

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE FÍSICA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

ERICA MIRANDA SUCKOW

UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR PARA O ENSINO DE
ÓPTICA ENVOLVENDO A REPRESENTAÇÃO DE SOMBRAS E
PENUMBRAS NAS ARTES VISUAIS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2015

ERICA MIRANDA SUCKOW

**UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR PARA O ENSINO DE
ÓPTICA ENVOLVENDO A REPRESENTAÇÃO DE SOMBRAS E
PENUMBRAS NAS ARTES VISUAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Licenciatura em Física do Departamento Acadêmico de Física – DAFIS – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para a aprovação na disciplina.

Professora responsável pela disciplina: Prof^a. Dr^a. Noemi Sutil

Orientador: Prof. Dr. Mário Sérgio Teixeira de Freitas

CURITIBA

2015

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família, meu pai Umberto, minha mãe Fátima e minha irmã Camila, que sempre estiveram presentes me ajudando e me dando o apoio necessário durante todo o curso.

Agradeço também ao Professor Dr. Mário Sérgio Teixeira de Freitas que aceitou ser meu orientador e que desde então vem me ajudando na elaboração desta pesquisa assim como todos os professores da UTFPR do curso de Licenciatura em Física que desde o meu ingresso na universidade estiveram presentes em minha formação.

Gostaria de agradecer também ao professor Jean Carlos Rodrigues que aceitou fazer parte deste trabalho me concedendo a oportunidade de aplicar a atividade em sua turma, assim como meus amigos Douglas, Marcus, Janayna, Camila, Maria Lúcia e Joana que sempre estiveram presentes em minha vida acadêmica e pessoal.

RESUMO

Numa sequência didática sobre óptica geométrica elaborada para alunos de Ensino Médio, os conceitos de sombra e penumbra foram introduzidos a partir de fotografias dos grafites encontrados na arte urbana, principalmente os que levam o nome de “Batatas de Baycroc”, escolhidos por criarem a ilusão de tridimensionalidade usando a representação das sombras. Foi adotado como referencial teórico a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, e os dados para a pesquisa foram coletados mediante um diário de campo, narrando as reações dos alunos durante a aplicação da sequência didática.

Palavras-chave: Ensino da Óptica Geométrica. Aprendizagem Significativa. Sombra.

ABSTRACT

In a didactic sequence of geometrical optics designed for high school student's, the concepts of shadow and penumbra were introduced from photographs of graffiti found in urban art, particularly those bear the name of "Baycroc potatoes", chosen for creating the illusion of three-dimensionality using the representation of shadows. It was adopted as theoretical framework to Meaningful Learning Theory of Ausubel, and Data for the study were collected through a field diary, chronicling student's reactions during the application of the didactic sequence.

Keywords: The Geometrical Optics Education. Meaningful Learning. Shadow.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Sequência para o desenvolvimento da pesquisa. Fonte da autora. ...	15
Figura 2: Projetada sobre a calçada, a sombra da cabeça do fotógrafo “atrai” a sombra da parede, deformando-a (Fonte: SILVEIRA, 2007).....	20
Figura 3: Grafite. Fonte: Prosser (2009), p. 42.....	21
Figura 4: Pichação. Fonte: Prosser (2009), p. 41	22
Figura 5: Batata Baycroc pintada em uma parede. (DEL VECCHIO, 2008).....	26
Figura 6: Propagação retilínea da luz. (CIENCIA, 2015).....	27
Figura 7: Princípio de Huygens. Fonte da autora.	27
Figura 8: Envoltória da frente de onda. Fonte da autora.	28
Figura 9: Frentes de onda. Fonte da autora.	28
Figura 10: Explicação de Huygens para a propagação retilínea da luz. Fonte da autora.	29
Figura 11: Fonte pontual e a formação da sombra. Fonte da autora.	30
Figura 12: Fonte extensa e a formação da sombra e penumbra. Fonte: http://www.brasilecola.com/fisica/sombra-penumbra.htm	30
Figura 13: Batatas Baycroc escalando a fachada de um sobrado, no bairro Batel, Curitiba. (LEITE, 2010).....	32
Figura 14: Batatas Baycroc no bairro Prado Velho em Curitiba. Fonte da autora.	33
Figura 15: Batatas Baycroc em um muro no bairro Portão em Curitiba. Fonte da autora.	33
Figura 16: Efeitos de sombra. Fonte da autora.	34
Figura 17: Batata Baycroc pintada em um muro no bairro Portão, Curitiba. Fonte da autora.	35
Figura 18: Esquema da experiência em sala. Fonte da autora.	36
Figura 19: Vista superior da experiência com fonte pontual. Fonte da autora.	36
Figura 20: Vista superior da experiência com uma fonte extensa. Fonte da autora.	37
Figura 21: Perninhas da Batata desenhadas com as suas devidas sombras. Fonte da autora.	37
Figura 22: Perninha da Batata desenhada com um determinado ângulo. Fonte do autor.	38

Figura 23: Batata Baycroc análise das sombras. Fonte da autora.	38
Figura 24: Batata Baycroc análise das sombras nas pernas. Fonte da autora.	39
Figura 25: Grafite do artista Ron English, demonstrando um elaborado uso das representações de sombra e penumbra. Fotografia tomada em Roma, Itália, em 2 de julho de 2014, pelo professor orientador deste trabalho (reproduzida com permissão).....	40
Figura 26: Batata Baycroc ninja. (QUINTADATINTA, 2012)	42
Figura 27: Batata Baycroc (LEITE, 2010).....	42
Figura 28: Baycroc, terminal Hauer, Curitiba. (QUINTADATINTA, 2012)	43

Sumário

1. INTRODUÇÃO	9
1.1 QUESTÃO DE PESQUISA	10
1.2 OBJETIVO DE PESQUISA	11
1.3 JUSTIFICATIVA.....	11
1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	13
1.5 REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2. DESENVOLVIMENTO.....	21
2.1 O GRAFITE.....	21
2.11 Surgimento do Grafite	21
2.12 O Grafite no Brasil	23
2.13 O Grafite em Curitiba	24
2.14 O artista e sua obra	25
2.2 FORMAÇÃO DE SOMBRA E PENUMBRA	26
2.3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA	31
3. RESULTADOS E ANÁLISES.....	43
4. CONCLUSÃO.....	45
REFERÊNCIAS.....	46

1. INTRODUÇÃO

É muito importante, como aponta Zanetic (2006), articular a Física com outras áreas, por exemplo, as artes, para tornar esta mais próxima da realidade do aluno e para fazer que este se interesse mais pelos conteúdos abordados na escola.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) no Ensino de Física:

[...] Não se trata de apresentar ao jovem a Física para que ele simplesmente seja informado de sua existência, mas para que esse conhecimento se transforme em uma ferramenta a mais em suas formas de pensar e agir. (BRASIL, 2002, p. 58).

Sabe-se que a Física é vista por muitos como uma mera substituição de equações e que só é “usada” na escola, sem mais nenhuma aplicação fora dela (Zanetic, 2006). Então é através desse questionamento que os PCN+ afirmam.

Devem estar relacionados, portanto, com a natureza e a relevância contemporânea dos processos e fenômenos físicos, cobrindo diferentes campos de fenômenos e diferentes formas de abordagem, privilegiando as características mais essenciais que dão consistência ao saber da Física e permitem um olhar investigativo sobre o mundo real. (BRASIL, 2002, p. 66).

Os parâmetros Curriculares também apontam a importância do estudo da óptica na formação do aluno de Ensino Médio, porque podem proporcionar discussões sobre formas de transmissão de informação, que são tão importantes e necessárias, assim como articular e sistematizar fenômenos que ocorrem no cotidiano, por exemplo, a formação de sombra e penumbra.

A sombra, por muitas vezes, teve a fama de ser algo não muito bom e não era bem vista por várias civilizações, segundo Casati (2001). Em tempos remotos e culturas diferentes, é fácil de encontrar histórias e tabus sobre ela. Por exemplo, no sistema de castas no hinduísmo, se a sombra de um intocável

(termo utilizado para o grupo de trabalhadores braçais) tocasse o corpo de um brâmane (os membros da casta sacerdotal), este deveria ser purificado. Este é apenas um exemplo de como a sombra era encarada em algumas culturas.

Pensar e se deixar levar por Casati (2001), em seu livro “A Descoberta da Sombra.”

Os mortos não fazem sombra? Óbvio, estão em completo contato com o solo. E os doentes, que também ficam deitados, projetam igualmente uma sombra muito limitada ou fraca. Entre constatar isso e pensar que a sombra pode servir para um diagnóstico, o passo é curto. (Casati, 2001, p. 39).

Quando é falado em sombra, uma das primeiras coisas que vem à cabeça é de uma “coisa” sombria e que pode ser perigosa. Mas seu tempo de grande vilã já passou. Agora ela até que é vista mais amigavelmente. Por exemplo, em um dia de muito calor e sol, é óbvio se pensar que o lugar mais disputado é na sombra de uma árvore.

Uma relação de amor e ódio se estabelece com este “ser” que não larga do seu pé, simplesmente não se desgruda. E se for pensar no quanto as pessoas têm que aturá-la, é só pensar: até o último dia de suas vidas.

É pensando nesse fenômeno e seus questionamentos que este trabalho está inserido.

1.1 QUESTÃO DE PESQUISA

Após serem colocados os pontos que serão considerados na pesquisa para a realização da sequência didática e análise dos dados, a questão a ser respondida é a seguinte:

“É possível aumentar o interesse dos estudantes na aprendizagem dos conceitos de sombra e penumbra, articulando-os com as representações visuais adotadas pelos artistas de rua”?

1.2 OBJETIVOS DE PESQUISA

O objetivo principal desta pesquisa é verificar a mudança de interesse na aprendizagem dos conceitos de sombra e penumbra utilizando a inserção de imagens da arte urbana. Sendo assim os objetivos específicos são:

- Elaborar uma sequência didática envolvendo o ensino de sombra e penumbra de forma interdisciplinar.
- Analisar o desempenho dos alunos perante o assunto abordado.
- Verificar a apropriação dos conceitos e a mudança de visão dos alunos.

1.3 JUSTIFICATIVA

Quando se está presente em sala de aula é possível observar o desinteresse dos alunos perante as aulas de física no ensino médio. Dessa forma, inserir uma aula diferenciada para o ensino de física é muito interessante e importante para ocasionar discussões sobre as atividades educacionais empregada nas escolas.

Por ter feito parte do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, no grupo de materiais educativos, a autora deste trabalho esteve presente em sala de aula de algumas escolas públicas da região de Curitiba, o que ajudou na elaboração deste projeto.

Uma abordagem interdisciplinar passa a ter uma função muito interessante, estabelecendo interconexões entre diversos conhecimentos, como está presente nos Parâmetros Curriculares Nacionais.

[...], as competências para lidar com o mundo físico não tem qualquer significado quando trabalhadas de forma isolada. Competências em Física para a vida se constroem em um presente contextualizado, em articulação com competências de outras áreas, impregnadas de outros conhecimentos. Elas passam a ganhar sentido somente quando colocadas lado a lado, de forma integrada,... (PCN +, 2007, p. 59).

Fazer conexões entre a física e as artes acaba sendo um fator que pode despertar o interesse dos alunos, pois é uma metodologia diferenciada e que chama a atenção daqueles que, muitas vezes, não conseguem gostar de física.

Meu objetivo central é atingir aqueles alunos que, no formato tradicional de ensino, não se sentem motivados ao estudo da física. E não precisamos nos basear em nenhum sofisticado levantamento de opiniões para saber que esses alunos representarão a grande maioria do nosso aluno de ensino médio. (ZANETIC,2006)

Então, uma aula mais dinâmica e que envolva outras disciplinas do currículo do aluno, faz com que ocorra uma aproximação do aluno, não apenas com a física, mas sim com as outras matérias as quais ele pode não ter tido muito contato até o momento.

Outro fator importante que também está presente nesta pesquisa é o fato de ser necessária a contextualização dos conteúdos de física. Muitos alunos não conseguem fazer conexões com o que eles estudam na escola e o que acontece no dia-a-dia.

Isso é algo preocupante porque é feito um ensino quase que na sua totalidade mecânico, com meras substituições de valores nas equações sem se preocupar com o conceito que está por trás disso, Moreira (2009).

É por causa desta discussão que os Parâmetros Curriculares Nacionais colocam o professor como um dos responsáveis por proporcionar estas situações interessantes e significativas para que ocorra uma articulação entre os novos conceitos e aqueles já construídos pelos alunos, então proporcionando, através de metodologias diferenciadas essa ligação de conceitos.

1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Essa pesquisa foi realizada, tendo como base, o estado da arte em que foi realizado um levantamento bibliográfico em dois grandes eventos na área de física, o Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), nos anos de 2011, 2009, 2007 e 2005 e o Encontro de Pesquisa e Ensino de Física (EPEF's) nos anos de 2010, 2008, 2006 e 2004, no seguinte tema: Ciência e Arte.

Constatou-se que nos últimos eventos pesquisados houve um aumento nos trabalhos nessa temática envolvida, mas ainda assim, esse tema não é muito frequente. Nessa primeira análise foram selecionados os artigos que possuíam como tema principal Ciência e Arte. Em um segundo momento foram separados aqueles que apresentavam como assunto as artes visuais e a pintura no ensino de física. Acabou que poucos artigos tinham essa temática. A maioria era voltado a outras linguagens da arte, como cinema e música como em Ciência, Arte e Ensino de Física (Queiroz et al, 2005).

Outro levantamento bibliográfico realizado foi sobre artigos que envolviam sombra e penumbra. Apenas dois trabalhos foram encontrados a esse respeito: “A atração entre as sombras” e “O encolhimento das sombras”, ambos escritos por Fernando Lang e que foram considerados neste projeto.

A maioria dos artigos que relacionam ciência e arte coloca que elas sempre foram entrelaçadas, desde épocas bem remotas e também aproximam o artista do cientista, pois ambos trazem para o seu trabalho a aproximação com a natureza, como mostra Nunes e Teixeira (2006).

Posterior a este levantamento foi elaborada uma sequência didática para explicar o conteúdo já mencionado anteriormente.

Esta proposta refere-se a uma pesquisa qualitativa, por se tratar de uma pesquisa que busca verificar a apropriação dos conceitos e a mudança de visão dos alunos no que diz respeito ao conteúdo de sombra e penumbra, investiga a validade de atividades educacionais diferenciadas e tem características descritivas dos resultados.

Para justificar a escolha deste tipo de pesquisa é necessário pensar que cada pessoa é diferente e que a vida é uma atividade interativa e interpretativa, sendo necessária uma metodologia que considere essas diferenças. Ou seja, o estudo da experiência humana deve ser feito entendendo que cada pessoa interage, interpreta e constrói seu próprio sentido, Moreira (2009).

Com base neste pensamento podem-se colocar alguns fatores importantes que caracterizam a pesquisa qualitativa:

- A interpretação como foco de estudo;
- A subjetividade é enfatizada;
- Flexibilidade na conduta de estudo;
- O interesse é no processo e não no resultado.

Então se leva em conta não a representatividade numérica, mas sim o aprofundamento da compreensão de cada um, sempre tentando analisar o porquê das coisas, conforme Bardin (2011).

Desse modo a sequência didática (Figura 1) foi realizada em quatro momentos distintos e que estão detalhados na seção 2.3.

- Observações das aulas do professor e da turma escolhida
- Sequência didática (aula)
- Elaboração do Diário de Campo
- Análise dos dados

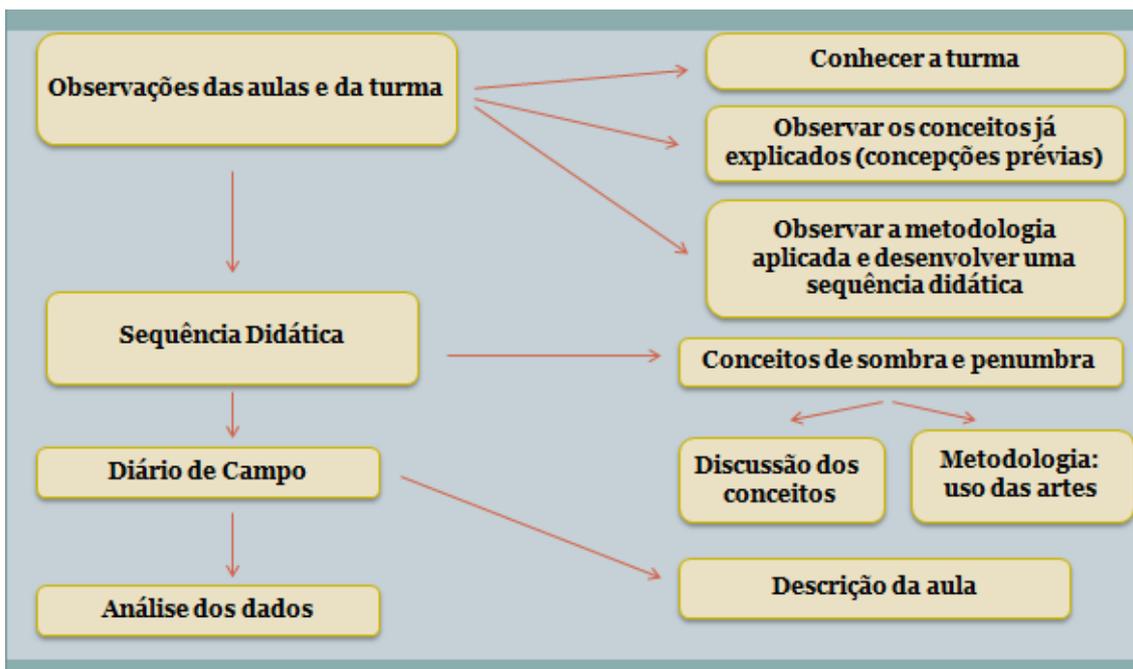


Figura 1: Sequência para o desenvolvimento da pesquisa. Fonte da autora.

Para a coleta dos dados foi utilizado o diário de campo que consiste em:

- **Análise do diário de campo:** o diário de campo é uma ferramenta que permite sistematizar as experiências para a análise posterior e é geralmente utilizado em pesquisa de abordagem qualitativa (Fiorentini, 2010).

Aqui o pesquisador narra as vivências, fenômenos e episódios e os interpreta com base em seus conhecimentos e suas experiências.

A análise será separada em: observações realizadas, impressões e conclusões.

1.5 REFERENCIAL TEÓRICO

A proposta foi dividida em três grandes eixos em que serão fundamentadas as hipóteses e conclusões. O primeiro eixo se refere à questão da aprendizagem e como ela ocorre. Aqui será discutida a aprendizagem

significativa que possui como principal autor David Ausubel. O segundo eixo diz respeito à ciência e à arte interligadas, e tem como referências principais os trabalhos de João Zanetic. E por último, o terceiro eixo, em que é tratado o tema sombra com artigos de Fernando Lang da Silveira.

No primeiro eixo, as ideias tiveram como base a aprendizagem significativa de Ausubel, conforme considerações de Moreira (2009), envolvendo pressupostos e características dessa modalidade de aprendizagem.

Nesse sentido, destaca-se que a ideia mais importante é o fato de considerar como importante tudo aquilo que o aprendiz já sabe, ou seja, a aprendizagem significativa é um processo em que uma nova informação se relaciona com aspectos já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, não sendo uma ideia tão simples, como aponta Moreira (2009).

[...] Por exemplo, ao falar em “aquilo que o aprendiz já sabe” Ausubel está se referindo à “estrutura cognitiva”, ou seja, ao conteúdo total e organização das ideias do indivíduo, ou, no contexto da aprendizagem de um determinado assunto, o conteúdo e organização de suas ideias nessa área particular de conhecimentos. [...] Outro aspecto que deve, desde já, ser esclarecido é que a ideia de que “aquilo que o aprendiz já sabe” não é simplesmente a ideia de “pré-requisito”. (MOREIRA, 2009, p. 7-8).

Desvendar a estrutura cognitiva, ou seja, os conceitos e ideias já disponíveis na mente do indivíduo e ensiná-lo de forma a basear o ensino no que o aprendiz já sabe são fatores nada fáceis nesse contexto.

Neste aspecto de aprendizagem a nova informação interage com uma estrutura do conhecimento específica chamada de “conceito subsunçor” como aponta Moreira (2009).

O “subsunçor” é um conceito, uma ideia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva, capaz de servir de “ancoradouro” a uma nova informação de modo que esta adquira, assim, significado para o indivíduo. (MOREIRA, 2009, p. 8).

Desta forma, seguindo essa ideia de que as informações na mente humana são armazenadas de forma organizada, o conceito abordado neste

projeto sobre as concepções dos alunos com o conceito de sombra e penumbra é visto por esse pensamento. É necessário averiguar as concepções prévias dos alunos perante esse conteúdo e através disso proporcionar alternativas e subsídios para que ocorra uma construção de conhecimento, utilizando os conceitos já existentes e ocasionando um processo de interação daquilo que o aluno já sabe com os novos conceitos.

Sabe-se que a disciplina de física ainda é ensinada de uma forma muito mecânica, com meras substituições de valores nas equações e sem se preocupar com os conceitos físicos. Como mostra Moreira (2009).

Em Física como em outras disciplinas, a simples memorização de fórmulas, leis e conceitos pode ser tomada como exemplo típico de aprendizagem mecânica. Talvez aquela aprendizagem de “ultima hora”, de véspera de prova, que somente serve para a prova, pois é esquecida logo após, caracterize também a aprendizagem mecânica. (MOREIRA, 2009, p. 10).

Então trazer atividades que envolvam os conceitos físicos e que não façam o aluno apenas decorar, mas sim que ele vá construindo o conhecimento e interligando-o com os já existentes é fundamental para a aprendizagem.

Outra ideia importante diz respeito a aprendizagem por descoberta e a aprendizagem receptiva. A primeira é a que o conteúdo principal deve ser descoberto pelo aprendiz, mas sempre considerando as relações entre os conceitos subsunçores já existentes. E a segunda, a aprendizagem receptiva, é aquela em que o conceito é apresentado ao aprendiz de forma final. Mas ambas podem significar ou não uma aprendizagem significativa, tudo depende da maneira que é ensinado para o aluno.

Averiguar o que o aluno pensa e sabe sobre este fenômeno que está presente em seu cotidiano e conseguir elaborar situações que conduzam a uma aprendizagem significativa é um dos pontos mais importantes deste projeto.

O segundo eixo é de se pensar como pode ocorrer uma junção entre a ciência e a arte.

Desde os primórdios da civilização, tanto a ciência quanto a arte estavam presentes, no domínio de grandes descobertas como nos desenhos feitos nas cavernas. Um exemplo seria a construção das pirâmides, estas que necessitaram de um grande método e estudo para a sua estrutura e sem contar as obras grandiosas e belíssimas que elas se tornaram.

Segundo Nunes (2006):

A ciência é o meio do ser humano compreender e exercer um domínio sobre si mesmo e sobre a Natureza. A arte é a mais completa forma de expressão do ser humano. Isto posto, pode-se verificar que arte e ciência sempre andaram juntas com o objetivo de ampliar a dimensão e a expressão do ser humano. (NUNES, 2006, p. 1).

Também se tem a aproximação do cientista com o artista em Nunes (2006).

Um artista quando desenha uma flor, ele tenta fazer o máximo possível para aproximar aquela pintura da realidade, já um cientista quando está envolvido em um projeto ele precisa trazer a realidade para um laboratório e então observar os efeitos da natureza. (NUNES, 2006, p. 2).

Assim como outros autores também colocam essa aproximação, como por exemplo, Azevedo (2005).

Continuando a comparação entre o artista e o cientista, ambos, diferentemente do que parece possuem uma sensibilidade diferenciada, e enxergam a natureza com outro olhar, coisa que pessoas comuns não conseguem, pelo menos não sozinhas. Mas essa percepção é algo que foi construído através da observação e do estudo sobre o assunto e por isso são mais “sensíveis” a certas mudanças. (AZEVEDO, 2005, p. 3).

Então, não só essa aproximação do cientista com o artista é importante, mas também aproximar a física estudada nas escolas com o cotidiano e com a compreensão do mundo que também tem o seu valor, como mostram os PCN+.

E esse sentido emerge na medida em que o conhecimento de Física deixa de constituir um objetivo em si mesmo, mas passa a ser compreendido como um instrumento para a compreensão do mundo. Não se trata de apresentar ao jovem a Física para que ele simplesmente seja informado de sua existência, mas para que esse conhecimento se transforme em uma ferramenta a mais em suas formas de pensar e agir. (PCN+, 2002, p. 61).

Além dos Parâmetros Curriculares Nacionais, Azevedo (2005) também comenta sobre essa importância de articular a Física com as Artes, tendo como principal objetivo dinamizar as aulas aproximando-as das artes.

Pensando no terceiro eixo que tem como tema a Sombra e a Penumbra, é aqui que o aluno consegue achar uma maior aproximação da Física com o seu cotidiano.

De certa forma todos os alunos já devem ter reparado e até mesmo brincado com a sua própria sombra, ou observado alguma coisa interessante sobre esse fenômeno tão comum em nossas vidas, como por exemplo, o efeito de “atração” entre sombras, Silveira (2007).

Isso ocorre quando a distância entre duas sombras se torna pequena e uma delas se deforma, como se uma estivesse atraindo a outra. É apresentada uma explicação geométrica para este fenômeno além de ter como principal evidência o fato de a fonte luminosa ser extensa e proporcionar a formação de penumbra, tendo bordas não bem definidas, como mostra a Figura 2.

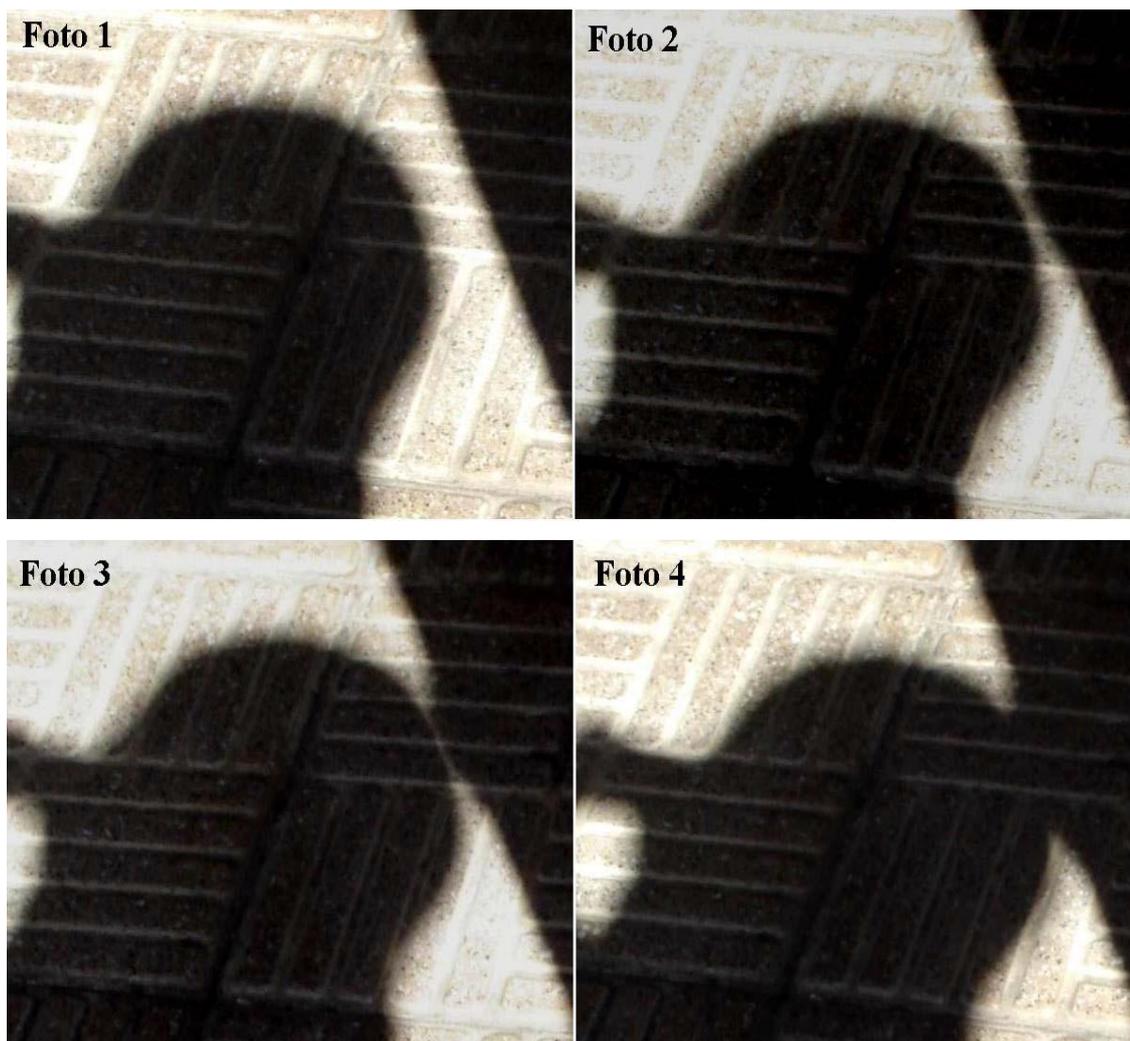


Figura 2: Projetada sobre a calçada, a sombra da cabeça do fotógrafo “atrai” a sombra da parede, deformando-a (Fonte: SILVEIRA, 2007)

Desde crianças costumamos fazer com as mãos bichinhos e observar a sombra que se forma na parede. Dependendo do tamanho da fonte, pode-se observar que a sombra sobre um anteparo, por exemplo, diminui de tamanho à medida que aumenta a distância entre ele e o objeto. Este fenômeno é muito conhecido na astronomia e também é observado por nós segundo Fernando Silveira (2008).

Então, a sombra sendo um fator que encanta as pessoas desde épocas mais remotas e é de fácil observação acabou se tornando um conteúdo de fácil contextualização e que será o objetivo de estudo desse projeto.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 O GRAFITE

2.11 Surgimento do Grafite

Desde a Pré-História o homem vem colocando as suas marcas em grutas, rochas, paredes,..., em todos os lugares. Através dessas marcas traduz sua visão de mundo e suas inquietações.

Todos esses traços são chamados de Grafites, termo usado para designar tanto escritos quanto desenhos e pinturas, feitos em diferentes épocas Prosser (2009).

O termo Grafite (Figura 3), do plural, vem do italiano e é uma inscrição caligrafada ou um desenho pintado ou gravado, desde uma folha de papel até uma rocha, uma parede ou outro elemento qualquer, inclusive do espaço urbano.

Já a Pichação (Figura 4) é o ato de rabiscar sobre muros, fachadas, monumentos, entre outros, com tinta spray aerossol, estêncil ou rolo de tinta. No geral, são escritas frases de protesto e assinaturas como demarcação de território.



Figura 3: Grafite. Fonte: Prosser (2009), p. 42



Figura 4: Pichação. Fonte: Prosser (2009), p. 41

Nos Estados Unidos, *graffiti* são as assinaturas feitas de modo rápido, com um traço, e *throw ups* (o que no Brasil se chama de picho ou pichação), distinguindo-se as formas mais elaboradas e os personagens como *graffiti art* (no Brasil, *graffiti*). (PROSSER, 2009, p.43)

Muitas pessoas distinguem a pichação do Grafite pela autorização ou não desta ação. Segundo Prosser (2009) esta não é uma categoria de diferenciação.

Esta arte ocorre de modo espontâneo, sem regras, de maneira aleatória e inesperada na paisagem urbana, transformando-a continuamente.

Quanto ao conteúdo da arte de rua, a maioria dos pichos e dos Grafites constitui uma assinatura (*tag*), que é a “marca” do autor. Muitos desses sinais são realidades sociais e ideias políticas conscientes ou inconscientes, explícitas ou implícitas, uma provocação, uma indignação, muito de lúdico, de liberdade, criação artística, sociabilidade e é claro, muita comunicação, como aponta Prosser (2009).

Ora, a comunicação não se dá apenas mediante a fala e a escrita. Ela se constrói, também, por meio de gestos, movimentos, sonoridades, texturas, traços, imagens, signos etc. que, por sua vez, são carregados de mensagens. (PROSSER, 2009, p.61)

O surgimento na idade contemporânea se deu através de alguns jovens que começaram a deixar suas marcas nas paredes da cidade de Nova York, Estados Unidos, na década de 1970. Essas marcas foram evoluindo para técnicas de desenho e são vistas até hoje, como mostra Prosser (2009).

Nova York é considerada a cidade-berço do *graffiti* como é conhecido hoje e que veio a ser, mais tarde, a identidade visual da cultura *hip hop*. Alguns autores situam as primeiras assinaturas por volta de verão de 1971, em Manhattan. Outras fontes mencionam o surgimento do *modern graffiti* em Filadélfia, EUA, em inícios dos anos 1960, quando Cornbread e Cool Earl rabiscaram seus nomes por toda a cidade. (PROSSER, 2009, p.118)

Pesquisas realizadas nessa época sobre o âmbito da cultura urbana apontam o questionamento sobre as relações de dominação. Nas últimas décadas do século XX a obra de arte esteve muito ligada entre o poder público, a iniciativa privada e a comunidade, mas a sociedade logo se acomodou diminuindo a resistência que havia.

A arte de rua sempre esteve ligada às manifestações estudantis que aplicavam um espírito de mudança da sociedade ou até mesmo para expressar um basta à violência como na Alemanha com o muro de Berlim onde jovens eram contra a separação e o momento vivido pelo país.

Mais tarde o Grafite atingiu outras localidades como as galerias e museus e ainda hoje continua causando divisões de pensamentos.

2.12 O Grafite no Brasil

No Brasil o conflito entre políticas de esquerda e de direita eram intensas durante a Ditadura Militar e palavras de revolta eram uma constante nos muros.

Mesmo depois de o regime militar ter acabado os protestos continuaram com força total. Desta mesma maneira, os artistas também passaram a usar as cidades como uma expressão cultural.

Aqui ela também era ilegal, mas com o tempo foi se popularizando e perdendo um pouco do seu cunho político e em 1981 o Grafite consegue reconhecimento oficial no Brasil.

Foi em meados de 1980 que o estilo novaiorquino de Grafite chegou, primeiramente em São Paulo e se espalhou para o país.

Hoje o *Graffiti* paulistano é tido, internacionalmente, como o mais inovador e rico do planeta. São inúmeros os artistas de rua do todo o mundo que vêm a São Paulo para olhar, observar e participar da cena urbana desta grande metrópole. (PROSSER, 2009, p.140)

2.13 O Grafite em Curitiba

Segundo Prosser (2009), Curitiba sofreu diversas manifestações como em São Paulo e que se pode distinguir três contextos diferentes da origem do Grafite. A primeira seria a arte de rua, que são as manifestações artísticas de estudantes e artistas no espaço público com um viés mais político. A segunda seria a pichação que se associa a afronta, transgressão e a última ligada ao *hip hop* que está relacionada à filosofia e estilo de vida ou movimento dos jovens que fazem da cidade o suporte para as suas obras de arte.

Aqui, as manifestações tiveram uma maior intensidade nos anos 70 sobre forte influência dos Encontros de Arte Moderna que traziam artistas renomados como críticos de arte e teóricos da arte contemporânea dando início a uma arte experimental nas ruas de Curitiba.

Na década de 80 os artistas viam a arte como símbolo da liberdade, uma geração mais questionadora e mais preocupada com a reflexão do que com a beleza estética, sendo nesse período que se formam diversos grupos que reagiam contra a apatia da cultura local.

Nas décadas seguintes os pichos só aumentaram na região, ainda mais ao surgir as *tags* que são as assinaturas elaboradas pelos artistas e novos equipamentos, feitos pelos grafiteiros, que facilitavam a utilização das tintas.

Quanto aos temas abordados nas pichações atuais, vem aparecendo muitas manifestações quanto ao meio ambiente, ecologia, além de escritos cristãos.

Já no ano de 2002 foi implantado aqui o Projeto “Arte da Paz” pela Organização Não Governamental Instituto de Defesa dos Direitos Humanos (Iddeha) em que foram contratados vários grafiteiros para atuarem nas escolas de ensino regular de vários bairros da cidade oferecendo cursos em contraturno para uma formação diferenciada no âmbito do Grafite. Até hoje

essas oficinas vêm ensinando a arte do Grafite e dando a muitos jovens a oportunidade de se expressar através da arte.

A arte de rua é extremamente plural, pois abrange desde a assinatura rabiscada até a arte esteticamente construída e complexa, desde manifestações rápidas e de pequenas dimensões, como um rabisco ou um sticker, até grandes painéis. É também repleta de significados e constitui, entre outros aspectos, uma marca de territorialidade mediante o estabelecimento de signos visuais próprios. (PROSSER, 2009, p.34)

Então esta forma de arte estando presente no dia a dia dos alunos e sendo de fácil acesso, por estar presente em muitos lugares, acaba se tornando um fator facilitador de contextualização e de inserção de conceitos diversos e análises mais aprofundadas.

2.14 O artista e sua obra

Os Grafites utilizados para a elaboração da sequência didática são de um artista curitibano, *designer* e grafiteiro há cerca de 10 anos, chamado Caio Augusto Bill. O motivo da escolha foi a eficiência do artista em usar sombras e penumbra para conferir a ilusão de tridimensionalidade aos personagens representados em suas pinturas.

Seu personagem mais famoso nasceu em março de 2008 e seu nome faz referência ao primeiro dono do McDonald's: Ray Croc.

Baycroc (Figura 5), o anti-herói de Curitiba, é uma batata guerrilheira que vendo suas companheiras sendo massacradas na grande indústria declara guerra contra o capitalismo, ou melhor, contra a maior empresa de *fast-food* do mundo. O objetivo do Baycroc é tentar se infiltrar e conscientizar os humanos do "apetite" por destruição tendo se tornado um guerrilheiro urbano e que já invadiu as ruas do sul e sudeste do país.



Figura 5: Batata Baycroc pintada em uma parede. (DEL VECCHIO, 2008)

2.2 FORMAÇÃO DE SOMBRA E PENUMBRA

A formação da sombra vem da aplicação do princípio da propagação retilínea da luz, que em um meio homogêneo se propaga em linha reta Nussenzveig (2013). Este fenômeno ocorre quando a fonte de luz é puntiforme ou pontual, ou seja, apresenta dimensões desprezíveis em relação aos demais objetos que estão na observação (Figura 6).

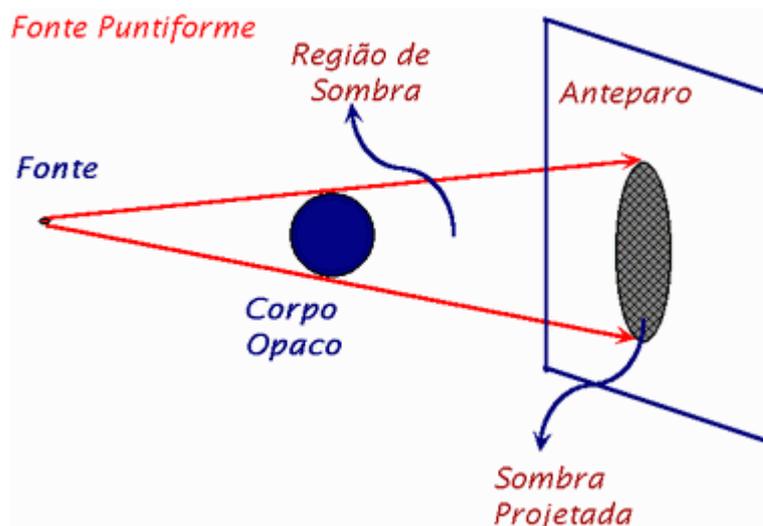


Figura 6: Propagação retilínea da luz. (CIENCIA, 2015)

Huygens procurou explicar a propagação retilínea da luz na teoria ondulatória. Seu princípio pode ter sido motivado através de ondas na superfície de um tanque com água Nussenzweig (2013).

Uma frente de onda, ao atingir uma pequena abertura, gera ondas circulares do outro lado. A porção da frente de onda não obstruída comporta-se como uma fonte puntiforme gerando ondas secundárias (Figura 7).

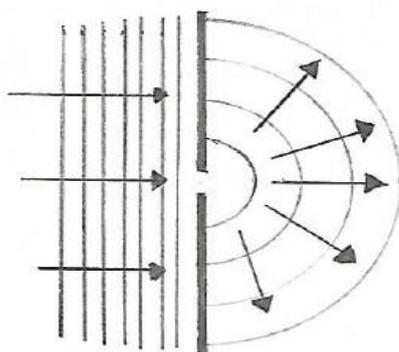


Figura 7: Princípio de Huygens. Fonte da autora.

Cada ponto de uma frente de onda gera ondas secundárias que são ondas esféricas com centro na fonte. A frente de onda considerada no instante posterior a essas ondas esféricas é a envoltória dessas ondas secundárias (Figura 8).



Figura 8: Envoltória da frente de onda. Fonte da autora.

Essa envoltória é uma superfície em que cada um de seus pontos é tangente a uma das superfícies da envoltória. A principal ideia é que cada onda secundária isolada é muito fraca para produzir efeitos perceptíveis, elas só produzem efeito sobre ela porque são muitas ondas secundárias vizinhas.

Ao pegarmos duas frentes de onda (Figura 9) separadas por uma distância dx , percebe-se que a onda secundária A é concêntrica à envoltória B.

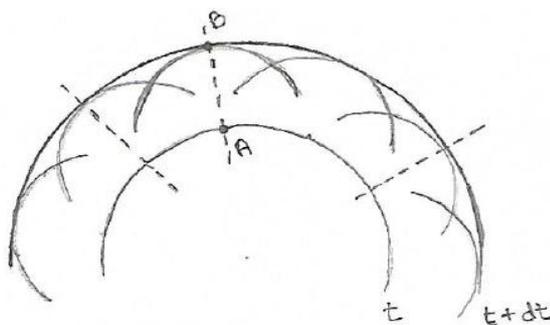


Figura 9: Frentes de onda. Fonte da autora.

Então AB é a direção do raio luminoso que são as trajetórias ortogonais das frentes de onda como ilustra a Figura 10.

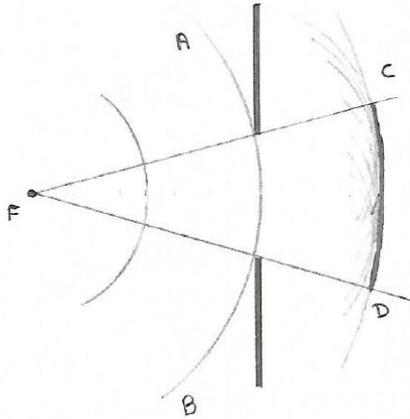


Figura 10: Explicação de Huygens para a propagação retilínea da luz. Fonte da autora.

A frente de onda AB incide sobre a abertura num anteparo opaco. A envoltória CD é gerada apenas pelos pontos AB não obstruídos e por isso fica iluminada pelos raios que passam pela abertura.

Embora exista penetração de ondas secundárias na região de sombra, são fracas demais para serem percebidas, constituindo o fenômeno de difração, que é o que acontece quando uma onda encontra um obstáculo e seus efeitos geralmente são marcados por ondas cujo comprimento de onda λ é comparável às dimensões do objeto de difração.

A difração da luz é mais rara de perceber devido ao comprimento de onda da luz muito pequeno. Os comprimentos de onda típicos na região do visível, do vermelho ao violeta, são inferiores a $1\mu\text{m}$, ou seja, 10^{-3}mm .

Uma das consequências ou aplicações deste comportamento da luz é a formação de sombra e penumbra, que se dá quando a luz encontra em seu caminho um objeto opaco, que é um objeto que não permite a propagação da luz através de si.

O que determinará a formação de sombra e penumbra é o tipo de fonte de luz, pontual ou extensa, conforme ilustram as figuras 11 e 12.

- Fonte pontual: fonte de luz com dimensões pequenas em relação ao que vai iluminar (Figura 11).

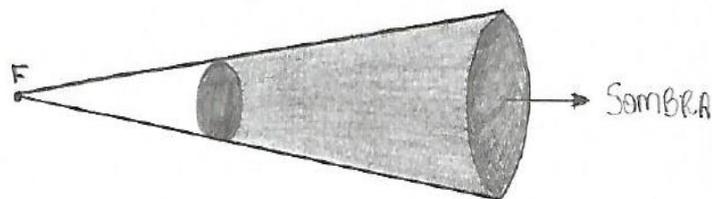


Figura 11: Fonte pontual e a formação da sombra. Fonte da autora.

Uma fonte pontual F emite luz em todas as direções. A esfera opaca não permite que a luz se propague, e dessa forma, os raios luminosos não atingem a região através da esfera. Essa região não iluminada é denominada sombra (Yamamoto et al, 2010).

A fonte F é pequena quando comparada às dimensões da esfera caracterizando uma fonte pontual ou puntiforme.

Então a sombra é uma região onde há ausência de luz e ocorre quando a fonte luminosa é pontual.

- Fonte extensa: fonte de luz com dimensões consideráveis em relação ao que vai iluminar (Figura 12).

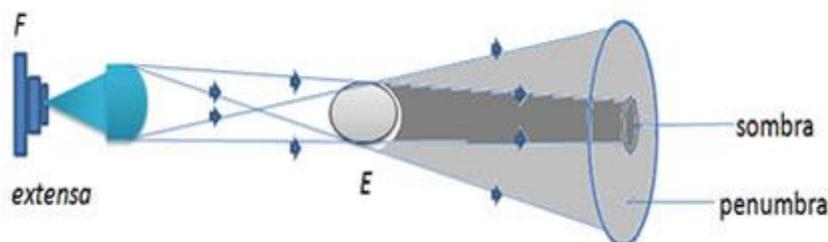


Figura 12: Fonte extensa e a formação da sombra e penumbra. Fonte: <http://www.brasilecola.com/fisica/sombra-penumbra.htm>.

Agora a fonte de luz F é extensa, com isto pode-se observar que existe uma região que recebe uma pequena intensidade de luz da fonte, não sendo totalmente escura denominada de penumbra.

Então, penumbra é uma região parcialmente iluminada e ocorre quando a fonte de luz é extensa (Yamamoto et al, 2010).

2.3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Como descrito na metodologia, este trabalho tem o objetivo de aplicar uma metodologia diferenciada, através da observação de fotos de Grafite das ruas de Curitiba, e inserir nesse meio o estudo da formação de sombra e penumbra, levando em consideração a aprendizagem significativa de Ausubel através do texto de Moreira (2009).

Primeiramente foi realizada a observação de duas aulas da turma de 2º ano do ensino médio do Colégio Estadual Paulina Pacífico Borsari, localizada no bairro do Guabirota em Curitiba. Esta observação inicial teve como intuito conhecer um pouco da turma e verificar a metodologia empregada pelo professor da disciplina, assim como verificar o conteúdo que estava sendo apresentado para os alunos.

Posterior a este primeiro contato com a turma foi elaborada uma sequência didática sobre como se forma a sombra e a penumbra e foram coletadas imagens de Grafites curitibano do artista Caio com o tema “as batatas de *Baycroc*”. A maioria das fotos utilizadas no trabalho é de fonte da autora e possuem características muito frequentes nas obras do grafiteiro proporcionando uma ilusão de tridimensionalidade por meio de representações de sombras.

Foi elaborada uma sequência com 18 *slides* para a aula e esta foi aplicada em duas aulas conjugadas de 50 minutos cada, no laboratório de ciências do colégio.

Logo no início foi colocada uma imagem, retirada da *internet*, de várias “batatas de *Baycroc*” escalando um sobrado nas ruas de Curitiba (Figura 13) com a seguinte pergunta: O que é isso?

Esta imagem tem como intuito provocar uma primeira manifestação dos alunos e uma inquietação ao tentar descobrir o que são os desenhos que estão na foto, sendo que as principais descrições da aula estão anexadas no Apêndice 1.



Figura 13: Batatas Baycroc escalando a fachada de um sobrado, no bairro Batel, Curitiba. (LEITE, 2010)

Algumas perguntas foram feitas aos alunos nessa primeira imagem a fim de conhecer um pouco mais sobre os gostos dos alunos. As principais perguntas foram: Já observaram elas antes? Aonde viram elas? Vocês gostam de arte de rua?

A Figura 14 mostra duas batatas, em uma pista de skate no bairro Prado Velho, perto de um ponto turístico de Curitiba que é o Teatro Paiol. Esta imagem foi utilizada para mostrar que elas estão em muitos lugares conhecidos pelos alunos.



Figura 14: Batatas Baycroc no bairro Prado Velho em Curitiba. Fonte da autora.

Posterior às manifestações de dúvida a respeito do que eram os desenhos, foi revelado que eram batatas e foi comentado sobre as histórias delas; ou seja, que eram batatas guerrilheiras que estão nas ruas para defender as suas amigas do manifesto contra o *fast-food* e que seu nome remete ao primeiro dono do McDonalds Ray Croc.

As fotos (Figuras 15 e 16) foram tiradas de um muro no bairro Portão em Curitiba e teve como principal questionamento como o artista conseguiu o efeito de volume.



Figura 15: Batatas Baycroc em um muro no bairro Portão em Curitiba. Fonte da autora.

Aqui (Figura 16) os alunos deveriam observar as sombras presentes no chapéu, as que estão “nas costas” da batata e o braço direito dela que também projeta uma sombra no corpo da batata.



Figura 16: Efeitos de sombra. Fonte da autora.

A próxima foto (Figura 17) utilizada na sequência também apresenta sombras nas costas, nos braços e nas pernas. Esta imagem aparece em um primeiro momento para ser explicado que o pintor utiliza duas fontes de luz para fazer a obra, que seriam a luz do sol, fonte de luz natural que poderia estar presente no dia da pintura ou não, e a segunda fonte de luz seria a fonte “imaginária”, que foi a que ele imaginou para desenhar a batata e projetar a sombra.

Para representar volume o desenho conforme Figura 17, o pintor imaginou uma fonte de luz que estivesse localizada quase em frente do muro, assim os raios que iluminam a batata projetam uma pequena sombra na região das perninhas e em um dos braços e a região das costas não é iluminada.



Figura 17: Batata Baycroc pintada em um muro no bairro Portão, Curitiba. Fonte da autora.

O artista se utiliza da percepção que tem de certos fenômenos ópticos, no caso, a formação de sombra, para obter volume e dar mais realidade ao desenho. Uma característica importante observada aqui é a sombra das perninhas da batata representada no muro.

Da maneira em que ela está representada a figura aparenta estar “saindo” do muro, e a parte mais escurecida das costas dá uma impressão de volume.

Posterior a esta primeira observação da imagem foi proposta uma atividade paralela às observações das fotos.

Foi proposta uma experiência para ser realizada em sala de aula com a seguinte pergunta: Você sendo uma formiguinha, enxergaria o quê, se estivesse na área de sombra?

Os alunos deveriam segurar com uma das mãos uma lanterna e com a outra mão colocar os dedos na frente da luz e olhar para descrever o que eles viam.

Eles deveriam mudar a distancia lanterna-dedo (d_1) e depois dedo-olho (d_2) e verificar o que enxergavam sempre alterando as distancias d_1 e d_2 conforme a Figura 18.

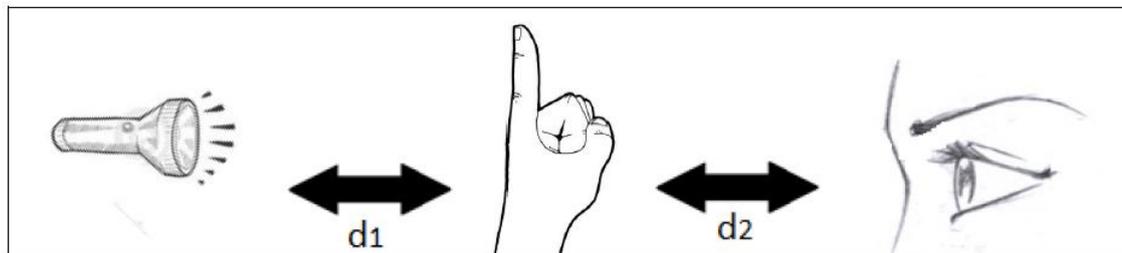


Figura 18: Esquema da experiência em sala. Fonte da autora.

Depois dessa primeira experiência com a lanterna foi elaborada a explicação de como se forma a sombra e a penumbra utilizando exatamente os elementos que estavam presentes na experiência desenvolvida por eles como mostram as Figuras 19 e 20.

A primeira (Figura 19) com uma fonte pontual que forma a sombra e a segunda (Figura 20) com uma fonte extensa, Sol e lanterna, que formam a sombra e a penumbra.

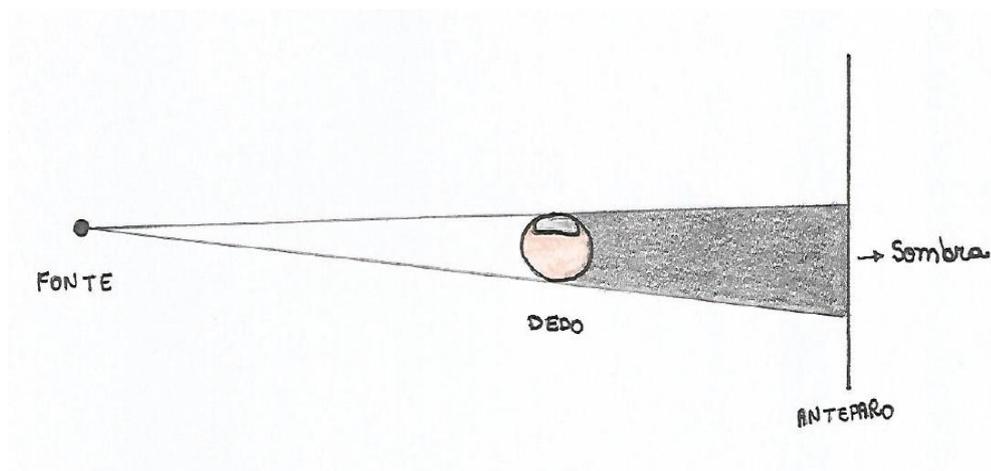


Figura 19: Vista superior da experiência com fonte pontual. Fonte da autora.

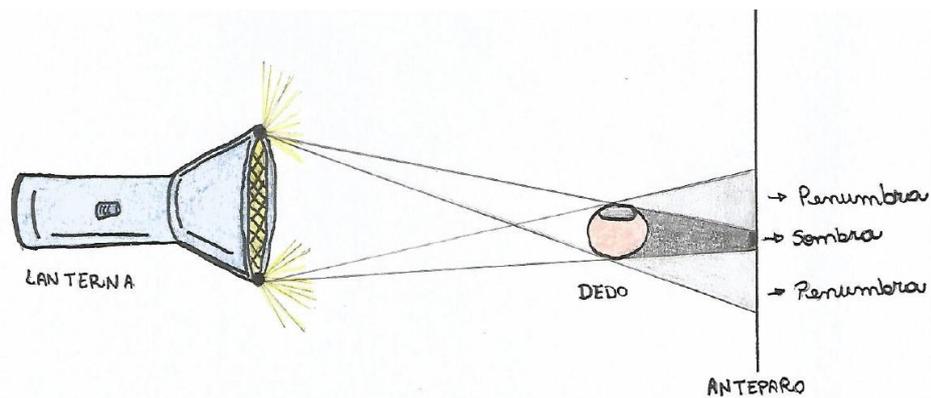


Figura 20: Vista superior da experiência com uma fonte extensa. Fonte da autora.

Aqui o estudante conseguiria observar o que acontece na hora que está sendo realizada a experiência, mas de outro ângulo.

Tendo em vista o esquema anterior (Figura 20), os alunos foram questionados sobre a situação da sombra quando o objeto está mais próximo do anteparo e quando está mais afastado. Outra situação também apontada na sequência é com relação à sombra projetada na parede quando uma parte do objeto está encostada no anteparo e a outra não, formando uma sombra mais difusa (Figuras 21 e 22).

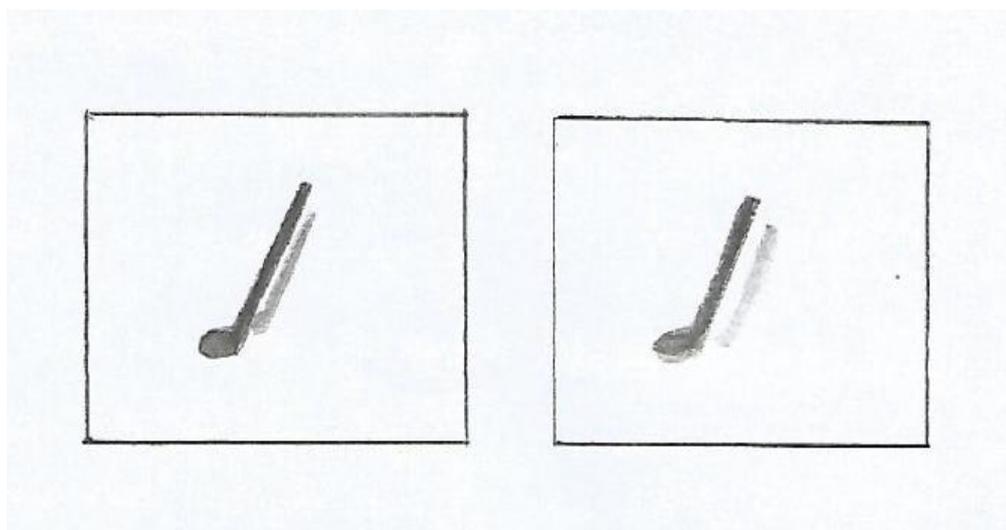


Figura 21: Perninhas da Batata desenhadas com as suas devidas sombras. Fonte da autora.

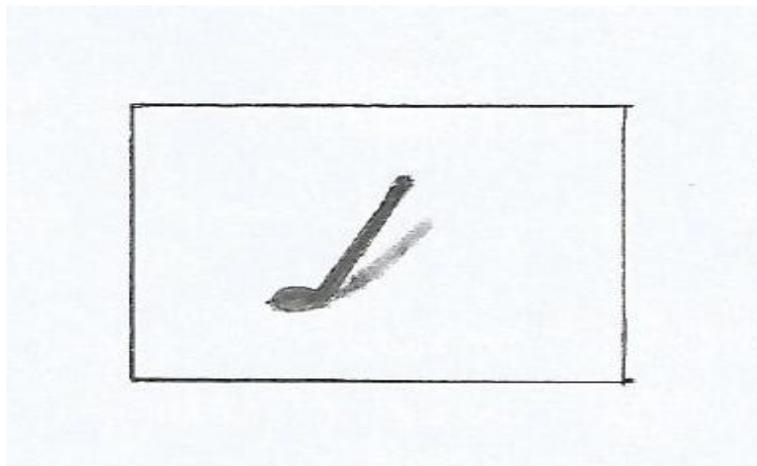


Figura 22: Perninha da Batata desenhada com um determinado ângulo. Fonte do autor.

Então, depois disso, o estudante deve ser capaz de observar a imagem da batata pintada no muro e conseguir analisar como é a formação da sombra, de onde vem a fonte luminosa para dar o efeito observado no Grafite além de observar aplicações nas artes de rua (Figuras 23 e 24).



Figura 23: Batata Baycroc análise das sombras. Fonte da autora.



Figura 24: Batata Baycroc análise das sombras nas pernas. Fonte da autora.

Além desse artista curitibano, outros grandes artistas de outras localidades do Brasil e do mundo conseguem criar efeitos surpreendentes em seus Grafites.

Este é o caso do Grafite (Figura 25) fotografado em 2014 pelo professor Mário Sérgio Freitas, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, do museu urbano de Roma (MURO). Este projeto visa transformar as ruas de Roma em um museu permanente em que artistas locais deixam nos muros próximos das saídas do metrô as suas obras.



Figura 25: Grafite do artista Ron English, demonstrando um elaborado uso das representações de sombra e penumbra. Fotografia tomada em Roma, Itália, em 2 de julho de 2014, pelo professor orientador deste trabalho (reproduzida com permissão).

Esta obra está assinada por Ron English, um dos artistas vivos mais reconhecidos da atualidade (ENGLISH, 2015), tendo produções visuais divulgadas em ambiente urbano, museus, cinema, livros e televisão. Sua linguagem provocativa alude à publicidade e à cultura *Pop*. É um dos três grandes nomes do Surrealismo *Pop* e considerado um dos criadores da arte urbana.

Neste Grafite o personagem em verde, conhecido como “*Temper Tot*”, alusão ao incrível *Hulk* de Stan Lee e Jack Kirby “Hulk” está acompanhado de outro personagem, chamado “*Mouse Mask Murphy*”, alusão ao *Mickey Mouse* de *Walt Disney* e de alguns outros personagens, estes estão desenhados na parede de uma forma mais “chapada”, sem volume. A sombra pode ser vista na composição de todo o corpo do *Temper Tot* dando um volume aos músculos do boneco, nos diversos tons de azul presente em alguns lugares do corpo e na cabeça assim como na sombra projetada na parede atrás do corpo, deixando a impressão de que o boneco está levemente inclinado.

No *Mouse Mask Murphy* também se pode observar os tons de azul refletindo na pele do boneco, o reflexo presente nos óculos assim como a sombra projetada na parede.

Por fim foram apresentadas mais algumas imagens (Figuras 26, 27 e 28) das batatas de Baycroc, estas tiradas da *internet* para verificar mais aplicações do conceito físico estudado, dando sequência ao término da aula.



Figura 26: Batata Baycroc ninja. (QUINTADATINTA, 2012)

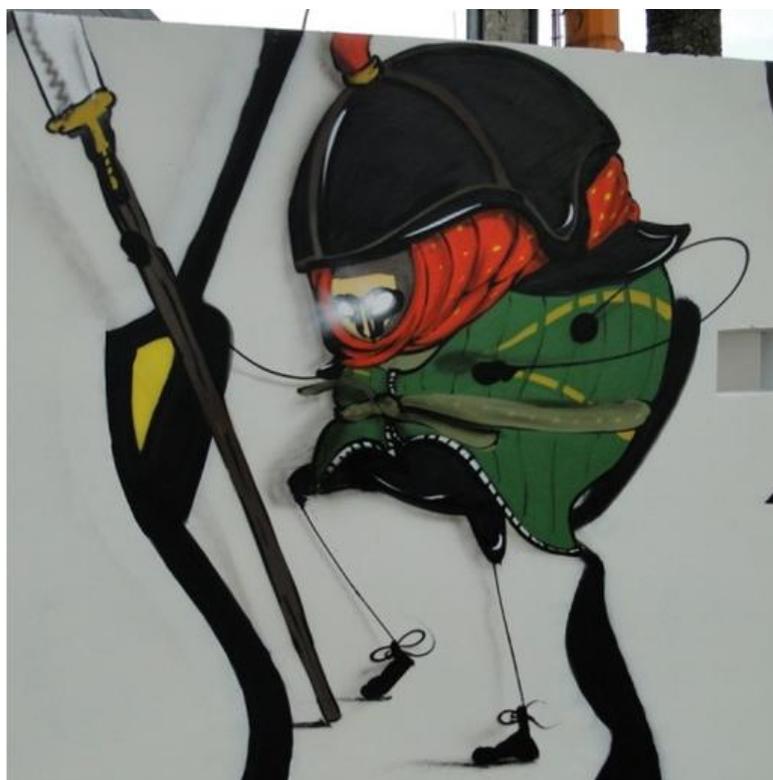


Figura 27: Batata Baycroc (LEITE, 2010)

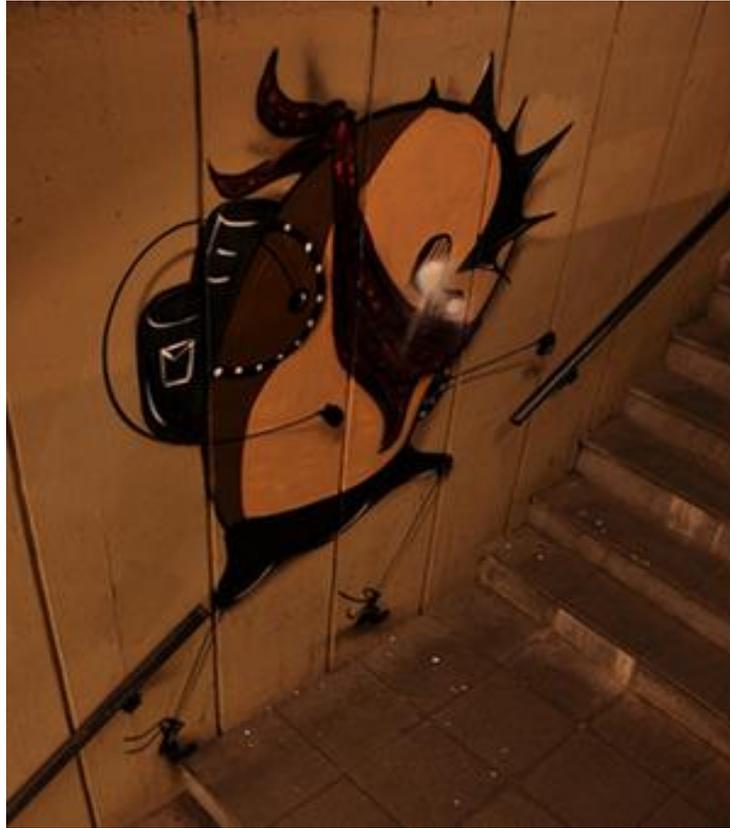


Figura 28: Baycroc, terminal Hauer, Curitiba. (QUINTADATINTA, 2012)

3. RESULTADOS E ANÁLISES

Para esta pesquisa foi elaborado um diário de campo com a descrição da aula realizada sobre sombra e penumbra utilizando uma metodologia diferenciada, que é a associação com as representações visuais na arte urbana.

Estes diários de pesquisa de campo são geralmente utilizados em pesquisas de cunho qualitativo, como já mencionado anteriormente nos aspectos desta pesquisa e como aponta o autor Dario Fiorentini (2010).

[...] Ali o professor-pesquisador narra vivências, fenômenos e episódios e os interpreta com base em seus conhecimentos e suas experiências passadas. Narra o que esses acontecimentos significam para ele e que lições ou aprendizados extrai para a sua vida pessoal e profissional. (FIORENTINI, 2010, p.107)

Ao analisar o diário de campo, pode-se separar em três categorias, que são: metodologia, participação e conteúdo.

Com relação à metodologia diversificada pode-se perceber uma maior participação dos alunos perante a aula, pois além de o Grafite chamar a atenção, por si só ele é encontrado nas ruas da cidade em que os alunos vivem. Este fator com toda certeza influenciou positivamente, porque era nítida a curiosidade dos alunos ao tentarem descobrir a localidade e se estes já haviam estado nesses lugares.

Misturar Física com as Artes, teatro, cinema,..., é um fator que muitos alunos ainda acham impossível. Aplicar os conceitos a serem ensinados de uma maneira mais dinâmica faz com que os alunos tenham uma maior curiosidade ao estudar e entender a matéria explicada, pois assim conseguem verificar que a Física não é apenas uma substituição de equações, e que está presente no cotidiano dos alunos.

No que se diz respeito a participação, observou-se que os alunos ficaram bem a vontade ao responder as questões propostas, além de proporcionar uma discussão entre eles a respeito das matérias e conceitos envolvidos, não só apenas de Física, mas também a respeito de cidadania, relações pessoais e cultura.

Um dos momentos em que ouve uma maior participação de toda a turma foi ao mostrar a imagem do Grafite das ruas de Roma de autoria de Ron English. Todos ficaram espantados com a riqueza de detalhes da obra de arte, além da discussão dos conceitos existentes nessa pintura.

Já o conteúdo não apresentou grandes dificuldades perante os alunos, pois já haviam visto este conteúdo no começo do semestre, então a maioria dos alunos apresentou certa tranquilidade ao responder as perguntas feitas durante a aula.

A maioria mostrou-se bem interessada na explicação dos conceitos e percebeu-se uma dificuldade quando foram questionados sobre a sombra projetada na parede quando apenas uma parte do objeto é encostada no anteparo. A sombra projetada quando o objeto está um pouco mais afastado da parede é mais difusa do que a sombra de um objeto que está mais próximo do anteparo. Sendo assim estabeleceu-se uma discussão bem interessante, pois entre eles havia divergências de ideias com relação a que parte da perna da

batata estava encostada na parede e qual não estava e apenas um aluno respondeu qual seria a configuração do desenho colocando que “os pés da batata estariam encostados na parede e as perninhas não, proporcionando uma sombra mais difusa nas pernas”.

4. CONCLUSÃO

Inserir o cotidiano do aluno nas aulas é muito importante, pois este consegue ligar o conteúdo, que muitas vezes é colocado como sendo apenas equações, com o que ele vivencia, podendo verificar as aplicações do estudo da sala de aula no seu dia a dia.

Percebeu-se uma boa colaboração e participação da turma perante a aula. A dificuldade observada na turma ao responder como o objeto estava posicionado na parede, ou perto dela, ocasionou certa discussão a respeito, enriquecendo mais a aula.

Tendo em vista que essa parte do conteúdo de certa forma já havia sido lecionada para a turma, a aprendizagem significativa obtida foi a por recepção, pois o conteúdo foi apresentado ao aprendiz na sua forma final de conceito e a propagação retilínea da luz servindo de subsunção para este aprendizado.

Verificando a maneira como a atividade foi aplicada, acredita-se que foi satisfatória a utilização das Artes para complementar o estudo da Física, tendo ela função de despertar a curiosidade e mostrar uma das aplicações a respeito desse fenômeno óptico.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Luciana M.S. et al. A Interdisciplinaridade entre física e Arte: O Barroco e o Modernismo em uma aula de Ciências. **CiênciaMão**, Rio de Janeiro. p 1-8, 2005. Disponível em:<
[www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=snef&cod=_ainterdisciplinaridad](http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=snef&cod=_ainterdisciplinaridad
<a href=)
[een](http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=snef&cod=_ainterdisciplinaridad)>. Acesso em: 22/01/2014.

BARDIN, Laurence. **Análise Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura – Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. **PCN+ - Ensino Médio, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, 2002**. Disponível em: <portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf> Acesso em: 15 fev. 2014.

CASATI, Roberto. **A Descoberta da Sombra**. São Paulo: Schuwarcz LTDA, 2001.

CIÊNCIA e Cultura na Escola. Princípios Fundamentais-I. Disponível em:<
[http://www.ciencia-cultura.com/pagina_fis/vestibular00/vestibular-](http://www.ciencia-cultura.com/pagina_fis/vestibular00/vestibular-fenomenosopticos002.html)
[fenomenosopticos002.html](http://www.ciencia-cultura.com/pagina_fis/vestibular00/vestibular-fenomenosopticos002.html)> Acesso em: 08 fev. 2015

DEL VECCHIO, Annalice. Um role pelas ruas de Curitiba. **Gazeta do Povo**, publicado em 12/12/2008. Disponível em:
<<http://www.gazetadopovo.com.br/cadernog/conteudo.phtml?id=837735>>
Acesso em: 10 fev.2015

ENGLISH, Ron. **Popaganda**. Disponível em: <
<https://www.popaganda.com/about> > Acesso em: 10 fev. 2015

ENGLISH, Ron. **Temper Tot**. Popaganda. Disponível em:
<<https://www.popaganda.com/news/temper-tot> > Acesso em: 10 fev. 2015

ENGLISH, Ron. **The Outsiders**. Disponível em: <
<http://www.theoutsiders.net/artist/ron-english>> Acesso em: 10 fev. 2015

FIORENTINI, Dario. "**Diários e narrativas reflexivos sobre a prática de ensinar e aprender**". In: Pesquisa e Ensino em Ciências e Matemática I. FE-UNICAMP, pp.107-119, 2010

LEITE, M.M. A batata vai assar malandro. **Curitiba Cultura**, publicado em 07/10/2010. Disponível em:< <http://www.curitibacultura.com.br/media-gallery/detail/11/50>> Acesso em: 08 fev.2015

MARQUES, Gheysa. **Baycroc – Exposição de Arte Urbana**. Disponível em:<
<http://percevejo.art.br/2010/baycroc-exposicao-de-arte-urbana/>>. Acesso em 27 jan. 2015

MOREIRA, Marco Antônio. **A Teoria da Aprendizagem Significativa**. Porto alegre, 2009.

NUNES, Anderson L.; TEIXEIRA, Gabriella A. Ciência e Arte: razão e Sensibilidade. **CiênciaMão**, Rio de Janeiro. p 1-7, 2006. Disponível em:<
http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=snf&cod=_cienciaeartera zaoesensib>. Acesso em: 22 jan. 2014

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica**. São Paulo. 10^a ed. v. 4, 2013.

PROSSER, E. S. **Arte, representações e conflitos no ambiente urbano: O Graffiti em Curitiba (2004-2009)**. Curitiba, 2009.

QUEIROZ, G.; BARBOSA-LIMA, M.C.; SANTIAGO, R.; VIANA, J.C. **Luz: Ciência, Arte e Ensino de Física**. Rio de Janeiro. Disponível em: <
http://www.cienciamao.usp.br/dados/epf/_luzcienciaarteensinodef.trabalho.pdf>. Acesso em 09 fev. 2015

QUINTADATINTA-Baycroc. Beco41. Curitiba 2012. Disponível em:<
http://beco41.blogspot.com.br/2011/02/quintadatinta-baycroc.html#.Ux_e1872O-0> Acesso em: 08 fev. 2015

SILVEIRA, Fernando L. A “atração” entre as Sombras!. **A Física na Escola**, Rio Grande do Sul v.8, n.1, p 1-10, 2007. Disponível em: <
<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol8/Num1/v08n01a04.pdf>>. Acesso em: 22/01/2014.

SILVEIRA, Fernando L. et al. O Encolhimento das Sombras. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Instituto de Física.** Rio Grande do Sul: v.25, n.2: p 228-246, ago.2008. Disponível em:<
http://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/Sombras_encolhem.pdf>. Acesso em: 22/01/2014.

YAMAMOTO, Kazuhito.; FUKU, L.F. **Física para o Ensino Médio.** São Paulo: Saraiva, v. 2, 2010.

ZANETIC, João. **Física e Arte:** uma ponte entre duas culturas. São Paulo. proposições, v. 17, n.1, 2006.

APÊNDICE 1 -

DIÁRIO DE CAMPO: AULA SOBRE FORMAÇÃO DE SOMBRA E PENUMBRA
(17/11/2014) turma de 2º ano.

Primeiramente fui até a sala para chamar os alunos para irem até o laboratório de ciências. Expliquei meio por cima sobre o tema e falei que eu me lembrava de alguns alunos que estavam ali na sala, pois eu já havia dado aula para eles no estágio 3.

Alguns alunos falaram que se lembravam de mim e ficaram felizes porque iam no laboratório.

Quando chegamos ao laboratório todos sentaram e um dos alunos me ajudou a arrumar o projetor de *slides*.

(O laboratório tem duas bancadas compridas nas laterais).

Logo no começo passei o termo de assentimento e expliquei a importância deles assinarem e me devolverem. A maioria dos alunos deu uma olhada nas duas folhas e depois guardaram na mochila, outros falaram sobre ter o meu telefone na folha e perguntaram se podiam me ligar se precisassem tirar duvidas.

Nesta hora alguns alunos também comentaram sobre isso e todos os alunos começaram a conversar.

Chamei a atenção deles e pedi para que eles parassem para eu poder começar a aula.

Eles ficaram quietos na hora e começaram a prestar atenção.

Depois que eu falei sobre o tema (formação de sombra e penumbra) o professor Jean comentou sobre a sombra ser conhecida como uma coisa tenebrosa e que eu iria estudar sobre isto.

Logo no segundo *slide* (após a apresentação, imagem das batatas subindo o muro) os estudantes ficaram inquietos e começaram a responder entusiasmados. Um dos alunos (A1) disse de cara que a foto era um grafite e que havia visto desenhos semelhantes perto da sua casa.

A maioria dos alunos falou que eram ninjas armados nos desenhos e a aluna (A2) disse que eram feijões.

Eu até comentei que a minha mãe também achou que eram feijões e ela ficou animada embora o resto da turma tenha tirado “sarro” por ela dizer que eram feijões.

Outro aluno (A5) disse que sabia quem havia pintado as imagens, mas não se lembrava do nome do artista.

Quando eu passei para o terceiro *slide* (que era a foto tirada perto do Teatro Paiol na pista de *skate*) mais ou menos uns quatro alunos falaram na hora que sabiam aonde era e já tinham visto.

A mesma aluna (A2) que havia dito que as imagens pareciam feijões disse o local e que ela já tinha visto “elas” ali na praça.

Eu disse que elas eram sempre bem parecidas, com as mesmas características, e alguns alunos começaram a citá-las. Eles disseram que elas sempre apareciam mascaradas, tinham armas e notaram que dos seus olhos saíam como se fossem umas luzes. Um dos alunos (A5) até falou sobre a arma que estava na pintura. (ele falou sobre a apologia ao uso de armas e que na maioria dos grafites isso fica evidente).

Quando eu mudava de *slide* eles sempre comentavam sobre a fotografia e achavam interessante o jeito que o artista se expressava. E quando eu falei que as imagens eram batatas e não feijões eles riram e tentaram achar semelhanças com uma batata.

Falei sobre o manifesto contra os “*fast food*” e um dos alunos (A4) (o mesmo que me ajudou a arrumar o projetor) falou que tudo tem uma mensagem subliminar remetendo ao *Mc Donalds*.

A maioria dos alunos achou engraçada a questão de serem batatas e de elas quererem salvar as suas amigas batatas fritas que morrem todos os dias nos diversos *fast foods* que a cada dia estão “dominando” as praças de alimentação.

No *slide* 5 eu perguntei como que a imagem do portão ficava parecendo que a batata tinha volume e eles responderam que era por causa da sombra que o artista pintou em alguns pontos.

No sexto *slide* eu falei sobre a diferença das fontes que seria a luz do sol e a luz “imaginária” que o artista usou para pintar.

Sempre tinha algum comentário e no geral mostravam que estavam interessados e animados na aula.

Quando eu falei da luz “imaginária” eles disseram que fazia sentido e fizeram uma cara de assustados como se não tivessem pensado nesta situação.

No 7º *slide* sobre a experiência de ser uma formiguinha eu usei o slide anterior e falei que eles estavam na sombra da perna da batata.

Eles sempre conversavam durante a aula e também comentavam sobre as minhas perguntas.

Na maioria das vezes eram os mesmos alunos que respondiam as minhas perguntas e muitos ficavam quietos.

Eles disseram que viriam as pernas da batata se fossem as formigas e eu perguntei se eles sempre iriam só ver a perna e daí eu passei a lanterna para eles realizarem a experiência.

A lanterna foi passando de mão em mão, mas alguns dos alunos não fizeram a experiência porque reclamaram da claridade no olho.

Nesta hora os alunos ficaram conversando porque só havia uma lanterna para toda a turma e os alunos tinham que esperar até todos fazerem a experiência. Então tive que atender cada um separadamente ou em pequenos grupos ajudando eles a segurarem a lanterna e mostrando o que era para ser feito.

A maioria dos alunos quando pegavam a lanterna para fazer o experimento achava engraçado porque fazia sombra no rosto dos colegas e também porque a maioria dos alunos fazia careta quando piscavam de um olho. Alguns demonstravam dificuldade para mexer o dedo ou a lanterna, então eu ajudava.

Muitos comentavam sobre a experiência logo depois que a faziam. Falaram que conforme afastava o dedo do olho eles viam a luz da lanterna e quando o dedo estava mais próximo dos olhos só conseguiam ver o dedo.

Tive que ajudar um dos alunos (A3) a segurar a lanterna porque ele não conseguia segurar a lanterna e mexer o dedo; daí alguns amigos dele começaram a rir e depois que o ajudei este aluno falou sobre o que ele estava vendo.

Logo depois eu falei sobre eu ter escolhido Física e não artes (fiz uma piadinha sobre eu desenhar não muito bem) e eles riram quando eu mudei de *slide* e mostrei o meu desenho sobre formação de sombra.

Quando eu falei sobre fonte pontual eles perguntaram o que era isso e eu expliquei diferenciando da fonte extensa que é o Sol.

Quando eu ainda estava explicando sobre a formação de sombra no desenho que estava no *slide* uma aluna disse: “Ahh, é uma unha e um dedo no desenho”. Todos riram e eu que já havia explicado o desenho voltei e expliquei-o novamente. (ri novamente e falei que era por não desenhar bem que eu fui para a Física, brincando com eles).

Nessa hora o professor Jean resolveu explicar sobre eclipse e os alunos fizeram algumas perguntas. Eles ficaram muito interessados nessa parte da aula também. Foi bem legal porque eles viram mais uma aplicação da sombra.

Depois disso, no 10º *slide*, eu mostrei as perninhas da batata (perto do anteparo e longe do anteparo) e eles acertaram qual era qual.

No *slide* 11, eu perguntei qual era a diferença dessa imagem com a anterior e eles tentaram falar, mas não conseguiram. Apenas um aluno falou sobre a perna da batata que não estava mais paralela à parede, mas sim que os pés da batata estariam encostados na parede e as perninhas não, proporcionando uma sombra mais difusa nas pernas. Os colegas dele riram, mas logo ficaram quietos quando eu disse que estava certo.

Depois que eu expliquei sobre o ângulo presente no desenho alguns alunos falaram que a parte da perna que estava mais perto da parede eram os pés.

No 12º *slide* a imagem foi aproximada e eles falaram da sombra das perninhas da batata e eles viram a relação das imagens anteriores com as da foto.

Eles falaram da diferença do grafite de Roma com o do Brasil e eles acharam interessante o festival de Roma, pois é uma chance de muitos artistas exporem seus trabalhos.

Um dos alunos (A4) me perguntou se eu tinha percebido que no desenho de trás do boneco tinha um “sapo” sorrindo para frente. Eu realmente não havia reparado nessa imagem e achei bem interessante o comentário de aluno, pois mostrou que ele observou a imagem mostrada e tentou prestar atenção nos mínimos detalhes.

Vários alunos apontaram as coisas que acharam importante sobre a imagem. Eles falaram sobre a sombra do braço do boneco, pois acharam ela bem feita e bem pensada para dar o efeito que o artista queria. (pois realmente acharam que o braço do boneco estava projetado mais para fora do muro como se estivesse se “soltando”).

Comentaram também sobre o *Batman*, pois acharam engraçado o rosto dele e também comentaram do nariz do *Mickey* que também parecia que estava saltando para fora da parede.

As últimas imagens foram de mais batatas. Aqui eles também foram comentando os locais que eles achavam que estava localizada a pintura e quando eles não sabiam o local eles perguntavam onde que ficava.

Um dos alunos disse que perto do Boqueirão ele também já viu estas batatas.

Uma aluna disse que nunca tinha reparado nelas, mas daí ela disse que iria começar a reparar nas ruas. Eu até comentei que a minha mãe também nunca tinha reparado nesses grafites, mas que agora em todo lugar que ela passa e tem grafite ela presta atenção para ver se não acha alguma batata perdida por aí!

No *slide* 17 da batata do terminal do Hauer eles falaram mais. Uma das alunas disse que conhecia o lugar, mas que não sabia bem exatamente onde era. Um dos alunos disse que achava que era no terminal perto da casa dele e quando eu disse que era no terminal do Hauer a menina disse que sabia que conhecia o local.

Outro estudante ficou surpreso em saber que era ali perto e outro disse que já não tem mais esse grafite lá.

No último *slide*, que era a imagem de batatas fritas, quando eu mostrei, os alunos riram muito e acharam legal a comparação entre o tema da aula e a imagem das batatas fritas. Alguns alunos disseram que eu deveria ter levado batatas para eles comerem, pois estava perto da hora do almoço e depois de ver tanta batata eles estavam com fome.

Perguntei se eles tinham alguma dúvida sobre o assunto e eles disseram que não.

Eu mais uma vez frisei a importância deles me devolverem o termo com a assinatura e dois dos alunos que já são maiores de idade me entregaram.

O professor Jean disse que um dos alunos da sala vai prestar o vestibular para Física e alguns outros estudantes ficaram rindo dele e dizendo que ele é louco por escolher este curso.

Eu fiquei bem feliz em saber isso e percebi que este aluno realmente é muito curioso e ele era um dos que mais respondia as minhas perguntas durante a aula. Eu disse para eles marcarem uma visita lá na UTFPR para poderem visitar a instituição e ver os laboratórios. Um dos alunos (aquele que me ajudou com o projetor no começo da aula) perguntou se eu estaria lá na faculdade e eu rindo disse que esperava estar formada, mas que se eles precisassem de alguma coisa eu poderia tentar ajudar.

No final da aula, enquanto aguardávamos mais um pouco para sair, alguns alunos vieram falar comigo e com o professor Jean e alguns me contaram sobre o que eles estavam pensando em fazer no vestibular.

Achei bem interessante, pois deu para observar que eles realmente estavam interessados em me contar que curso queriam fazer e o que eu pensava sobre isso.

Soube que um dos alunos vai fazer intercâmbio no ano que vem e que ele vai cursar Direito, porque toda a sua família fez este curso.

Depois começamos a conversar um pouco sobre *vídeo game* e sobre os brinquedos que estão dando no Mc Donalds, e mais uma vez eles disseram que caímos na história das batatas e em comida.

ANEXO 1 - TERMO DE ASSENTIMENTO

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

Informação geral: O assentimento informado para a criança/adolescente não substitui a necessidade de consentimento informado dos pais ou guardiães. O assentimento assinado pela criança demonstra a sua cooperação na pesquisa.

Título do Trabalho de Conclusão de Curso: UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR PARA O ENSINO DE ÓPTICA ENVOLVENDO A REPRESENTAÇÃO DE SOMBRAS E PENUMBRAS NAS ARTES VISUAIS.

Investigador: Erica Miranda Suckow

Local da Pesquisa:

Endereço:

O que significa assentimento?

O assentimento significa que você concorda em fazer parte de um grupo de adolescentes, da sua faixa de idade, para participar de uma pesquisa. Serão respeitados seus direitos e você receberá todas as informações por mais simples que possam parecer.

Pode ser que este documento denominado TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO contenha palavras que você não entenda. Por favor, peça ao responsável pela pesquisa ou à equipe do estudo para explicar qualquer palavra ou informação que você não entenda claramente.

Informação ao sujeito da pesquisa:

Você está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa, com o objetivo de usar atividades relacionadas à óptica geométrica e observar se os alunos tiveram uma aprendizagem significativa com relação a formação da sombra e penumbra.

Esta pesquisa faz parte de um Trabalho de Conclusão de Curso da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, e será feita na turma de segundo ano do Ensino Médio. Será duas atividades, a primeira para reconhecer a estrutura cognitiva do aluno e a segunda para fazer a relação do que já existe nesta estrutura com os novos conteúdos. A análise dos dados será feita a partir de um diário de campo em que serão anotados momentos chave da aula, porém os nomes dos alunos ficarão em sigilo, não sendo informado no trabalho.

Espera-se obter dados para avaliar estas atividades e observar se ocorreu a aprendizagem significativa, tendo como benefícios a parte acadêmica, pois toda e qualquer atividade em sala de aula gera uma discussão, e a possível utilização destas atividades por outros professores.

Se concordar voluntariamente em participar da pesquisa, o sujeito terá que assistir às aulas e sempre que puder, participar, respondendo as questões feitas pelo professor-pesquisador.

Caso você aceite participar, a pesquisa envolverá duas aulas de Física sobre óptica geométrica, serão mostrados vários grafites para contextualizar a física através da arte de rua e serão feitas várias perguntas sobre os grafites, com relação à sombra e a penumbra.

A participação nesta pesquisa é voluntária e caso você opte por não participar, não terá nenhum prejuízo ou represálias.

Contato para dúvidas:

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

DECLARAÇÃO DE ASSENTIMENTO DO SUJEITO DA PESQUISA:

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

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

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

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

NOME DO INVESTIGADOR	ASSINATURA	DATA
----------------------	------------	------

NOME DO RESPONSÁVEL	ASSINATURA	DATA
---------------------	------------	------

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

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