidade epistemológica – superando a curiosidade ingênua, ela se faz mais metodicamente rigorosa. Essa rigorosidade metódica é que faz a passagem do conhecimento ao nível do senso comum para o conhecimento científico. Não é o conhecimento científico que é rigoroso. A rigorosidade se acha no método de aproximação do objeto (FREIRE, 1995).

Sobre os encaminhamentos que se pode dar para estimular a curiosidade e a aproximação do estudante com o objeto de estudo, de forma que este tenha significado na construção do conhecimento:

Um fator determinante no encaminhamento de um jovem para o encantamento com o conhecimento, para o estabelecimento de um diálogo inteligente com o mundo, para a problematização consciente de temas e saberes, é a vivência de um ambiente escolar e cultural rico e estimulador,

que possibilite o desabrochar da *curiosidade epistemológica* (ZANETIC,2005).

E qual a função da Arte neste processo? E para, além disso, porque o professor de ciências se preocuparia em trabalhar com imagens artísticas, uma vez que em sua prática já necessita desenvolver a leitura de gráficos, tabelas e ilustrações próprias da ciência? Para buscar algumas respostas para estes questionamentos é preciso compreender a função da Arte na construção do conhecimento e reconhecer as áreas de intersecção entre as disciplinas.

Na busca de algumas definições sobre a cultura visual, artes visuais ou representações artísticas, pode-se distinguir o que vem a ser o *fazer do artista* e o que vem a ser *tarefa do educador*.

o *fazer do artista* - a criação de *novas* maneiras de representação da realidade humano-social por meio das linguagens artísticas – e a tarefa do educador - é tarefa do educador no destaque dos conhecimentos abordar de forma didática, contínua e sistemática o conhecimento *teórico-prático* sobre as representações artísticas SCHLICHTA (2009)

Mesmo que a tarefa referente ao conhecimento prático seja mais específica do professor de Artes, ainda assim, isso implica diretamente no reconhecimento (por parte do educador) de que a assimilação das manifestações artísticas (como uma forma de expressão humana construída sócio-historicamente) é um dos pilares fundamentais para a desejada autonomia que se espera do sujeito escolarizado, desta forma sendo um dos objetivos do educador freiriano:

[...] no destaque dos conhecimentos que respondem às necessidades de formação do aluno para que ele possa produzir compreensões sobre si mesmo, construir-se em sua plena adultidade, conseqüentemente, *assimilar criadoramente* a realidade humano-social e não simplesmente reiterá-la. (SCHLICHTA, 2009)

Sobre o uso de imagens como instrumento de ensino, alternativa ao “imperialismo dos documentos escritos”²⁰ tão comum nas salas de aula, é interessante que o educador também lance mão destas outras formas de expressão, se pretende que seu aluno desenvolva a necessária intimidade interpretativa (que manipule, reconheça, reveja, perceba e analise):

Dentro dessa lógica, um exercício aparentemente simples – a apreciação da produção artístico-visual como uma outra poética ou produção de sentidos, assim como o fazer artístico – pode contribuir significativamente para um

²⁰ Denominação utilizada por Le Goff sobre a exclusividade das fontes escritas.

LE GOFF, J. Documento/monumento. In: ENCICLOPÉDIA, EUNAUDI. Lisboa: Imprensa Nacional/Casa da Moeda, 1984. V.1, p. 95-96

olhar mais atento dos alunos aos significados *exibidos*, entre os quais aqueles que dão visibilidade a versões idealizadas da vida, que podem se converter em instrumentos de manipulação ou de transformação social (SCHLICHTA, 2009).

É inegável que vivemos num mundo repleto de representações imagéticas que trazem consigo uma carga de informações estéticas, políticas e éticas, cujo conteúdo não é apenas visto (enxergado com olhos), mas interpretado com base nos conhecimentos sócio-históricos disponíveis pelo observador. Estes conhecimentos cuja gênese é também social (familiar, escolar e midiática) são a base do encaminhamento prático e filosófico que cada indivíduo é capaz de dar como resposta ao estímulo inicial.

Nessa perspectiva, aqueles que *sabem* o que veem são capazes de romper com as satisfações reduzidas às amostras grátis, com o pastiche das maneiras de vestir e dos estilos, com a falsificação do mundo transformado em templo de consumo, *shopping center*, com a substituição da experiência direta pelo consumo passivo de imagens. Por fim, que a posse desse imaginário só é possível àquele que é capaz de ver além da coisa *em si* – um inocente amontoado caótico de imagens -, mas o que é *para si*, ou seja, para o homem – um sistema de representação de crenças e pensamentos. (SCHLICHTA, 2009)

Coloca-se aqui uma distinção importante entre a apreciação de um objeto de Arte dentro e fora do ambiente escolar. Por exemplo, no ambiente de um museu, uma dada representação imagética que foi produzida por um autor, com uma determinada intenção, será *lida* por um interlocutor, o que implica num diálogo mediado pela obra (Figura 02). Por outro lado, o poder das imagens proposto como mais um instrumento de ensino envolve um novo sujeito nesse processo, o educador, que faz a mediação entre a obra e o educando (Figura 03).

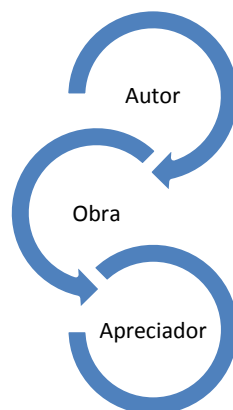


Fig.02: Representação gráfica do processo dialógico entre o autor e o apreciador mediado pela obra.

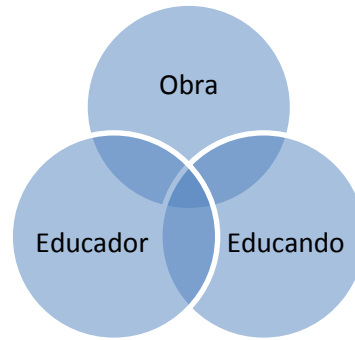


Fig.03: Representação gráfica do processo dialógico entre a imagem e o educando mediada pelo educador

Importante observar que este processo é permeado de conhecimentos construídos socialmente e que a própria concepção de Arte como conhecimento e do conceito de representação precisam ser elucidadas. É no contexto em que se reconhece a Arte *“sem desligá-la de sua natureza criadora”* como *“um dos meios de que dispõe o homem para captar e conhecer a realidade humano-social”* que se pretende alcançar sua finalidade maior, *“como meio de afirmação e humanização do homem”* (SCHLICHTA, 2009); nesta forma de pensar a Arte é que esta se insere como mais um elemento a ser discutido quanto a sua intencionalidade no ensino.

Quanto ao conceito de representação, sua compreensão exige a discussão em torno de dois aspectos: o de transparência (identificação de formas, linhas e cores) e o de opacidade (significado para além do que se vê). Quais os conhecimentos necessários para esta compreensão?

A chave para compreender a finalidade da Arte, meio de afirmação e humanização, só pode ser encontrada nesse quadro histórico e social mais amplo e nas condições sociais que originam a produção das representações denominadas artísticas, compreendidas no jogo de relações entre a sua transparência e sua opacidade (SCHLICHTA, 2009).

É neste processo (e por que não dizer quase um jogo) no qual o sujeito se coloca quando lhe faltam a articulação e o preparo suficientes para não ser refém de informações que (como todas) devem ser interpretadas à luz da realidade nas quais foram produzidas. São muitos os subterfúgios utilizados para que o senso comum prevaleça e que a Arte, bem como a Ciência, se mantenham aquém dos conhecimentos dos jovens e adultos trabalhadores ou que se preparam para ingressar no mundo do trabalho. Sobre um destes subterfúgios, *o dom*, é que se falará agora.

Seria impossível buscar (a ousadia de) conceituar Arte e seu papel na formação do indivíduo, ou falar sobre as representações imagéticas e suas complexas funções no processo ensino-aprendizagem, sem permear estas questões com uma faceta que, julga-se, irmanada com a intencionalidade já citada: é o *dom*.

Longe de negarmos que cada indivíduo tem suas habilidades específicas e que, somadas a estas, pode desenvolver outras, a aura de *especialmente único* atribuída ao artista parece estar bastante próxima da aura de *genialidade* atribuída ao cientista. Estas crenças impostas e reafirmadas pelo discurso do senso comum são largamente utilizadas para manter o educando sem acesso aos *mundos* (visões de mundo) destas áreas de conhecimento que exigem o domínio de suas linguagens particulares.

O crédito que se dá a afirmação de que o artista recebeu um *dom*, e que *isto é para poucos*, afasta o produto da Arte do sujeito que se julga não capaz²¹ de interpretá-lo e, portanto, consumi-lo. Por consequência, o artista também fica sem consumidor para seu produto, o que compactua com a ideia de que a Arte é uma atividade feita por uns poucos eleitos e consumida por uma elite, não sendo uma atividade laboral comercial e profissional.

As questões relativas à percepção estética em torno de uma obra são complexas e fogem do escopo deste trabalho. E apesar de não se ignorar que as *imagens falam à alma e ao coração* e que, portanto, há uma dimensão desta percepção que é intrinsecamente ligada à sensibilidade humana, é da dimensão social, na sua opacidade, que está se tratando. Esta dimensão de compreensão exige do observador uma intimidade com as linguagens próprias da Arte. Uma vez que a escola não oportunize o diálogo observador-obra, este ocorrerá somente para alguns indivíduos, em especial para os das classes mais privilegiadas quanto à formação cultural.

Está se falando de Arte, mas estas considerações poderiam muito bem estar sendo feitas sobre a Ciência, e é neste ponto no qual se vê claramente que a discussão da intenção que há por trás do que se ensina, está arraigada por todas as disciplinas. Este *looping* do qual está se falando, perpetuado por uma escola que se preocupa excessivamente com o conteúdo e menos com a repercussão dos conhecimentos ministrados, na vida pós escolar dos sujeitos, é o mesmo que se

²¹ Não capaz – no sentido de não estar capacitado – e não no sentido de ser incapaz

observa nas Ciências. A compreensão da Ciência também exige o conhecimento de uma linguagem própria, e seu ensino sem conexão com sua história, corrobora para que os indivíduos não apreendam seu sentido maior, pode-se dizer sua *opacidade*.

Não é apenas no sentido retratado nos parágrafos anteriores que a Arte e a Ciência podem ter suas convergências exploradas. As questões que envolvem *objeto – representação – explicação* também trazem reflexões importantes para se abordar a partir do fio condutor assumido: a imaginação e a criatividade presentes nestas atividades humano-sociais.

A imaginação e a criatividade no ensino de ciências quando estão presentes na sala de aula, são de certa forma “condenadas” como caminhos pouco científicos para resolução de problemas, ou como métodos pouco rigorosos para que seus resultados sejam considerados ciência. Esta visão de que a ciência tem seus métodos e que a rigorosidade dos mesmos excetua tudo que for considerado menos racional, pode estar contribuindo para a perda do fascínio que a ciência tem sobre o imaginário do aluno. Esta realidade pode ser constatada, por exemplo, quando o professor percebe que o encantamento que os alunos do ensino fundamental I demonstram quando se fala em *experimentos*, em *substâncias* vai decrescendo e chega quase inexistente ao EM. É possível que o fato dos mistérios das ciências deixarem de parecer encantadores para os estudantes se deva à forma como os mesmos são apresentados na maioria das salas de aula (salvo iniciativas pontuais de alguns professores). A aproximação das ciências com os temas do cotidiano e com as outras áreas de conhecimento podem ser o estímulo à imaginação e à curiosidade, fundamentais para o resgate da satisfação e do interesse no ato de aprender:

Fazemos muito mal às crianças quando, no ensino, as habituamos a separarem o raciocínio da imaginação, apenas por conveniência do currículo escolar, porque a imaginação não se reduz a explosões esporádicas de fantasia. A imaginação é a manipulação de coisas ausentes, utilizando em seu lugar imagens, palavras ou outros símbolos (BRONOWSKI, 1969) grifo nosso.

Posto que se reconheça que a imaginação tem lugar em qualquer área do conhecimento, uma vez que é necessário primeiro imaginar para depois representar simbolicamente uma ideia ou objeto de estudo, a criatividade também é componente de interesse nesta discussão:

A escola se imbuí da missão de transmitir às novas gerações valores, atitudes, conhecimentos e demais elementos da cultura humana. Nessa tarefa, muitas vezes relega a criatividade e a imaginação ao aspecto meramente motivacional das atividades, atribuindo ao lúdico unicamente a capacidade de entreter. Em geral, separam-se as atividades de raciocínio daquelas imaginativas, como se tratassem de áreas desconexas do pensamento. Por um duplo preconceito, não atribuem ao raciocínio a possibilidade de criar, nem à imaginação de organizar e moldar representações sobre o mundo (PIETROCOLA, 2004).

Ou seja, a ciência também representa (se utiliza de simbologias próprias) e a arte também pode explicar (produzir entendimento sobre suas propostas ou personagens):

A arte como reconhecimento da realidade pode nos revelar um pedaço do real, não em sua essência objetiva, tarefa específica da ciência, mas em sua relação com a essência humana. Há ciências que se ocupam de árvores, que as classificam, que estudam sua morfologia e suas funções; mas, onde está a ciência que se ocupa das árvores humanizadas? Pois bem; são precisamente estes os objetos que interessam à arte (VÁSQUEZ, 1978 *apud* SCHLICHTA, 2009).

Estas poucas reflexões sobre as intersecções entre a Arte e a Ciência como grandes áreas do conhecimento, nas suas especificidades, no seu ensino e na sua função social, seguidas de considerações sobre o processo criativo e imaginativo como base da *curiosidade epistemológica* que se quer despertar no educando reafirmam que os objetivos do educador freiriano necessariamente são interdisciplinares. Para que se possa educar de forma libertadora, primeiro os educadores precisam desmistificar práticas metodológicas tradicionais, assumindo o compromisso de casar, combinar, unir filosofia de ensino e prática em sala de aula.

3 SOBRE JOSEPH WRIGHT E SUA OBRA

Pretende-se neste capítulo apresentar a obra do artista, suas características técnicas e temáticas. Também o necessário da sua biografia e das suas relações sociais e profissionais com outros expoentes do pensamento científico e artístico, contextualizando a obra no seu momento histórico.

Joseph Wright nasceu em Derby, na Inglaterra em 03 de setembro de 1734 e desenvolveu seu interesse pela pintura desde jovem. Seu trabalho se iniciou por desenhos de retratos (atividade comum para os artistas da época) e evoluiu para temas científicos. As possibilidades de escolha desses trabalhos para fins de ensino de ciências são múltiplas. As imagens de vários deles estão disponíveis na internet como, por exemplo, as obras *A Philosopher by Lamp Light* e *The Alchemist in Search of the Philosopher's Stone*, que remetem à História da Ciência.

Acredita-se que o interesse por temas que relacionam Arte, Filosofia e Ciência tenha sido fortalecido por suas relações de amizade com estudiosos da época e outros pesquisadores que também faziam parte de uma sociedade (popular na época) que no séc. XVIII se chamava Círculo Lunar. Com sede em Birmingham (Inglaterra), seus membros se reuniam nas segundas-feiras de lua cheia para discutir os recentes progressos da ciência e da tecnologia, além de realizar experimentos e demonstrações. A escolha das noites de lua cheia facilitava a volta dos participantes para casa após as atividades científicas (GORRI e SANTIN FILHO, 2009). O Círculo Lunar passou a ser chamado de Sociedade Lunar, em 1775 e tinha entre seus participantes James Priestley (químico que pesquisava o Oxigênio), Erasmus Darwin (médico de Joseph Wright, foi tema de uma de suas obras, escrevia poesia sobre botânica e viria a ser o avô de Charles Darwin), James Watt (máquina à vapor), James Ferguson (era relojoeiro), Josiah Wedgwood (trabalhava como ceramista para família real), John Whitehurst (experiência sensorial com a erupção do Monte Vesúvio). Pode-se perceber que o contexto social em que estava inserido Joseph Wright foi determinante para riqueza de conhecimentos que ele demonstra na sofisticação de seus temas e em sua técnica detalhista e apurada.

A pintura de Joseph Wright é instigante e sempre pode revelar novos segredos aos olhos do observador atento. É uma pintura que requer atenção e conhecimentos específicos para sua leitura, porém não deixa de encantar pela sua

beleza plástica e técnica precisa. Aspectos importantes do comportamento da luz aparecem evidenciados na forma de sombras e penumbras, reflexões e refrações. É igualmente enriquecedor do ponto de vista do ensino, explorar algumas de suas pinturas que revelam o papel social da figura do cientista contextualizada em sua época. Dois, entre esses trabalhos, mostram cenas em que um cientista apresenta para um público reduzido uma espécie de aula-espetáculo, como dizem os próprios títulos “*A Philosopher Giving a Lecture on the Orrery* (Um filósofo dando uma aula no planetário, 1766 – Figura 04) e *An Experiment on a Bird in the Air Pump*²² (Um experimento com um pássaro na bomba de ar, 1768 – Figura 05). Por este último envolver ainda a questão ética de sacrificar a vida de um animal para fins de pesquisa, foi escolhido neste trabalho como um dos pilares da unidade didática desenvolvida.



Fig.04: “*A Philosopher Giving a Lecture on the Orrery*”, 1766 (ABC gallery.com)

²² Esta tela pode ser melhor visualizada no link <http://www.abcgallery.com/w/wright21.html> ou no livro Para Entender a Arte de R. Cumming (1988), no qual são apresentadas outras reflexões sobre a tela.



Fig.05: “An Experiment on a Bird in the Air Pump”, 1768 (ABC gallery.com)

3.1 SOBRE A CIÊNCIA, SUA CONSTRUÇÃO E SUAS LINGUAGENS NO SÉCULO XVIII

O mundo da ciência é uma construção histórica e coletiva da humanidade. Movido pelas necessidades e principalmente pelos interesses de cada época, o homem passou a buscar respostas que viessem de encontro à sua realidade. Os objetivos dos pesquisadores nem sempre foram os mesmos, desde explicar fenômenos da natureza até “colocá-la a seu serviço”, muitos séculos se passaram. Para melhor compreensão da visão de ciência do momento no qual o trabalho de Joseph Wright foi produzido, faz-se necessário refletir um pouco sobre o final do século XVIII.

O período determinado pelos historiadores como Idade Moderna está compreendido entre 29 de maio de 1453 quando houve a Tomada de Constantinopla pelos turcos otomanos e 14 de julho de 1789 com a Revolução Francesa. Foi um período fortemente marcado pela transição de valores e de grandes modificações na

organização social e política da Europa, no qual a produção feudal manual foi substituída pelo modo de produção capitalista²³. Os burgueses (classe enriquecida pelo comércio) deixaram de acreditar no Rei como líder designado por Deus e passaram a exigir sua parcela de direitos²⁴. Passou a existir uma classe que podia consumir e que para manutenção de seu status precisava que mais pessoas pudessem passar a consumir seus produtos. Era o nascimento do capitalismo. O crescimento das cidades, das populações e a diminuição da participação da Igreja²⁵ nas decisões individuais fizeram com que a monarquia “aceitasse” se aliar à burguesia (com objetivo de não diminuir seus ganhos financeiros e políticos). Neste ambiente de efervescência econômica e social, a ciência teve papel fundamental para o aumento da produção de bens e serviços. As Leis da Termodinâmica são um exemplo de conhecimento científico que historicamente se desenvolveu pela necessidade de aumentar a eficiência das primeiras máquinas a vapor (séc. XVII).

Naturalmente a visão do que era ou não ciência também se alterou durante este período, tanto para o homem comum (que tinha contato com as aplicações desta no seu trabalho) quanto para os pensadores da época. No séc. XVIII passaram a serem discutidas questões filosóficas em torno da felicidade do homem e das suas condições de vida²⁶. Estas questões só foram possíveis em virtude de todas as modificações que já vinham acontecendo na sociedade. Este movimento se chamou Iluminismo e em princípio preocupou-se em denunciar os abusos do estado absolutista, cujos privilégios passaram a ser condenados. Segundo os Iluministas tudo que foge à razão deve ser combatido, no sentido de que a racionalidade leva à reflexão, e esta à liberdade de opinião. *A busca pelo saber e liberdade de pensamento são as premissas do Iluminismo.* Não é difícil compreender porque este movimento escolheu a luz como símbolo.

Alguns reflexos de como se definia a ciência neste período permanecem até hoje, e este tema pode ser gerador de um processo dialógico com os alunos durante a atividade com as obras de Joseph Wright.

Quando se fala ou se ensina ciência é comum adjetivá-la como objetiva, mensurável, experimentável, causa e efeito, previsões prováveis, confiável,

²³ Produzir em maior escala, em menor tempo e com menos perdas.

²⁴ Inclusive o direito de acumulação, anteriormente condenado como pecado.

²⁵ Entre outras coisas a menor participação da Igreja permitiu que maiores jornadas de trabalho (inclusive infantil) fossem praticadas nas minas de carvão e nas fábricas que nasciam na Inglaterra.

²⁶ Anteriormente as condições de vida eram vistas como “presente ou castigo dos céus”.

elaborada e outros que levam a uma compreensão de que ciência é uma atividade feita em laboratórios (vistos como lugares onde se busca comprovações experimentais e reproduzíveis) (CHALMERS, 1983). Esta visão de conhecimento científico como baseado (quase exclusivamente) em dados adquiridos por observação iniciou no séc. XVII período de Newton (1643-1727) e Galileu (1564-1642). Foi um período no qual se “abandonou” uma forma de fazer ciência por dialética ou por conhecimentos exclusivamente teóricos e passou-se a se acreditar no que estava sendo observado e medido (realidade concreta). Esta crença no que pode ser repetido, medido e comprovado (racionalidade), culminou com o chamado Princípio de Indução “Se um grande número de As foi observado sob uma ampla variedade de condições, e se todos esses As observados possuíam sem exceção a propriedade B, então todos os As têm a propriedade B”(CHALMERS, 1983).

Observa-se que se esperava desta ciência que ela fosse capaz de prever fenômenos e a urgência era utilitarista. Para produzir mais, precisa-se conhecer e dominar os processos que envolvem fontes de energia (no séc. XVIII energia mecânica e térmica). A linguagem matemática como uma das formas de representação dos fenômenos físicos, já havia sido desenvolvida (especialmente por Newton), mas a ciência ainda estava longe da formação do cidadão comum. As “apresentações” de cientistas em residências de nobres ainda eram uma prática e os conhecimentos sobre higiene, existência de vírus, canalização de esgotos e energia elétrica ainda não faziam parte do cotidiano.

3.2 ARTE CLÁSSICA E ARTE URBANA, SUA CONSTRUÇÃO E SUAS LINGUAGENS

Da mesma forma que a Ciência, a Arte também tem seus períodos característicos e seu produto pode ser reconhecido de acordo com o momento histórico no qual foi produzido. No item 2.4 que trata de algumas relações entre a Arte e a Ciência, foi afirmado que a compreensão das mesmas depende (em grande medida), do conhecimento das suas linguagens (signos e representações), sua técnica (seu fazer) e sua inserção histórica. Neste texto procurar-se-á tratar um pouco da questão relativa ao discurso da Arte. Como se faz esta leitura? Como se

reconhece minimamente as questões de estilo para se apreciar além dos sentidos, mas pela percepção estética (que exige mais do observador)?

distingue-se da percepção ingênua e, portanto, não específica da obra de arte, não pela lógica de seu funcionamento, mas pelo tipo de traços que a primeira retém como pertinentes em função de um princípio de seleção que não é senão a disposição estética. Enquanto a percepção ingênua, fundada no domínio prévio da divisão em classes complementares do universo dos significantes e do universo dos significados, trata os elementos da representação, folhas ou nuvens, como índices ou sinais investidos de uma função de pura denotação (“é um álamo”, “é uma tempestade”), a percepção propriamente estética enfatiza os únicos traços esteticamente pertinentes, a saber, tendo em vista o universo das possibilidades estilísticas os que caracterizam uma maneira particular de tratar as folhas ou as nuvens, isto é, um estilo como modo de representação em que se exprime o modo de percepção, de pensamento e de captação próprio de uma época, de uma classe, de uma fração de classe ou de um agrupamento artístico (BORDIEU, 1999 *apud* SCHLICHTA, 2009).

Ou seja, mais que uma aptidão é um processo que precisa ser aprendido e, portanto, pode ser ensinado. Para que o educador possa mediar o diálogo entre o educando e a obra, é conveniente que o primeiro se sinta apto a compreender a mensagem que esta obra desvela. Como já foi dito esta compreensão inclui conhecer características que pertencem às épocas (cada uma tem sua maneira de representar a realidade) e estilos diversificados. Não se pretende aqui discorrer mais do que o necessário sobre o tema, apenas reiterar que assim como há certos códigos para se reconhecer o que é Ciência (como foi produzido certo conhecimento, como é visto entre seus pares, como é divulgado) assim também acontece com a Arte (atributos que conferem a uma manifestação artística o status de Arte). Neste caminho pode-se procurar responder perguntas como: *Quem fez? Onde está exposta? Qual a técnica utilizada? Qual seu conteúdo?* Claramente se perceberá que os argumentos que respondem a estes questionamentos são diferentes se o apreciador estiver frente a uma tela de Joseph Wright ou frente a uma manifestação de Arte Urbana (ou *arte de rua*). “A expressão *arte de rua* é uma tradução literal do termo *street art*, que nomina a manifestação dos jovens da cultura (ou filosofia) *hip hop*²⁷, os quais adotaram os espaços urbanos como seu cenário, palco, arena e suporte” (PROSSER, 2009).

²⁷ O *hip hop* envolve um conjunto de manifestações que nasceram e tiveram um primeiro desenvolvimento de maneira independente (o *rap* jamaicano, o *break* portorriquenho e o *DJ* (*disc jockey*) e o *graffiti* norte-americanos). O termo *hip hop* foi criado pelo *DJ* Afrika Bambaataa, em 1968, para nomear os encontros dos dançarinos de *break*, *DJs* e *rappers* nas festas de rua no bairro do Bronx, em Nova York, aos quais o *graffiti*

Em geral, as obras que fazem parte dos períodos clássicos da História da Arte geram menos discussão em torno de seu valor, características e propriedades, o que não quer dizer que são facilmente compreendidas.

No século XVIII, a técnica utilizada na pintura a óleo era o *chiaroscuro*. Esse uso de jogos de sombra e luz dramáticos não diminuía o realismo exigido, que era quase fotográfico; os modelos queriam se reconhecer na tela. A dramaticidade ficava por conta do movimento que envolvia tanto os modelos quanto seu entorno. São comuns imagens com tecidos apresentando grandes e contorcidos volumes. Os elementos claros, a pele humana, as superfícies lisas e metálicas brilham em contraste com detalhes muito escuros de sombras e de penumbras. Estas características são diferentes das pinturas anteriores (feitas em grande parte como encomendas da Igreja Católica) nas quais havia mais leveza, cores mais claras e um largo uso de artifícios que dessem a impressão de algo sublime, dos céus, em condição superior às coisas da terra (GOMBRICH, 1981). Estas reflexões são suficientes para se perceber que se de um lado é necessário conhecer mais para se apreciar a Arte, de outro a Arte é também manifestação única de realização humana feita, por vezes, por artistas que até desconhecem todo esse arsenal teórico de técnicas, estilos e história. *“Na relação estética, o homem satisfaz a necessidade de expressão e afirmação que não pode satisfazer, ou só satisfaz de modo limitado, em outras relações com o mundo.”* (VÁSQUEZ, 1978 *apud* SCHLICHTA, 2009).

Esta premência de se expressar artisticamente, de manifestar suas verdades e sentimentos é muito frequente nos países latinos como o Brasil, possivelmente por nossas raízes serem tão miscigenadas. A emoção, a religiosidade e a criatividade estão presentes em representações artísticas e produtos artesanais por todas as regiões, por vezes produzidas por pessoas de origem muito humilde e sem qualquer formação escolar.

acabou sendo associado. Inicialmente uma cultura de gueto e dos jovens pobres e negros e latino-americanos da periferia desta cidade, o movimento logo se estendeu, de modo intenso, por todos os continentes, tornando-se expressão de adolescentes e jovens de todo o mundo, não apenas de bairros periurbanos, mas de muitas cidades como um todo e de várias camadas e segmentos sociais.

De acordo com seus integrantes, o *hip hop* envolve quatro elementos: a música e a poesia (o *rap – rhythm and poetry* e o *DJ – disc jockey*), a dança (o *break*) e as artes visuais (*graffiti* em suas manifestações e estilos).

O grafite²⁸ é um exemplo de expressão artística que teve rápido crescimento no Brasil e hoje há artistas conhecidos internacionalmente. Estes desenvolveram técnicas apuradas de pintura e estêncil²⁹ com estilo personalizado.

Como já foi dito, as expressões de cada época são identificadas por um conjunto de valores e características específicas, mas como Arte, as obras “devem poder responder” aos mesmos questionamentos já citados: Quem fez? Onde está exposta? Qual a técnica utilizada? Qual seu conteúdo?

No caso da Arte Urbana que “utiliza-se das diferentes linguagens artísticas, tem a rua e a cidade como elemento e cenário primordiais e age diretamente sobre o ambiente urbano, integrando-se a ele” (PROSSER, 2009), de início já se percebe uma grande diferença, pois a resposta à pergunta *Quem fez?* nem sempre é tão simples. Enquanto os artistas mais tradicionais assinam suas obras para se assegurarem de sua autoria e valorizarem com isso a própria obra como produto, no caso do grafite os artistas não costumam assiná-las. A justificativa é plural: a) o grafite é uma atividade da cultura *underground*, b) a vontade destes artistas é de que a obra seja o alvo de valorização (e não eles próprios), c) há um acordo implícito que a identificação de autoria seja feita pelo estilo particular e não pela assinatura, d) há muitas destas manifestações que são de grupos (e não de indivíduos) ou representam grupos, e diversas outras justificativas possíveis.

A escrita denominada, hoje, *modern graffiti*, de influência norteamericana, envolve especialmente assinaturas (tags, etiquetas), geralmente codinomes, que garantem certo anonimato aos seus autores em relação à sociedade em geral e, ao mesmo tempo, um reconhecimento entre seus pares. A maior parte dos pichos encontrados, atualmente, nas grandes cidades, são assinaturas. Mas há também perguntas contundentes, manifestação de indignação, escritos mais elaborados e dizeres *gospel*, às vezes relacionados a um personagem (PROSSER, 2009).

Quanto ao questionamento *Onde está exposta?* Novamente há diferenças fundamentais que devem ser consideradas para compreensão da mensagem.

²⁸ A palavra *graffiti* é usada tanto no singular quanto no plural para denominar a vertente visual da arte de rua. Em português, adotam-se tanto o vocábulo italiano, na sua forma invariável, quanto grafite/grafites (PROSSER, 2009).

²⁹ Além do grafite e da pichação, a arte de rua apresenta outras manifestações plásticas com base na colagem ou na máscara: o lambe-lambe (ou cartaz), o estêncil (ou *stencil*, ou serigrafia, ou máscara) e o *sticker* (adesivo criado artesanalmente). Podem ser considerados grafites no sentido amplo da palavra ou no contexto do *hip-hop*, pois mudam apenas o suporte (são feitos sobre papel colado à parede ao invés de diretamente sobre o muro) e as tecnologias (fotocópia ou serigrafia); mas continuam presentes o ato de tomar ou incitar à tomada de uma atitude e o uso do suporte urbano como meio de comunicação alternativa, socialização, manifestação ou diversão (PROSSER, 2009).

Enquanto as obras mais clássicas se encontram em museus e as obras de Arte Contemporânea em museus e espaços de Arte, a Arte Urbana está espalhada pelos muros e construções das cidades. São expostas de forma a receber toda forma de crítica, uma vez que estão expostas em lugares de grande circulação de pessoas. O artista não recebeu necessariamente uma formação técnica, não existe curadoria e o papel do crítico também é assumido por apreciadores não necessariamente preparados para tanto. É uma nova forma de vivenciar a Arte. A relação apreciador-obra-artista foi transformada por esta forma de se fazer Arte. “O exercício dessas linguagens artísticas no contexto deste movimento constitui, ao mesmo tempo, diversão, espaço de sociabilidade e lugar da resistência, da denúncia, do protesto e da manifestação da busca por significados de vida” (PROSSER, 2009).

Ainda sobre este aspecto é necessário comentar a questão dos autores que optam por veicular suas obras em espaços públicos ou particulares sem a devida autorização dos proprietários ou responsáveis. Esta atitude de intromissão aos direitos do outro gera grande repúdio (como toda atitude ditatorial). Aqui já se pode desmistificar algo em torno do grafite³⁰ ser confundido com a pichação e ser ou não agressivo contra a cidade e seus cidadãos. A veiculação forçada de informações, sejam elas estéticas ou não, precisam ser antes de tudo éticas para poderem ser chamadas de Arte no sentido mais amplo da palavra: manifestação estética ligada à essência humana, expressão humana única, sensível, com conteúdo capaz de realizar seu criador e dialogar universalmente com a emoção e com a razão de quem a aprecia (SCHLICHTA, 2009). Ora, algo com esta dimensão não pode ser imposto. Não há verdade de uns que tenha o direito de ser imposta a outros, a revelia de suas vontades. O grafite não é vandalismo, nem caminho para se agredir os cidadãos diferentes socialmente, politicamente ou qualquer outra forma de diversidade que possa ser usada como alvo de críticas. A imposição de manifestações ditas artísticas de grupos ou pessoas em lugares não autorizados é crime ambiental tipificado no código penal brasileiro³¹.

³⁰ Existe mais de uma compreensão sobre os termos grafite e pichação, mas a definição mais aceita pelos artistas urbanos é a de que o picho está relacionado à escrita e o grafite às artes visuais: a pichação privilegia a palavra e/ou letra, enquanto o grafite enfatiza a imagem (PROSSER, 2009).

³¹ No Brasil a lei que pune a pichação tem base na lei de Crimes Ambientais (Lei 9.605 Art. 65) “Pichar ou por outro meio conspurcar edificação ou monumento urbano”: (Redação dada pela Lei nº 12.408, de 2011); Pena de detenção de três meses a um ano e multa. § 1º Se o ato for realizado em monumento ou coisa tombada em virtude do seu valor artístico, arqueológico ou histórico, a pena é

Na sequência a pergunta é *Qual a técnica utilizada?* Se no período Barroco os materiais eram as telas e as tintas a óleo (não industrializadas como as que conhecemos hoje), no caso do grafite as tintas utilizadas são as comercialmente acessíveis, as tintas em aerossol e o aerógrafo. O suporte pode ser a alvenaria, a madeira, o vidro e o concreto, pois existem obras feitas no asfalto, nos muros e nas paredes. Para além dos materiais, mas ainda sobre a técnica, o estilo com o qual cada artista se expressa pode ser bastante particular. Há obras com muitos detalhes realistas, com efeitos de perspectiva de acordo com os cânones do desenho e outros com linhas simples formando grafias próprias. Os temas também são bastante variados, como seria previsível por ser uma expressão contemporânea, de uma época que tem como marca a multiplicidade e a diversidade de meios (socialmente e filosoficamente). As regras são menos claras e dependem da inserção social, esta possível migração de grupos, esta ausência de certos e errados definitivos é uma constante da produção atual, presente nas possíveis respostas para *Qual o conteúdo?*

As mensagens veiculadas pelas obras produzidas pelos artistas urbanos são múltiplas, pois múltiplos e diversos são os sujeitos para os quais são postas. Há os grafites que retratam cenas do cotidiano urbano como os que pretendem criticar áreas da vida social (política, do consumo, da repressão policial entre outros), há os que pretendem enviar mensagens coletivas (como ecológicas ou os que representam extratos sociais que se veem como marginalizados), há os que têm apelo estético e buscam o embelezamento de paredões cinzas esquecidos no ambiente urbano e inúmeros outros conteúdos. A proposta da Arte Urbana nem sempre é veicular uma mensagem específica ou retratar algo para posteridade como as obras ditas clássicas, ao contrário, o efêmero faz parte da proposta. Desde a sua criação o artista tem consciência de que seu suporte será repintado e reutilizado inúmeras vezes. Talvez este caráter transitório seja um dos atributos que fazem com que a identificação do público jovem seja, em geral, maior que das demais camadas da população.

Nas salas de aula não é diferente, a diversidade está presente, há grupos conservadores e há os que se apresentam como artistas ou futuros artistas locais,

de seis meses a um ano de detenção e multa.

(<http://falconbeni.pbworks.com/w/page/67462026/Vandalismos>)

que participam de eventos de grafite (e também de pichações). O tema é de interesse mesmo para os que não fazem parte destes eventos diretamente. É uma Arte que está por todo lugar e que nesta condição, faz com que o cidadão em contato com ela, se posicione. Também faz parte de forma muito natural (do desenvolvimento do adolescente) esta necessidade de se expressar experimentando de formas diferentes seus limites e sua busca por um lugar único no mundo que ele está começando a vivenciar como indivíduo. Nesta premissa parece ser bastante adequado trazer para sala de aula atividades que permitam este experimentar, este expressar-se, este encontrar de significados, sejam eles próprios ou construídos coletivamente.

4 TRAJETÓRIA DE INVESTIGAÇÃO

4.1 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

A concepção educacional dialógico-problematizadora freiriana é norteadora desta pesquisa, o que se reflete na temática, na natureza das atividades planejadas como instrumento de pesquisa e na forma como se deu o desenvolvimento destas em sala de aula. A estratégia de pesquisa é do tipo *observação participante*, na qual “o investigador introduz-se no mundo das pessoas que pretende estudar, tenta conhecê-las, dá-se a conhecer [...] elaborando um registro escrito e sistemático de tudo aquilo que ouve e observa” (BOGDAN, 1994).

Os procedimentos de pesquisa e análise com base nos dados³² coletados em sala de aula caracterizam a investigação qualitativa em educação, na qual o pesquisador se esforça para intelectualmente eliminar seus preconceitos e os planos (flexíveis) evoluem à medida que se desenvolve o processo:

“[...] os dados descritivos representam o material mais importante a recolher e a análise de tipo indutivo é a mais eficaz [...]; na recolha de dados (tais como a observação participante, a entrevista não estruturada e a análise de documentos). Estas fornecem os parâmetros, as ferramentas e uma orientação geral para os passos seguintes.” (BOGDAN, 1994 pg.83)

A pesquisa tendo sido realizada em múltiplos grupos e locais seguiu os passos do que se conhece por *método comparativo constante* no desenvolvimento de teorias:

- a) inicie a recolha de dados;
- b) procure situações chave, acontecimentos recorrentes ou atividades com base nos dados que constituam categorias a estudar;
- c) recolha dados que proporcionem muitos incidentes das categorias em estudo, procurando a diversidade das dimensões subjacentes às categorias;
- d) escreva sobre as categorias que está prestes a explorar, tentando descrever e justificar todos os incidentes que possui nos seus dados enquanto procura, incessantemente, novos incidentes;
- e) trabalhe com os dados e com o modelo emergente para descobrir processos sociais e relações básicas;
- f) ocupe-se da amostragem, codificação e escrita, à medida que a análise se concentra nas categorias principais (BOGDAN, 1994 *apud* Glaser, 1978).

³² Dados são os elementos que formam a base da análise. Incluem registros, notas e documentos referentes às observações.

Os dados principais obtidos no estilo cooperativo³³ compreendem os registros das observações feitas em sala, os comentários do observador, as atividades realizadas pelos alunos e todos os elementos necessários para pensar de forma adequada e profunda acerca da investigação que se propõe.

4.1.1 Sobre a Investigação Qualitativa em Educação

Entende-se por pesquisa qualitativa aquela que contempla uma metodologia de investigação que enfatiza a descrição, a indução, a teoria fundamentada³⁴ e o estudo das percepções pessoais (BOGDAN, 1994). Segundo R. Bogdan e S. Birklen (1994) são características da investigação qualitativa:

- Os dados recolhidos são ricos em pormenores descritivos e de complexo tratamento estatístico;
- Objetiva-se investigar os fenômenos em toda sua complexidade e em contexto natural (o interesse pelo processo é maior do que pelo resultado);
- As questões específicas podem ser selecionadas à medida que se recolhem os dados (não há obrigatoriedade de que se teste uma hipótese prévia);
- Privilegia a compreensão dos comportamentos a partir da perspectiva dos sujeitos da investigação;
- Recolhimento de dados em função de um contato aprofundado com os indivíduos, nos seus contextos ecológicos naturais (em forma de palavras ou imagens e não números).

Estas características podem ser observadas na pesquisa aqui apresentada; também o respeito às normas éticas que asseguram: a) que os sujeitos aderem voluntariamente aos projetos de investigação, cientes da natureza do estudo e das obrigações nele envolvidos (os estudantes tiveram liberdade de participar ou não das atividades propostas em sala) e b) os sujeitos não são expostos a riscos superiores aos ganhos que possam advir (BOGDAN, 1994).

Após coletados os dados, feitos os registros e comentários sobre os mesmos, partiu-se para definição das categorias de análise. Uma categoria geral definida foi a que segundo Bogdan e Biklen (1994) pode ser chamada de Perspectivas tidas pelos sujeitos. Esta categoria inclui códigos orientados para formas de pensamento partilhadas por todos ou alguns sujeitos e revelam

³³ No *estilo cooperativo* significa que os sujeitos envolvidos na investigação estão conscientes da existência da pesquisa e do investigador diferindo, portanto, da chamada *investigação dissimulada*.

³⁴ Bases teóricas e históricas e especificidade de métodos concretos para realização da investigação.

convicções concernentes a aspectos específicos da situação. Incluem regras e normas partilhadas, bem como pontos de vista mais gerais, muitas vezes revelados por termos ou frases que os sujeitos utilizam. Acredita-se que esta categoria de análise vem de encontro com a concepção de educação freiriana norteadora da pesquisa centrada nos sujeitos envolvidos e nas suas vivências. As unidades de codificação de respostas foram buscadas e definidas durante a análise que incluiu todas as fontes de dados investigados, seguindo a prática do MEA (Modelo de Estratégia Argumentativa):

No **estudo comparativo de dados**, o objetivo é estabelecer relações entre as ocorrências encontradas na pesquisa buscando a aplicação de um esquema explicativo para os problemas. Busca-se estabelecer um esquema de perguntas-respostas que confira coerência aos dados. É oportuno ainda que durante o estudo se busque uma forma de tornar a informação estudada de fácil compreensão para outros. Os dados, inicialmente desconectados, após o estudo devem ser transformados em resultados da pesquisa (CASTRO, 2011).

4.2 ATIVIDADES ELABORADAS PARA O DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Este texto se destina a descrever as atividades que foram planejadas para cada aula. Foi dada ênfase maior na descrição das aulas que são as diferentes das tradicionais, seja pela metodologia ou pela exploração das relações entre Arte e Ciência, que se pretende investigar. Seguem também as expectativas de cada uma, quando da sua construção. Os resultados e sua análise serão apresentados em 4.3 e a discussão de resultados em 4.4.

4.2.1 Atividade 1: Texto Skor (Apêndice A)

Etapa: ER – estudo da realidade: momento de descodificação.

Atividade: Leitura de texto sobre a vida do artista urbano Skor, do qual há grafites nos bairros da cidade onde foi desenvolvido o trabalho, permeada de discussões com a turma. Após a leitura os alunos continuam a discussão e respondem as 04 questões propostas.

Objetivos: Iniciar o processo dialógico tendo como subsídio um texto a partir do tema gerador (arte urbana) identificado no universo do aluno e “provocar” a percepção³⁵ do que é uma aula de Física (desequilíbrio) para gerar a etapa posterior. Nesta se pretende oportunizar ao grupo uma experiência: de como fenômenos tratados pela Física podem se articular com outra área do conhecimento de forma inesperada.

Metodologia: Os alunos são convidados a ler em voz alta e a participação tanto na leitura quanto na discussão é voluntária. As questões podem ser respondidas em grupo ou individualmente, por proposição da turma.

Justificativa: A leitura deste texto foi escolhida para uma primeira aproximação com a turma, pelo texto ter sido compilado a partir de um jornal de grande circulação, estar escrito em linguagem acessível, apresentar um personagem real do mundo da Arte Urbana (um jovem com seus anseios e necessidades no caminho da profissionalização). Optou-se por uma atividade com leitura pela compreensão do seu importante papel na formação do indivíduo e da necessidade da inclusão de atividades que reforcem esta prática nas demais disciplinas além das diretamente ligadas às linguagens (ZANETIC, 2006).

O encaminhamento dado para as discussões que seguem a leitura é o de “voltar o olhar do aluno” para realidades sócio-culturais diversas (Angola, Suíça e Brasil), para a persistência e seriedades necessárias para profissionalização (em qualquer área), para riqueza de detalhes técnicos (cores, texturas e contornos) que são usados como formas de expressão a partir dos trabalhos artísticos do profissional.

No momento de explicar as atividades propostas, pode-se deter mais na segunda questão (quadro 01) e iniciar falando sobre como a Arte e a Ciência são áreas do conhecimento construídas de forma diferente e que também se expressam por linguagens diversificadas. A explanação inclui temas sobre a construção da Ciência, e envolve termos como postulado, teorema, conceitos. Afirma-se que não há certo e errado no preenchimento das questões, mas que o objetivo principal é investigar a opinião do grupo sobre o que se discutiu durante a aula.

³⁵Entende-se por percepção aquelas relações imediatas que os sujeitos demonstram quando na sala de aula recebem, elaboram e interpretam as informações que chegam do meio circundante através dos sentidos.

Atividades

1 Escreva o que você acha que foi necessário para Skor se profissionalizar e encontrar seu espaço no mundo do trabalho:

2 Pensando sobre o que é arte e o que é ciência...Dê a sua opinião completando com exemplos o quadro abaixo:

| | Exemplo na Arte | Exemplo na Ciência |
|---|------------------------|---------------------------|
| “Todo mundo” concorda que é | | |
| Alguns acham que é e outros acham que não | | |
| “Todo mundo” concorda que não é | | |

3 No que o conhecimento de ciência pode beneficiá-lo no seu dia a dia?

4 O que faz um teorema ou um conceito ser considerado científico?

Quadro 01: Recorte que apresenta os exercícios que acompanham a Atividade Texto “Skor”

4.2.2 Atividade 2: Slides “Está a Física envolvida na Arte?” (Apêndice B) e exercício de Sombras (Apêndice C)

Etapa: ER – estudo da realidade. Momento de “desequilíbrio” dos participantes.

Atividade: Apresentação dos slides “Está a Física envolvida na Arte?” planejada a partir do tema gerador Arte Urbana. As imagens escolhidas são apresentadas com frases ou jogo de palavras que sugerem questionamentos; é momento de ouvir a fala do outro, no qual o professor vai “provocando os alunos” tanto no que pode ser visualizado (sombras, cores, texturas) quanto no conteúdo dos temas que podem ser gerados a partir do inicial. Após o debate, para sistematização do que foi visualizado (em termos de efeitos luminosos) é proposta a realização de exercício no qual os alunos recebem uma imagem “sem as sombras” e são solicitados a reconhecer a fonte de luz e esboçar com lápis de cor as sombras dos personagens.

Objetivos: Estimular a percepção do grupo quanto aos fenômenos luminosos presentes nas imagens, a curiosidade quanto às suas causas físicas (fenômenos

físicos) e curiosidade relacionada às técnicas escolhidas pelos artistas (significados *artísticos* das técnicas, contornos, efeitos de claro escuro)

Metodologia: Na sala ambiente (ou de recursos) os slides vão sendo apresentados e para cada um é feito um questionamento inicial sobre o conteúdo ou sobre a técnica utilizada. Existem imagens que dão continuidade à discussão da aula anterior sobre os conhecimentos científicos e suas aplicações tecnológicas alterando o meio ambiente e as condições de vida no seu contexto. O processo dialógico acontece com o professor assumindo (após a proposição inicial imagem/texto) um papel de ouvinte ativo, direcionando o debate conforme as participações dos estudantes.

Justificativa: Esta aula foi cuidadosamente preparada com a expectativa de que a percepção do grupo seja estimulada. É a atividade “chave” que introduz a relação entre arte e óptica que se pretende explorar. Cada imagem foi vinculada a termos que podem ser utilizados pelo professor para guiar a discussão proposta. É importante que o grupo tenha liberdade de expressão. Propositalmente foi incluído o nome do colégio entre os termos (para que eles se reconheçam como destinatários do trabalho).

4.2.3 Aula expositiva dialogada para sistematização de conceitos introdutórios à Óptica Geométrica

Etapa: OC - Organização do conhecimento: momento no qual o professor avaliando as carências e expectativas dos estudantes, propõe atividades que possibilitem este acesso de forma organizada e permanente.

Atividade: Aula ministrada com a utilização do livro texto Física Aula por Aula³⁶ (p.214-219). Faz-se a leitura (cada aluno que quiser se propõe a fazer a leitura em voz alta de um tópico) e os mesmos são discutidos, momento no qual os alunos puderam vincular alguns conceitos às imagens que foram vistas na aula dos slides.

Objetivos: Sistematizar os conceitos envolvidos nas aulas anteriores, formalizando registros e apresentando o conteúdo de forma que os estudantes tenham acesso às informações sempre que precisarem.

³⁶ Distribuído pelo PNLD nas escolas públicas de EM.

Metodologia: Inicialmente pode ser feita a apresentação da Óptica como uma grande área da Física que estuda os fenômenos luminosos cuja descrição depende da natureza da luz e da Óptica Geométrica na qual se estuda os fenômenos ligados à propagação da Luz com base em alguns princípios que consideram o raio luminoso como um elemento que pode ser definido geometricamente. Posteriormente são abordadas as definições de: Fonte de luz, fontes primárias e secundárias, fontes pontuais, fontes extensas, raio luminoso, velocidade da luz.

Justificativa: Os estudantes tem seus “tempos” de aprendizagem individuais, o que faz com que seja conveniente que o professor estimule o uso dos registros diários dos alunos nos seus cadernos e quando adequado, vincule os conceitos trabalhados em aula com o material permanente disponível (em especial o livro didático), pois é este que acompanhará o estudante durante todo o ano e estará disponível para consultas e aprofundamentos após o tempo de aula.

4.2.4 Palavras Cruzadas “Óptica e Arte” (Apêndice D)

Etapa: OC – Apesar deste exercício fazer parte da fase de Organização do Conhecimento, há uma diferença na contribuição das falas dos sujeitos, pois não haverá predominância da fala do organizador (característica) mas sim dos estudantes interagindo entre si (com velado controle).

Atividade: Exercício de palavras cruzadas, planejado para que os alunos tivessem que responder questões relativas aos conceitos abordados na aula anterior, presentes no livro texto e nos registros feitos no caderno, de forma mais lúdica e divertida do que os exercícios de perguntas e respostas tradicionais.

Objetivos: Oportunizar o uso dos termos para que o grupo se familiarize com a linguagem utilizada nas aulas de óptica; também havia uma expectativa de que a presença de termos da arte utilizados na aula da apresentação de slides pudesse servir de estímulo para que o exercício com aspecto de jogo ficasse mais dinâmico.

Justificativa: Fazer uma sistematização (organização) das contribuições trazidas pelo professor e pelo grupo nas três aulas anteriores. Comumente os estudantes mantêm alguma reserva quanto a incluir no seu vocabulário termos aprendidos em sala. O

exercício mistura os termos da Arte Urbana com os da Física buscando diminuir esta rejeição.

4.2.5 Aplicações da Propagação Retilínea da Luz (Apêndice E)

Etapa: OC – Organização do Conhecimento. Aula onde a fala do professor se sobrepõe e são propostas atividades que possibilitem o “salto que não poderia ser dado sem o conhecimento do qual o organizador é portador” (PERNAMBUCO, 1994 apud DELIZOICOV *et al*, 2011).

Atividade: Aula expositiva dialogada com utilização do quadro de giz.

Objetivo: Introduzir os conceitos de Propagação Retilínea da Luz e suas aplicações.

Metodologia: Discurso sistematizado, porém permeado de contribuições do grupo, sobre a propagação retilínea em meio transparente e homogêneo; a sombra como ausência de Luz (prova de que a Luz não faz curva); a distância do Sol em relação à Terra (muito grande), a Terra recebe um feixe de Luz cujos raios podem ser considerados praticamente paralelos entre si. Ao final da aula foi proposta a construção de uma câmera escura.

Justificativa: A construção coletiva destes conhecimentos de forma sistemática e organizada é necessária para aprendizagem. O educando fica apto a rever estes conceitos quando necessários e pode estar assim preparado para posteriores atividades nas quais problematizará suas demandas se utilizando do que foi aprendido relativamente ao tema.

4.2.6 Refração da luz

Etapa: OC – Organização do conhecimento: Momento no qual predomina a fala do educador, apesar de não se perder a fala do outro, “o que orienta essa etapa é a tentativa de propiciar os saltos que não poderiam ser dados sem o conhecimento do qual o organizador é portador” (PERNAMBUCO, 1994 apud DELIZOICOV *et al*, 2011).

Atividade: Discurso sistematizado e permeado de contribuições do grupo sobre o conteúdo. Há “demonstração do fenômeno” que auxilia na passagem do concreto para o abstrato (lógico-matemático).

Objetivos: Reconhecer o fenômeno da Refração e relacionar com Lei de Snell. Saber utilizar a tabela de índices de refração.

Metodologia: Demonstração da caneta/aresta em vasilha de água para observação do fenômeno, com o auxílio de uma régua ou transferidor, pergunta para que lado houve a mudança de direção. Em seguida questiona sobre em que outros lugares ou circunstâncias esse “efeito” já foi visto. Quando os educando citarem casos, estes podem ser anotados na lousa e a turma é levada a compreender o que há de comum: houve a mudança de meio. O professor introduz o conceito de refração, e questiona sobre o outro meio. É sempre o mesmo? E se for outro? Apresenta a tabela de índices e como a mesma foi construída, apresenta a Lei de Snell e constrói um exemplo na lousa (esboço e tratamento matemático) em conjunto com os educandos. Ao final da aula, mostra o capítulo do livro texto, explica o encaminhamento que foi dado neste e solicita que os alunos leiam em casa e refaçam os exemplos.

Justificativa: A passagem do concreto para o formal trás consigo uma série de dificuldades que são difíceis de serem expressas pelo educando. O educador deve estar atento para que o salto cognitivo necessário seja dado, considerando que em uma classe há sujeitos nas mais diversas etapas deste processo de compreensão e domínio das diferentes representações: experimento, tabela, discurso verbal, operacional-formal.

4.2.7 Atividade com a imagem da Tela “*An Experiment on a Bird in the Air Pump*” (1768) de Joseph Wright. (Apêndice F)

Etapa: AC – Aplicação do conhecimento, momento no qual o professor ouvirá (postura crítica buscando na fala do aluno indícios de generalização e ampliação dos horizontes anteriores) e participará reforçando os instrumentos apreendidos.

Atividade: Exercício em grupo (formados livremente) no qual cada equipe recebe uma imagem da tela e a atividade que deve ser completada. As respostas dos participantes não precisam ser iguais.

Objetivos: Nesta aula espera-se que o aluno vá além do reconhecimento dos termos e evolua para a etapa da identificação dos fenômenos luminosos presentes na imagem. A imagem escolhida traz uma cena da ciência como uma atividade entre a magia e o entretenimento. A expectativa é de que a cena traga de volta a discussão sobre o papel da ciência na formação cultural da sociedade e o papel do artista das artes visuais quase como um jornalista da época: um profissional observador e capaz de retratar, para a posteridade, fatos ocorridos em determinado momento histórico.

Metodologia: Os alunos podem trabalhar em grupo ou individualmente se assim optarem. Dá-se preferência para o trabalho em grupo para que se possa observar e participar dos debates surgidos naturalmente. O educador distribui as “telas” e aguarda a reação dos educandos quando da sua primeira apreciação. Os questionamentos que surgem dão o encaminhamento natural para a retomada das discussões acerca da ciência e da arte, e a atividade escrita faz com que os educandos reflitam sobre a temática do comportamento da luz retratado na cena.

Justificativa: As atividades propostas na etapa de aplicação do conhecimento devem oportunizar ao educando a liberdade de expressão necessária para que este possa encaminhar a sua resposta de maneira particular, tanto no âmbito da discussão verbal (processo dialógico com equilíbrio das falas dos participantes) quanto na problematização (novo contexto no qual os conhecimentos já adquiridos deverão se refletir como potencializadores de novas e individualizadas respostas).

4.3 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE

Para análise dos dados coletados é feita aqui a descrição do contexto e dos sujeitos da pesquisa (Quadro 02), a descrição dos eventos com comentários do observador (texto construído a partir do diário da investigação), a utilização da transcrição de algumas falas diretas dos educandos (expressadas oralmente durante as aulas) e a avaliação dos registros nas atividades escritas.

Para apresentação dos resultados, buscou-se uma metodologia que demonstrasse para o leitor a ocorrência de debates e das diferentes interações entre os sujeitos da pesquisa quando da participação destes nas atividades propostas. Segundo Castro e Flint (2011) “não há motivação para manutenção do diálogo se não há controvérsias [...] desse modo, o modelo de estratégia argumentativa busca destacar acordos e controvérsias”. Estas afirmações podem estar implícitas e também constituem o *corpus* de análise.

| Identificação | Colégio | Atividade | Cronologia |
|----------------|----------------------------------|-----------------------------|------------------|
| Turmas T1 e T2 | Colégio Estadual Leôncio Correia | 1º desenvolvimento “piloto” | 2º semestre/2013 |
| Turmas T3 e T4 | Colégio Estadual Santa Cândida | Investigação Temática | 1º semestre/2014 |
| Turmas T5 e T6 | Escola Estadual Ernani Vidal | 2º desenvolvimento | 2º semestre/2014 |

Quadro 02: Nomenclatura aqui adotada para as turmas nas quais foram desenvolvidas as atividades

4.3.1 Descrição dos Sujeitos das turmas T1 e T2.

A primeira experiência se deu no período compreendido entre 04 a 19 de novembro de 2013 no Colégio Estadual Leôncio Correia (CELC), localizado em Curitiba, estado do Paraná. As turmas escolhidas (neste texto chamadas de T1 e T2) foram do período diurno, do segundo ano do ensino médio regular organização por blocos. Nesta modalidade há quatro aulas de Física por semana (um semestre letivo por ano).

Com base nas informações disponibilizadas pelo colégio no endereço eletrônico <http://celc.weebly.com/>, pela SEED-PR no endereço eletrônico <http://www.ctaleonciocorreia.seed.pr.gov.br> e na própria vivência da autora neste ambiente é possível afirmar que o Colégio Estadual Leôncio Correia possui aproximadamente dois mil e seiscentos alunos distribuídos em turmas do Ensino Fundamental Regular e Ensino Médio Regular (pela manhã e tarde), Ensino Médio Regular (por Blocos à noite) e Cursos Profissionalizantes (Integrado, Subsequente, PROEJA, à tarde e noite). Atende a uma comunidade escolar bem diversificada,

abrangendo bairros como o Bacacheri, Boa Vista, Atuba e localidades pertencentes a outros municípios como Colombo, Estrada da Ribeira, Pinhais e Almirante Tamandaré. A maioria dos alunos atendidos pelo Colégio Estadual Leôncio Correia vem de famílias de classe social e econômica entre média e baixa; há alunos com defasagem quanto à faixa etária e ano em que se encontram (por dificuldades na aprendizagem, desequilíbrio familiar e evasão escolar). Os pais compreendem a importância da escola pública e confiam nela como instituição e parceira na formação e na educação de seus filhos, mesmo que alguns deles não acompanhem o processo escolar de seus filhos como deveriam. O CELC conta com 115 professores, todos com licenciatura plena. Na última avaliação, atingiu a média de 5,3 no IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica) dos anos finais do ensino fundamental. Aumentou em 1,2 pontos em relação à avaliação de 2009 e ficou na 12ª colocação entre as melhores escolas de Curitiba, atingindo em 2013 a meta prevista para 2017 pelo MEC (SEED PR, 2012).

Sobre os alunos das turmas T1 e T2 pode-se ainda dizer que a faixa etária estava compreendida entre 15 e 18 anos. As turmas apresentavam perfis de comportamento diferentes.

A turma T1 tinha maior número de alunos entre 15 e 17 anos, cursando o segundo ano pela primeira vez e eram alunos matriculados no CELC há mais de três anos. Participavam mais quando eram propostos trabalhos individuais ou em grupo para serem feitos em sala. Conversavam bastante entre si, mas demonstravam interesse em progredir nas tarefas.

A turma T2 tinha maior número de alunos entre os 16 e 18 anos e mais de 50% da turma já havia cursado o segundo ano no CELC ou em outra instituição de ensino. Era considerada pelo grupo de professores uma turma apática, que dificilmente podia ser estimulada a participar das tarefas propostas.

Ambas eram da regência do professor supervisor, foram escolhidas para participar desta investigação em ensino de ciências por serem do período diurno e não terem recebido outros pesquisadores (estagiários/PIBID) e também por já apresentarem um perfil de comportamento desigual. Em função de compromissos escolares pertinentes ao final do ano letivo, foi possível desenvolver seis aulas na turma T1 e sete aulas na turma T2, no segundo semestre de 2013.

4.3.2 Descrição das aulas com Comentários do Observador e Avaliação dos registros nas atividades escritas

O texto que segue descreve os eventos ocorridos durante o desenvolvimento das aulas. Seguem também os comentários necessários para primeira análise, e os resultados dos trabalhos propostos.

- Aula 1 – Atividade com o Texto “Skor” (Apêndice A)

Turma T1 – Os alunos acompanharam a leitura manifestando interesse e se dispuseram a ler em voz alta. Ao serem indagados demonstraram atenção ao texto, porém praticamente não fizeram colocações pessoais. Durante o período da aula destinado a responder ao questionário, os alunos interagiram muito entre si, em acalorada discussão (especialmente na questão da tabela *uns acham que é e outros acham que não é Arte ou Ciência*). O fato de ter se transformado em atividade em grupo foi muito positivo. As falas foram bastante criativas e isto está refletido nos exemplos do que é e o que não é ciência e arte (quadro 03). O tema gerou grande animação e a participação foi geral. Terminaram a atividade com bastante antecedência (quase 10 minutos).

Turma T2 – Os alunos acompanharam a leitura demonstrando interesse e tomaram a iniciativa da leitura em voz alta quando solicitados. Após a leitura, houve apatia inicial para responder ao questionário. No momento do questionamento, não houve participação espontânea e houve pouca interação entre os alunos. Ao serem auxiliados, reagiram e executaram a tarefa. Nas discussões em grupo transpareciam apatia e insegurança.

Os resultados da atividade escrita desenvolvida nas turmas T1 e T2 foram compilados em conjunto, pois se pôde observar pela leitura minuciosa das respostas que ambas as turmas apresentaram os mesmos conceitos agregadores (que definiram as categorias), apesar das aparentes diferenças de comportamento descritas nos parágrafos precedentes. O número entre parênteses se refere à quantidade de eventos recorrentes em cada caso, utilizado apenas para dar uma dimensão do número de ocorrências ao leitor e não de se fazer a partir destes uma análise quantitativa:

| Questão | Categorias | Transcrições e/ou exemplos presentes nas respostas |
|---|----------------------------------|---|
| Escreva o que você acha que foi necessário para Skor se profissionalizar e encontrar seu espaço no mundo do trabalho: | Reconhecimento da sociedade (13) | <p><i>“ele precisou mostrar o seu trabalho para as pessoas, para que as pessoas o reconhecessem como artista”</i></p> <p><i>“a aceitação da sociedade em relação ao talento dele”</i></p> <p><i>“foi necessário incentivo, ele não foi discriminado por escolher arte urbana”</i></p> |
| | Dedicação e esforço próprio (18) | <p><i>“o mais importante foi ele acreditar em si mesmo e acreditar no seu potencial para arte”</i></p> <p><i>“força de vontade, determinação e acreditar no seu sonho não se importando com a opinião dos outros”</i></p> <p><i>“ter garra e não desistir do que gosta e também ter ética e moral e respeito”</i></p> |
| | Outros | Conseguir dinheiro, apanhar da polícia, autorização |
| “Todos” concordam que é Arte | Clássicos (23) | Pintura em quadros, escultura, dança, música, teatro |
| | Escolas (5) | expressionismo, realismo, abstracionismo |
| | Alternativos | Grafite(3), desenho animado (2), jogar bola (1), dom (1). |
| Uns acham que é e outros acham que não é Arte | Clássicos | Arte abstrata (2) (chamada de <i>rabiscos</i> ou de <i>não óbvia</i>), abstracionismo, arquitetura, desenho, teatro, música |
| | Arte urbana | Grafite(10), pichação (6) |
| | Outros | Esportes(2), fotografia(3), leitura, religião, maquiagem, culinária, <i>“Meus desenhos na aula de artes”</i> , <i>“funk (ideologia de vida)”</i> |
| “Todos” concordam que não é Arte | Clássicos | Desenho, escultura, |
| | | Desenho escolar (3), rabiscos (2), modo de se expressar |
| | Pichação | Pichação (16), vandalismo (2) |
| | Outros | Problemas matemáticos, futebol (2), televisão Faustão, Educação Física, <i>“eu cantando”</i> |
| “Todos” concordam que é ciência | Folclore | Festa junina (2), carnaval |
| | Disciplinas escolares | Química(9), Física(6), Biologia(5), Sociologia, Ciências Exatas |
| | Aplicações da ciência | Tecnologia, astronomia, nutrição, laboratório de análises, medicina e educação (2), óculos, medicamentos (6) |
| Alguns acham que é e outros acham que não é Ciência | Outros | Criatividade |
| | Disciplinas escolares | Sociologia (5), Filosofia(5), Biologia (3), Artes |
| | Aplicações da | Estudo da agricultura, remédios naturais (7), Botânica, |

| | | |
|--|------------------------------|---|
| | ciência | <i>“maconha (no caso de câncer)”</i> , astronomia, medicina alternativa, existência do plasma |
| | Outros | Religião (4), mandinga (2), ufologia, os espíritas, maconha, natação, cura |
| “Todos” concordam que não é ciência | sentimentos | Amor pelo seu time, inveja, sentimentos (3), agressividade |
| | Disciplinas escolares | História (2), Português (4), Química |
| | Crenças | Existência de superpoderes (4), religião (3), meditação, amuletos, macumba, rituais, imortalidade (3), nossa existência, Deus |
| | Atividades | Futebol, punhobol (2), experimentos, agricultura |
| No que o conhecimento de ciência pode beneficiá-lo no seu dia a dia? | Aplicações tecnológicas (02) | Previsão do tempo, <i>“combustão de motores”</i> |
| | Aplicações na saúde (16) | cura de doenças ou diagnóstico (10), higiene e alimentação (2), mistura de produtos químicos (2), vida saudável <i>“saúde, educação e cultura”</i> (2) <i>“no caso se eu estiver doente o conhecimento da ciência me ajudará a achar um remédio natural para amenizar a dor”</i> |
| | Cotidiano (07) | <i>“quando vou comprar um produto tecnológico tenho que saber um pouco de ciência”</i> <i>“entender o mundo de uma maneira melhor, com uma cabeça mais aberta”</i> (3) <i>“resolver problemas e enigmas de jogos de vídeo game”</i> <i>“não sermos enganados”</i> (3) <i>“nos produtos de limpeza”</i> <i>“treinando” as pessoas a terem autonomia de pensamento, e salvando vidas por medicamentos</i> |
| O que faz um conceito ser considerado científico? | Laboratório (6) | <i>“ser comprovado com testes em laboratório e em campo”</i> |
| | Testes (10) | <i>“testes que o provem, autenticando a teoria”</i> <i>“testar centenas de vezes uma substância e obter nessas centenas de vezes o mesmo resultado, o resultado prometido pelo fabricante”</i> |
| | Comprovação (10) | <i>“ser estudado e comprovado cientificamente que é eficaz”</i> , |
| | “lógica” | <i>“A lógica da sociedade”</i> <i>“ter fundamento lógico a teoria”</i> |
| | Experimentos (4) | <i>“ele tem que ser comprovado com experimentos”</i> |

Quadro 03: Estudo comparativo de dados coletados a partir da Atividade com o texto “Skor” desenvolvida nas turmas T1 e T2.

Após a descrição do contexto, da atividade e da leitura repetida e cuidadosa dos registros foi feita a localização dos *acordos e controvérsias*³⁷ que estão apresentados no quadro 03, lembrando que esta atividade foi proposta como a inicial no estudo da realidade, na qual se pretende *conhecer os sujeitos e ouvir suas falas*. As *hipóteses implícitas* a que se pôde chegar foram:

- A de que os educandos (destas turmas) acreditam na profissionalização por esforço e dedicação próprios, não valorizando a educação formal como etapa fundamental para a mesma. Não se referem à escolarização como caminho para inserção social, porém dão grande valor ao reconhecimento da sociedade;
- Contrariamente à hipótese anterior, quando questionados utilizam-se dos conhecimentos escolares para articulação de suas ideias (apresentam seu discurso vinculado aos clássicos ou às áreas do conhecimento abordadas em sala);
- Confiam na ciência como conhecimento capaz de “salvar vidas”, mas não reconhecem sua presença em muitas outras áreas (houve apenas uma resposta citando a autonomia de pensamento). No entanto citam exemplos nos quais podem ser reféns da falta de conhecimento científico para maior liberdade de opção como consumidores de produtos ou serviços.
- Compreendem a ciência como atividade desenvolvida em laboratório, fortemente baseada em testes repetitivos (apenas uma citação sobre ser importante testar de diferentes maneiras) e obrigatoriamente comprovada por “teorias, lógica e testes”.
- Apresentam bastante constrangimento para se expressar perante os colegas, respondendo com agressividade a qualquer possibilidade de crítica (como questionamentos, complementações ou interrupções sejam estas feitas pelos colegas ou pela professora). Esta atitude pode demonstrar o quanto o processo dialógico não está presente no cotidiano escolar e como é fundamental que os professores possibilitem atividades nas quais o educando sinta-se ouvido e aprenda a ouvir com objetivo de desenvolver esta habilidade de comportamento, prática auxiliar no exercício contínuo de articular suas demandas de maneira polida e socialmente adequada.

³⁷A expressão *acordos e controvérsias* para se referir aos grupos de respostas consoantes e dissonantes dentro do universo pesquisado já foi utilizado no texto **Modelo da Estratégia Argumentativa** análise da fala e de outros registros em contextos interativos de aprendizagem (CASTRO e FRANT, 2011).

- Aula 2 - Apresentação dos Slides “Está a Física envolvida na Arte?” (Apêndice B) e exercício de Sombras (Apêndice C)

Turma T1 – A turma não demonstrou interesse e foi difícil estimular a participação nas discussões. Desconheciam o significado do termo contextualização. Houve algum interesse na atividade das Sombras (maior que na turma T2). Gostaram de poder fazê-la ouvindo a música que foi oportunizada pela professora. Não conheciam a música *Alors On Danse*.

Turma T2 – Os alunos acompanharam as projeções com interesse e participação, inclusive com falas com qualidade usando termos como “*profundidade*” e “*luz de dentro para fora*”. Houve maior interesse na identificação da técnica de cada artista do que no fenômeno luminoso retratado. Não conheciam os termos palafita e contextualização. Na atividade sobre Sombras, os alunos estavam mal acomodados (pela projeção exigir que estivessemos na sala ambiente, onde não há carteiras) e de uma forma geral não houve interesse em desenvolver com cuidado a proposta. Alguns solicitaram levar para casa para terminar. Demonstraram alegria quando foi colocada a música e perguntaram se a professora gostava dela. Surgiu a questão racial envolvida nas preferências (tanto sobre arte urbana quanto com as musicais Stromae/Mary J. Blidge), que foi tratada com naturalidade.

Sobre as músicas escolhidas e seu estilo: *Alors On Danse* (www.youtube.com/watch?v=7pKrVB5f2W0) é cantada em francês, portanto, acredita-se ser pouco ouvida pelo grupo de alunos. O objetivo foi usar mais este estímulo para mostrar quantas coisas novas podemos conhecer se nos propusermos a isso, fazendo um paralelo com a proposta lançada na introdução da apresentação de slides. A própria canção é uma experiência diversificada em termos de influências culturais: Stromae (nascido em Bruxelas em 12 de março de 1985) é o nome artístico do cantor e compositor belga Paul Van Haver, filho de pai ruandense e de mãe belga. Teve contato com o pai três vezes na vida. Se destacou no *hip hop* e na música eletrônica e ficou famoso com a composição citada, que permaneceu em primeiro lugar durante várias semanas em diversos países da Europa. De sua música e suas influências, ele disse (STROMAE, 2014):

“Eu estava em um pequeno grupo fazendo rap, e pensei que ao invés de copiar o som do francês, eu deveria focar em um estilo americano, mas dar-lhe um jeito europeu. E então redescobri o estilo de música Eurodance 90.

Por muito tempo nós ficamos envergonhados desse som, mas na verdade há muito para descobrir, pois ela tem suas raízes em tudo de “housemusic” à salsa...son cubano, rumba congoleza que ouvia quando criança, aquela música mexeu com toda África”(STROMAE, 2014)

Sobre os resultados da atividade de Sombras desenvolvida nas duas turmas, no 2º semestre de 2013:

| Questão | Categorias | Transcrição representativa |
|--|---|--|
| No início desta aula, nós vimos juntos muitas imagens de Arte Urbana...agora vamos pensar sobre isso...Como elas se relacionam com o que você aprende em Física aqui na escola? Com quais assuntos? | Orientação espacial | <i>“Sim, o ângulo, a dimensão do espaço, e a distância entre tudo objeto da pintura”</i> |
| | Comportamento da luz (10) | <i>“Se relaciona com sombras e iluminação e como elas funcionam”</i> <i>“Sim, os efeitos de luz tornam possíveis a ilusão do desenho se desprender da parede”</i> |
| | Em branco (03) | |
| Olhando para as imagens é possível perceber que os artistas usam de contraste claro e escuro para dar relevo para as figuras! Agora... é noite! E nesta rua escura, há uma fonte de luz na parede esquerda, projete sobre o desenho os efeitos da luz sobre o ambiente!! | Apenas os personagens tem sombra (05) | |
| | Há sombras projetadas nas paredes e no chão (08) | |
| | As sombras se projetam para frente do obstáculo (7) | |

Quadro 04: Estudo comparativo de dados coletados a partir da Atividade 02 (subsequente a apresentação dos slides) desenvolvida nas turmas T1 e T2.

Ainda no estudo da realidade, e após a análise do comportamento dos sujeitos quando da sua participação na discussão em torno dos temas gerados pela apresentação dos slides e nas atividades propostas, as hipóteses implícitas a que se pode chegar foram:

- Os educandos apresentam dificuldade em participar do processo dialógico proposto e necessitam de incentivo para expor suas ideias.
- Têm dificuldades em relacionar a ciência com aspectos do cotidiano (mesmo os relativos à manutenção da vida e do bem estar) citados como maior contribuição da ciência para sociedade na aula anterior.
- Não demonstram conhecer outra realidade (social ou geográfica) além da local.

- Mudam de comportamento quando ouvem a música (demonstram alegria, surpresa), mas mantêm o posicionamento passivo agressivo.
- Não demonstram compreender a formação de sombras como por bloqueio da passagem da luz.
- Quanto à atividade que solicitava o esboço das sombras demonstram dificuldade em retratar graficamente o que foi reconhecido teoricamente (“*iluminação e como ela funciona*”) na primeira questão.

- Aula 3 - Aula expositiva para introdução aos conceitos da Óptica Geométrica

Turmas T1 e T2 – As turmas tiveram comportamento muito semelhante. Alguns alunos conseguiram compreender melhor as relações entre as imagens e os conceitos, mas todos perguntaram por que a aula não foi precedente à da apresentação de slides. Era perceptível o sentimento de “por que eu não aproveitei melhor”, presente em falas como: “*Por que a senhora não ensinou isto antes?*”...“*Como a senhora queria que a gente adivinhasse*”... Ao final da aula manifestaram surpresa e entusiasmo ao saber que ano-luz é uma medida de distância. De uma maneira geral ficou clara a importância das primeiras aulas, nas quais foi feita a desconstrução necessária para criação de um “vazio” “uma base nova” propícia para aceitação do que vem a seguir. Esta reflexão será retomada no texto que apresenta os resultados finais. Reforçados alguns conceitos, a turma foi propositalmente preparada para atividade da aula seguinte.

Hipóteses implícitas:

- A exploração das relações do tema gerador com os conceitos básicos apresentados para os alunos fez com que o grupo se sentisse questionado. Visivelmente, a utilização do tema gerador buscado no universo de conhecimentos dos educandos faz com que o grupo saia da sua “zona de conforto” e não se apoie em desculpas recorrentes para seu comportamento passivo agressivo. Perguntas como “*porque eu preciso aprender isso?*” “*Para que isso serve?*” ou “*Eu não quero o conhecimento só quero o 5*” perdem o sentido, pois a temática é inegavelmente de

interesse e a postura de *ouvir as falas dos sujeitos* coloca o educador como *mais um*³⁸ no processo, permitindo o diálogo.

- Aula 4 - Palavras Cruzadas “Óptica e Arte” (Apêndice D)

Turma T1 – A turma participou bastante, aceitou fazer o exercício. Os alunos que faltaram às outras aulas pareciam se sentir deslocados do processo. A turma fez grupos voluntariamente e a discussão entre eles foi bastante acalorada. Demonstraram alegria ao conseguir realizar a tarefa e continuaram cobrando relações entre os assuntos da Arte e da Física. Apresentaram dificuldades com a língua portuguesa, como com termos que derivam uns dos outros, por exemplo: linha reta – retilínea.

Turma T2 – Resolver Palavras Cruzadas era novo para mais de 50% da turma. Nunca haviam feito nem em sala de aula, nem em revistas. Fizeram o exercício com alguma insistência e muito encorajamento. Tiveram dificuldade até para compreender a sistemática horizontal/vertical e de quadradinhos livres entre palavras compostas. Apresentaram dúvidas sobre os conceitos como se a aula preparatória anterior não tivesse existido. Os termos que envolvem Física eram procurados no caderno, os que envolvem Arte eram desconhecidos mesmo pelos alunos que se mostravam interessados pelo assunto. Os alunos demonstraram grande dificuldade em sair da dúvida por outros meios que não fosse copiar (do colega que já fez).

Foi necessária uma segunda aula para que a turma conseguisse finalizar a atividade. Todos se empolgaram em terminar e discutiram muito entre si para conseguir fazê-lo. Demonstraram um interesse pela atividade como se não fosse a mesma da aula anterior.

Hipóteses implícitas:

³⁸ Se referir ao educador como mais um no processo dialógico não significa que o mesmo se assuma como um igual. O educador sempre será um ouvinte crítico e participativo e terá a função de coordenar para que os demais sujeitos da educação se expressem e sejam ouvidos mantendo o foco nos temas decorrentes do tema gerador pertinentes a discussão em sala. Também é importante salientar que o próprio educador deve estar aberto para modificar suas convicções conceituais ou metodológicas acerca do tema tratado pelo grupo.

- A atitude do grupo se alterou positivamente de “fazer a atividade” para participar da atividade. Ainda houve lentidão no desenvolvimento, mas nenhum trabalho foi devolvido em branco.
- As dificuldades apresentadas na resolução de problemas nas aulas de Física se devem grandemente à dificuldade de leitura e interpretação de textos por parte dos alunos, independentemente do assunto tratado.
- O interesse por um assunto não faz com que seus termos sejam conhecidos ou memorizados. Por exemplo, o interesse pelo tema Arte Urbana não faz com que o grupo se utilize de seus termos próprios como Tag Reto³⁹. Esta afirmação transferida para o contexto do ensino, pode se refletir em como os termos próprios da Ciência, apesar de trabalhados pelo professor em sala de aula, continuam “desconhecidos” e, portanto, fora do léxico do aluno.

- Aula 5 - Aplicações da Propagação Retilínea da Luz (Apêndice E)

Turma T1 – Os alunos conversaram bastante, mas participaram. Apresentaram enorme dificuldade em tratar matematicamente o $(x + 4,80)$ do exercício proposto. Criticaram o fato de que na cidade seria impróprio esperar que a sombra de um prédio ou de uma árvore ficasse toda exposta a ponto de ser medida, ou seja, por terem uma visão diretamente vinculada aos desdobramentos práticos do conhecimento, teceram comentários acerca da dificuldade prática da aplicação da relação objeto/sombra no mundo concreto. Ao final da aula, aceitaram a proposta de construir uma câmera escura.

Turma T2 – Um aluno perguntou (já no início da aula) sobre o buraco negro. Se eles de fato existem por que continuar afirmando que a propagação da Luz é retilínea. A pergunta do colega não excitou a curiosidade dos demais. Sobre os exemplos apresentados em sala, os alunos se interessaram muito, perguntando sobre as diferenças de sombra em diferentes horários do dia e sobre o tamanho das mesmas. Ficaram bastante atentos aos exemplos. Procuraram fazer os exercícios propostos

³⁹Tag é um termo que deriva da denominação utilizada pelos grafiteiros e tem origem em Nova York, quer dizer assinatura. O tag reto foi difundido pelos "pichadores" de São Paulo e é mais que uma assinatura, já se tornou um estilo de letra. Surgiu como elemento diferenciador dos grupos de "pichadores" que foram buscando desenhos próprios para as letras. Esse estilo de letra é caracterizado por letras retas, alongadas e pontiagudas, que procuram ocupar o maior espaço possível no suporte, o surgimento deste estilo de letras típico de São Paulo é único no mundo. Fonte: www.pichacao.com

sempre buscando apoio nos exemplos. Nesta turma não houve tempo de, na mesma aula, falar sobre a câmera escura.

Hipóteses implícitas:

- O grupo apresenta uma visão utilitarista do conhecimento, mas isto não faz com que a relação entre o conhecimento e a vontade de aprendê-lo se modifique (nem por necessidade).
- Apresenta dificuldade em manipular dados simples, tanto no reconhecimento das variáveis como no tratamento matemático.
- Demonstram a necessidade de encorajamento sistemático para realização de exercícios e também insegurança quanto às respostas encontradas.

- Aula 6 - Refração da Luz

Turma T1 – Quando a aula iniciou, os alunos se encontravam (irregularmente) fazendo uma avaliação de matemática, o que prejudicou o andamento da aula. Para aproveitar melhor o tempo (até que os instrumentos avaliativos fossem recolhidos e entregues à outra professora), foi preparada a lousa com os desenhos de três diferentes materiais apresentando o fenômeno da refração. Os materiais (vidro, água e diamante) são os mesmos dos exemplos que existem no livro didático que a turma possui. Quando o tumulto diminuiu e as reclamações por não poderem fazer a prova cessaram, a turma não acompanhou o desenvolvimento da explanação e a aula precisou ser recomeçada, com a lousa limpa e os desenhos esquemáticos serem refeitos com a turma acompanhando esta construção. Os estudantes não estavam receptivos para a aula e o ambiente contribuiu para que a aprendizagem fosse insuficiente.

Turma T2 – A aula teve início com a demonstração do fenômeno da refração da luz em uma vasilha de vidro com água e uma caneta. Esta simples demonstração fez com que os estudantes se interessassem pelos desenhos esquemáticos feitos na lousa. Tiveram grande dificuldade em compreender o raio incidente em relação à normal (e não à superfície). A aula foi mais dedicada ao reconhecimento do que são os meios (e suas diferenças) e a identificação do ângulo de incidência e de refração.

Ambas as turmas demonstraram dificuldades em tratar matematicamente os exemplos e a abordagem se tornou mais qualitativa (nesta primeira aula).

- - Atividade com a imagem da Tela “*An Experiment on a Bird in the Air Pump*” (1768) de Joseph Wright. (Apêndice F)

Turma T1 – Ninguém trouxe a câmera escura solicitada na aula anterior. Quando receberam a imagem surpreenderam-se bastante com a capacidade artística do pintor em representar uma cena real. Pediram explicações sobre o que se sabia sobre a manutenção da vida na época (em função do pássaro). As relações entre a óptica e a imagem ficaram ainda mais perceptíveis, diminuindo assim as cobranças sobre o motivo de estudá-las numa aula de Física. Concluíram a atividade demonstrando incomodarem-se apenas com as perguntas que solicitavam respostas mais pessoais. No que diz respeito aos comentários dos alunos acerca da tela, um exemplo de resposta mais frequente: “Faria tudo mais claro, para valorização dos detalhes”⁴⁰.

Turma T2 - Na atividade da tela se interessaram bastante pelas explicações. Elogiaram a qualidade da tela. Perceberam diretamente as relações entre o conteúdo e a imagem. Intrigaram-se muito com relação à identificação do número de fontes de luz. Fixaram-se bastante na imagem da Lua, é a parte da tela que mais chamou atenção. A grande maioria precisou completar a atividade na aula posterior. Não demonstraram contrariedade em voltar na aula seguinte para mesma atividade.

Na segunda aula, os alunos demonstraram interesse renovado em continuar com a atividade. Os que faltaram no dia anterior vieram pedir o material e as explicações. Ouviram atentamente as explicações e perguntaram sobre exemplos na tela, para se certificar da compreensão. Discutiram entre si e solicitaram a intervenção da professora com frequência. Experimentaram dar exemplos próprios (o que costuma indicar uma espécie de teste) para se certificarem de que estavam entendendo.

Análise em busca dos “acordos e controvérsias” retratados nas respostas à atividade:

⁴⁰ Acredita-se que nesta afirmação o educando quis dizer que pintaria usando tintas de tonalidades mais claras. A imagem levada em sala é uma cópia xerox de uma reprodução num livro, o que faz com que a tela perca realmente um tanto dos detalhes. Também é característica das representações pictóricas do final do século XVIII o uso de cores mais escuras e no próprio trabalho de Joseph Wright, esta forma de representar está sempre presente.

| Questão | Categorias | Transcrições e/ou exemplos presentes nas respostas |
|--|--|--|
| Quantas fontes de luz existem na pintura? Descreva as que você pode identificar: | Identificação das fontes (10) | <i>“duas fontes de luz, a luz do luar e a luz que vem de traz do jarro”</i> |
| | Identificação e classificação das fontes (6) | <i>“duas fontes, a lua como secundária e a vela como primária”</i> |
| | Em branco (2) | |
| | Incorretas (2) | <i>“Polida, refração, difusa”</i> |
| Onde está acontecendo reflexão? Identifique qual objeto está sendo refletido e responda se é uma reflexão regular ou difusa. | Identifica o fenômeno (1) | <i>“nos rostos, na mesa, no jarro”</i> |
| | Identifica e classifica o fenômeno (10) | <i>“o suporte da “gaiola” da experiência e é uma reflexão regular”</i> <i>“nas pessoas e é uma reflexão difusa”</i> <i>“as pessoas estão refletidas na mesa. Reflexão regular”</i> |
| | Em branco (3) | |
| | Incorretas e/ou insuficientes (3) | <i>“as pessoas estão refletindo na mesa e é reflexão difusa”</i> |
| Observe: existem sombras representadas nesta pintura? O que provocou a existência destas sombras? | Existência de luz (4) | <i>“a pouca iluminação concentrada no centro”</i> <i>“sim, o vidro tampando a luz da vela”</i> |
| | Propagação retilínea (4) | <i>“sim, porque a luz cai em linha reta”</i> <i>“sim, a luz se propaga em linha reta fazendo com que haja sombra”</i> |
| | Em branco (3) | |
| | Insuficientes (9) | <i>“A luz da Lua (5)”</i> <i>“sim, a luz batia neles (2)”</i> |
| Sombras são espaços sem luz ou escurecidos pela interposição de um corpo opaco... e a penumbra? Escreva uma definição para este conceito | Reconhece a necessidade de existir luz (9) | <i>“é uma sombra mais fraca, que chega com menos intensidade em algum lugar”</i> <i>“penumbra são espaços parcialmente sem luz”</i> |
| | Em branco (4) | |
| | Insuficientes ou incorretos (5) | |
| Existe mais algum fenômeno luminoso que você observa nesta tela? Qual é? | Refração(7) | <i>“Sim, a reflexão e a refração”</i> <i>“refração na taça gigante”</i> <i>“a refração de luz vinda ao jarro”</i> |
| | Não (1) | |
| | Em branco (3) | |
| | Insuficientes | <i>“A Lua” 2, “A penumbra” 1, “o jarro” 5, “o jarro, fora a luz e a lua”</i> |
| Há algo nela que você | O pássaro | <i>“a feição do pássaro. Ele demonstra estar assustado,</i> |

| | | |
|--|-------------------------|--|
| gosta mais de observar? O que ela significa para você? | | <i>com medo</i> |
| | A Lua (6) | <i>“a Lua, uma fonte de luz fora do local” “a Lua porque ela é uma fonte de luz para todos nós no escuro”</i> |
| | Personagens da tela (5) | <i>“a expressão das pessoas, enquanto umas estão felizes outras estão tristes” “as pessoas, os movimentos. Cientistas fazendo experimentos”</i> |
| | Sentimentos (4) | <i>“sim, a família unida” “a Lua, a harmonia”</i> |
| | Ciência (2) | <i>“significa o avanço da ciência e o impacto sobre o povo, mesmo que seja algo cruel (matar o pássaro)”</i> |
| | Em branco (5) | |
| O que nesta pintura pode ser comparado com as imagens de Arte Urbana que vimos juntos nas últimas aulas? | Fontes de luz (1) | <i>“A luz primária e a secundária”</i> |
| | Fenômenos luminosos (8) | <i>“As sombras e os efeitos de luz” “as sombras, porque elas dão um detalhe final”</i> |
| | Pintura (2) | <i>“o efeito 3D e a sensação de realismo que a imagem transmite”</i> |
| | Em branco (6) | |
| Descreva como, em seu estilo, você recriaria a cena pintada por Joseph Wright. | Luz e cor (9) | <i>“eu faria uma pintura mais moderna e com mais cor” “deixaria um pouco mais claro porque como está a Lua e a janela aberta o cenário deveria estar mais claro”</i> |
| | Personagens (2) | <i>“o mágico ao invés de um mágico seria um palhaço” “deixaria o ambiente mais claro e sem crianças e mulheres e colocaria a imagem da lua mais exposta”</i> |
| | Em branco (7) | |

Quadro 05: Estudo comparativo de dados coletados a partir da Atividade com a imagem da tela de Joseph Wright nas turmas T1 e T2 no 2º semestre de 2013.

As hipóteses implícitas possíveis após a análise foram:

- Houve um ganho significativo de participação tanto nas discussões verbais entre os participantes de cada grupo quanto no auxílio aos colegas (dentro do mesmo grupo).
- Foi possível observar o processo dialógico acontecendo (sem haver predominância da fala do educador sobre os educandos). Por exemplo, na questão da técnica claro/escuro e do tema serem responsáveis paralelamente para conferir a dramaticidade da tela.
- Com respeito aos conhecimentos da óptica geométrica: a maioria no grupo passou a ser capaz de identificar as fontes de luz e classificá-las, identificar a reflexão e

diferenciar entre regular e difusa e reconhecer a necessidade de luz para existirem áreas de sombra e de penumbra.

- Observou-se que a grande maioria apresenta sérias dificuldades na expressão escrita. Quanto mais elaborada a questão (no sentido de solicitar a construção de frases mais complexas ou que reflitam opiniões) maior a desmotivação para tentar respondê-la.

- A Lua exerceu fascinação tanto como “corpo celeste natural” quanto como imagem na tela.

- Observações Gerais no decorrer das aulas descritas:

Foi possível perceber que a confiança que cada um tem em expressar a própria opinião para o grupo menor (equipe) aumentou.

As atividades da tela e das palavras cruzadas despertaram curiosidade e participação em alunos que não participavam antes e preferiam ficar deitados na carteira (ex. aluna A.C. - mudança de gestual na sala, de olhar, da fala).

Dois grupos da turma T2 (um grupo composto por cinco alunos e outro por um indivíduo) relataram ter gostado muito do módulo e perguntaram se não posso ser professora deles ano que vem (ex. aluno Cs- sujeito que mais se identificou com a apresentação de slides e fez a pergunta da música).

O atendimento mais individualizado (nos grupos) surtiu um efeito bem positivo. Eles compreendem apenas a partir de exemplos concretos. A explicação inicial no quadro de giz parece servir mais para primeiro contato com os termos, mas os conceitos não são aprendidos.

Gostam muito de dar outros exemplos concretos para se certificarem de que estão entendendo (grupo da aluna Vi - de perfil anteriormente agressivo).

Um aluno que se interessou bastante (do grupo de pichadores – aluno Ay) responde na pergunta sobre o significado da tela que *“eu não sou igual a todo mundo”... “eu não vejo as coisas igual”...se interessa bastante pela janela com a lua (se fixou)...nas últimas três aulas ele vem atrás de mim no corredor me desejar boa tarde (todos respondem o bom dia e o tchau).*

Recebem e agradecem o chocolate que levei no último dia de aula (antes das provas do último bimestre).

A análise apresentada nos parágrafos acima somada às reflexões feitas na ocasião do planejamento das atividades foram suficientes para embasar as

primeiras conclusões: a de que o educador freiriano é flexível na forma de abordar os conteúdos da sua disciplina, sem deixar de ser rígido no que diz respeito ao comportamento do grupo, que desta forma desenvolve uma maneira própria de construir coletivamente o conhecimento e passa a se reconhecer parceiro nesta caminhada.

4.3.3 Pesquisa Complementar - Investigação Temática

Para nos certificarmos de que a utilização da Arte Urbana com função de potencializar a participação dos alunos seria o vínculo adequado para chegarmos aos exercícios com as telas, foi feita uma pesquisa com os alunos do terceiro ano do ensino médio, na escola onde a autora trabalhava no ano de 2014, para alunos do curso técnico integrado, no qual a Física se inicia no terceiro ano.

A atividade fez parte da introdução à Física, quando se faz a apresentação da disciplina, das grandes áreas da Física, da “divisão” entre os interesses da Física Clássica e da Física Moderna, seguida de uma breve explanação sobre a construção da ciência.

Na atividade avaliativa feita em sala foi solicitado aos alunos que preenchessem um quadro idêntico ao da atividade do texto Skor (Apêndice A), para constatar ou não se, neste novo contexto, emergiria naturalmente o tema Arte Urbana, confirmando fazer parte do universo dos alunos. O universo destes é o bairro ou a cidade onde vivem, no qual transitam e convivem com imagens oriundas das pichações dos seus muros e que, evidentemente passam a fazer parte de suas vidas, portanto acredita-se configurar tema que apresenta princípios básicos da natureza geradora, tais como: uma visão de totalidade e abrangência da realidade, adotar o diálogo como sua essência e de apontar para a participação, discutindo no coletivo e exigindo disponibilidade do educador (DELIZOICOV *et al*, 2011).

A avaliação das respostas levou em conta todas as respostas que remetem à Arte Urbana e as mais citadas foram: Pichação, Arte em muros, tatuagem, maquiagem e Arte com lixo. As respostas consideradas como outras incluem: novelas, cinema, fotografia, teatro e literatura.

4.3.3.1 Descrição dos sujeitos das turmas T3 e T4

Sobre o ambiente escolar a partir do Projeto Político Pedagógico (SEED PR-a, 2012): O Colégio Estadual Santa Cândida é dirigido pelas Irmãs Franciscanas da Sagrada Família de Maria e optou pela organização do currículo disciplinar. Assumir um currículo disciplinar significa dar ênfase à escola como lugar de socialização do conhecimento, pois essa função da instituição escolar é especialmente importante para os estudantes das classes menos favorecidas, que têm nela uma oportunidade, algumas vezes a única, de acesso ao mundo letrado, do conhecimento científico, da reflexão filosófica e do contato com a arte. Os conteúdos disciplinares devem ser tratados, na escola, de modo contextualizado, estabelecendo-se, entre eles, relações interdisciplinares e colocando sob suspeita tanto a rigidez com que tradicionalmente se apresentam quanto o estatuto de verdade atemporal dado a eles. Nesta perspectiva, propõe-se que tais conhecimentos contribuam para a crítica às contradições sociais, políticas e econômicas presentes nas estruturas da sociedade contemporânea e propiciem compreender a produção científica, a reflexão filosófica, a criação artística, nos contextos em que elas se constituem. (SEED PR-a, 2012)

Sobre a comunidade escolar pode-se dizer que a maioria inicia sua trajetória escolar na 6º ano do Ensino Fundamental. Há também os que ingressam no decorrer do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, oriundos de estabelecimentos situados na região. Em torno de 70% dos alunos permanecem na Escola até o final do Ensino Médio. A maioria dos alunos é moradora dos bairros Santa Cândida ou Boa Vista, mas a escola também recebe muitos alunos oriundos de Colombo, Almirante Tamandaré e outras regiões vizinhas. A realidade das famílias presente em nossa escola é heterogênea, pois há crianças ou jovens que moram com o pai e a mãe, ou apenas com a mãe, ou com o pai, com os avós ou tios, também há alunos que são adultos e casados. Existem vários alunos que são adotados, filhos de pais solteiros, separados, distantes ou falecidos, famílias formadas por filhos da mesma mãe, mas com pais diferentes, filhos abandonados, pais com problemas (álcool, doenças, desempregados, com pendências judiciais...). Há alunos cujas famílias são bem estruturadas, preocupadas com a formação de seus filhos; entretanto, de outro lado, existem alunos onde suas famílias não possuem tal estrutura, a qual é

relevante para o desenvolvimento do trabalho pedagógico. Os alunos que apresentam problemas de ordem familiar, geralmente também são os alunos que apresentam problemas comportamentais e que necessitam de atenção especial para que possam acompanhar as aulas e obter sucesso em seu processo de aprendizagem. Outro aspecto considerado importante é o perfil do aluno que apresenta um comportamento e relacionamento de indisciplina, ou seja, geralmente demonstra atitudes de agressividade e dificuldade de relacionamento, tanto com colegas, como com professores e funcionários. Há alunos que buscam o enfrentamento às regras e tentam justificar seus direitos em detrimento aos deveres. Nos últimos anos está sendo grande o trabalho com relação a este aspecto. Os professores estão recebendo orientações nas semanas pedagógicas, além de buscar aprofundamento quanto às fases do desenvolvimento humano e de relacionamento interpessoal (SEED PR-b, 2012).

4.3.3.2 Análise dos dados

Na turma T3 estão matriculados 42 alunos, 04 não compareceram e 01 entregou sem fazer a questão citada. Dos 37 alunos que responderam, houve 21 respostas citando a Arte Urbana e 16 com outras respostas.

Na turma T4 estão matriculados 43 alunos, 06 não compareceram, 01 entregou em branco e 01 resposta foi descartada pelo claro descomprometimento com a proposta. Das 35 restantes, 12 citaram claramente a Arte Urbana e houve 25 outras respostas.

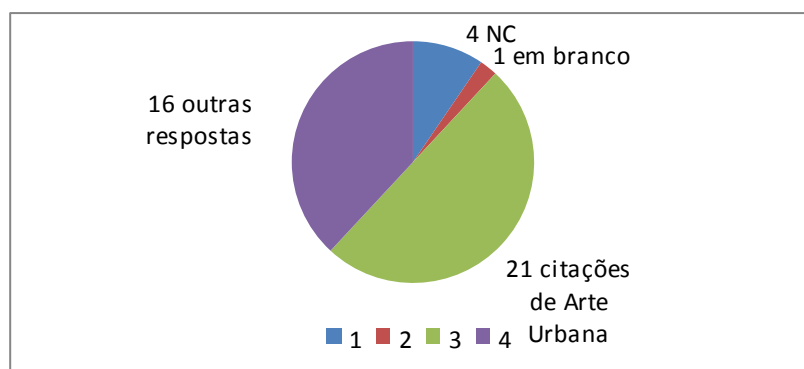


Gráfico 1 – Respostas dos alunos da turma T3

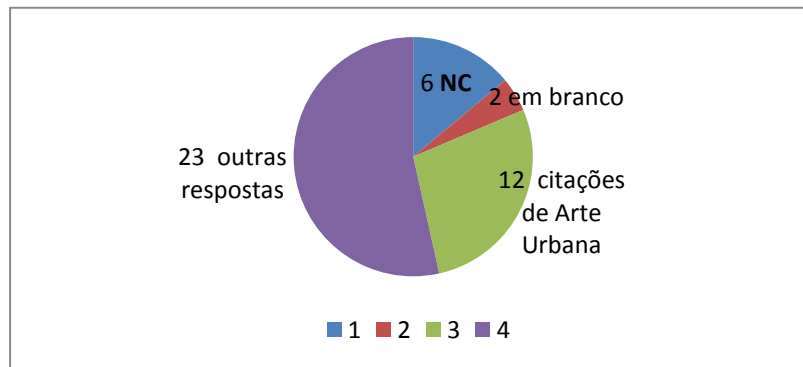


Gráfico 2 – Respostas dos alunos da turma T4

Resultado numérico final, considerando 85 alunos pesquisados, 10 não compareceram, 03 não participaram. Do universo de 72 pesquisados houve 33 respostas citando a Arte Urbana e 39 dividindo todas as demais respostas.

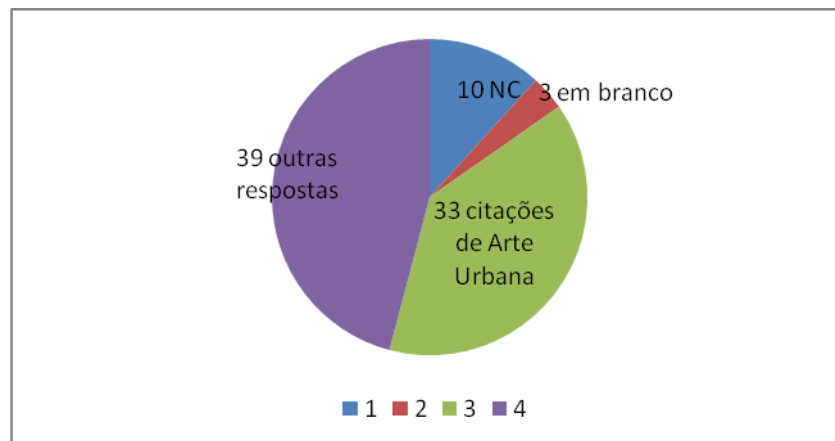


Gráfico 3 – Resultado final das Turmas T3 e T4

Pode-se perceber em função desta pesquisa que a Arte Urbana faz parte do universo de interesses cotidianos dos alunos nesta faixa etária que compreende o Ensino Médio.

4.3.4 Olhando mais uma vez

Consideramos relevante haver um desenvolvimento em sala (das atividades propostas) por outro profissional do ensino que não a autora. Esta experiência permite avaliar, ao menos minimamente, que outras dificuldades de aplicação este módulo pode eventualmente trazer, para um professor de Física cuja formação não

inclui necessariamente o interesse pelas artes visuais. Para tanto, por nossa solicitação, as atividades já com pequenas alterações (em função da primeira experiência) foram desenvolvidas pela professora T.A.M., licenciada em Física e atual professora das turmas de segundo ano do ensino regular da EEEV – Escola Estadual Ernani Vidal (neste texto chamadas de T5 e T6). Estas turmas foram escolhidas por terem perfil bastante próximo ao das turmas T1 e T2, como pode ser observado nos parágrafos que trazem a descrição dos sujeitos. A existência de semelhanças entre os grupos contribui para o tecimento das considerações às quais se chegou após a análise dos dados e para verificação de resultados dos ajustes que foram propostos nas atividades.

4.3.4.1 Descrição dos Sujeitos das turmas T5 e T6

A EEEV está situada no bairro São Lourenço em Curitiba, são poucas as informações disponíveis na página da SEED-PR, portanto as informações sobre a mesma foram coletadas durante as visitas e em reunião com a direção do colégio. A escola iniciou suas atividades em 1938, com o nome de Escola Isolada São Casemiro do Taboão, ocupando uma casa alugada. Em 1940 um morador do bairro mandou construir em terreno de sua propriedade, uma casa de madeira para que a escola passasse a ter sede própria. Desde este período até os dias de hoje a escola passou por várias mudanças tanto na sua estrutura física quanto no seu funcionamento legal, mas não perdeu seu contato íntimo com a vizinhança onde está inserida; até que em 1996 passou a chamar-se Escola Estadual Ernani Vidal – Ensino Fundamental. Os princípios norteadores da escola são: pública, laica, universal, democrática, gratuita e com qualidade visando, através de suas ações a garantia de acesso, permanência e de aprendizagem para todos os alunos, buscando alternativas pedagógicas com vistas à inclusão social e educacional.

A escola atende a um público formado por alunos na faixa etária de 10 a 18 anos. Residem nos bairros São Lourenço, Bom Retiro, Pilarzinho, Ahú, Abranches e nos municípios de Almirante Tamandaré e Itaperuçu e dependem de transporte público para vir à escola. A comunidade atendida possui nível socioeconômico médio e baixo. A maioria mora em casa alugada. Há alunos que apresentam

carência socioeconômica, necessitando, às vezes, de ajuda material. Muitos não têm acesso à material de apoio (livros, revistas, computadores, internet), para o desenvolvimento de suas atividades pedagógicas em casa, nem contam com a ajuda dos pais ou responsáveis. Os pais ou responsáveis trabalham fora em tempo integral. Menos de 35% das mães ou responsáveis são apenas donas de casa.

Em relação às atividades profissionais exercidas pelos pais/mães ou responsáveis, um pequeno número consiste em profissionais de nível superior, técnicos de nível médio ou empresários. A maior parte constitui-se em trabalhadores do comércio, da indústria e serviços diversos. Grande número dos pais ou responsáveis possui o ensino básico. Um pequeno número possui o ensino superior e alguns pós-graduação (especialização).

Alguns alunos estão sob a responsabilidade dos avós, famílias substitutas, casas lar e abrigos. Outros convivem com pessoas viciadas, no âmbito familiar.

Os alunos, na sua maioria, têm expectativa de dar continuidade aos estudos no EM, e a Escola tem por meta, através do desenvolvimento do seu trabalho, prepará-los para acompanharem sem dificuldade esta próxima etapa. Neste compromisso foi implantado em 2013 o EM (na escola) e em 2015 já haverá turmas de 3º ano.

Estão entre os objetivos da escola: a) Assegurar ao aluno a aquisição dos conhecimentos científicos escolares e, agregados a estes, atitudes e valores que o tornem solidário, reflexivo, crítico, ético, participativo, produtivo e emancipado, tornando-o capaz de uma inserção cidadã e transformadora da realidade; b) Atender à diversidade dos alunos que frequentam a Escola visando à inclusão de todos no processo de ensino e aprendizagem; c) Garantir espaços de atuação coletiva, para que o processo de democratização se efetive; d) Oportunizar formação continuada a todos os profissionais da Escola, visando à qualidade do ensino e da aprendizagem.

Já quando se chega a Escola é impossível não perceber o ambiente de capricho e respeito ao patrimônio público. A escola dispõe de um jardim frontal (figura 6) e a porta de acesso principal é de vidro (figura 07) e se encontra sempre aberta (o que demonstra o quanto a escola faz parte desta comunidade).



Fig.06: Jardim frontal da EEEV



Fig.07: Portão no jardim e porta de acesso principal da EEEV

O hall de entrada tem ares de uma casa aconchegante e os trabalhos artísticos dos alunos decoram as paredes (Figura 08). O guichê de atendimento aos pais e visitantes é de fácil acesso e a circulação de alunos nas dependências administrativas é permitida. Os alunos, professores e funcionários demonstram sentir-se bem no ambiente escolar. Há várias peças decorativas que parecem ter sido trazidas pelos próprios usuários e apesar de estarem em locais de grande circulação de pessoas, encontram-se todas em bom estado de conservação (Figura 09). Todos parecem colaborar com a limpeza e manutenção.

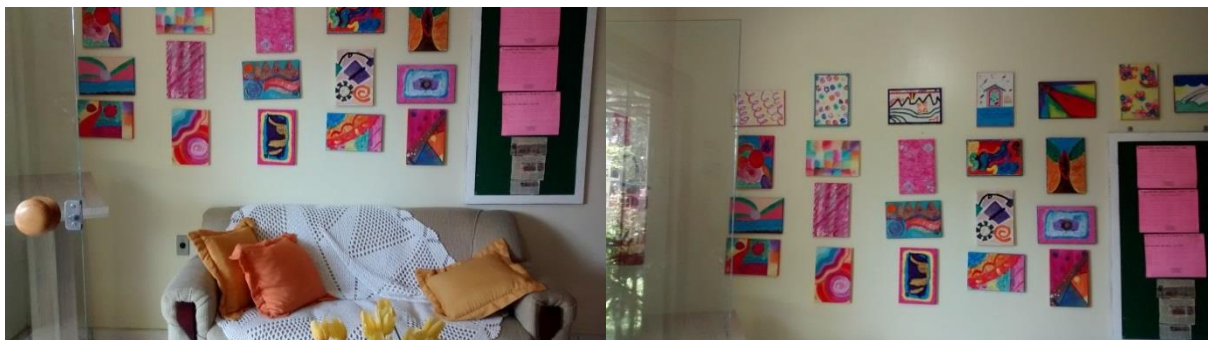


Fig.08: Hall de entrada decorado com trabalhos produzidos pelos alunos da EEEV.



Fig.09: Saída da área administrativa para o pátio interno e área de atendimento da secretaria para os visitantes. Ao lado do guichê a fotografia do expedicionário Ernani Vidal.

O mesmo ambiente acolhedor se estende pelo corredor principal que dá acesso às salas de aula. Neste corredor central que serve de pátio interno, há mesas com bancos (para que os alunos façam o lanche que é distribuído gratuitamente), há lixeiras, quadro mural com avisos e muitos trabalhos desenvolvidos pelos alunos decoram as paredes (Figura 10). Não há paredes pichadas e a organização é respeitada (Figura 11). Durante o intervalo as portas de acesso às salas de aula ficam abertas e os pertences dos alunos ficam nas salas. Há um pátio externo e uma quadra poliesportiva coberta.

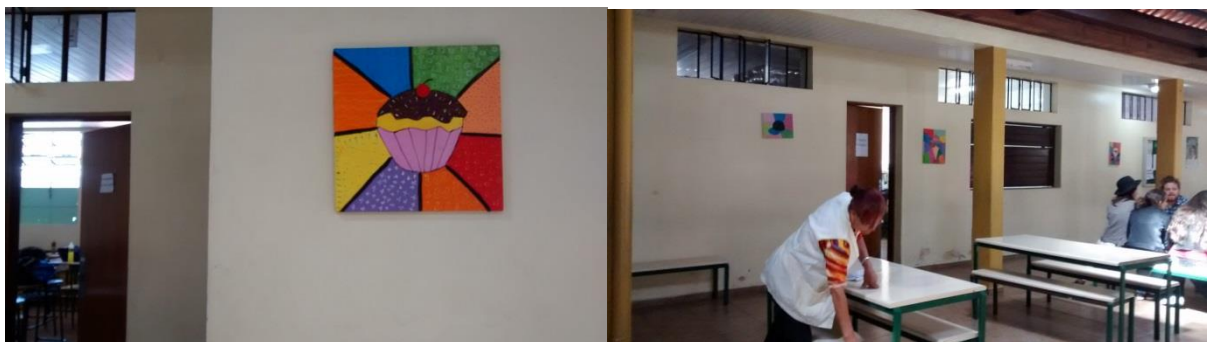


Fig.10: Pátio interno onde os alunos recebem o lanche diário.

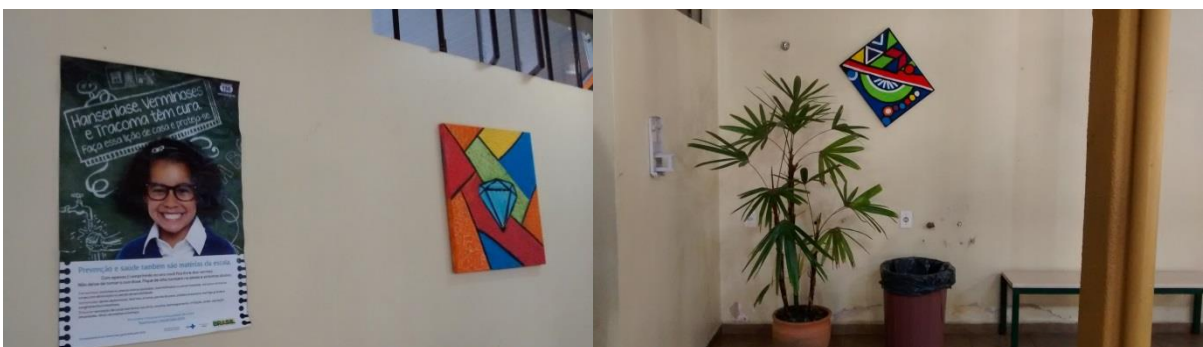


Fig.11: Pátio interno com plantas, cartazes e exposição de trabalhos de alunos.

A escola não dispõe de laboratório, nem de sala ambiente, mas a ausência de ambientes específicos não inibe a prática de atividades diversificadas. Foi

possível presenciar o desenvolvimento de práticas experimentais com materiais de fácil acesso (na aula de Química), os trabalhos desenvolvidos nas aulas de Artes estão por toda a escola e há uma oficina de música cujos encontros semanais são organizados pela professora de Física. Este é um trabalho voluntário no qual os estudantes e a professora preparam apresentações para datas festivas escolares; estas comemorações contam com a participação de alunos desde a organização até a efetiva prática. Quanto às salas de aula, elas dispõem de TV pendrive⁴¹ e como a escola não tem sala própria para uso do Datashow⁴², a TV ainda é bastante utilizada (Figura 12). Não há ventiladores (o que diminui toda a discussão que sua utilização gera) e as janelas têm o peitoril alto (o que dificulta a intromissão de alunos de fora da sala de aula durante as mesmas). Todas estas pequenas características unidas contribuem de maneira importante para que o desenvolvimento das aulas se dê de forma mais tranquila e que a agitação natural dos alunos do EM diminua e dê espaço para o diálogo, a concentração e por consequência para aprendizagem.

Esta escola oferecia até 2012 apenas o ensino fundamental I e II. O EM passou a ser oferecido em 2013. Os alunos que frequentam o EM, são em sua maioria, alunos que completaram o ensino fundamental neste estabelecimento e que nele permaneceram. Este é, evidentemente, um diferencial importante. São poucas turmas de EM e os alunos já se conhecem, conhecem as regras do ambiente e têm carinho pela escola e pelo corpo docente. A interação entre os sujeitos da educação é feita de forma afetiva e espontânea.



Fig.12: As salas de aula estão com a pintura limpa, o mobiliário bem mantido e a lousa está em boas condições de uso.

⁴¹ Todas as salas de aula das escolas públicas do estado do Paraná possuem uma televisão com entrada para pendrive de 2G, apelidada pelos estudantes de “laranja” devido à cor do aparelho.

⁴² A Escola adquiriu um aparelho móvel no início do ano letivo de 2014, portanto só há um aparelho para uso de todos os professores.

Quanto às turmas T5 e T6 pode-se afirmar que são compostas por estudantes do 2º ano que estão na faixa etária entre 15 e 18 anos, são filhos de famílias da classe média baixa e baixa. Os pais costumam atender as demandas da escola (reuniões) e opinam sobre as decisões tomadas. Isto se reflete nas discussões em sala, os estudantes (em sua maioria) sabem demonstrar suas opiniões e colaborar com o entendimento coletivo, havendo poucas demonstrações exageradas de rebeldia ou agressividade. Neste período do ano letivo (final do 4º bimestre) as turmas estão menores, pois já houve o natural ajuste de acordo com os acontecimentos do ano (alunos transferidos, alunas em licença gestação ou maternidade, alunos em período de servir o Exército e algumas desistências). Em uma das turmas há um estudante portador de autismo que participou de todas as atividades.

4.3.4.2 Desenvolvimento das atividades nas turmas T5 e T6

O texto que segue apresenta a descrição das aulas com os comentários do observador e da professora e também a avaliação dos registros nas atividades escritas.

- Aula 1 – Leitura dos textos (Apêndice G)

Na primeira aula foi utilizado o material que está disponível no Apêndice G, cuja diferença deste com o do Apêndice A é a inclusão do texto **Cientistas descobrem qual a função das listras das zebras** de autoria de *Anderson Estevan*. Quando esta atividade foi proposta nas turmas T1 e T2, sentiu-se a necessidade da inclusão de mais um texto junto ao já existente (**Da Suíça a Maringá, grafiteiro Skor dá vida aos espaços cinzas e feios** de autoria de *Danilo Almeida*) para fortalecer a discussão pretendida sobre as relações da ciência com o cotidiano. Ou seja, os critérios para escolha do segundo texto foram: abordar temática do cotidiano, tratar de um tema de interesse do grupo de alunos, falar de ciência de

uma forma inesperada⁴³ e estar escrito em linguagem acessível, porém sugerindo a necessidade de maiores conhecimentos de ciência para sua compreensão.

Já de início ficou esclarecido que todos (professora e alunos) haviam sido convidados a participar de uma pesquisa sobre ensino de Física que estava sendo desenvolvida na UTFPR. Esta informação foi recebida pelos estudantes de forma muito positiva e determinou uma diferença na conduta destes durante a aula. Os problemas de comportamento (conversas paralelas, uso indevido de celular e apatia) presentes nas aulas anteriores se reduziram e a qualidade da participação foi crescendo com o interesse despertado pelo material. A opinião da professora é de que o grupo se sentiu útil e que isto foi mais importante para eles do que o esperado por nós. Também houve repercussão positiva quanto ao material distribuído: o fato de ser colorido empolgou e o tema atraiu a atenção do grupo. Nas duas turmas todos os presentes entregaram a atividade concluída, não houve trabalhos entregues em branco.

Turma T5 – É uma turma que conversa bastante e foi a que mais demonstrou achar importante ter suas opiniões valorizadas como sujeitos da pesquisa⁴⁴. Quando foi solicitada a leitura, de pronto houve resposta e a estudante que se dispôs a ler é considerada (também pelos demais professores) uma das mais desinteressadas da sala. Foi um ótimo começo. Ela fez muito bem a leitura dos dois textos, que foram acompanhados por comentários da professora e de vários alunos.

Quando foi distribuída a atividade, a turma ficou livre para se organizar e os grupos formaram-se voluntariamente. Foi explicado que os grupos eram para oportunizar a troca de ideias, mas que as respostas deveriam ser individuais. Durante a explicação, a professora perguntou se os estudantes gostariam que ela desse um exemplo para preenchimento da tabela da questão dois, com a condição de que este exemplo não poderia ser utilizado por eles. Quando usou o termo “estaria queimado” para o exemplo todos riram muito e acharam uma graça além do esperado. A atividade gerou discussão entre os pares e foi concluída sem grandes dificuldades. A professora era solicitada apenas para reiterar as respostas dadas,

⁴³ Este texto discorre sobre animais não domésticos e durante a apresentação do mesmo a professora chamou a atenção para a pesquisa original disponibilizada na web e para a curiosidade motivadora dos pesquisadores.

⁴⁴ Um aluno solicitou ficar incógnito e entregar suas atividades sem colocar o nome, no que foi atendido sem questionamentos.

mesmo tendo sido esclarecido que não havia certos e errados esperados, mas que as opiniões pessoais seriam valorizadas.

Turma T6 – Esta é uma turma maior que a turma T5 e em geral tem um aproveitamento melhor na participação das aulas e avaliações. Também apresenta mais compromisso com entrega de atividades solicitadas. Quando foi dada a informação sobre a participação na pesquisa, houve repercussão positiva, porém menos claramente observável que na anterior. No momento em que foi solicitada a leitura, três alunos se dispuseram a ler. Cada um fez a leitura de uma parte e todos os alunos participaram das discussões, demonstrando mais desinibição e segurança.

No desenvolvimento da atividade, os grupos foram formados livremente e a turma não aceitou o exemplo (rindo também da possível “queima” do mesmo). Os trabalhos foram concluídos sem grandes dificuldades, sendo que a professora foi solicitada apenas para confirmar respostas já dadas.

Em ambas as turmas foi esta a natureza dos comentários mais frequentes:

- a) demonstram admiração pelo artista ter escolhido morar no Brasil, e apresentam uma ideia ilusória de que na Europa não existem problemas;
- b) demonstram gostar muito do produto e da atividade do grafite e ao mesmo tempo desconhecem seus termos ou artistas locais;
- c) sobre o texto **Cientistas descobrem qual a função das listras das zebras** expressam admiração e surpresa em compreender que este (o caminho apresentado) também é uma forma de se fazer ciência, com expressões como: “*mas pode estudar animal e isto ser ciência?*” como se tudo fosse novo e como se não tivessem estudados animais, por exemplo, em Biologia.

Sobre os resultados das turmas T5 e T6 quanto aos trabalhos propostos, apresenta-se no quadro 04 a organização das respostas em torno dos chamados *acordos e controvérsias* presentes:

| Questão | Categorias | Transcrições e/ou exemplos presentes nas respostas |
|---------------------------------|----------------------------------|--|
| Escreva o que você acha que foi | Reconhecimento da sociedade (13) | “ <i>Se dedicar ao que gosta, mostrar ao mundo que é capaz</i> ” “ <i>Inspiração para expressar uma arte que atinja a todos que</i> |

| | | |
|---|----------------------------------|--|
| necessário para Skor se profissionalizar e encontrar seu espaço no mundo do trabalho: | | <i>o cercam, o seu grafite</i> |
| | Dedicação e esforço próprio (24) | <i>“Objetividade, conhecimento, expectativa de conseguir, confiança em si mesmo”</i> <i>“Foi necessário ele sair e observar a natureza, objetos, movimentos e uma coisa que é muito importante usar o seu coração e dar o melhor que você sabe”</i> |
| | Formação (2) | <i>“foi necessário experiência, conhecimento básico do grafite, estudos e cursos”</i> |
| “Todos” concordam que é Arte | Outros (3) | <i>“A autorização da prefeitura da cidade”</i> <i>“seria necessário ele receber investimentos da parte de pessoas ou empresas”</i> |
| | Clássicos (33) | Dança (6), músicas clássicas (1), quadros (2), música (5), pinturas (7), cinema, escultura (3), teatro (2), literatura, arquitetura <i>“telas feitas à mão e esculturas”</i> <i>“pinturas do teto da capela Sistina”</i> <i>“quadros bem elaborados, expressão de sentimentos”</i> <i>“Pintura, dança, os elementos culturais de uma determinada região e qualquer expressão que leve por trás uma ideia lógica e cultural”</i> |
| | Escolas (2) | Expressionismo, decoração |
| | Alternativos(9) | Grafite (4), Igrejas, bolos decorados, tai-dai, maquiagem e culinária |
| Uns acham que é e outros acham que não é Arte | Outros (6) | <i>“uma forma de expressão” (3), “formas geométricas” “ser médico”, futebol</i> |
| | Clássicos (10) | Música (1), cinema, <i>“quadros em exposição”</i> , literatura, atriz/ator, cantor, escultura (2), pinturas abstratas (2) |
| | Arte urbana (25) | Grafite (16), estilistas (1), pichação (5), fotografia, arte digital, maquiagem artística, <i>“Tatuagens, onde os desenhos permanentes na pele ainda sofrem com o preconceito de tabus”</i> |
| “Todos” concordam que não é Arte | Outros (11) | <i>“Rabiscos de crianças”, programação (1), esporte (2), manicure, lutas, crime (2), futebol, skate</i> |
| | Clássicos | Escrever |
| | Arte Urbana | Grafite (3), pichação (24), desenhos em muros |
| | Outros | Macumba, funk (4), dormir, mágica, ilusionismo, roupas (2), destruição, bombas, indústria de automóveis |
| “Todos” concordam que é | Em branco | (1) |
| | Disciplinas escolares (6) | Química (5), Paleontologia |

| | | |
|--|----------------------------------|--|
| ciência | Aplicações da ciência (26) | Astrofísica, átomos (2), Astronomia (2), <i>“como descobrir cura de doenças”</i> , remédios (4), máquinas, <i>“descobertas científicas”</i> , <i>“experiências com elementos”</i> (2), meteorologia (2), tecnologia (3), eletricidade, desenvolvimento de software, hardware, explosivos (2), refração, <i>“a composição das tintas”</i> |
| | Outros (9) | Calor, corpo humano (2), convívio social, movimentos, movimentos físicos, tai-dai, notas musicais, escultura |
| Alguns acham que é e outros acham que não é Ciência | Disciplinas escolares (6) | Biologia, Química, Física, Geografia, Filosofia, <i>“Física – quando escalam para fazer a pichação”</i> |
| | Aplicações da ciência (16) | <i>“Reflexão das cores nos objetos”</i> , <i>“química dos produtos”</i> (2), <i>“o material usado nas roupas”</i> , explosões, bombas, <i>“mistura de cores”</i> , <i>“a descoberta de que o mundo não é redondo”</i> , <i>“estudar o corpo humano em suas partes internas”</i> , <i>“experiências com seres humanos”</i> , medicamentos, evolucionismo (2), átomos, aborto, biotecnologia |
| | Outros (18) | Convívio social, alimentos (2), dormir, movimentação corporal, roupas (2), sapatos, televisão, grafite, fogo, real (2), água (2), cozinhar, banho |
| “Todos” concordam que não é ciência | Sentimentos (3) | Mentira, sonhos, sentimentos |
| | Disciplinas escolares (7) | Artes (4), <i>“estudo de línguas do mundo”</i> , literatura, música |
| | Crenças (11) | Milagres, sobrenatural, outra dimensão, religião (4), fantasma, mágica, fé, <i>“a materialização dos elementos”</i> |
| | Aplicações (5) | <i>“Ilusão de óptica”</i> , <i>“o estudo do tempo do relógio”</i> , <i>“a descoberta da roupa”</i> , <i>“o uso dos produtos químicos”</i> , <i>“nas máquinas usadas”</i> |
| | Atividades (11) | Pintura em quadros, futebol, convívio social, pichação, fazer roupa, comida, árvore, <i>“a cultura porque ciência envolve tudo”</i> , <i>“tudo está relacionado a ciência de certa forma”</i> , <i>“para mim tudo é ciência”</i> (2) |
| No que o conhecimento de ciência pode beneficiá-lo no seu dia a dia? | Aplicações tecnológicas (6) | Meteorologia/clima, meio ambiente |
| | Aplicações na saúde (14) | <i>“saber o que nos beneficia, qual o nosso limite e o que é bom para o corpo e o que não é”</i> Medicamentos e exames |
| | Visão de mundo, conhecimento (8) | <i>“pode beneficiar ajudando-nos para obter uma melhor visão de mundo e ter conhecimentos químicos e físicos”</i> |
| | Cotidiano (15) | <i>“com coisas básicas, por exemplo, cozinhar”</i> <i>“no meu bem estar (comida, produtos de beleza, produtos</i> |

| | | |
|---|-----------------------------|--|
| | | <i>de limpeza...)</i> ” |
| O que faz um conceito ser considerado científico? | Descobertas (5) | <i>“porque foram estudados e comprovados por indivíduos dedicados a desvendar e ajudar mistérios que a natureza oferece”</i> |
| | Entre pares (2) | <i>“ser aprovado pelas pessoas que futuramente usarão esse conceito”</i> |
| | comprovação (16) | <i>“Provas concretas e colocação em prática”</i> |
| | Lógica/verdade (5) | <i>“As pesquisas aprofundadas e os argumentos que se aproximam de uma razão válida”</i> <i>“Quando sua tese se aproxima da verdade”</i> |
| | Experimentos (6) | <i>“fatos que comprovem sua existência, normalmente isso se observa em testes ou experiências”</i> |
| | Processo/ resultados (6) | <i>“O que faz ser científico é quando encontra uma resposta que não precisa ter lógica, e sim uma explicação natural”</i> <i>“O resultado correto e que possua certa reação na matéria”</i> |
| | Vida (2) | <i>“a partir de seus elementos, se existe misturas ou algo a ver com o corpo humano”</i> <i>“gênero que estuda Física, Biologia, Química, gênero que estuda sobre a vida”</i> |

Quadro 06: Estudo comparativo de dados coletados a partir da Atividade com as leituras (anexo...) desenvolvida nas turmas T5 e T6.

De forma semelhante à análise feita nos dados coletados no CELC, e lembrando que as atividades da etapa *estudo da realidade* têm por objetivo geral *conhecer os sujeitos e ouvir suas falas*, as hipóteses as quais se pôde chegar foram:

- Em acordo com a análise feita anteriormente (pg. 68), os educandos (destas turmas) também acreditam que o reconhecimento da sociedade é importante para realização e inserção profissional, mas que o fundamental é o sujeito ter esforço e dedicação próprios. Apenas dois eventos (dentro de um universo de aproximadamente 110 amostras) citaram a escolarização (*“estudos, cursos, conhecimento”*) como importante para as conquistas já conseguidas ou almejadas. Neste caso é possível concluir o quanto a escola está distante das demandas por conhecimentos atuais dos educandos, uma vez que os conhecimentos socializados na escola parecem não atender às necessidades sociais e profissionais dos mesmos.

- No tocante às opiniões sobre o que é Arte, se referem em grande número aos clássicos (pintura, escultura, música, literatura, teatro e dança), o que pode

demonstrar que quando questionados, os estudantes se utilizam de conhecimentos adquiridos, talvez não só, mas também na escola. A transcrição *“Pintura, dança, os elementos culturais de uma determinada região e qualquer expressão que leve por trás uma ideia lógica e cultural”* parece representar com consistência o grande número de respostas diferentes e possivelmente ser um marco de que a diversidade cultural está presente no ambiente escolar.

- Compreendem as aplicações científicas e tecnológicas como produtos da Ciência, em especial as relativas ao corpo humano tanto na saúde (medicamentos) quanto no bem estar (atividades ou utensílios relacionados com o conforto).

- Reconhecem a ciência como atividade multidisciplinar presente no cotidiano e a vinculação de conhecimento científicos para melhoria das condições de vida.

- Compreendem a ciência como atividade que depende de comprovações, experimentação e testes para validação de seus resultados.

- Houve boa participação dos alunos, mas algum constrangimento em se expressar. Percebe-se que o diálogo flui bem mais facilmente entre os participantes de uma mesma equipe, do que quando são solicitados a compartilhar suas opiniões para a turma toda.

- Dentre as várias respostas e também entre os comentários durante a execução da atividade pode-se perceber a presença de questionamentos de ordem ética. Alguns exemplos que retratam opiniões desta natureza: *“temos a pichação que é pura depredação sem qualquer ideia por trás, e alguns estilos de música como funk e o sertanejo universitário, que até podem ter uma origem artística como, por exemplo, o sertanejo universitário que tem a sua origem no sertanejo raiz, mas são modificados para ser “produtos de cultura”, a massa, para agradar o público alterando os trabalhos dos sertanejos”*, no qual a educanda expressou sua opinião contrária a massificação do produto para que o mesmo tenha ampliado seu potencial de consumo mesmo que desrespeitando sua natureza artística; *“grafite é crime”* como já havia sido feita a explanação sobre algumas diferenças entre pichação e grafite, pode-se afirmar que o educando fez de fato uma referencia ao grafite como atividade socialmente inaceitável, um comentário que demonstra opinião própria e independente da concordância dos demais e eventualmente uma visão de que para ser Arte é necessário estar dentro dos cânones clássicos; *“evolucionismo”, “aborto”, experiências com seres humanos”* estas citações no campo *ser ou não ser ciência* nos levam a crer que o parâmetro da discussão foi o ético. Observa-se que os

exemplos são temas que envolvem o conhecimento científico discutidas no que diz respeito a moral vigente socialmente inclusive pelas próprias sociedades científicas, isto pode representar o quanto mesmo os estudantes que rejeitam as disciplinas escolares de ciências estão atualizados e preocupados em discutir seus produtos.

- Aula 2 - Apresentação dos Slides “Está a Física envolvida na Arte?” (Apêndice B) e exercício de Sombras (Apêndice C)

Para o desenvolvimento desta aula é necessário o uso do Datashow que nesta escola chegou apenas no início deste ano. Desta forma seu uso é um pouco dificultado por só haver um aparelho e não haver sala ambiente. Na disciplina de Física ele nunca havia sido usado, o que contribuiu para o interesse dos alunos.

Turma T6 - A professora pôde preparar a sala com antecedência por haver em seu horário uma hora atividade e os alunos estarem fora da sala de aula, em uma atividade de Química. Esta é uma atividade normalmente trabalhosa, pois a organização dos materiais demanda algum cuidado e prática. Quando a aula se iniciou, os alunos demonstravam cansaço, talvez por ser a primeira manhã do horário de verão. A professora foi buscando interação com a turma, fazendo questionamentos relativos às imagens e os estudantes gostaram bastante das obras escolhidas e em suas falas já se ouvia a utilização de palavras relacionadas à luz, cores, sombras e imagens 3D. Quando questionados sobre o que compreendiam por *contextualização* ficaram com receio de responder e acabaram por concordar entre si que é “*um jeito diferente de ensinar*”. Quando a professora explicou o significado da palavra, eles identificaram o exemplo do barco grafitado na palafita. No slide que traz a imagem com “*movimento na cabeça*” as frases verbalizadas foram “*ele vê o movimento da cidade, do comércio, do capitalismo, a luxúria*”⁴⁵. Com relação às imagens vistas, o grupo demonstra preferir grafites com mais riqueza de detalhes próximos aos das pinturas clássicas e realistas, o que foi compreendido pela professora como uma espécie de preconceito com a Arte Urbana.

No momento de fazer o exercício de sombras, gostaram de fazê-lo e já conheciam ambas as músicas. A duração da aula teve a medida certa para completar a atividade proposta.

Durante a aula não houve tentativas de usar o celular, como é comum.

⁴⁵ O termo luxúria foi utilizado pelo grupo como excesso de luxo

Turma T5 – A professora conseguiu trocar (com o professor de química) os alunos de sala, para que os equipamentos já estivessem montados na sala quando do início da aula. Foi uma maneira da professora melhor aproveitar o uso do tempo de aula. A turma estava bastante agitada e demonstrava sinais de cansaço (talvez pelo primeiro dia do horário de verão). Apesar da explicação e início dos questionamentos, a turma demorou mais para relacionar as obras com as observações sobre luz, cores e sombras. Não arriscaram nenhum significado para a palavra contextualização. A turma se manteve conversando bastante, mesclando participação com conversas paralelas que atrapalharam o desenvolvimento da aula.

Gostaram de fazer o exercício de sombras e demonstraram conhecer ambas as músicas. O tempo de aula foi o suficiente para que os alunos completassem a atividade proposta.

Sobre os resultados da atividade de Sombras desenvolvida nas turmas T5 e T6 (2º semestre de 2014):

| Questão | Categorias | Transcrição representativa |
|---|--|--|
| No início desta aula, nós vimos juntos muitas imagens de Arte Urbana... agora vamos pensar sobre isso... Como elas se relacionam com o que você aprende em Física aqui na escola? Com quais assuntos? | Orientação espacial (13) | <i>“sim, luz, volume, dimensões e sombras”</i> <i>“sim, como a óptica, com efeitos 3D, onde entra geometria realista”</i> |
| | Comportamento da luz (21) | <i>“sim, pois a luz em si é um assunto de física que há um grande debate”</i> |
| | Outros (6) | <i>“sim: Pois na arte tem que ter texturas, jogo de cores, grau de equilíbrio entre as cores”</i> |
| | Em branco (4) | |
| Olhando para as imagens é possível perceber que os artistas usam de contraste claro e escuro para dar relevo para as figuras! Agora... é noite! E nesta rua escura, há uma fonte de luz na parede esquerda, esboce sobre o desenho os efeitos da luz sobre o ambiente!! | Apenas os personagens tem sombra (11) | |
| | Há sombras projetadas nas paredes e no chão (4) | |
| | As sombras se projetam para frente do obstáculo (10) | |
| | Não é possível concluir a partir do esboço (20) | |

Quadro 07: Estudo comparativo de dados coletados na Aula 02 desenvolvida nas turmas T5 e T6.

Pode-se concluir a partir do desenvolvimento das aulas e dos dados coletados:

- O ambiente em classe foi mantido respeitando-se a fala do educando. Não houve sobreposição da fala do educador, o que tornou o grupo livre para se expressar. Mesmo assim, houve um hiato entre a apresentação de cada imagem e o efetivo debate. Os educandos demonstraram inicialmente inibição e até mesmo dúvida sobre o que se esperava deles, o que pode estar relacionado com ao quanto as aulas de Física costumam ser rígidas no seu formato. As discussões se iniciaram como se para atender a solicitação da professora, mas rapidamente a turma se envolveu e quando as imagens iam sendo mostradas já surgiam comentários relacionando e comparando umas com as outras, especialmente quanto à técnica de cada artista.
- Baseando-se na grande maioria das respostas pode-se afirmar que os estudantes reconhecem a luz como objeto de estudo da Física e também reconhecem a relação dos efeitos de luz e sombra presentes nas imagens com a intenção do artista de realçar ou não cada detalhe (como o exagero num contorno ou numa sombra para um destaque proposital para determinado ponto).
- Não demonstram graficamente compreender a formação de sombras como por bloqueio da passagem de luz. Se lembrados das imagens vistas respondem, por exemplo, “*ah! Mas lá é um efeito...*”
- O uso das imagens e da música ofereceu um foco mais atrativo, que os fez aproveitar a oportunidade e desviar a atenção que normalmente está presa ao celular.

- Aula 3 - Aula expositiva para sistematização dos conceitos tratados na aula com a apresentação de slides.

Esta foi a primeira aula da segunda etapa *Organização do Conhecimento*. Somados aos materiais sugeridos, a professora T.A.M., optou por usar também uma apresentação de slides planejada por ela, pois mesmo que seja solicitado que o estudante traga o livro texto para escola, muitos deles não trazem. Portanto a utilização dos slides (que foram passados na TV pen drive) auxiliou os alunos a acompanharem a explicação, mesmo vários estando sem o livro. A sequência de conteúdos teve por base os livros didáticos Aula por Aula e Física para o EM (http://mlb-s2-p.mistatic.com/livro-fisica-vol2-kazuhiro-fuke-2010-professor-7231-MLB5187322944_102013-F.jpg) ambos do PNLEM.

Turma T5 - Houve no início uma breve explicação sobre a história da óptica, basicamente sobre a existência do modelo onda-partícula, sem maiores aprofundamentos (dentro do possível no tempo disponível). Durante a apresentação dos slides a professora solicitou de várias formas a participação dos alunos, mas a turma estava bastante agitada. A turma começou a se concentrar após uns dez minutos de aula, quando foi passado na lousa os tópicos básicos da sequência com alguns comentários. Por duas vezes uma aluna não se sentindo bem, precisou sair da sala o que atrapalhou um pouco o desenvolvimento da aula. Ao final da aula foi resolvido na lousa um exercício que envolve a velocidade da luz/distância em anos-luz. Alguns alunos comentaram que não se lembravam da relação matemática $v=\Delta x/\Delta t$ estudada no primeiro ano. O tempo da aula acabou exatamente ao final do exercício.

Em relação ao comportamento da turma, a agitação no início da aula prejudicou o aprendizado. Mesmo com a professora explicando que na próxima aula seria feita uma atividade diferenciada que iria requerer os assuntos tratados nesta aula, faltou um pouco de colaboração da turma. A professora avaliou que em termos gerais a turma gostou do conteúdo e o uso da TV pendrive (mesmo que um tanto ultrapassado) foi um diferencial importante.

Turma T6 – Muitos alunos não trouxeram o livro (que havia sido solicitado). Também foram utilizados os slides como base. Foi a quarta aula, logo após o intervalo (eles formam no pátio externo para entrar para sala de aula, o que consome alguns minutos). A introdução foi feita com uma breve abordagem da história da óptica, em especial sobre o modelo onda-partícula. Durante toda a aula a professora incentivou a participação dos alunos, mas esta turma tem um perfil mais calmo, praticamente não correspondendo às solicitações. Foi utilizada a lousa para registro dos tópicos principais e a professora incentivou a leitura destes em casa, no livro que todos receberam do PNLEM.

Alguns alunos perguntaram se as demais aulas seriam como as anteriores, com projeção de slides, figuras e músicas. Depois da explicação a professora fez na lousa um exemplo sobre a velocidade da luz/distância em anos-luz. A turma sabia responder sobre a relação deslocamento/tempo para velocidade quando perguntado. A aula terminou no tempo exato.

Em relação ao comportamento da turma, esta é mais calma e apresenta poucos contratempos. No momento da explicação costumam ficar quietos e durante as atividades conversam tranquilamente. É perceptível certa apatia (queixa da professora), mas as notas são de regulares a boas e a entrega de atividades atende aos prazos.

É possível afirmar que em ambas as turmas a relação do que foi visto nas etapas anteriores com a aula planejada para *Organização do Conhecimento* foi natural. Os estudantes fizeram perguntas e comentários que remetiam aos temas e assuntos já tratados.

- Aula 4 – Atividade: Palavras Cruzadas (Apêndice D).

A professora deu início à aula perguntando se a turma já havia feito palavras cruzadas. Quase todos os alunos disseram que sim e conheciam o sistema de deixar espaços em branco entre as palavras compostas. Foi dada uma rápida explicação e afirmado que era permitido conversar sobre as eventuais dúvidas com os colegas e buscar respostas no caderno e em livros.

Turma T5 – Os estudantes se dividiram em equipes livremente e deram início ao exercício demonstrando bastante interesse. Procuraram respostas nos livros e cadernos disponíveis, discutiram entre si e alguns solicitaram permissão para sair da sala e consultar a professora de Artes; não a encontraram e a dúvida era referente a questão *vertical 21* (arte de representar objetos tais como se apresentam ao serem vistos) cuja resposta esperada é *perspectiva*. Outra questão que gerou bastante dúvida foi a *vertical 12* (Instrumento utilizado na pintura para acabamento e linhas finas) cuja resposta é *aerógrafo*. Duas equipes não conseguiram terminar o exercício e pediram para continuar na aula vaga que haveria na sequência. No último horário procuraram a professora para entregar a atividade concluída (o que não é muito comum: tanto o interesse em concluir a atividade quanto utilizar um momento que eles teriam livre para fazê-lo). Os alunos pediram para a professora repetir este modelo de exercício nos demais conteúdos. A opinião da professora foi a de que a aula se tornou dinâmica com essa atividade e que o aprendizado foi mais concreto.

Turma T6 – Esta turma também já conhecia o exercício de palavras cruzadas e após uma breve explicação a turma se dividiu em equipes e deu início aos trabalhos. Pesquisaram nos cadernos e livros e não solicitaram ajuda de mais ninguém.

Mesmo sendo o quarto horário (mais curto em função do retorno do intervalo) concluíram com sucesso a atividade, apenas deixando duas questões (as mesmas em que a turma T5 apresentou dificuldades) sem responder. Esta turma costuma agir assim, se sabem respondem e se não sabem preferem deixar em branco alguma questão, assumindo suas dúvidas. De qualquer forma, houve mais interação positiva entre os alunos durante a aula do que costuma acontecer.

- Aula 5 – Aplicações da Propagação Retilínea da Luz

Turma T6 - Havia mais alunos faltando do que acontece regularmente, mesmo assim a turma estava bastante agitada (era o 2º horário de segunda feira). A professora apresentou alguns slides na TV pendrive com ilustrações complementares das que estão no livro didático adotado. Feita a explicação inicial a turma não expressou a existência de dúvidas. A professora lançou a proposta da construção de uma câmara escura como um exercício não obrigatório e avisou que mandaria o texto sobre a história da fotografia pelo *WhatsApp*⁴⁶. Esta é uma prática aprovada por esta escola e esta turma tem um grupo no aplicativo *WhatsApp* para o qual os professores enviam atividades e lembretes de datas importantes. Foram feitos alguns exercícios na lousa, como exemplos e a professora avisou que irá passar uma lista de exercícios revisando todo o conteúdo abordado até o momento.

Turma T5 – Havia mais alunos faltando do que acontece regularmente. A professora precisou chamar a pedagoga, pois alguns alunos estavam na escola, mas não na sala de aula. Este grupo de alunos está participando de um projeto que visa à arrecadação de doações para a instituição Pequeno Cotoengo e compreende que por ter assumido esta responsabilidade tem o direito de se ausentar das aulas. Superada a dificuldade inicial, a aula decorreu sem maiores problemas. Alguns alunos fizeram perguntas como: “*Por que pessoas que tem epilepsia não podem ver várias luzes ao mesmo tempo, como em danceterias, e passam mal?*” Em outro momento da aula perguntaram: “*Quando serão os próximos eclipses do Sol e em que data foram os últimos?*” A professora sugeriu que em uma próxima aula, ela poderia reservar o laboratório de informática para que a turma pudesse fazer uma

⁴⁶ WhatsApp Messenger é um aplicativo de mensagens multiplataforma que permite trocar mensagens pelo celular sem pagar por SMS, pois se utiliza do mesmo plano de dados de internet usado para e-mails e navegação. Além das mensagens básicas, os usuários do WhatsApp podem criar grupos, enviar mensagens ilimitadas com imagens, vídeo e áudio. Fonte: UNISATTELECOM/posts/880537408632939

pesquisa na internet sobre estas e outras dúvidas e discutirem juntos os resultados encontrados. Percebe-se claramente que o grupo (professora e estudantes) tem uma relação dialógica estabelecida. Há confiança de que os combinados serão cumpridos e há espaço no ambiente de sala de aula para participação espontânea de todos.

Após a explanação do conteúdo e seus exemplos, lançou a proposta da câmera escura e comentou que enviaria para o grupo da turma (no aplicativo *WhatsApp*) o texto sobre a história da fotografia (Apêndice H).

Em ambas as turmas houve uma resposta muito positiva quanto à proposta da construção da câmera escura. Pelos comentários, ficou claro que foi feita em casa a leitura do texto enviado. Os estudantes demonstraram interesse e por conta própria pediram o papel fotográfico para professora de Artes, que se dispôs a adquiri-lo. A professora de Biologia ficou sabendo e também quis participar da atividade. Ficou combinado com as turmas que em uma aula de Física será feita uma oficina com a participação das professoras de Física, Artes e Biologia, na qual os estudantes divididos em grupos construirão suas câmeras escuras e farão registros de imagens no ambiente escolar para montar uma exposição que fará parte dos eventos de encerramento do ano letivo. A fotografia é possivelmente um exercício que pode ser utilizado bem mais estrategicamente do que já é. O interesse foi espontâneo e é um recurso que promove discussões naturalmente interdisciplinares, uma vez que o modelo fotografado (por ser natural e não idealizado) necessariamente perpassará vários aspectos dos saberes escolares, como os históricos, científicos, éticos e estéticos.

- Aula 6 – Refração da Luz

A apresentação do fenômeno foi feita com auxílio de um copo com água e uma caneta. Após a observação foi às turmas exemplos de que em que circunstâncias já haviam visto isto acontecer. Os exemplos mais frequentes foram: no aquário e na piscina. A professora apresentou a Lei de Snell e fez na lousa os exemplos que estão no livro didático adotado. Solicitou a leitura do capítulo em casa e em ambas as turmas não houve outros questionamentos. Os alunos demonstram sentir-se aliviados quando a professora disse que existe uma tabela como os índices de refração de diversos materiais e que a mesma pode ser utilizada. Esta aula teve por objetivo a apresentação do fenômeno e da Lei de Snell.

- Aula 7 – Atividade com a tela “*An Experiment on a Bird in the Air Pump*” (1768) de Joseph Wright. (Apêndice F)

A sétima aula foi ministrada numa segunda feira, havia vários alunos faltando em ambas às turmas como é comum acontecer no final do último bimestre. A professora fez uma breve explanação sobre a atividade e os grupos se formaram livremente. Alguns estudantes estavam preocupados com a prova do ENEM (que aconteceu no dia anterior) e aproveitavam os momentos em que a professora se aproximava dos grupos para tirar dúvidas das questões desta prova. A professora comentou que ainda não havia resolvido as questões da prova e que, portanto, ainda não era possível discuti-las. Mesmo assim, houve concentração (de atenção dos alunos) durante a análise da imagem e também durante as discussões.

Turma T5 – Havia alunos fora da sala de aula que precisaram ser incentivados a voltar. A turma se dividiu em oito grupos (quatro grupos mistos, duas duplas e dois alunos que preferiram fazer a atividade individualmente), percebe-se que esta é uma divisão já usual. A aula transcorreu tranquilamente. As discussões foram sempre entre participantes do mesmo grupo.

Turma T6 – A turma aceitou fazer a atividade, dividiram-se em cinco grupos e conversaram bastante durante a aula toda (houve a visita de uma aluna em licença maternidade que trouxe o bebê para que a classe conhecesse); mesmo assim durante os trabalhos conversaram sobre a tela. A primeira observação que os alunos faziam era sobre não ser do “*nosso tempo*”, mas de forma positiva (achando que isso a faz interessante), quando descobriam que era uma cena que retrata ciência comentavam sobre o ambiente: com ares de residência, com crianças presentes, comentários que provocavam a discussão sobre o *fazer ciência*, e sobre o *divulgar ciência* entre os participantes e com a professora.

Quanto aos resultados alcançados com a atividade proposta nas turmas T5 e T6:

| Questão | Categorias | Transcrições e/ou exemplos presentes nas respostas |
|-----------------------|-------------------|---|
| Quantas fontes de luz | Identificação das | “a chama da “vela” e a lua. A vela, sendo a principal |

| | | |
|--|---|---|
| existem na pintura? Descreva as que você pode identificar: | fontes (28) | <i>fonte do ambiente, está no centro da imagem e a lua na lateral."</i> |
| | Incorretas ou insuficientes (7) | <i>"o lampião no chão não é a única, pois tem a lua" "vela dentro de um copo, está no centro da mesa; é uma fonte única"</i> |
| Onde está acontecendo reflexão? Identifique qual objeto está sendo refletido e responda se é uma reflexão regular ou difusa. | Identifica o fenômeno (3) | <i>"no rosto das pessoas"</i> |
| | Identifica e classifica o fenômeno (22) | <i>"no vidro, iluminando as pessoas. Regular, pois ele é polido" "a vela tem uma reflexão regular diante dos objetos de superfície lisa e a difusa reflete nos rostos"</i> |
| | Incorretas e/ou insuficientes (13) | <i>"no vidro que está em cima da mesa: reflexão difusa"</i> |
| Observe: existem sombras representadas nesta pintura? O que provocou a existência destas sombras? | Existência de luz (21) | <i>"sim há sombras pretas e mais escuras do que a cor do lugar onde a luz incide. A incidência da luz que parte do centro"</i> |
| | Propagação retilínea (5) | <i>"pois o preto que está marcando-as é muito extenso, e a fonte que provoca isso é a vela no centro da mesa"</i> |
| | Insuficientes (13) | <i>"sim, as pessoas provocaram a sombra" "pois ela é uma reflexão da luz e se pintar de outra cor perderá a originalidade"</i> |
| Sombras são espaços sem luz ou escurecidos pela interposição de um corpo opaco... e a penumbra? Escreva uma definição para este conceito | Reconhece a necessidade de existir luz (23) | <i>"é o ponto mais claro das sombras" "a penumbra é mais clara que a sombra e a intensidade "sombra" depende de onde vem a luz" "é a disposição da sombra por um outro ângulo" "é uma área que tem metade sombra e metade iluminação"</i> |
| | Insuficientes ou incorretos (13) | <i>"é o reflexo da sombra que necessita de luz" "é a parte em que a imagem fica entre as sombras"</i> |
| Existe mais algum fenômeno luminoso que você observa nesta tela? Qual é? | Refração (3) | <i>Refração da imagem (colher onde se encontra a vela) devido a luz</i> |
| | Identifica fontes e fenômenos (5) | <i>"luz retilínea, refração e duas fontes de luz"</i> |
| | A lua (28) | <i>"a luz lá fora da janela"</i> |
| | A vela (2) | |
| Há algo nela que você gosta mais de observar? O que ela significa para você? | O pássaro (3) | <i>"Sim, o pássaro dentro da cúpula de vidro, a diversificação da sombra diante de duas fontes de luz"</i> |
| | A Lua (6) | <i>"a lua, pois está paralela à imagem e quebra um pouco do fundo preto. Usar a luz para representar as expressões das pessoas, dar um enfoque"</i> |

| | | |
|--|---------------------------------|--|
| | Personagens da tela (9) | <i>As pessoas que parecem estar apreensivas A expressão do homem que foi fazer a experiência A luz que bate na garotinha no lado direito do vaso com a luz da vela</i> |
| | Luz e sombra (3) | <i>O jeito que a luz reflete nas pessoas e a intervenção da luz. A intenção foi mostrar o efeito que a luz tem</i> |
| | Arte (3) | Gosto de observar o centro da imagem é mais iluminado. Mostrar diferentes tons da imagem que a luz dá. |
| | O Experimento (8) | Há as expressões das pessoas, o experimento em si, a interposição das pessoas e objetos... |
| | Novidade (5) | “algo novo, algo em destaque” |
| O que nesta pintura pode ser comparado com as imagens de Arte Urbana que vimos juntos nas últimas aulas? | Localização no tempo/espaço (4) | <i>“Inovação da época”, “inovação da arte”</i> |
| | Fenômenos luminosos (20) | <i>“A utilização da luz, sombra, penumbra e a textura utilizada”</i> |
| | Pintura (9) | <i>“É que ela parece muito realista, expressa um momento” “A diversidade de cores diante da luz, tanto natural como sintética”</i> |
| | Não há relação | (4) |

Quadro 08: Estudo comparativo de dados coletados a partir da Atividade com a imagem da tela de Joseph Wright nas turmas T5 e T6

Na primeira questão nenhum estudante mencionou os termos primária ou secundária, o que remete a dificuldade que os estudantes têm em agregar termos técnicos ou específicos na sua linguagem, mesmo depois de exercitados (nas aulas de *Organização do Conhecimento*). Já quando o questionamento traz no texto os termos que identificam e classificam (por exemplo, os tipos de reflexão na segunda questão) o grupo demonstra reconhecê-los e compreendê-los.

Com relação aos conhecimentos relativos à formação de áreas de sombra e de penumbra, a maioria demonstrou ser capaz de reconhecer a necessidade de luz para sua existência e de identificá-las. A técnica do artista em retratar com detalhes especialmente as expressões humanas foi bastante elogiada e foi reconhecida a importância da técnica claro/escuro para dramaticidade da cena: *“Há algo nela... O centro, pois é mais iluminado, e permite-nos enxergar a imagem. Dar um enfoque nas expressões das pessoas, utilizando a luz (lembra o Barroco)”*.

Sobre a formação de sombras: *Há sombras... o que provocou foi a fonte de luz não ser extensa e sobre a formação de áreas de penumbra: “a penumbra é formada pela sombra da sombra do objeto”*. Em todas as atividades observou-se que o estudante portador de autismo (que gosta da disciplina de Física) desenvolveu (individualmente) suas respostas: *“é quando mais de uma fonte ilumina o objeto” “é uma área que tenha luz e sombra juntas”* e sobre o outro fenômeno (questão 2): *“a queima da vela”*.

4.4 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Este trabalho teve como concepção norteadora a pedagogia de Paulo Freire que visa à autonomia dos sujeitos da educação. As práticas pedagógicas utilizadas como instrumento de pesquisa foram planejadas em três momentos pedagógicos⁴⁷ *Estudo da Realidade, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento*. A análise dos dados incluiu a descrição dos sujeitos, todas as anotações feitas nos diários de observação, os comentários do observador e a organização das respostas dos estudantes nas atividades feitas em sala (em busca de *acordos* e *controvérsias* presentes nestes textos) e permitiu concluir que:

- o referencial teórico freiriano sobre o processo ensino/aprendizagem é completo, bem mais complexo do que nos sugere o texto a primeira vista, suporta ser colocado em prática independentemente do tipo de público (apesar de suas experiências relatadas se referirem à alfabetização). O efetivo desenvolvimento de atividades que propiciem e até exijam (como na aula 2) que o processo dialógico aconteça demanda uma atenção redobrada do educador aos detalhes. O ambiente muda aula a aula, as expressões faciais e orais dos participantes vão se transformando. É necessária constante vigilância para que nada se perca, especialmente a participação de educandos que anteriormente não participavam de forma construtiva;
- os estudantes gostam muito mais de aulas nas quais tem que produzir continuamente (e não apenas ouvir). Mais uma vez se reafirma que o modelo de

⁴⁷ Os três momentos pedagógicos são proposição dos pesquisadores J. A. Angotti e D. Delizoicov (2011)

aula mais expositiva não gera bons resultados, em especial nas turmas grandes ou muito agitadas. É um tempo precioso que precisa ser melhor aproveitado. O acesso ao conteúdo viabilizado por outros meios (que não a explicação tradicionalmente centralizada na fala do educador) traz mais benefícios para a aprendizagem. Mesmo as leituras tão pouco utilizadas nas aulas de Física (e que sabidamente, não são hábito da grande maioria dos educandos) agregam mais atenção, discussão em torno do tema e reflexões em sala se comparadas à explicação em geral utilizada como introdução a um novo tema;

- as atividades serem impressas (e não copiadas da lousa), coloridas e individuais faz toda a diferença na qualidade da aula (no quesito participação dos alunos). A atividade impressa auxilia que o estudante não se distraia tanto no início da aula, ele se volta para avaliar o que foi entregue e percebe rapidamente a dedicação que houve na preparação da aula. O grupo valoriza claramente os recursos variados (novidade) de cada aula. A cada exercício diferenciado, há a identificação maior ou menor (dos estudantes), mas o fato da aula em si ser menos repetitiva, é sempre elogiado;

- quanto mais carente (de toda ordem de carência) é o educando, mais dificuldade ele tem em se expressar para o grupo, mais se apega ao professor, mais valoriza a preparação da aula e mais se sente realizado quando consegue participar da atividade (especialmente participação oral). Foi visível durante o período no qual foram desenvolvidas as atividades que a mudança de atitude do educador (não priorizar sua fala diante da fala dos educandos) trouxe a atenção e a capacidade de ouvir dos alunos, em geral tão solicitada e pouco recebida. Outro item que chamou muito atenção neste período foi que aula a aula o celular foi sendo deixado de lado, havendo aulas nas quais não foi necessário nem solicitar que o mesmo fosse guardado;

- a etapa de *Estudo da Realidade* muitas vezes é deixada de lado pelos professores, pois, pode parecer à primeira vista, um tempo perdido que pode ser melhor aproveitado se entrarmos logo no conteúdo. Esta premissa cai por terra na já primeira aula da *Organização do Conhecimento*, pois, a introdução feita ao conteúdo por intermédio do tema gerador traz ganhos incalculáveis para a aprendizagem. A agressividade diminui, as conversas paralelas passam a ser sobre nuances do tema gerador, o que o educador tem a dizer passa a ser de interesse do educando. Os papéis tradicionais na educação bancária (fala quem sabe e escuta quem precisa)

se diluem com uma naturalidade impressionante. O educando quer ouvir o que o professor tem a dizer, é a forma como a ciência é levada para sala de aula que afasta os educandos, em especial, os que têm urgência de integrar a escolarização com o seu mundo real (do trabalho e familiar);

- a realidade na qual o grupo está inserido (família/sociedade) só é rompida por eventos proporcionados pela escola, que tem um papel muito mais fundamental na formação dos estudantes do que parece estar sendo reconhecido pelos mesmos, pela sociedade como um todo e até mesmo pela própria escola. Isto fica claro, por exemplo, na realidade apresentada pela EEEV. O fato de esta escola ser menor (tanto em espaço físico, quanto em número de docentes e discentes), estar localizada em uma região onde é possível fazer pequenos deslocamentos a pé (para museus e outros espaços culturais) facilita que isto seja feito. O grupo de professores engajados nesta proposta viabiliza estas saídas, portanto os estudantes vão com certa frequência em ambientes nos quais o conhecimento lhes é apresentado de forma diferenciada da sala de aula tradicional. Os estudantes passam a saber como funcionam esses locais, quanto cobram, seus horários, de forma que se sentem capacitados para visitá-los por conta própria se apropriando desta forma do espaço coletivo. Esta prática faz dos jovens, cidadãos que se sentem incluídos no espaço público e isto fica muito claro nas discussões em sala. Os estudantes não se sentem agredidos por ideias diferentes das suas, não apresentam a necessidade de defesa que os demais apresentaram quando as atividades em sala requeriam participação no processo dialógico. Este processo senão estava estabelecido, estava ao menos encaminhado; já era uma prática no cotidiano escolar. Também quanto o papel do professor como alguém que quer estar na escola e que valoriza sua profissão e suas turmas, dedicando à elas muito mais do que o obrigatório em termos de tempo traz um benefício para o relacionamento professor/aluno e ganhos para ambos. O professor se sente esperado e acolhido na turma e os alunos se sentem orientados pelo professor. Não há obrigações (no sentido de contrariedades), a aula flui e as dificuldades são barreiras transponíveis;

- O mito do vestibular como objetivo (no qual ainda se crê nas escolas de classe alta) cai por terra quando se acompanha o dia a dia e as preocupações dos estudantes. O jovem aluno do EM (mesmo o que pretende fazer uma graduação) é ávido por conhecimentos que dialoguem com sua realidade social, que melhorem seu diálogo em casa, que se reflitam na sua postura de estagiário ou funcionário em

seu local de trabalho. A pedagogia freiriana conversa com estas demandas cotidianas. O estudante adolescente tem interesse acentuado em responder às suas urgências, não faz parte deste momento da vida deles planejar à médio prazo. Os argumentos do mundo contemporâneo, como a Arte Urbana, atendem a esta urgência. São novos, são instáveis e dialogam com o período de transformações que a vida deles está atravessando. Por mais que o professor logicamente vá mesclar à estas temáticas os conteúdos da ementa, esta ponte precisa ser revista a cada novo capítulo, e se não feita ou refeita pode-se “perder pelo caminho” estudantes que passam a voltar à velha retórica de que “a escola não lhe interessa” e que os conteúdos só serão memorizados o necessário para que haja uma aprovação e não uma aprendizagem;

- O tema gerador Arte Urbana e a atividade onde se propôs a etapa *Aplicação do Conhecimento* (com a tela “*An Experiment on a Bird in the Air Pump*” (1768) de Joseph Wright) trazerem a Arte para sala de aula foi uma experiência única. Se o tema gerador fosse também próprio, verdadeiro, mas não do mundo da Arte, provavelmente não nos teria proporcionado as mesmas respostas; pois foi possível perceber o quanto a Arte dilata, amplia as possibilidades de resposta. O tema gerador Arte Urbana criou um vínculo diferenciado com o educando e uma espécie de vazio que a Arte proporciona. A contemplação, o distanciamento que a Arte proporciona são únicos, pois, a interpretação do que está sendo visto sempre terá dois aspectos: o individual (relativo aos sentimentos, ao emocional e as vivências e crenças individuais) e o coletivo (interpretação ligada ao social, histórico e ao que foi debatido em grupo). As possibilidades de interação entre estas duas leituras são infinitas e acontecem de forma involuntária. Não se prevê, não se espera resultados, mas se trabalha com os mesmos. O vazio a que me refiro não é no sentido de não se ter mais nada por base, mas sim de se ter criado uma base ampla que desconstrói o que havia e abre espaço para o novo. Ver turmas de adolescentes debatendo sobre fenômenos físicos, sobre função sócio histórica da ciência a partir de uma tela do século XVIII (que eles não sabiam até então que existia) é uma conquista emocionante para um educador que visa a formação global e libertadora que o conhecimento escolar pode proporcionar. E quando isso acontece numa aula de Física a libertação da qual se fala é mais simbólica, pois outros rótulos são rompidos e os sujeitos da educação se comportam de maneira diferente depois desta experiência. Seguramente nos pareceu que o potencial da Arte como

linguagem universal alcançou o objetivo de termos uma aula de Física que será lembrada muito tempo depois que as avaliações sobre o conteúdo tenham ficado no passado;

- Quanto à experiência como pesquisadora posso afirmar que na primeira e segunda etapas (desenvolvimento no CELC e no CESC) a coleta de dados e a análise dos mesmos foi feita com mais segurança (apesar de ser a primeira vez). Trabalhar com dados provenientes do ser humano e ainda num contexto turbulento (no sentido do número de variáveis que não se controla) como é o da sala de aula é um desafio para o qual se pode dar muitas respostas diferentes. A imparcialidade buscada é permeada por impressões pessoais. Neste trabalho buscou-se que as eventuais conclusões e também que a sequência didática utilizada fossem algo que pudesse trazer algum benefício que não apenas individual. A terceira parte da pesquisa veio de encontro a esta preocupação, a utilização do material por outro profissional da educação foi fundamental para (como já foi dito, ao menos minimamente) se avaliar de uma segunda maneira o método tanto de aplicação quanto de análise. O desenvolvimento na EEEV ficou sob responsabilidade da professora T.A.M. (professora das turmas T5 e T6); coletar dados e analisá-los foi um desafio ainda maior. Trabalhar com mais uma variável (a leitura da professora sobre o eventos) e encontrar os *acordos* e *controvérsias* não apenas deste grupo, mas deste grupo em comparação com as turmas T1 e T2 foi um exercício que exigiu dedicação e critérios que dialogassem com os referenciais utilizados.

- Como toda pesquisa, esta foi um processo que gerou etapas além das visualizadas no planejamento e para as quais dificilmente o pesquisador pensa ter colocado um ponto final. Há muito o que pesquisar no ensino, mas esta forma de fazê-lo em conjunto com a sala de aula é dinâmica e realista. Gera transformações nos sujeitos envolvidos e deixa encaminhamentos para futuros trabalhos também concretos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O educador vive contemporaneamente um período no qual as velhas práticas não mais atendem à demanda escolar. É necessário repensar de forma a contribuir para que a formação educacional (escola e o processo ensino aprendizagem) seja um veículo/espço que precisa preparar o aluno para interpretar as temáticas (linguagens) contemporâneas para que ele possa se colocar pessoal e profissionalmente na sociedade.

Na busca de organizar as ideias relatadas nesta pesquisa, vamos retomar temas discutidos, procurar aprofundar o diálogo com os referenciais adotados e analisar como se configurou o processo na sala de aula na busca de se reconhecer neste a (NC) Natureza das Ciências⁴⁸.

Na etapa *Estudo da Realidade* a utilização dos textos, além de proporcionar a prática da leitura, teve por função inaugurar o diálogo em sala sobre Arte e Ciência de forma que os educandos compreendessem que há uma íntima relação entre estas áreas, em geral apresentadas no mundo escolar como distantes.

Os educandos demonstraram ter muito interesse em discutir o que é Ciência e, apesar dos exemplos citados (por eles em suas respostas) serem fortemente relativos a aplicações práticas, ouvindo suas falas fica explícito que eles gostariam de discutir o que é ciência, qual seu papel na formação escolar e as relações entre os temas abordados. Isto reflete o quanto a escola e o ensino das disciplinas de caráter científico não oportunizam momentos nos quais os estudantes possam esclarecer o porquê de cada conteúdo e seu papel na construção de uma ciência maior (a dos cientistas). Esta lacuna não preenchida aponta para a afirmação de DELIZOICOV (2011) que fala sobre um “*trabalho didático pedagógico que favorece a indesejável ciência morta*”, a existência desta lacuna na formação também é citada por SILVA (2007) que afirma que “*a aprendizagem da ciência deve ser acompanhada por uma aprendizagem sobre a ciência [...] e que esta deveria incluir elementos tais como sua relação com a cultura e a sociedade [...]*”.

Ora, se a natureza das Ciências deve estar presente em sala, as atividades propostas precisam contemplar passos que passem a ser reconhecidos pelos estudantes como um caminho de construção do conhecimento científico.

⁴⁸ Mais sobre a Natureza e o Ensino de Ciências está disponível em www.lapef.fe.usp.br/

Observação, organização, proposição de ideias e hipóteses, construção de explicação, busca de justificativas, uso de raciocínio lógico e de proporcionalidades. Estas características precisam ser experimentadas pelos estudantes em sala, para que os mesmos se iniciem no reconhecimento das características do chamado saber científico e compreendam os fatores que influenciam a prática da Ciência.

O texto que fala sobre as zebras e a apresentação, ao menos superficial, do encaminhamento que os cientistas deram para as questões até poderem organizar suas ideias e levantar hipóteses a partir delas era desconhecido do grupo, e infelizmente, este encaminhamento é desconhecido até mesmo para muitos alunos de cursos de graduação.

Compondo com a aula inaugural, a segunda (na qual se propôs a apresentação de slides) promove uma interação entre as ideias e experiências dos alunos, o que pôde proporcionar agrupamentos entre as mesmas opiniões. Com isso aprende-se a relacionar informações e de maneira aparentemente casual, eles próprios passam a se reconhecer *pares* na defesa de algumas proposições. A aula tem um período relativamente grande no qual o estímulo visual é utilizado para que o educando observe e precise organizar sua fala. Ao conseguir participar e dialogar, cada um começa a construir o seu próprio conceito de projeção de sombra. As imagens possibilitam observar do que depende a existência de uma sombra e quais outros fatores influenciam sua representação. É um incentivo à observação e à construção de hipóteses.

A importância do material didático que leva o educando a pensar é que se cria quase um fórum no qual a troca de ideias vai se encaminhando para chegar ao ponto no qual o conhecimento físico não é imposto, mas observado, organizado, classificado e há um estímulo para que novas perguntas continuem a ser formuladas, o que combina com a ideia (por vezes afirmada) que o conhecimento (seja este científico, artístico ou filosófico) está em constante evolução. Esta prática é pouco alcançada e esta afirmação, apesar de verdadeira, soa na sala de aula, como uma frase pronta. O aluno não ouve, ou não compreende o que significa isso na sua aprendizagem. Ela precisa ser vivenciada, o que corrobora com a contrariedade de FREIRE (1987) em relação à educação bancária, na qual o professor *transmite conhecimento*. Está se falando de uma natureza de conhecimento que não pode ser *transmitido*, mais sim vivenciado, experimentado.

Na etapa *Organização do Conhecimento* novamente há outros estímulos que contribuem para que o educando se veja autor (seja dono, se aproprie) do conhecimento. Esta é uma etapa delicada e fundamental para o sucesso do processo ensino aprendizagem. A etapa anterior já contribuiu de maneira diferenciada fazendo uma base ampla sobre a qual o educador trabalhará agora os exercícios mais tradicionais, considerando que os mesmos já têm agora algum significado. É quando se exige do educando experimentar mais uma etapa do conhecimento científico sobre a qual nada será falado, mas ele participará desta construção de forma que o significado inicial não se perca. No caso da Introdução à Óptica Geométrica a explanação dos conceitos básicos foi intermediada por questionamentos tais como: O que você pensa, sabe ou já conhece? Você tem memória sobre isso da sua vivência? O que isso te faz lembrar se pensarmos na aula anterior? Utilizando-se estas respostas e os vocábulos comuns aos estudantes o conceito inicial (o educando se reconhece na construção) é construído (o educador se utiliza do que foi ouvido em sala para definir o conceito científico) e numa segunda etapa reformulado, para termos mais próprios da ciência *“uma devolução organizada, sistematizada e acrescentada daqueles elementos que lhe foram entregues de maneira desestruturada”* FREIRE (1987). Os termos *novos* são incorporados e mais uma prática pertinente a NC é exercitada: o reconhecimento da existência de uma linguagem própria a cada área do conhecimento.

Ainda sobre a questão da linguagem, sobre a qual parece que nunca se conhece o suficiente, para que o conhecimento considerado novo seja apreendido pela intelectualidade e esteja disponível para novos usos, é necessário se passar pela etapa de organização da fala (seja esta oral ou escrita). É fundamental que o estudante tome conhecimento de que não basta que o cientista saiba, ele precisa divulgar. Esta comunicação entre os pares, que posteriormente muda de linguagem para uma menos específica ou técnica, para alcançar a compreensão dos demais extratos sociais, já foi abordada na atividade de leitura e exercitada nas demais atividades (em especial nas Palavras Cruzadas e na aula de exercícios com tratamento matemático das questões).

Retomando as questões pertinentes a construção do conhecimento sobre projeção de sombras, na aula na qual são propostos ao grupo os exercícios que relacionam a altura do objeto com o tamanho das sombras, além do conteúdo objetivo, também será o momento de se trabalhar o exercício de reconhecer o que é

uma relação presente na natureza, que esta é uma relação estudada pela Física e que existem outras relações presentes na natureza, também de interesse da Física que seguem o mesmo raciocínio de proporcionalidade. Ou seja, a partir deste modelo de exercício (aparentemente bastante simples) é possível fazer outro de generalização e estimular o educando a perceber que ele é capaz de deduzir coisas observando a realidade, escrevendo e organizando seus dados, classificando as informações, reconhecendo as variáveis e se utilizando de uma linguagem que passe do concreto para o abstrato.

Em quaisquer das atividades, um procedimento que auxilia o educando na apropriação do seu conhecimento é solicitar que ele leia novamente o problema ou o exercício que tiver sido proposto. Antes de o professor responder a qualquer dúvida, o que normalmente é feito em sala de aula de forma quase automática, a releitura do exercício pode também, ser seguida da proposição do mesmo exercício verbalizado de outra maneira, porém sem perder o sentido existente no inicial. O educador precisa estar atento ao discurso utilizado em sala, e no caso de ser utilizado um vocabulário menos rigoroso para que haja compreensão, o retorno ao discurso formal não deve soar arrogante. Este processo é lento e permeado por outras formas de expressão em sala, como por exemplo, a matemática ou o desenho.

Quanto maior o número de representações utilizadas para o mesmo objeto, mais domínio do conhecimento está sendo disponibilizado, mas a passagem de um dado concreto (por exemplo, a sombra de um aluno medida em sala) para um abstrato (por exemplo Δ s), e depois a representação deste como um ponto numa tabela ou gráfico, nem sempre é acompanhada com facilidade. Neste ponto observou-se ser importante se utilizar de todos os recursos disponíveis (linguagem oral e escrita, matemática, desenho) e voltar sempre à explicação de por qual caminho se chegou às definições. É a passagem da compreensão que ainda é ingênua para a compreensão formalizada e organizada, necessária para posterior generalização.

A etapa de *Aplicação do Conhecimento* teve como ponto de partida a tela de Joseph Wright. Nesta atividade foi oportunizado observar, organizar as ideias, identificar conceitos, classificar e redigir. Intencionalmente há questões mais abertas, nas quais muitas vezes, o educando quer se certificar do que se espera que seja respondido. Estas questões objetivam que os mesmos se iniciem num texto mais autoral, que se posicionem por escrito, pois este exercício de escrever

conclusões próprias a partir do que foi observado e discutido é uma das etapas da construção do conhecimento e parte da NC. A expressão escrita exige uma forma de se estruturar o pensamento que difere da expressão oral já exercitada nos trabalhos em grupo.

A imagem da tela é pertinente a este processo, tanto nas representações de sombra e luz, quanto na temática da natureza da ciência. A esperada *superação da visão ingênua e acrítica do mundo* foi possibilitada pelo processo no qual o educando *vivenciou* a natureza dos conhecimentos que agora lhe são solicitados, de maneira dinâmica. É o momento no qual se possibilita que o educando demonstre se conseguiu fazer as generalizações e se houve o ganho de aprofundamento das questões observadas, discutidas e organizadas que não seriam possíveis sem a presença do educador. É neste aprofundamento da visão inicial que se faz possível a problematização, que é, além disso tudo, a capacidade agora aprendida de levar esta nova forma de observar a realidade para o cotidiano de cada um.

Sobre a problematização na Ciência, a autora acredita que esta só pode ser alcançada em sala de aula, se as atividades pedagógicas forem desenvolvidas numa visão contextualizada e intrinsecamente interdisciplinar. As leis Físicas⁴⁹ que tanto impressionam os que amam a Ciência passam a ser frases frias para serem decoradas pelos estudantes, se o educador não propuser enfoques que incluam pensar sobre as teorias⁵⁰ e a função destas na visão de mundo individual e coletiva (Figura 13).

Ora se o educador em Ciências pretende que o educando *problematize*, ou seja, que dos conhecimentos adquiridos durante sua formação escolar interprete a realidade e a transforme de acordo com seu projeto de vida, não há outro caminho possível além da *experimentação* de formas diferenciadas de diálogo com o mundo. É a compreensão de que a Arte, a Ciência, a Filosofia, a Religião e outras áreas de conhecimento são ações humanas que visam interpretar e transformar a realidade (figura 14) é que viabiliza para o educando a transformação do seu contexto social e abre portas para novos projetos de vida, objetivo maior do educador freiriano (figura 15).

⁴⁹ As Leis Físicas são capazes de explicar como um fenômeno presente na natureza ocorre descrevendo seu comportamento.

⁵⁰ As Teorias Científicas são capazes de explicar o porquê das ocorrências (dos fenômenos) e interpretá-las.

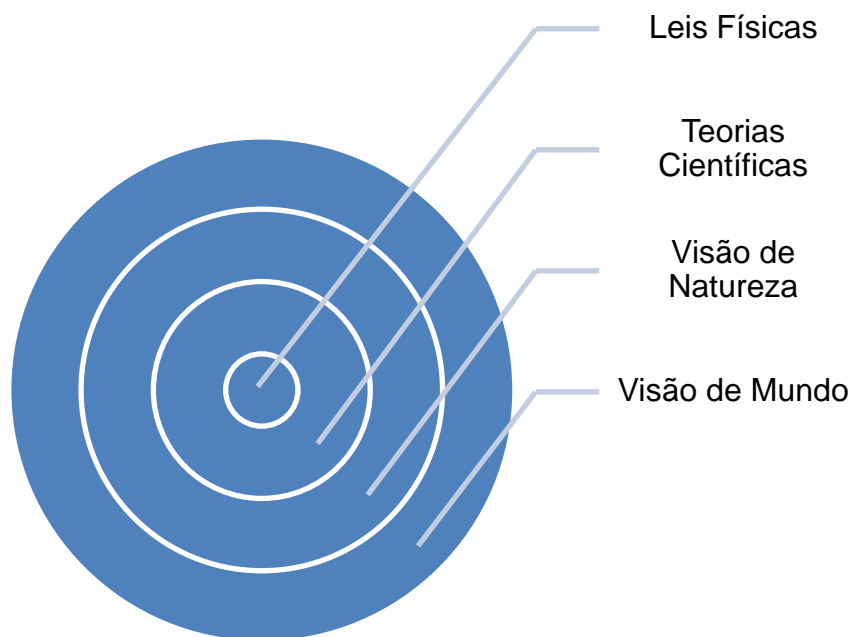


Figura 13: Esquema representativo da visão contextualizada na qual se insere a Ciência⁵¹.

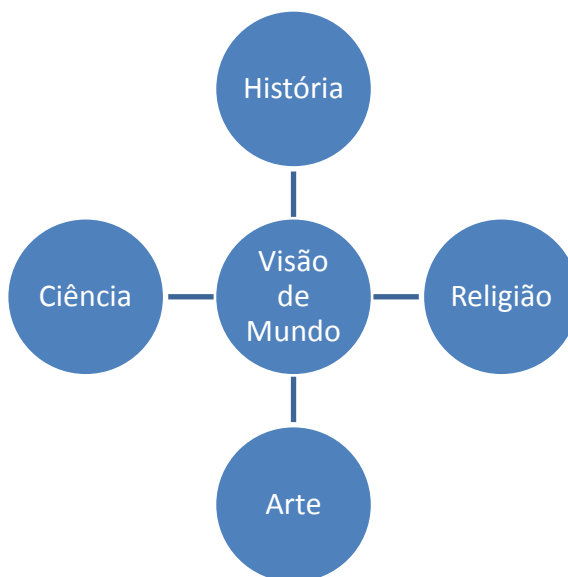


Figura 14: Esquema representativo de ações humanas que visam transformar a realidade e compõem a visão de mundo do sujeito.

As áreas do conhecimento que compõem, interferem, causam e transformam a visão de mundo de um sujeito são múltiplas e peculiares. Têm peso

⁵¹ Figura semelhante foi utilizada pelo Grupo Teknê no curso de História, Filosofia e Ensino: Contextualizando a Ciência em Sala de Aula, ministrado durante o XX SNEF.

diferente para cada grupo social e também para cada indivíduo dentro de um mesmo grupo. Dentre estas, pode-se citar outras que poderiam estar representadas na figura 14, tais como, a Filosofia, a Técnica ou a Sociologia. O importante é a compreensão de que dentre as condições oferecidas ao sujeito como degraus para obtenção de condições mínimas para reflexão sobre a realidade se insere a escola. E este papel é mais preponderante quanto mais carente for o ambiente social no qual a mesma se encontra. Esta função precisa ser exercida pelos agentes da educação com responsabilidade e estar presente conscientemente em todas as atividades didático-pedagógicas propostas. É o domínio de diferentes formas de expressão objetivas e subjetivas que propicia liberdade para o educando transitar entre a realidade concreta e a abstração, entre a técnica e o mundo do trabalho, entre a Filosofia e a Religião, entre a Ciência e a Arte.



Figura 15: Esquema representativo do processo de transformação da realidade a partir do conhecimento.

Ao final desta sequência didática o educando teve acesso aos conhecimentos introdutórios da Óptica Geométrica, vivenciou etapas da construção do conhecimento científico, teve contato com aspectos da história da Ciência e da Arte e toda essa trajetória foi mediada pelo tema gerador Arte Urbana, o que aproximou os interesses dos sujeitos da educação.

A experiência investigou possibilidades que não limitaram as aulas ao proposto, mas sim, ampliaram as bases de discussão e participação de forma a enriquecer o tradicional ensino de Física. O ambiente foi flexível às contribuições de cada grupo.

Além de revisitar as atividades para analisá-las com vistas a reconhecer a vivência da NC que pode ser possibilitada pelas mesmas em sala de aula, também

a autora se propõe a relatar algumas questões relativas a esta pesquisa tais como: o tema gerador, a avaliação da aprendizagem, o produto educacional disponibilizado⁵² e apontamentos para futuras intervenções.

Como apresentado, a investigação em sala se deu em três etapas e em três escolas diferentes, sendo que no CELC e na EEEV os dados foram analisados e compuseram os resultados. No CESC (pesquisa complementar, página 79) o planejamento da disciplina escolar Física é diferenciado, em especial no EMTI, do qual fazem parte as turmas T3 e T4 que participaram da pesquisa. Cabe, portanto, ressaltar qual foi a importância desta etapa no corpo do desenvolvimento.

O momento pedagógico no qual foi inserida a atividade que discute o que é Arte e o que é Ciência é diferente das demais turmas. Foi no primeiro bimestre que os estudantes estavam tendo aulas de Física,⁵³ o objetivo foi avaliar a Arte Urbana como tema gerador e o interesse dos alunos em discutir o papel social da Ciência. Os números apresentados não são suficientes para tornar claro o que aconteceu em sala. A atividade foi realizada com empenho e criatividade. A Arte Urbana surgiu como tema de interesse presente no universo dos educandos, mas, mais que isso, suscitou discussões em sala que enriqueceram o ambiente educacional. Para exemplificar o que se procura relatar pode-se citar como *falas dos educandos* durante as aulas: o posicionamento social do grafiteiro (de baixa renda na opinião do grupo) e que tem um interesse que é coletivo (contra o consumo desenfreado sem *viver a vida*), também houve falas sobre se o grafite sair das ruas continua a ser grafite (em propagandas ou produtos comerciais), sobre causar reação nos demais indivíduos (transeuntes), entre outras. Estas considerações surgiram durante o processo dialógico sem a citação da temática pela educadora, este evento corrobora a escolha da Arte Urbana como tema gerador capaz de fazer a ponte necessária para as demais atividades, inclusive com a tela do século XVIII (de Joseph Wright).

Já quando se discutiu em sala sobre os exemplos do que é ou não Ciência (além de se perceber claramente a visão utilitarista do conhecimento e ligada às áreas da saúde, conforme já descrito) também é possível relatar que os estudantes do EM demonstram necessidade de reconhecer qual a função das disciplinas escolares e da própria função da escola no seu cotidiano. O ambiente de sala de

⁵² Em 5.1 Recomendações.

⁵³ Sendo que os estudantes já haviam tido contato com a Ciência pelas disciplinas de Ciências no Ensino Fundamental I, Biologia no 1º ano do EM e Química no 2ºano do EM.

aula, uma vez ventilado pela presença de uma metodologia flexível e do tema gerador Arte Urbana (em geral estigmatizado socialmente) proporcionou esta oportunidade. Durante as discussões vários grupos se dispuseram a defender seus pontos de vista (participação ativa dos educandos) e um dos artifícios utilizados pela professora foi solicitar que os grupos citassem comerciais veiculados pela mídia para os quais se solicita conhecimentos além do senso comum, para sua interpretação. Muitos comerciais foram lembrados, para exemplificar, pode-se citar: no rádio (aqui você será atendido por um médico com registro no Conselho Regional de Medicina), nas revistas (creme facial com nanotecnologia) e na televisão (colchão quântico). O diálogo envolveu a pseudociência que na mídia, em geral, se utiliza de termos científicos para dar credibilidade e incentivar o consumo de produtos com maior preço. Em função da participação, a professora solicitou que fosse feita uma lista de questionamentos (envolvendo Ciência) que viessem auxiliar a responder se era ou não prejudicial para o organismo humano o consumo do peixe Panga (porque seu consumo estava sendo condenado pela mídia na semana em que aconteceram as aulas). O elenco de perguntas foi rico e envolveu termos e conceitos, tais como: temperatura (de transporte e armazenagem), distância (do local de importação), pressão (nos containers), como a carne se comporta em estado de congelamento, composição química dos elementos citados como tóxicos, preço dos elementos químicos (supostos envenenadores), conservantes usuais em pescados, entre outros. Este elenco de dúvidas foi sugerido como pesquisa (para casa na Web ou em outras fontes). O importante foi o surgimento nos alunos de uma nova visão do que pode ser de interesse da Ciência e por consequência da disciplina de Física.

Quanto ao aspecto avaliativo, a sequência didática utilizada como instrumento de pesquisa não inclui uma atividade específica para este fim. É de entendimento da autora que a avaliação pode ser *formativa*, considerando-se toda participação dos estudantes, seja ela nos debates, nas respostas às atividades ou no acompanhamento dos registros feitos durante as aulas. O primeiro momento *Estudo da Realidade* já se enquadra no que pode ser chamado de avaliação *diagnóstica*. Considerando as demais etapas, o acompanhamento próximo do educador lhe permite, ao final do processo inferir se houve encaminhamento dos objetivos desejados e se ao longo deste processo os educandos demonstraram

mudanças de atitude, de *fala*, de domínio sobre as representações utilizadas e no desejável interesse sobre os temas abordados.

Quanto às turmas T1, T2, T5 e T6 em todas foram ministradas também avaliações somativas⁵⁴ para composição da nota bimestral e o desempenho dos estudantes revelou que houve aproveitamento dos temas abordados inclusive dos ministrados após a finalização do desenvolvimento da sequência. Contudo, uma análise de tais resultados, apesar de sugerir perspectivas otimistas, fugiria ao problema de pesquisa proposto neste trabalho.

Com vista ao questionamento que deu início a esta dissertação conclui-se que são promissoras as possibilidades de incrementar o ensino de Física numa abordagem que busque reflexão sobre o papel da Ciência na construção coletiva e histórica do conhecimento, enriquecida pelas suas relações com a Arte. Há um universo a ser explorado, tanto na dimensão pedagógica destas relações, quanto na dimensão acadêmica de pesquisa.

A Arte como expressão da subjetividade dialoga com o papel da Ciência numa formação emancipatória desejada pelo educador freiriano e sugere necessário que este educador também se liberte de uma ideia de aula, de escola e de conteúdo que oprime os sujeitos envolvidos no processo ensino-aprendizagem. Toda educação carrega uma intencionalidade e as dimensões sociais, políticas e filosóficas desta se estampam em todas as facetas do convívio escolar. Neste contexto nos parece saudável que a postura do educador (inclusive metodológica) reflita esta relação complexa e dinâmica de saberes produzidos pela humanidade, ensinados para os homens e interpretados pelos mesmos, só tem valor se este o *que fazer, como fazer e porque fazer* forem mediados pela própria humanidade no que ela tem de mais intrínseco: a subjetividade humana, ou seja, que não se perca o *ser humano* durante o processo.

Quando se conclui um trabalho voltado para educação, não há um final esperado e novos questionamentos surgem. A insatisfação parece fazer parte, pois o que foi feito nos parece tão pouco diante de tudo que há ainda por fazer. A cada turma, a cada aula é renovada a confiança na educação como única força capaz de transformar o mundo, como disse nosso mestre “se a educação sozinha não pode transformar a sociedade, tampouco sem ela a sociedade muda” (FREIRE, 1987). É

⁵⁴ De acordo com regimento de cada escola e a critério de cada professor regente.

na certeza que tudo o que foi afirmado neste texto pode ser questionado, mudado, repensado e desenvolvido que fica o que até aqui se conseguiu atingir.

Como apontamento para futuros trabalhos nesta linha de pesquisa pode-se dizer que uma dificuldade para qual o pesquisador precisa estar preparado é o número insuficiente de aulas em geral planejadas para abordar a Óptica (seja qual for o enfoque dado). Portanto pode ficar como sugestão que o produto educacional planejado seja focado no aluno (para que o mesmo o utilize sem a presença do professor) talvez em um AVEA⁵⁵.

Além disso, o que foi feito pode ser complementado desenvolvendo-se materiais para as aulas de espelhos côncavos e convexos (com imagens de esculturas e utensílios como espelho de carro ou dentista), instrumentos ópticos (incluindo no planejamento aulas para uso de fotografia) e por fim, explorar o ambiente escolar com observações técnicas dos fenômenos luminosos na natureza.

5.1 RECOMENDAÇÕES

Na intenção de contribuir com o professor que optar por se utilizar das atividades aqui apresentadas em sua sala de aula, observa-se que:

- A apresentação visual de cada atividade é propositalmente diferente. Buscou-se harmonizar imagem e tema de cada aula. Os alunos percebem e gostam desta característica.
- As atividades podem (e aceitam bem) ser acrescidas de outras que componham em acordo com os objetivos específicos próprios para cada turma.
- Os textos e exercícios propostos são sugestões que acompanham a metodologia proposta, e não precisam ser necessariamente estes. Ao disponibilizá-los procuramos facilitar o uso do material, porém, cada professor poderá buscar textos que dialoguem melhor com sua realidade escolar.

⁵⁵ AVEA – Ambiente Virtual de Ensino-aprendizagem.

- Se possível é interessante dedicar duas aulas para o exercício com a tela “*An Experiment on a Bird in the Air Pump*” pois a discussão gerada pela mesma tem aspectos de HFC, do papel social do artista e do cientista e também os próprios da Óptica (fenômenos retratados na pintura). Outras telas do artista podem ser apresentadas para compor a discussão.
- Existem inúmeras outras atividades que podem ser acrescentadas nesta sequência, se o planejamento permitir. Como sugestão, podemos citar: Atividade extraclasse com medição de sombras de alunos de alturas diferentes, identificação de sombras, penumbras e reflexos presentes no pátio/jardim escolar, propor que os estudantes desenhem (façam a sua representação do que seria uma cena que atualmente envolve ciência) incluindo as representações de sombra e luz na mesma, levar materiais diferentes para exercícios qualitativos de refração.

Os materiais (atividades) estão disponíveis como apêndices e também num objeto educacional virtual que ficará livre para uso no Repositório Institucional da UTFPR, acessível a partir do endereço <http://www.utfpr.edu.br/curitiba/estrutura-universitaria/diretorias/dirppg/programas/ppgfcet/dissertacoes>

REFERÊNCIAS

AMMA – **A Casinha da Matemática**, 2014. Disponível em:

<<http://www.amma.com.pt/wp-content/uploads/2011/04/8Pag133-9.jpg>> Acesso em: 06.abr.2014.

BERNARDES, Tamara.O. *et al.* **Abordando o ensino de óptica através da construção de telescópios**. RBEF, vol.28 n.3 São Paulo: SBFISICA, 2006.

Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol28_051002.pdf> Acesso em: 03.abr.2014.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação Qualitativa em Educação**. Porto: Porto Editora LDA, 1994.

BONDÍA, Jorge.L. **Notas sobre experiência e o saber de experiência**. RBE vol.19 Abr.2002 p. 20-28 Rio de Janeiro: ANPED, 2002. Disponível em:

<http://www.anped.org.br/rbe/rbedigital/RBDE19/RBDE19_04_JORGE_LARROSA_BONDIA.pdf> Acesso em: 23.mar.2013.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio**.1999. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>

Acesso em: 18.abr.2013.

BRONOWSKI, Jacob. **Arte e Conhecimento, ver, imaginar, criar**. São Paulo: Martins Fontes, 1983.

CASTRO, Monica R.; FRANT, Janete B. **Modelo da Estratégia Argumentativa** Análise da Fala e de outros registros em contextos interativos de aprendizagem. Curitiba: Editora UFPR, 2011.

CAVALCANTE, Matheus A.; RODRIGUES, Eriverton S. **Uso do “Espelho de Lloyd” como método de ensino de óptica no ensino médio**. RBEF vol.34 n.4 São Paulo: SBFISICA, 2012. Disponível em:

<<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/344310.pdf>> Acesso em 29.mar.2014.

CHALMERS, Alan F. **O que é Ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.

COLOMBO, Elisa; JAÉN, Mirta. **Polarização da Luz: Uma Proposta de Experiências Simples**. CBEF vol.21 n. Especial nov.2004 p.286-296 Florianópolis: UFSC, 2004. Disponível em: <<http://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/10016>> Acesso em: 01.mar.2014.

CUMMING, Robert. **Para entender a Arte**. São Paulo: Ática, 1998.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José A.; PERNAMBUCO, Marta M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 4ed. São Paulo: Cortez Editora, 2011.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**. Saberes necessários à prática educativa. 21ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GOMBRICH, Ernst H. **A História da Arte**. 2ed. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1981.

GORRI, Ana P.; SANTIN FILHO, Ourides. Representação de Temas Científicos em Pintura do Século XVIII: Um estudo Interdisciplinar entre Química, História e arte. **Química Nova na Escola**, São Paulo, Vol. 31, Nº 3, p.184-189, Ago. 2009.

GUERRA, Andreia; FREITAS, Jairo D.; REIS, José C.; BRAGA, Marco A.B. **A Interdisciplinaridade no Ensino das Ciências a partir de uma Perspectiva Histórico-Filosófica**. CBEF vol.15 n.1 p.32-46. Florianópolis: UFSC, 1998. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6969>> Acesso em: 20.mar.2014.

HEINECK, Renato; ARRIBAS, Santos D. **Câmara Escura**. CBEF vol.21 n. Especial nov.2004. Florianópolis: UFSC, 2004. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/download/14556>> Acesso em: 30.mar.2014.

HECKLER, Valmir; SARAIVA, Maria F.O.; OLIVEIRA FILHO, Kepler S. **Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica**. RBEF vol.29 n.2 jun.2007 p.267 São Paulo: SBFISICA, 2007. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol29_060608.pdf> Acesso em: 03.abr.2014.

HELENE, Otaviano; HELENE, André F. **Alguns aspectos da óptica do olho humano**. RBEF vol.33 n.3 p.3312 São Paulo: SBFISICA, 2011. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/333312.pdf>> Acesso em: 05.abr.2014.

MARTINS, Roberto A.; SILVA, Ana P.B. **Princípios da Óptica Geométrica e suas exceções: Heron e a reflexão em espelhos**. RBEF vol.35 n.1 p.1605 São Paulo: SBFISICA, 2013. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/351605.pdf>> Acesso em: 29.mar.2014.

MARTINS, Renata L. C.; VERDEUX Maria F.S.; SOUSA, Célia M.S.G. **A utilização de diagramas conceituais no ensino de Física em nível médio: um estudo em conteúdos de ondulatória, acústica e óptica**. RBEF vol.31 n.3 p.3401 São Paulo: SBFISICA, 2009. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/313401.pdf>> Acesso em: 30.mar.2014.

NAVALHA DE OCCAM. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2014. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Navalha_de_Occam> Acesso em: 06.abr.2014

PAIVA, Ana P.S. **Utilizar as TIC para Ensinar Física a Alunos Surdos – Estudo de Caso sobre o Tema “A Luz e a Visão”**. RBPEC vol.6 n.3 São Paulo: IF-USP, 2006. Disponível em: <<http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/74>> Acesso em: 06.abr.2014.

PARANÁ. Secretaria de Estado de Educação. Diretrizes Curriculares da Educação Básica - Física. 2008. Disponível em: <<http://www.fisica.seed.pr.gov.br/arquivos/File/fisica.pdf>> Acesso em: 18.abr.2013.

PAULA, Leandro A.N.; RAGGIO, Pedro; ASSIS, André K.T. **Uma Contribuição à Construção de Espelhos Parabólicos**. CBEF vol.24 n.3 p.338-353 Florianópolis: UFSC, 2007. Disponível em: <arxiv.org/ftp/arxiv/papers/0810/0810.4165.pdf> Acesso em: 08.abr.2014.

PIETROCOLA, Mauricio. Curiosidade e Imaginação – Os caminhos do conhecimento nas Ciências, nas Artes e no Ensino. In: **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 119-133.

PROSSER, Elisabeth S. **Arte, representações e conflitos no meio ambiente urbano: o graffiti em Curitiba**. 2009. 413f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná, 2009. Disponível em:

<<http://www.elisabethprosser.pro.br/admin/arquivos/70.pdf>> . Acesso em: 19.jan.2015.

Raios solares. Disponível em:

<<http://fmcblog.files.wordpress.com/2011/01/raiossolares1.jpg>> Acesso em: 06.abr.2014.

RIBEIRO, Jair L.P.; VERDEUX, Maria F.S. **Atividades experimentais no ensino de óptica: uma revisão**. RBEF vol.34 n.4 p.4403 São Paulo: SBFISICA, 2012.

Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/344403.pdf>> Acesso em: 04.abr.2014.

RIUT, Repositório Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, disponível no endereço eletrônico <http://www.utfpr.edu.br/curitiba/estrutura-universitaria/diretorias/dirppg/programas/ppgfcet/dissertacoes> Acesso em 20.mar.2015.

SALINAS, Julia; SANDOVAL, José. **Enseñanza Experimental de la Óptica Geométrica: Campos de Visión de Lentes y Espejos** (1999). RBEF vol.22 n.2 jun. 2000 São Paulo: SBFISICA, 2000. Disponível em:

<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v22_259.pdf> Acesso em: 30.mar.2014.

SCHLICHTA, Consuelo. **Arte e Educação: Há um lugar para Arte no Ensino Médio?** Coleção Mundo das Ideias. Curitiba: Editora Aymará, 2009.

SEED PR. **Colégio Estadual Leônicio Correia**. Disponível em:

<<http://www.ctaleoniciocorreia.seed.pr.gov.br/modules/noticias>> Acesso em: 18.mar.2014.

SEED PR-a. **Colégio Estadual Santa Cândida/Proposta Pedagógica**. Disponível em:

<<http://www.ctasantacandida.seed.pr.gov.br/redeescola/escolas/9/690/371/arquivos/File/PropostaPedagogicaSantaCandida2012.pdf>> Acesso em: 18.mar.2014.

SEED PR-b. **Colégio Estadual Santa Cândida/PPP**. Disponível em:

<<http://www.ctasantacandida.seed.pr.gov.br/redeescola/escolas/9/690/371/arquivos/File/PROJETOPOLITICOPEdagogico2012.pdf>> Acesso em: 18.mar.2014.

SILVA, Claudio X.; BARRETO, Benigno. **Coleção Física Aula por Aula**. vol.2. São Paulo: FTD, 2010, p.215-328.

SILVA, Cibelle C.; MOURA, Breno A. **A natureza da ciência por meio do estudo de episódios históricos: o caso da popularização da óptica newtoniana.** RBEF vol.30 n.1 p.1602 São Paulo: SBFISICA, 2008. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/301602.pdf>> Acesso em: 30.03.2014.

SILVEIRA, Fernando L.; AXT, Rolando. **Uma dificuldade recorrente em óptica geométrica – Uma perceptível descontinuidade na lupa.** RBEF vol.28 n.4 p.421-425. São Paulo: SBFISICA, 2006. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/mpef/Lang/Lupa_e_olho.pdf> Acesso em: 02.abr.2014.

STROMAE. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2014. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Stromae&oldid=38464582>>. Acesso em: 06.abr.2014.

UFG – Universidade Federal de Goiás – Jornal On-line-Câmera Pinhole. Disponível em: <www.jornalufgonline.ufg.br/pages/30640-camera-pinhole> Acesso em: 04.abr.2014.

VALADARES, Jorge; FONSECA, Fédora. **Uma Estratégia Construtivista e Investigativa para o Ensino da Óptica.** RBPEC vol.4 n.3 São Paulo: IF-USP, 2004. Disponível em: <<http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/105>> Acesso em: 05.abr.2014.

ZANETIC, João. **Física e Arte: Uma ponte entre duas culturas.** Pro-Posições vol.17 n.1(49) jan/abr. 2006. São Paulo: USP, 2006. Disponível em: <http://mail.fae.unicamp.br/~proposicoes/textos/49_dossie_zaneticj.pdf> Acesso em: 21.mai.2014.

ZANETIC, João. **Física e Cultura.** Ciência & Cultura. vol.57 n.3 São Paulo: SBPC, 2005. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252005000300014&script=sci_arttext> Acesso em: 21.05.2014

APÊNDICES

| | |
|------------|---|
| APÊNDICE A | Texto Skor |
| APÊNDICE B | Apresentação de Slides “Está a Física envolvida na Arte?” |
| APÊNDICE C | Exercício de Sombras |
| APÊNDICE D | Palavras Cruzadas “Óptica e Arte” |
| APÊNDICE E | Propagação Retilínea da Luz |
| APÊNDICE F | Atividade com a imagem da tela “ <i>An Experiment on a Bird in the Air Pump</i> ” (1768) de Joseph Wright |
| APÊNDICE G | Textos Skor e Cientistas descobrem qual a função das Listras das Zebras |
| APÊNDICE H | Texto Auxiliar - História da Fotografia |

APÉNDICE A

Colégio _____ Disciplina: Física - ___ ano E.M.

Aluno: _____ Turma: _____ Data: ___/___/___

O texto (compilado) que vamos ler a seguir é de Danilo Almeida e foi publicado na Gazeta do Povo no dia 06/03/2011. Conta um pouco da história de vida do grafiteiro Skor que começou a desenhar fazendo coberturas de bolos na Suíça e hoje estuda Design gráfico em Maringá.



Grafiteiro Skor tem usado muros de Maringá para se dedicar à arte urbana; plano é grafitar o centro esportivo da cidade

Da Suíça a Maringá, grafiteiro Skor dá vida aos espaços cinzas e feios

Grafiteiro chegou a treinar traços fazendo coberturas de bolos na Suíça. Hoje estuda Design Gráfico em Maringá

Quando pela primeira vez acompanhou um primo mais velho a grafitar muros em Lausanne, cidade encravada nos Alpes da Suíça, o então adolescente Nuno Miguel Brizida Barros percebeu o rumo que a vida dele ia tomar. Tinha, na época, 15 ou 16 anos. “Gostei do cheiro do spray”, recorda. Era só mais uma aventura para o garoto que, nascido em Angola, teve de fugir com a família da guerra civil no país natal e, 20 anos mais tarde, acabaria em Maringá, onde hoje se dedica à paixão descoberta naquela saída com o primo.



O grafiteiro Skor chegou a treinar seus traços em cobertura de bolos, na Suíça. Apesar de já faturar algum dinheiro com os desenhos em muros europeus, era como cozinheiro e confeitiro que ele ganhava a vida.

“Uma vez me pediram uma decoração especial para o bolo de aniversário do filho de um chefe. Desenhei um fusca, adoraram. Em outro, fiz um cavalo com um cavaleiro em cima. Percebi que até ali eu podia fazer arte”, recorda.

Com desenhos nos muros suíços, chegou a embolsar o equivalente a R\$ 6.500 num único trabalho, diz ele. Mas até atingir esse nível, demorou. Anos antes, o máximo que ele ganhava eram broncas de policiais que o confundiam como pichador.

“Uma vez, expliquei ao delegado que o que eu fazia era arte. Ele me orientou, então, que pedisse espaços à prefeitura”, recorda. No dia seguinte, foi até o departamento indicado, contou a história de novo e saiu de lá com uma autorização para grafitar uma passagem subterrânea e o equivalente a R\$ 220 para comprar latinhas de spray. *“Fui um dos primeiros a ter um grafite legalizado em Lausanne.”* (DA)

Nuno tem 30 anos e atende muito mais como Skor, seu codinome adotado entre os grafiteiros. Há cerca de oito meses vive no Paraná.

Não podia haver país mais apropriado para morar, diz ele. Isso porque, segundo Nuno, o traço do grafite brasileiro é dos mais respeitados em toda a Europa. “É um desenho inovador, precursor”, resume. *“Na Suíça, entre meus amigos, sempre que alguém aparecia com imagens de desenhos brasileiros, todos ficávamos em volta e queríamos saber mais.”* Quando decidiu que se mudaria de país, passou a fazer contato com os expoentes da arte aqui – entre eles, os curitibanos Japa, Afoer e Devis.

Em Maringá, entre um grafite e outro, estuda Design Gráfico. Tem um plano ousado: grafitar, com os colegas paranaenses, os muros do centro esportivo da cidade e fazer do espaço uma referência em arte urbana. Para isso, monta um dossiê para apresentar à prefeitura e conseguir a autorização. O resultado, ele garante: *“A gente dá vida àqueles espaços cinzas feios, àquele amarelo podre que predomina nos muros. As pessoas param, olham e adoram os nossos desenhos. Veem que não têm nada de agressivo, que é arte mesmo.”*

Atividades

1 Escreva o que você acha que foi necessário para Skor se profissionalizar e encontrar seu espaço no mundo do trabalho:

2 Pensando sobre o que é arte e o que é ciência...Dê a sua opinião completando com exemplos o quadro abaixo:

| | Exemplo na Arte | Exemplo na Ciência |
|--|------------------------|---------------------------|
| “Todo mundo” concorda que é | | |
| Alguns acham que é e outros acham que não | | |
| “Todo mundo” concorda que não é | | |

3 No que o conhecimento de ciência pode beneficiá-lo no seu dia a dia?

4 O que faz um teorema ou um conceito ser considerado científico?

APÊNDICE B



Disponível no Repositório Institucional da UTFPR a partir do endereço eletrônico:

<http://www.utfpr.edu.br/curitiba/estrutura-universitaria/diretorias/dirppg/programas/ppgfcet/dissertacoes>

APÊNDICE C

Colégio Estadual _____ – Disciplina: **Física** – 2º ano Ens.Médio

Aluno: _____ Turma: _____ Data: ____/____/____

Conteúdo: **Óptica Geométrica**

1- No início desta aula, nós vimos juntos muitas imagens de Arte Urbana... agora vamos pensar sobre isso...Você acha que elas se relacionam com o que você aprende em Física aqui na escola? Se sim, com quais assuntos?



2- Olhando para estas imagens é possível perceber que os artistas usam de contraste entre claro e escuro para dar relevo para as figuras... agora... HUUUUUU é noite! E nesta rua escura, a única fonte de luz é a luminária fixada na parede à esquerda...esboce sobre o desenho os efeitos da luz sobre o ambiente!!



APÊNDICE D

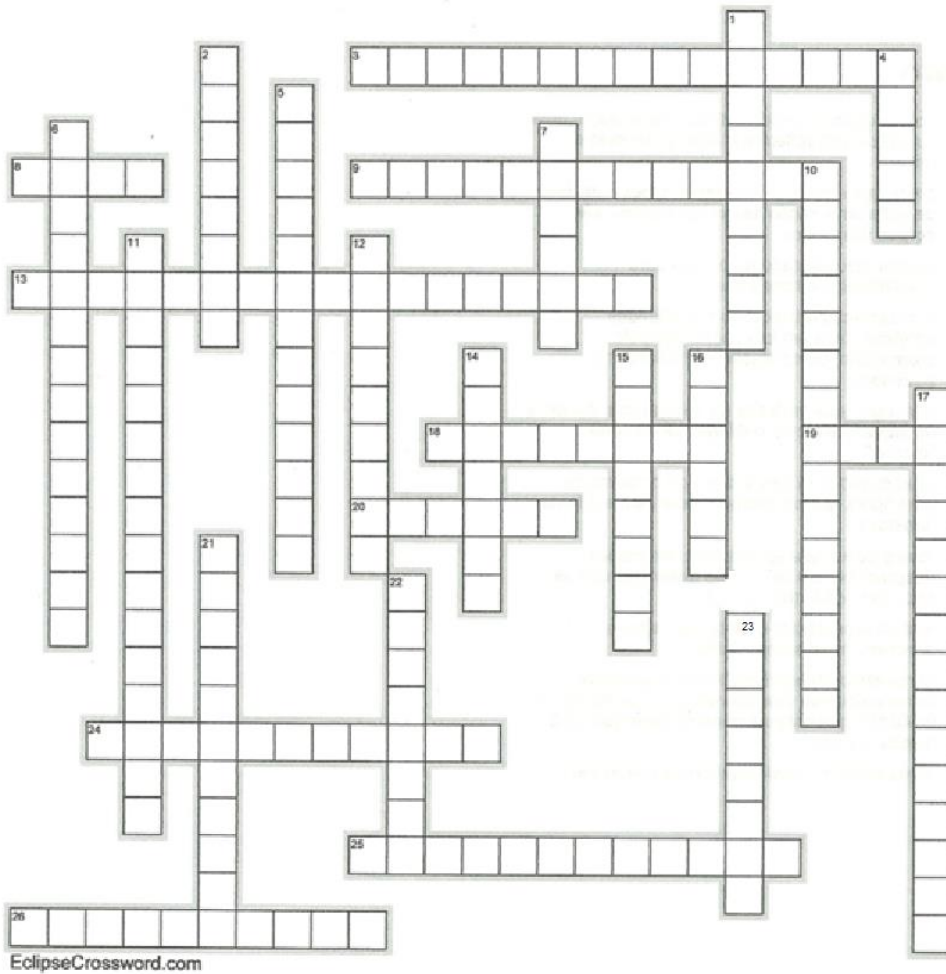
Colégio Estadual – **Disciplina: Física- 2º ano EM**

Aluno: _____ **Turma:** _____ **Data:** ___ / ___ / ___

Conteúdo: Óptica Geométrica

Palavras Cruzadas que relacionam Ensino, Óptica e Arte Urbana!!!

Vamos preencher?? Você pode conversar com seus colegas e procurar conceitos no livro texto!!



| | Horizontais | | Verticais |
|---|--|---|--|
| 3 | Quando o tamanho da fonte de Luz é relevante em comparação com as distâncias entre os corpos | 1 | A propagação da Luz |
| 8 | Fase da Lua na qual podem acontecer os eclipses | 2 | Técnica usada para aplicar um desenho através do corte ou perfuração em papel ou acetato |

| | | | |
|----|---|----|---|
| 9 | Quando a Lua se posiciona entre o Sol e a Terra, projetando sua sombra ou penumbra sobre a superfície terrestre | 4 | Tinta em embalagem aerossol |
| 13 | $c = 300\ 000\ \text{Km/s}$ | 5 | Grande área da Física no qual estudamos a Luz, seu comportamento e sua interação com a matéria |
| 18 | Desenho gravado sobre a pele | 6 | Corpos que emitem Luz própria |
| 19 | Órgão humano especializado em perceber a Luz | 7 | Lugar muito legal, onde se aprende bastante |
| 20 | Disciplina na qual estudamos e compreendemos fenômenos que existem na natureza | 10 | Ocorre quando um feixe de Luz incide sobre uma superfície dita refletora e retorna ao meio de origem |
| 24 | Tipo de Arte contemporânea que usa frequentemente espaços públicos para sua veiculação | 11 | Corpos que recebem Luz de outras fontes e enviam de volta uma fração dessa Luz, ou seja, são corpos iluminados |
| 25 | Corpos que emitem Luz | 12 | Instrumento utilizado na pintura para acabamentos e linhas finas |
| 26 | Desenho ou imagem da vida real que exagera ou enfatiza as características do personagem | 14 | Manifestação artística, com qualidades estéticas, feita em local permitido pelo proprietário, como objetivo de valorizar o patrimônio |
| | | 15 | Letras grandes grafadas na vertical com curvas e detalhes que fazem o diferencial de cada "equipe" |
| | | 16 | Reprodução num fundo claro, do contorno de uma figura que se interpõe entre esta e a fonte luminosa |
| | | 17 | Fontes de Luz que apresentam dimensões desprezíveis em relação às distâncias que as separam dos outros corpos |
| | | 21 | Arte de representar objetos tais como se apresentam ao serem vistos |
| | | 22 | Vandalismo Urbano (visualmente agressivo), crime ambiental nos termos do Artigo 65 da Lei 9.605/98 que estipula pena de detenção de 03 meses a 01 ano |
| | | 23 | Letras grandes, gordinhas e muito próximas |

APÊNDICE E

Exemplos de exercícios que podem ser propostos na aula de

Aplicação da Propagação retilínea da Luz

Obs.: Os exemplos (feitos na lousa pelo educador) e exercícios (feitos no caderno pelos educandos) apresentados a seguir não têm nada de inéditos, são iguais ou muito próximos dos existentes nos livros didáticos adotados nas escolas. Este é o momento destas atividades desempenharem sua função formativa na apropriação de conhecimentos específicos.

Exemplo 01 - Calcule a altura de uma árvore cuja sombra mede 3,0m, sabendo-se que, no mesmo horário local, uma estaca de 80cm projeta uma sombra de 50cm

$$\frac{H}{h} = \frac{X}{x} \rightarrow \frac{H}{80\text{cm}} = \frac{300\text{cm}}{50\text{cm}} \rightarrow H \cdot 50 = 80\text{cm} \cdot 300 \rightarrow 480\text{cm} = 4,80\text{m}$$

Exercícios:

a- Calcule o valor de x na figura abaixo:

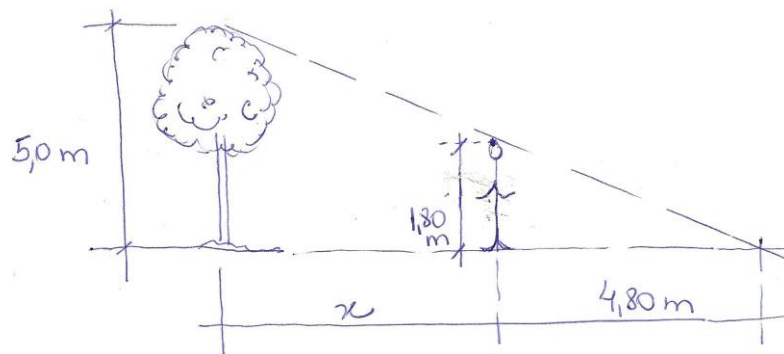


Figura 18 – Desenho feito manualmente no quadro de giz

$$\frac{H}{h} = \frac{X}{x} \rightarrow \frac{5,0\text{m}}{1,80\text{m}} = \frac{x+4,80\text{m}}{4,80\text{m}} \rightarrow 5,0 \cdot (4,80) = 1,80 \cdot (x + 4,80) \rightarrow 24,00\text{m} = 1,80x + 8,64\text{m} \rightarrow x = 8,53\text{m}$$

b- Um prédio projeta no solo uma sombra de 5,0m. No mesmo horário e local, uma pessoa de 1,80m de altura projeta uma sombra de 80cm. Calcule a altura do prédio.

$$\frac{H}{1,80\text{m}} = \frac{5,00\text{m}}{0,80\text{m}} \rightarrow 0,80 \cdot H = 1,80\text{m} \cdot 5,00 \rightarrow 11,25\text{m}$$

Exemplo 02 - Em uma câmera escura com 20cm de profundidade é projetada uma imagem de um objeto com altura 10cm, ele está colocado a 15cm do orifício da câmera. Determine a altura da imagem.

$$\frac{10\text{cm}}{i} = \frac{15\text{cm}}{20\text{cm}} \rightarrow 15 \cdot i = 10\text{cm} \cdot 20 \rightarrow 15 \cdot i = 200\text{cm} \rightarrow i = 13,33\text{cm}$$

Exercícios:

c) A que distância de uma câmera escura com profundidade de 30cm devemos colocar um objeto de 12 cm de altura para projetar uma imagem de 15cm no fundo da câmera?

$$\frac{o}{i} = \frac{X}{x} \rightarrow \frac{12cm}{15cm} = \frac{X}{30cm} \rightarrow 12 \cdot 30cm = 15 \cdot X \rightarrow X = 24,0cm$$

d) Um objeto com altura de 18cm projeta uma imagem de 12cm no fundo de uma câmera escura. Se o objeto está a 1,0m do orifício da câmera, qual é a profundidade dessa câmera?

$$\frac{o}{i} = \frac{X}{x} \rightarrow \frac{18cm}{12cm} = \frac{100cm}{x} \rightarrow 18 \cdot x = 12 \cdot 100cm \rightarrow x = 66,67cm$$

Julgando necessário reforçar a aula, no início da aula subsequente podem ser propostos mais três exercícios, para serem feitos com acompanhamento do professor:

1 – Determine a altura de um poste que projeta no solo uma sombra de 4,0m, se no mesmo horário e local, uma estaca projeta no solo uma sombra de 2,0m.

2 – Calcule a altura de um prédio cuja sombra é de 20,0m, se uma pessoa de 1,60m próxima desse prédio possui sombra de 1,20m.

3 – Calcule a distância que separa a pessoa (que mede 1,80m) da figura abaixo, do poste de luz:

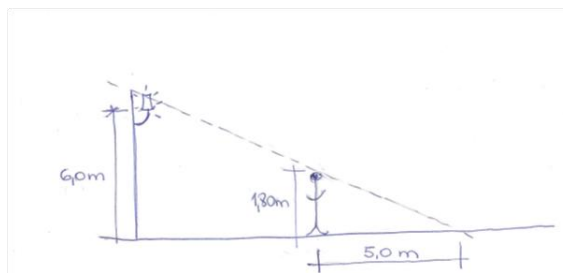


Figura 21 – Desenho semelhante ao feito manualmente no quadro de giz

Referências:

SANT'ANNA, B.; MARTINI, G.; REIS, H.C.; SPINELLI, W. **Conexões com a Física**. Vol.2. São Paulo: Moderna, 2010, p.208-227.

XAVIER, C.; BENIGNO, B. **Coleção Física Aula por Aula**. Vol.2. São Paulo: FTD, 2010, p.215-328.

APÉNDICE F

Colégio Estadual _____ – Disciplina: **Física**- 2º ano E.M.

Aluno: _____ Turma: _____ Data: ___/___/___

Conteúdo: **Óptica Geométrica** – Atividade com a tela

“Experiência com um Pássaro em uma Bomba de Ar” de Joseph Wright (1768)

1- Você recebeu uma imagem da tela “Experiência com um Pássaro em uma Bomba de Ar” de *Joseph Wright*, observe com bastante atenção e procure identificar:

1a – Qual é a fonte de luz? Onde ela está? É uma fonte única, ou há mais de uma?



A Reflexão ocorre quando um feixe de luz incide sobre uma superfície (dita refletora) e retorna ao meio de origem, onde se propagava anteriormente. Se a superfície for polida a reflexão é regular e se a superfície for rugosa, a reflexão volta de forma irregular e se chama difusa.



1b – Onde está acontecendo reflexão? Escolha um objeto da tela e diga onde ele está refletido...

Você consegue identificar se é uma reflexão regular ou difusa?

1c – Agora observe...há sombras representadas nesta pintura? Você pode marcá-las com outra cor? O que provocou a existência destas sombras?

1d – Sombras são espaços sem luz ou escurecidos pela interposição de um corpo opaco....e a penumbra? Você consegue definir o que é?

2 – Existe mais algum fenômeno luminoso que você observa nesta tela?

3 - Há algo nela que você gosta mais de observar? Em sua opinião qual foi a intenção do artista ao representar esta cena?

4 – O que nesta pintura pode ser comparado com as imagens de Arte urbana que vimos juntos nas últimas aulas?

APÊNDICE G

Disciplina: **Física** – Introdução ao Estudo da Óptica Geométrica – 2º ano EM

O texto que vamos ler a seguir é de Danilo Almeida e foi publicado na Gazeta do Povo no dia 06/03/2011. Conta um pouco da história de vida do grafiteiro Skor que começou a desenhar fazendo coberturas de bolos na Suíça e hoje estuda Design gráfico em Maringá.

Da Suíça a Maringá, grafiteiro Skor dá vida aos espaços cinzas e feios

Grafiteiro chegou a treinar traços fazendo coberturas de bolos na Suíça. Hoje estuda Design Gráfico em Maringá



Grafiteiro Skor tem usado muros de Maringá para se dedicar à arte urbana; plano é grafitar o centro esportivo da cidade

Quando pela primeira vez acompanhou um primo mais velho a grafitar muros em Lausanne, cidade encravada nos Alpes da Suíça, o então adolescente Nuno Miguel Brizida Barros percebeu o rumo que a vida dele ia tomar. Tinha, na época, 15 ou 16 anos. “Gostei do cheiro do spray”, recorda. Era só mais uma aventura para o garoto que, nascido em Angola, teve de fugir com a família da guerra civil no país natal e, 20 anos mais tarde, acabaria em Maringá, onde hoje se

dedica à paixão descoberta naquela saída com o primo.



O grafiteiro Skor chegou a treinar seus traços em cobertura de bolos, na Suíça. Apesar de já faturar algum dinheiro com os desenhos em muros europeus, era como cozinheiro e confeitiro que ele ganhava a vida.

“Uma vez me pediram uma decoração especial para o bolo de aniversário do filho de um chefe. Desenhei um fusca, adoraram. Em outro, fiz um cavalo com um cavaleiro em

cima. Percebi que até ali eu podia fazer arte”, recorda.

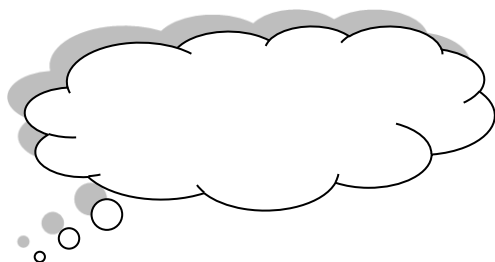
Com desenhos nos muros suíços, chegou a embolsar o equivalente a R\$ 6.500 num único trabalho, diz ele. Mas até atingir esse nível, demorou. Anos antes, o máximo que ele ganhava eram broncas de policiais que o confundiam como pichador.

“Uma vez, expliquei ao delegado que o que eu fazia era arte. Ele me orientou, então, que pedisse espaços à prefeitura”, recorda. No dia seguinte, foi até o departamento indicado, contou a história de novo e saiu de lá com uma autorização para grafitar uma passagem subterrânea e o equivalente a R\$ 220 para comprar latinhas de spray. *“Fui um dos primeiros a ter um grafite legalizado em Lausanne.”* (DA)

Nuno tem 30 anos e atende muito mais como Skor, seu codinome adotado entre os grafiteiros. Há cerca de oito meses vive no Paraná [...] Não podia haver país mais

apropriado para morar, diz ele. Isso porque, segundo Nuno, o traço do grafite brasileiro é dos mais respeitados em toda a Europa. “É um desenho inovador, precursor”, resume. *“Na Suíça, entre meus amigos, sempre que alguém aparecia com imagens de desenhos brasileiros, todos ficávamos em volta e queríamos saber mais.”* Quando decidiu que se mudaria de país, passou a fazer contato com os expoentes da arte aqui – entre eles, os curitibanos Japa, Afoer e Devis.

Em Maringá, entre um grafite e outro, estuda Design Gráfico. Tem um plano ousado: grafitar, com os colegas paranaenses, os muros do centro esportivo da cidade e fazer do espaço uma referência em arte urbana. Para isso, monta um dossiê para apresentar à prefeitura e conseguir a autorização. O resultado, ele garante: *“A gente dá vida àqueles espaços cinzas feios, àquele amarelo podre que predomina nos muros. As pessoas param, olham e adoram os nossos desenhos. Vêm que não têm nada de agressivo, que é arte mesmo.”*



A partir desta leitura tivemos oportunidade de perceber que há manifestações artísticas que alguns consideram ser Arte e outros não...

Será que o mesmo pode ocorrer na Ciência?

Você considera que há temas e formas de expressão próprias de cada área do conhecimento?

O segundo texto que vamos ler juntos também fala de beleza, cor e luz, mas manifestadas de outra forma: na natureza, no mundo animal.

MUNDO ANIMAL09/02/2012

Cientistas descobrem qual a função das listras das zebras

Uma das maiores dúvidas do reino animal finalmente foi desvendada: por que, afinal, as zebras têm listras? *por Anderson Estevan*



De acordo com os cientistas húngaros e suecos, as zebras podem ter desenvolvido as listras para se prevenir de ataques de parasitas

Pesquisadores húngaros e suecos desvendaram uma das grandes dúvidas do reino animal, revelando qual é a função das listras das **zebras**. De acordo com eles, a alternância de cores serve para prevenir a espécie do ataque de **parasitas**.

A pesquisa, publicada no periódico científico *The Journal of Experimental Biology*, mostra que as zebras atraem menos moscas que cavalos de pelagem preta, marrom ou branca e as **listras** podem ser esse fator diferencial.

Após constatar em um estudo anterior que a pelagem branca não refletiam a luz da mesma maneira que a marrom e a preta, os pesquisadores reformularam o estudo baseados na pelagem bicolor das zebras.

A luz é o principal fator de atração das moscas, de maneira que os animais de

pelagem negra, que brilham da mesma maneira que as poças d'água que atraem os insetos, sofrem mais que os outros com pelagem mais clara.

O estudo utilizou bonecos com pelagem igual a das zebras em uma área infestada por moscas perto de Budapeste para medir a quantidade de insetos atraída pelos bonecos que reproduziam perfeitamente as listras pretas e brancas. Os pesquisadores acreditam que este raciocínio que liga as cores à reflexão da luz também pode servir para outros animais.

Fonte do texto:

<http://viajeaquia.abril.com.br/materias/noticias-zebras-listras>

Artigo original:

<http://jeb.biologists.org/content/215/5/736.full.pdf+html>

Colégio Estadual – Disciplina: **Física**

Aluno: _____ Turma: _____ Data: ___/___/___

Atividades

1 Escreva o que você acha que foi necessário para Skor se profissionalizar e encontrar seu espaço no mundo do trabalho:

2 Pensando sobre o que é **Arte** e o que é **Ciência**...Dê a sua opinião completando com exemplos o quadro abaixo:

| | Exemplo na Arte | Exemplo na Ciência |
|---|------------------------|---------------------------|
| “Todo mundo” concorda que é | | |
| Alguns acham que é e outros acham que não | | |
| “Todo mundo” concorda que não é | | |

3 No que o conhecimento de **Ciência** pode beneficiá-lo no seu dia a dia?

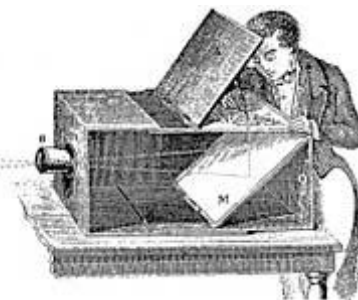
4 O que faz um teorema ou um conceito ser considerado científico?

APÊNDICE H

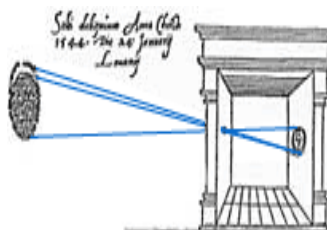
História da Fotografia

A câmera escura, o princípio da fotografia

A fotografia não tem um único inventor. Como muitas aplicações de conhecimentos da ciência, ela é uma síntese de várias observações e inventos feitos em momentos distintos. A primeira descoberta importante para a **photographia** foi a "câmara escura". O conhecimento de seus princípios óticos se atribui a Aristóteles (cerca de 350 anos antes de Cristo), e seu uso para observação de eclipses e ajuda ao desenho, a Giovanni Battista Della Porta.

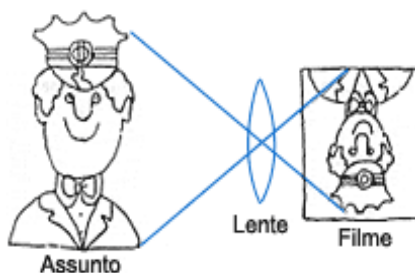


Sentado sob uma árvore, Aristóteles observou a imagem do sol, durante um **eclipse parcial**, projetando-se no solo em forma de meia lua quando seus raios passavam por um pequeno orifício entre as folhas. Observou também que quanto menor fosse o orifício, mais nítida era a imagem.



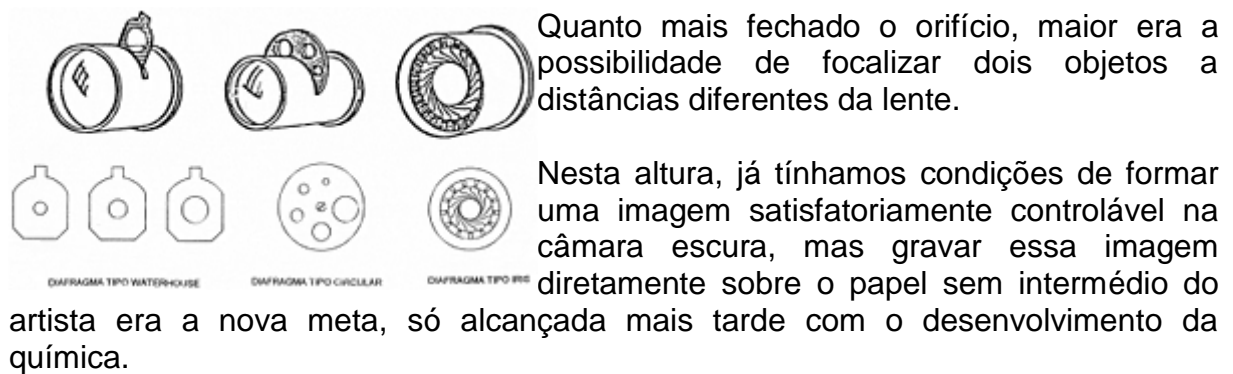
Por muitos séculos, estes conhecimentos (creditados aos gregos) foram resguardados no oriente. Um erudito árabe, Alhazem (físico e matemático), descreveu a **câmara escura** em princípios do século XI.

No século XIV já se aconselhava o uso da câmara escura como auxílio ao desenho e à pintura. Leonardo da Vinci fez uma descrição da câmara escura em seu livro de notas, mas este não foi publicado até 1797. Giovanni Battista Della Porta, cientista napolitano, publicou em 1558 uma descrição detalhada da câmara e de seus usos. Esta câmara era um quarto estanque à luz, possuía um orifício de um lado e a parede à sua frente pintada de branco. Quando um objeto era posto diante do orifício, do lado de fora do compartimento, sua imagem era projetada invertida sobre a parede branca. Alguns, na tentativa de melhorar a qualidade da imagem projetada, diminuíaam o tamanho do orifício, mas a imagem escurecia proporcionalmente, tornando-se quase impossível ao artista identificá-la. Este problema foi resolvido em 1550 pelo físico milanês Girolamo Cardano, que sugeriu o uso de uma **lente biconvexa** junto ao orifício, permitindo desse modo aumentá-lo, para se obter uma imagem clara sem perder a nitidez.



Isto foi possível graças à capacidade de **refração** do vidro, que tornava **convergentes** os **raios luminosos refletidos pelo objeto**. Assim, a lente fazia com que a cada **ponto luminoso do objeto** correspondesse um pequeno **ponto de imagem**, formando-se assim, ponto por ponto da luz refletida do objeto, uma **imagem puntiforme**.

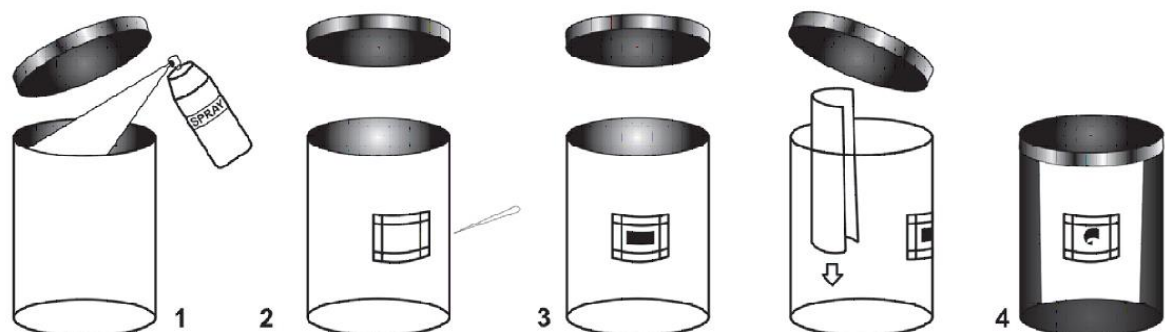
Desse modo, o uso da câmara escura se difundiu entre os artistas e intelectuais da época, que logo perceberam a impossibilidade de se obter nitidamente a imagem, quando os objetos captados pelo visor estivessem a **diferentes distâncias da lente**. Ou se focalizava o objeto mais próximo, variando a distância da lente / visor (**foco**), deixando todo o mais distante desfocado, ou vice-versa. Danielo Brabaro, em 1568, no seu livro "A prática da perspectiva" mencionava que variando o diâmetro do orifício, era possível melhorar a nitidez da imagem. Assim, outro aprimoramento na câmara escura apareceu: foi instalado um sistema, junto com a lente, que permitia aumentar e diminuir o orifício. Este foi o primeiro "**diaphragma**".



Fonte:

http://www.br.kodak.com/BR/pt/consumer/fotografia_digital_classica/para_uma_boa_foto/historia_fotografia/historia_da_fotografia02.shtml?primeiro=1

E agora, vamos construir uma câmara e planejar uma exposição em nosso ambiente escolar?



1. Escolha um recipiente que possa ser completamente fechado e pinte seu interior de preto;

2. Fure um dos lados com uma agulha e tape o orifício com fita preta;

3. Do outro lado, coloque o material sensível à luz. Pode ser filme ou papel fotográfico;

4. A câmara está pronta. Lembre-se de apenas destampar o orifício quando a câmara já estiver posicionada para fotografar.

Ilustração explicativa para construção da câmara escura (UFG, 2014).

