



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MESTRADO PROFISSIONAL EM
ENSINO DE FÍSICA

GEOVANI VICTOR PEREIRA DA SILVA

O USO DE FANZINES PARA O ENSINO DE FÍSICA

FORTALEZA
2023

GEOVANI VICTOR PEREIRA DA SILVA

O USO DE FANZINES PARA O ENSINO DE FÍSICA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Ensino de Física, da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Wellysson de Alencar Sobreira.

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S58u Silva, Geovani Victor Pereira da.
o uso de fanzines para o ensino de física / Geovani Victor Pereira da Silva. – 2023.
83 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação,
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Fortaleza, 2023.
Orientação: Prof. Dr. Fernando Wellysson de Alencar Sobreira .

1. Ensino de Óptica. 2. Fanzines. 3. Sala de Aula Invertida. I. Título.

CDD 530.07

GEOVANI VICTOR PEREIRA DA SILVA

O USO DE FANZINES PARA O ENSINO DE FÍSICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Física da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Profissional.

Aprovada em: 15/07/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fernando Wellysson de Alencar Sobreira (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Carlos Alberto Santos de Almeida
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Glauco Cohen Ferreira Pantoja
Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA)

A Deus.

Às memórias da minha querida avó Rita Maria.

AGRADECIMENTOS

A Deus por guiar meus passos e me conceder sabedoria durante toda minha vida.

À toda minha família, por estar sempre me apoiando e acreditando no meu potencial.

À minha querida avó Rita Maria, por ter sido responsável pela a minha criação e construção da pessoa que sou hoje. Sou extremamente grato a senhora, obrigado pelos seus ensinamentos, nossas conversas e todos os outros momentos que passamos juntos, eu sempre os levarei guardados em meu coração.

À minha companheira Daiane Vieira, por seu apoio incondicional durante todas as etapas vivenciadas durante o mestrado e por ser uma pessoa pela qual tenho uma profunda admiração e zelo.

À CAPES, por fomentar programas de pós-graduação, como o Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), em todo Brasil, concedendo a oportunidade aos professores desenvolverem suas práticas educativas.

Ao Prof. Dr. Fernando Wellysson de Alencar Sobreira, pelo suporte que me foi dado durante todo o percurso acadêmico na realização deste mestrado e por ser uma pessoa bastante solícita com todos que lhe pedem ajuda.

À Prof. Dr. Maria Luiza Miguez, por toda sua colaboração durante a aplicação dos fanzines, no ensino de Física, junto aos estudantes do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), campus Paragominas.

Aos professores participantes da banca examinadora Glauco Cohen Ferreira Pantoja e Carlos Alberto Santos de Almeida pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos meus colegas da turma de mestrado José Luiz e Rerison de Sousa, pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas.

“[...] Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção.” (FREIRE, 2015, p.47).

RESUMO

O processo de aprendizagem dos educandos, por possuir um comportamento dinâmico, não pode ser encarado com estruturação das aulas em modelo tradicional, pois as lacunas deixadas por um modelo de aula defasado acabam por comprometer uma aprendizagem efetiva de seus participantes. Desse modo, requeridas as necessidades de mudança no cenário educacional, este trabalho propõe a utilização da metodologia ativa sala de aula invertida, alicerçadas aos parâmetros da BNCC e da Teoria das Inteligência Múltiplas de Gardner, como estratégia para propiciar uma aprendizagem significativa dos educandos. A proposta pedagógica consistiu na construção de fanzines por equipes voltadas para o ensino de óptica. A metodologia consistiu em quatro encontros com os estudantes em que se foram apresentados tópicos como: o que são fanzines e como produzi-los, local de publicação desses materiais na plataforma padlet, momento de ajustes com a avaliação e acompanhamento do professor e, por fim, a apresentação e conferência dos fanzines para toda turma. Os resultados obtidos indicaram um bom engajamento da turma com essa metodologia, assim como uma melhor compreensão dos conteúdos de óptica. Os educandos tiveram a oportunidade de desenvolver diversas habilidades que os evidenciaram como protagonistas do processo de aprendizagem, conseguindo aplicar o conceito de inteligência, na perspectiva de Gardner, em muitas dimensões.

Palavras-chave: ensino de óptica; fanzines; sala de aula invertida.

ABSTRACT

The students' learning process, due to its dynamic behavior, cannot be faced with the traditional model of structuring classes, as the gaps left by an outdated class model end up compromising the effective learning of its participants. Thus, requiring the need for change in the educational scenario, this work proposes the use of the active inverted classroom methodology, based on the parameters of the BNCC and Gardner's Theory of Multiple Intelligences, as a strategy to provide meaningful learning for students. The pedagogical proposal consisted of building fanzines in teams aiming the teaching of optics. The methodology consisted of four meetings with the students in which topics such as: what are fanzines and how to produce them, place of publication of these materials on the padlet platform, moment of adjustments with the evaluation and monitoring of the teacher and finally the presentation and conference of fanzines for the whole class. The results obtained indicated the class engagement with this methodology, as well as a better understanding of the contents of optics. The students had the opportunity to develop different skills that made them protagonists of the learning process, managing to apply the concept of intelligence, from Gardner's perspective, in many dimensions.

Keywords: optics teaching; fanzines; inverted classroom.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Capa da obra de Roy Palmer, publicada em 1930 - The Comet (O cometa).....	18
Figura 2 – Demonstração ilustrada do processo de produção e distribuição do fanzine.....	21
Figura 3 – Obra de Edson Rontani, publicada em 1965.....	21
Figura 4 – Cartaz da I Convenção Brasileira de Ficção Científica, realizada em setembro de 1965.....	22
Figura 5 – Capa da edição número 1 de: As aventuras do Flama, publicada em 1963.....	23
Figura 6 - Inteligências Múltiplas de Gardner.....	28
Figura 7 – Infográfico das 10 competências gerais da educação básica.....	39
Figura 8 – Infográfico da composição do ensino médio pela BNCC com base 10 competências gerais da educação básica.....	40
Figura 9 – Tabela comparativa entre os modelos de ensino tradicional e sala de aula invertida.....	44
Figura 10 – Tabela com os pilares da aprendizagem invertida.....	45
Figura 11 – Representação dos elementos que compõem o olho humano.....	46
Figura 12 – Formação da imagem na retina.....	47
Figura 13 – Formação da imagem em um olho míope (a) e correção necessária para a imagem voltar a se formar na retina (b).....	48
Figura 14 – Formação da imagem em um olho hipermetrope (a) e correção necessária para a imagem voltar a se formar na retina (b).....	50
Figura 15 – Formação da imagem em um olho com astigmatismo (a) e correção necessária para a imagem voltar a se formar na retina (b).....	50
Figura 16 – Observação de uma lagarta em um olho emetrope.....	51
Figura 17 – Processo de formação de imagem em um telescópio refrator.....	54
Figura 18 – Processo de formação de imagem em um telescópio refrator.....	56
Figura 19 – Comportamento da luz na atmosfera.....	58
Figura 20 – Miragem no deserto.....	59
Figura 21 – Processo de espalhamento da luz solar ao atravessar a atmosfera.....	60
Figura 22 – Processo de espalhamento da luz solar ao atravessar a atmosfera.....	61
Figura 23 – Mural colaborativo presente no padlet.....	63
Figura 24 – Representação dos níveis de desenvolvimento do indivíduo de Vygotsky.....	66
Figura 25 – Exemplo de retorno dado aos estudantes do IFPA (2022).....	68
Figura 26 – Mural colaborativo dos estudantes do IFCE (2021).....	69
Figura 27 – Mural colaborativo dos estudantes do IFPA (2022).....	69

Figuras 28 (a) e (b) – Trecho do fanzine sobre doenças da visão constituído pelos estudantes do IFCE (2021).....	70
Figura 29 – Trecho do fanzine sobre instrumentos ópticos constituído pelos estudantes do IFCE (2021).	71
Figura 30 (a) e (b) – Trecho do fanzine sobre defeitos da visão constituído pelos estudantes do IFPA (2022).	72
Figura 31 – Trecho do fanzine sobre lentes gravitacionais constituído pelos estudantes do IFPA (2022).	73
Figura 32 (a) e (b) – Trecho do fanzine sobre lunetas constituído pelos estudantes do IFPA (2022).....	74
Figura 33 – Trecho do fanzine sobre microscópios constituído pelos estudantes do IFPA (2022).....	75

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Respostas dos estudantes do IFCE (2021) e IFPA (2022) quanto a compreensão do conteúdo de óptica.....	76
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	-	Etapas propostas aos estudantes do IFCE e IFPA	64
Tabela 2	-	Respostas dos estudantes do IFCE (2021) quanto às estratégias de comunicação durante a pandemia	76
Tabela 3	-	Respostas dos estudantes do IFCE (2021) e IFPA (2022) quanto às sugestões do uso dos fanzines no ensino de física	78

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CF/88	Constituição Federal de 1988
DCNE M/2011	Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio de 2011
HQs	Histórias em Quadrinhos
IA	Inteligências Artificiais
IFCE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
IFPA	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
NEM	Novo Ensino Médio
PNE	Plano Nacional de Educação
QI	Quociente de Inteligência
SAT	Schoolastic Aptitude Test (Teste de Aptidão Escolar)
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

LISTA DE SÍMBOLOS

θ	Ângulo visual
s	Distância do objeto
y	Tamanho do objeto
f	Foco da lupa
M	Ampliação angular
θ'	Ângulo formado entre o objeto e o olho com o auxílio da lupa
I	Imagem
F_1'	Segundo foco
F_2	Foco da ocular
F_1	Foco da lente objetiva
m_1	Ampliação transversal
S_1	Distância do objeto até a lente objetiva
S_1'	Distância entre a imagem e a lente objetiva
n	Índice de refração
δ	Espessura da camada
$\Delta\theta$	Separação angular mínima
λ	Comprimento de onda da luz
a	Raio da lente objetiva

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Objetivos.....	15
1.2 Descrição deste trabalho.....	19
2 A TRAJETÓRIA DOS FANZINES ATÉ OS DIAS ATUAIS NO BRASIL.....	18
2.1 Origem	18
2.2 Características	19
2.3 Fanzine no Brasil	21
2.4 Tipos de fanzine	23
2.5 Fanzine como ferramenta pedagógica	24
3 A EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE INTELIGÊNCIA	25
3.1 Origem dos testes de QI	25
3.2 Definição de inteligência na perspectiva de Gardner.....	27
3.3 As inteligências múltiplas de Gardner	28
3.3.1 <i>Inteligência Musical</i>.....	29
3.3.2 <i>Inteligência Corporal-cinestésica</i>.....	30
3.3.3 <i>Inteligência lógico-matemática</i>	31
3.3.4 <i>Inteligência Linguística</i>.....	32
3.3.5 <i>Inteligência Espacial</i>	33
3.3.6 <i>Inteligência Interpessoal e Intrapessoal</i>.....	34
3.3.7 <i>Inteligência Naturalista</i>.....	35
4 A BNCC E AS MUDANÇAS NA EDUCAÇÃO BRASILEIRA.....	36
4.1 Competências	38
4.2 A BNCC e o ensino médio	39
4.3 As Metodologias Ativas na Educação	41
4.4 Sala de aula invertida	42
5 UMA DIGRESSÃO SOBRE ÓPTICA	46
5.1 O PRIMEIRO INSTRUMENTO ÓPTICO: OLHO HUMANO	46
5.2 DOENÇAS DA VISÃO (AMETROPIAS).....	48

5.2.1 Miopia	48
5.2.2 Hipermetropia	49
5.2.3 Astigmatismo	50
5.3 INSTRUMENTOS ÓPTICOS DE OBSERVAÇÃO	51
5.3.1 Lupa	51
5.3.2 Telescópio	53
5.3.3 Microscópio	56
5.4 COMPORTAMENTO DA LUZ EM MEIOS IMONOGÊNEOS	57
5.4.1 Miragens	59
5.5 DISPERSÃO DE RAYLEIGH	60
6 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	62
6.1 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL NOS INSTITUTOS FEDERAIS DO CEARÁ E PARÁ	62
6.2 O QUE SE ESPERAVA?	66
6.3 COMO OS ESTUDANTES FORAM AVALIADOS?	67
7 RESULTADOS	69
8 CONCLUSÃO	79
REFERÊNCIAS	81
APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL	83

1 INTRODUÇÃO

O modelo de educação tradicional está enraizado junto ao surgimento das primeiras escolas em solo brasileiro. Esse acontecimento se sucedeu devido ao ensino religioso implantado pelos jesuítas na catequização dos indígenas brasileiros. A utilização do método *Ratio Studiorum*¹ valorizava a exposição e a memorização dos conteúdos. Com o passar das épocas novas correntes pedagógicas foram surgindo, entretanto o modelo tradicional, por suas características arraigadas na sociedade brasileira, continua muito forte na atualidade.

A aula de hoje não deve ser a mesma que foi ensinada no passado, pois é necessário lembrar que a educação é um processo dinâmico que implica a reflexão das diversas mudanças estabelecidas na sociedade. Nesse sentido, a escola, como espaço formativo de cidadãos, é um reflexo da sociedade contemporânea e nela existem relações sociais que a caracterizam como tal.

O uso de práticas pedagógicas que permitem o comportamento passivo do aluno diante do professor orador, classificada como educação bancária por Paulo Freire, não mais se encaixam no cenário da sociedade atual. Hoje se busca um indivíduo em formação cada vez mais engajado com as problemáticas que o cercam, características como a proatividade e o protagonismo estudantil são essenciais no processo de ensino aprendizagem.

A educação, por ser um processo dinâmico, ocorre em todos os momentos da vida e é inerente a todos os indivíduos, ou seja, a educação acontece não somente na escola, mas na vida do educando. Desse modo, é preciso valorizar as experiências vivenciadas pelos estudantes no momento em que eles chegam na escola, pois esse conhecimento adquirido por eles ao longo da vida faz parte do seu repertório cultural e carregados de significados.

Diante desse prisma de conceitos, procurou-se utilizar uma metodologia que valorizasse tais experiências internalizadas nos estudantes. Portanto foi utilizado a construção dos fanzines no ensino de óptica como uma estratégia de contribuir para um melhor processo de ensino e aprendizagem dos educandos. A própria BNCC estabelece o desenvolvimento de competências, habilidades e atitudes no educando durante o seu aprendizado.

Vale ressaltar que apesar de essa abordagem ter sido utilizada no ensino dos conteúdos de óptica, ela não fica restrita somente a ele, muito pelo contrário, ela pode ser

¹ É uma expressão provinda do latim cujo seu significado é: Método de Estudo

desenvolvida em outras áreas da física como a Termodinâmica, Eletricidade, Magnetismo e muitas outras. Findadas todas as justificativas para concepção dessa estratégia pedagógica, conheceu-se um pouco mais as estruturas presentes nesta obra.

1.1 Objetivos

Esta obra tem como objetivo principal promover uma aprendizagem mais significativa através da utilização dos fanzines como uma ferramenta pedagógica com o intuito de alcançar um maior envolvimento dos estudantes com a disciplina de Física. Alguns dos objetivos específicos estão listados a seguir:

- Apresentar o fanzine aos estudantes e utilizá-lo como um canal de comunicação para divulgação do conhecimento científico na disciplina de óptica.
- Mostrar aos estudantes o conteúdo de óptica de maneira a propor uma aprendizagem mais significativa.
- Avaliar os estudantes de acordo com as apresentações e os fanzines publicados.

1.2 Descrição deste trabalho

No primeiro capítulo desta obra será apresentado o conceito dos fanzines, com uma breve discussão sobre suas origens, suas características e sua aplicabilidade dentro do contexto educacional. É importante frisar que o fanzine possui um alto poder comunicativo, para isso basta lembrar que suas origens se remetem à comunicação de pessoas apaixonadas por determinado tema, e que pode ser utilizado como um potencializador do exercício da criatividade de quem o produz.

Os fanzines se diferenciam das revistas editoriais pois não precisam se encaixar em padrões normativos do mercado editorial, o que permite o surgimento de diversos tipos de fanzines e a criação de narrativas representadas nos mais variados moldes, seja eles, por exemplo, pela criação de um texto poesia, por colagens de figuras de jornais e revistas ou até mesmo a criação de histórias em Quadrinhos (HQS)².

² Os estudantes são grandes consumidores da cultura Pop e as narrativas de HQS fazem parte desse universo.

No capítulo seguinte se é apresentado e discutido o conceito de inteligência e como ele foi se modificando ao longo do tempo na sociedade. A criação do teste de QI por Binet acaba gerando um equívoco sobre o que seria a inteligência e isso fez com que se fossem valorizados apenas uma única dimensão intelectual. Entretanto Gardner, ao realizar seus estudos na área de neurociência, chegou à conclusão de que não se pode taxar a inteligência como algo simples, muito pelo contrário, a complexidade da situação o levou para criação da Teoria das Inteligências múltiplas em que de início foram classificadas a existência de sete tipos de inteligências.

É fundamental discutir sobre o que é inteligência, pois através do melhor entendimento dela, os professores podem encontrar uma forma mais justa de avaliar os seus educandos, pois ela é algo complexo e de forma alguma pode ser resumida ao teste um de QI.

No capítulo quatro são discutidas as mudanças trazidas pela reforma do novo ensino médio (NEM) apresentando alguns pontos fundamentais do documento normativo da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Uma das mudanças presentes está na construção de um currículo composto por uma parte comum em todo território nacional somados a uma outra parte diversificada que leve em consideração o contexto histórico-cultural em que a escola está inserida.

Como forma de sanar a problemática dos conteúdos fragmentados nos currículos na educação brasileira a BNCC propõe a criação das áreas de conhecimento e que a construção do saber deve acontecer pelo trabalho conjunto entre as áreas de conhecimento. Dessa maneira, o conhecimento não fica mais armazenado em disciplinas, mas em áreas do conhecimento contemplando assim a sua integralização como um todo e que ao propor problemas do cotidiano do educando, a solução deverá ser encontrada de forma conjunta entre as áreas.

Dentro da BNCC também é valorizada a utilização de metodologias ativas que favoreçam o perfil protagonista do estudante. Por esse motivo, dentro dessa mesma seção, se é proposto o uso da sala de aula invertida como metodologia para os estudos dos conteúdos de óptica. Optou-se por essa metodologia, dadas as condições, pandemia de covid-19, existentes no momento da aplicação do produto educacional.

No capítulo cinco são discutidos os tópicos de óptica que os estudantes estavam estudando no momento da aplicação do produto educacional. São abordados os elementos que compõem o olho humano, assim como os instrumentos ópticos utilizados pelo ser humano desde o micro ao macro (microscópico ao telescópio), alguns fenômenos ópticos como as miragens que acontecem no deserto e o comportamento da luz em meios inhomogêneos.

Por fim, os dois capítulos finais desta obra, que tratam da aplicação do produto educacional e da apresentação dos resultados e discussões do que foi produzido pelos estudantes das Instituições Federais IFCE e IFPA.

É esperado que os professores de todo o Brasil em instituições de ensino públicas e privadas possam colocar em prática novas abordagens no ensino de física. Que eles possam, através desse material, propor atividades que envolvam os estudantes e que os motivem a participar do processo emancipatório que é o aprendizado.

2 A TRAJETÓRIA DOS FANZINES ATÉ OS DIAS ATUAIS NO BRASIL

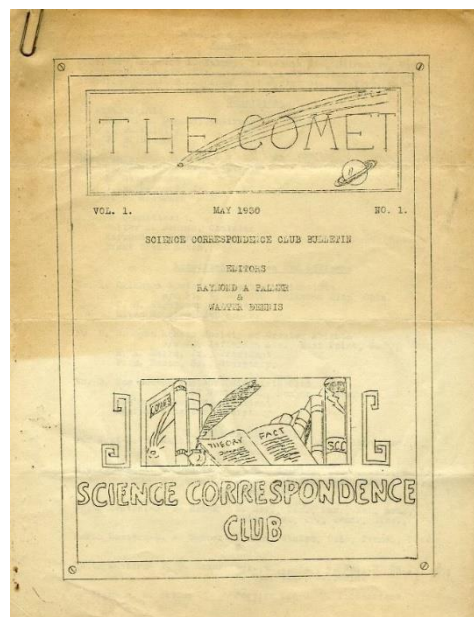
2.1 Origem

Os fanzines surgiram nos Estados Unidos por volta da década de 1930. De acordo com Magalhães (1993), em seu livro “*O que é fanzine*”, é relatado que a ficção científica era vista como uma subliteratura e que os primeiros fanzines publicados datam do ano de 1930 com o *The Comet*, feito por Roy Palmer, no mês de maio, e *The Planet*, produzido por Allen Glasser, no mês de junho do mesmo ano.

Sua produção se deu a partir da criação de um espaço não formal de comunicação para temas relacionados à ficção científica, visto que na época não havia espaço para esses temas nos mais diversos meios de comunicação. Logo, é importante destacar que a temática dos fanzines precursoras tinham o objetivo de promover a divulgação do gênero ficção científica.

Corroborando com as ideias de Magalhães quanto à origem dos fanzines, Gonçalo Junior (2022) traz o que se considera formalmente o primeiro fanzine. Em suas palavras: “Remontava ao ano de 1930, quando foi lançado *The Comet*, considerado o primeiro fanzine do mundo, no gênero ficção científica, criado por Roy Palmer e editado pelo Science Correspondence Club, de Chicago, que ele presidia” (sic) (GONÇALO Jr., 2004, p. 50).

Figura 1 - Capa da obra de Roy Palmer, publicada em 1930 - *The Comet* (O cometa).



Fonte: Capa retirada no portal [fanzine.info](https://fanzine.info/post/183756095162/the-comet-1930). Disponível em: <https://fanzine.info/post/183756095162/the-comet-1930>. Acesso em: 26 fev. 2023.

Ainda, acerca da gênese dos fanzines, em um artigo, “Fanzines de Histórias em Quadrinhos: linguagem e contribuições à educação”, publicado em 2020 por Magalhães, é retomada a atenção para as origens desse gênero. O autor afirma que a origem dos fanzines está mais para ressonância entre os pesquisadores do que a exatidão devido às dificuldades existentes em determinar a sua gênese, tais como a volatilidade enfrentada por esse tipo de publicação (MAGALHÃES, 2020a).

É importante destacar que Jerry Siegel, autor de *Super-homem*, teve papel fundamental no desenvolvimento dos fanzines, pois conseguiu criar um espaço que dava liberdade para a divulgação de seus trabalhos que antes eram rejeitados pelas editoras. Esse espaço era a sua própria revista, chamada *Comic Stories*. As publicações de Jerry Siegel, datadas do ano de 1929, vieram a impulsionar os fanzines. (ROBERT WEINBERG E LOIS GRESH (2009) *apud* MAGALHÃES, 2020b).

A palavra fanzine surge apenas em 1941, termo cunhado por Russ Chauvenet, nos Estados Unidos (GUIMARÃES, 2020), que, na perspectiva de Gonçalo Junior (2022, p. 51), “[t]ratava-se de um neologismo para identificar as muitas ‘publicações caseiras’ que proliferavam na América e que buscavam troca de informações e resgate histórico sobre variados temas, principalmente via correio”. Essa palavra tem a sua origem na contração de duas palavras da língua inglesa que são *Fanatic* e *Magazine*. Os significados de tais termos correspondem à revista do fã (GUIMARÃES, 2020).

Os fanzines, tidos como veículos paratópicos, originaram-se da literatura *pulp* de ficção científica e se popularizaram durante a década de 1970, impulsionados pelo movimento artístico de contracultura na Inglaterra e nos Estados Unidos (ANDRAUS, 2013).

2.2 Características

Diferentemente dos espaços formais de comunicação, como jornais e revistas, o fanzine dá liberdade para quem o escreve, pois não existe a busca incessante de vender e de produzir aquilo que o público deseja, mas sim a prioridade do autor escrever aquilo que pretende, tornando um lugar propício para a criatividade. Fazer fanzine, nesse prisma, é algo prazeroso porque não existe um agente que limita a criatividade de quem o produz.

Amaral (2019) expõe as diferenças entre os fanzines e o mercado editorial ao trazer que “[...] o fanzine traduz uma série de anseios e ideias de seus autores. É uma das maneiras pelas quais pessoas atuam no mundo na contramão da lógica do mercado editorial e dos grandes

meios de comunicação” (AMARAL, 2019, p. 17). Enquanto Guimarães (2020), ao diferenciar revista profissional de fanzine, fala que: “[o]bviamente as revistas profissionais que são vendidas nas bancas não são Fanzines. O principal fator de diferenciação é uma consequência do fato de terem grandes tiragens e darem lucro” (GUIMARÃES, 2020, p. 11).

Nesse sentido, a *fanzinagem*, atividade de produzir fanzine, está além dos interesses comerciais das empresas de revista. Quem produz fanzine não tem o interesse lucrativo, mas sim o intuito de divulgação daquilo que se gosta de escrever para outras pessoas que apreciam o mesmo tema, criando uma comunidade de leitores. Desse modo, a revista profissional e o fanzine são antagônicos, logo o autor que deseja transformar o seu fanzine em uma revista profissional deve estar consciente das novas características presentes no mundo das revistas profissionais (GUIMARÃES, 2020).

Com objetivo de aprofundar a definição de fanzine e distanciá-lo da definição de uma revista profissional, os autores Magalhães e Guimarães (2020) trazem que:

[o] fanzine é uma publicação independente e amadora, quase sempre de pequena tiragem, impressa em mimeógrafo, fotocopiadora, impressora laser ou mesmo em offset. Para sua edição, conta-se com fãs individuais, grupos, associações ou fãs-clubes de determinada arte, personagem, personalidade, hobby ou gênero de expressão artística, para um público dirigido, podendo abordar um único tema ou vários (MAGALHÃES 2020b, p. 48).

Enquanto Guimarães (2020 p. 10) “[o]s Fanzines são o resultado da iniciativa e esforço de pessoas que se propõem a veicular produções artísticas ou informações sobre elas, que possam ser reproduzidas e enviadas a outras pessoas, fora das estruturas comerciais de produção cultural”

Ao analisar as citações desses autores, pode-se concluir que os fanzines são revistas produzidas de forma independente das editoras. O seu objetivo principal está na divulgação das produções amadoras em uma rede de comunicação criada entre fãs interessados em determinado tema. Sua natureza está na característica libertário-criativa, na paratopia e na fraternidade existente entre seus criadores (ANDRAUS, 2013), sendo esta última característica essencial para a divulgação, uma vez que os fanzines não possuem fins lucrativos e, quando cobrado algum valor, é apenas para gastos de fabricação e de envio.

Uma outra característica muito importante quanto aos fanzines é que, nesse tipo de publicação, o autor ou grupo de autores, além de terem a liberdade editorial, controlam todo o processo de fabricação do fanzine, abrangendo desde os processos de criação e reprodução até a distribuição de suas obras.

Figura 2 – Demonstração ilustrada do processo de produção e distribuição do fanzine.



Fonte: Guimarães, 2020.

2.3 Fanzine no Brasil

O ano de 1965 é considerado um ano mágico para os fanzines brasileiros, pois foi nesse período em que houve o surgimento dos primeiros fanzines no Brasil. Por muito tempo, como ponto de partida, a origem do fanzine no Brasil se deu com a obra *O Ficção*, cuja autoria pertence a Rontani, datada de outubro de 1965, como ponto pacífico, como diz o autor Magalhães (2020a).

Figura 3 – Obra de Edson Rontani, publicada em 1965.



Fonte: Imagem retirada no portal universohq. Disponível em: <https://universohq.com/universo-paralelo/ha-50-anos-uma-breve-historia-do-primeiro-fanzine-brasileiro/> Acesso em: 26 fev. 2023.

Magalhães (2020b) ainda complementa sobre as origens dos fanzines do Brasil ao discorrer sobre o pioneirismo de tais produções em território brasileiro:

[o]s pioneiros são O CoBra, lançado como um boletim da I Convenção de Ficção Científica, realizado entre 12 e 18 de setembro de 1965 em São Paulo (CAUSO, 2010; Wikipedia, 2019b;), e Ficção, órgão informativo do Intercâmbio Ciência--Ficção Alex Raymond, lançado em 12 de outubro de 1965 por Edson Rontani, em Piracicaba, São Paulo (Magalhães, 2020b, p. 94).

Durante muito tempo, considerou-se *O Ficção* como o primeiro fanzine criado, contudo, consoante Magalhães (2020b), ao trazer novos estudos em 2010, realizados pelo jornalista Roberto Sousa Causo, é classificado como o primeiro fanzine brasileiro *O CoBra*, lançado em setembro de 1965 durante a I Convenção de Ficção Científica em São Paulo.

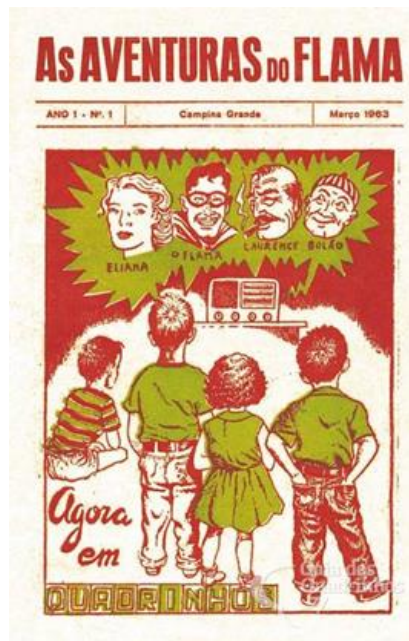
Figura 4 – Cartaz da I Convenção Brasileira de Ficção Científica, realizada em setembro de 1965.



Fonte: Imagem retirada no portal quadripop. Disponível em: <https://quadripop.blogspot.com/2017/09/qi-quadrinhos-independentes-o-lendario.html> Acesso em: 26 fev. 2023.

Ainda na esteira da gênese dos fanzines, Magalhães (2020a) ainda vai mais além ao considerar, na ótica de Guimarães quanto à definição de fanzine, *As aventuras do Flama*, publicado no ano de 1963, cuja autoria pertence a Deodato Borges, na cidade de Campina Grande, em Paraíba, como o primeiro fanzine brasileira (MAGALHÃES, 2020a).

Figura 5 – Capa da edição número 1 de: As aventuras do Flama, publicada em 1963.



Fonte: Imagem retirada no portal [www.guiadosquadrinhos.com](http://www.guiadosquadrinhos.com/edicao/aventuras-do-flama-as-n-1/av730100/88498). Disponível em: <http://www.guiadosquadrinhos.com/edicao/aventuras-do-flama-as-n-1/av730100/88498> Acesso em: 26 fev. 2023.

2.4 Tipos de fanzine

Como já mostrado, os fanzines surgem diante da necessidade de divulgar a ficção científica na década de 1930, visto que não havia espaço no mercado editorial. Porém, graças ao seu poder comunicativo, os fanzines se alastraram rapidamente para novos horizontes. Tais produções se expandiram para diversos outros gêneros, como quadrinhos, literatura policial e de terror, música etc. (Magalhães, 2020b). Essa expansão foi motivada pela razão de, dentro de um fanzine, seu(s) criador(es) terem uma ferramenta apta para promover seus interesses (AMARAL, 2019).

De maneira geral, o fanzine se constitui em uma espécie de espaço em que ecoam as vozes reprimidas de uma sociedade num dado momento da história, como, por exemplo, a criação de fanzines durante a ditadura militar no Brasil.

As produções brasileiras no período de 1960 e 1980 correspondem à seguinte classificação: Ficção Científica, Música, História em Quadrinhos e Diversos. Nesta última classificação, encontram-se os fanzines políticos (MAGALHÃES, 2020b).

Nos dias atuais, pode-se encontrar os mais variados tipos de fanzines, desde HQs até fanzines de música. Tudo isso é possível graças ao grande alcance comunicativo dessas

revistas amadoras, na qual os artistas encontram espaço propício para promover suas produções. Com a revolução comunicativa realizada pela internet, esses fanzines podem ser encontrados em diversos outros formatos, como os fanzines virtuais, que são enviados por *e-mail* ou disponibilizados em blogues na internet.

2.5 Fanzine como ferramenta pedagógica

Por ser um espaço convidativo para a combinação de vários elementos verbais e não-verbais, o fanzine é uma ferramenta pedagógica que pode ser mais bem aproveitada e divulgada por professores dentro dos estabelecimentos de ensino. A liberdade editorial, dada a quem produz o fanzine, gera novas possibilidades de imersão dos conhecimentos a serem aprendidos por estudantes.

Nessa perspectiva, Andraus (2013) define o fanzine como um laboratório de criação, pois existe a premissa da liberdade autoral e que apenas as habilidades e condições físicas e financeiras atuam como agentes limitadores. Para Magalhães (2013), a plenitude da liberdade autoral é encontrada dentro de um fanzine, pois há espaço para a experimentação gráfica, mostrando assim que está livre das amarras estabelecidas pelos padrões editoriais e um espaço propício para os jovens terem a circulação de suas ideias.

Um dos exemplos, dentro da educação, está o conceito de *Biograficzine*, desenvolvido pelo professor Elydio dos Santos Neto, que tem como um dos principais objetivos desenvolver o autoconhecimento e a autoralidade dos estudantes através da partilha de suas histórias de vida em formato de fanzine (ANDRAUS, 2013). Ao relatar suas experiências com fanzines dentro da sala de aula, Andraus (2013) traz que “[i]ncrivelmente, os fanzines vão saindo rapidamente e percebo que seus criadores também se espantam com a facilidade criativa com que compõem as ‘revistas’(...)” (p. 89).

Além da produção de fanzines propiciar um espaço ideal para a criatividade de estudantes, as autoras Kaiser e Silva (2010) complementam a importância dos fanzines ao dizerem que eles são um exercício para a democratização da informação, uma vez que acolhe os anseios de adolescentes e permitem-nos a criar uma revista, com uma linguagem própria, criativa e presente em seu cotidiano, que possa ser divulgada entre eles próprios.

3 A EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE INTELIGÊNCIA

A inteligência é tida como o principal fator que nos diferencia das demais espécies. Essa capacidade, normalmente atribuída aos seres humanos, fez com que a espécie *homo sapiens* pudesse perpetuar na Terra, uma vez que, para os especialistas, essa espécie não é considerada a mais forte e a mais rápida. O que faz o ser humano se destacar na natureza é a sua capacidade de raciocinar e interpretar os fenômenos da natureza, bem como utilizá-los a seu favor.

Os gregos já defendiam a ideia do inativismo, ou seja, o indivíduo já nascia com "dons" para exercer um determinado papel dentro da sociedade. Mas, afinal de contas, o que é esse atributo que faz o ser humano um ser tão único? Apesar de já existirem respostas um tanto que complexas, o objetivo deste capítulo é dar luz, com base nessa indagação, ao debate sobre como esse conceito foi evoluindo na esteira do tempo e como tais discussões podem se tornar necessárias, a fim de serem mais bem utilizadas no contexto da educação.

3.1 Origem dos testes de QI

A inteligência sempre foi bem-vista dentro socialmente, pois era tida como uma qualidade de grande valor quando atribuída a um indivíduo. Um dos exemplos que mostram a importância da inteligência dentro da sociedade é o marco histórico conhecido como *La Belle Epoque*, surgido na França, no ano de 1900. De acordo com Gardner (1995), os parisienses se preocupavam bastante com o desempenho de suas crianças nas séries primárias escolares, logo, para resolver essa inquietude quanto ao êxito – ou até fracasso no ambiente escolar –, os nativos da cidade de Paris recorreram ao psicólogo Alfred Binet para buscar uma solução. Daí, surge o “teste de inteligência”, cuja autoria pertence a Binet.

Uma das particularidades desse teste de inteligência é o seu resultado, já que, a partir dele, podia-se quantificar o nível de inteligência numa medida denominada quociente de inteligência (QI). Para a autora Smole (1999), o objetivo matricial de Binet voltava-se a identificar e a ajudar estudantes que possuíam dificuldades no aprendizado. Em outras palavras, não era pretensão de Binet e de seus colaboradores rotularem nem determinarem limites aos estudantes.

Devido ao grande sucesso do teste de QI, logo apareceram outras variações, como o Teste de Aptidão Escolar (*Schoolastic Aptitude Test – SAT*) cujo objetivo era criar uma

classificação com base em uma única dimensão intelectual (resultados verbais e matemáticos). O Teste de Aptidão Escolar foi utilizado com frequência em programas de TV para pessoas chamadas de superdotadas, como uma forma de admissão de novos integrantes aos programas de TV (GARDNER, 1995).

Em concordância com Gardner (1995), a autora Smole (1999) traz, em seu livro *Múltiplas inteligências na prática escolar*, que:

[d]urante longo tempo, a concepção dominante de inteligência foi – e em muitos casos ainda é – a de algo que podia ser medido. Por essa ótica, seria possível quantificar a inteligência por meio de testes especialmente preparados para isso. Tais testes, baseados em questões lógico-matemáticas e lingüísticas, tinham por função medir quanta inteligência uma pessoa possuía, ou seja, o quociente de inteligência - o conhecido QI -, que identificaria sua capacidade intelectual (SMOLE, 1999, p. 6).

Uma das consequências, trazidas por essa visão de inteligência em apenas uma dimensão intelectual, é a criação de uma "escola uniforme" em que estudantes são avaliados apenas com base em testes, seja QI, seja SAT (GARDNER, 1995). É importante ressaltar que, dentro desse contexto, Gardner (1995) expõe que, com efeito das avaliações baseadas em testes, a inteligência é concebida, na sociedade, sem aberturas de espaços para sua abrangência, tornando o sistema escolar totalmente fechado e, por conseguinte, homogêneo.

Ao se contrapor a esse modelo uniforme, Gardner (1995) traz, em seu livro *Inteligências múltiplas: a teoria na prática*, uma nova forma de se conceber a inteligência, isto é, considerar várias faces de inteligência, já que a inteligência, consoante o autor, é concebida dentro de uma visão pluralista.

(...) É uma visão pluralista da mente, reconhecendo muitas facetas diferentes e separadas da cognição, reconhecendo que as pessoas têm forças cognitivas diferenciadas e estilos cognitivos contrastantes. Eu também gostaria de introduzir o conceito de uma escola centrada no indivíduo, que considera seriamente esta visão multifacetada de inteligência. (GARDNER, 1995, p. 13)

Nesse contexto de inteligência, considerando várias dimensões e indivíduos cognitivamente heterogêneos, é apresentada a Teoria das Inteligências Múltiplas (IM). Outro ponto importante que Gardner (1995) torna evidente é o novo papel da escola, pois, nessa perspectiva, coloca-se cada estudante no centro.

3.2 Definição de inteligência na perspectiva de Gardner

Ao definir o que é inteligência, deve-se levar em conta os diferentes papéis existentes dentro da sociedade, como, por exemplo, cirurgiões, engenheiros, coreógrafos, atletas, entre outros; dessa forma, tal definição deve contemplá-los (GARDNER, 1995). Nesse sentido, com intuito de abranger todos esses papéis, a inteligência pode ser entendida como “a capacidade de resolver problemas ou de elaborar produtos que sejam valorizados em um ou mais ambientes culturais ou comunitários” (GARDNER, 1995, p. 14).

Essa nova abordagem de inteligência entra em contraste com as teorias tradicionais que, na perspectiva do senso comum, a restringem apenas à capacidade de resolver testes de inteligência. Essa visão tradicional trata a inteligência como um atributo ou algo inato pertencente ao indivíduo. Para Gardner (1995), a inteligência é tida como um *potencial biopsicológico*, ou seja, ela é um conjunto de faculdades intelectuais inerentes aos seres humanos, que, por sua vez, pode ser alcançada por todos.

Gardner (1995), ao propor as inteligências múltiplas, estabelece alguns critérios para o estudo e definição das diversas capacidades cognitivas do ser humano. Para que a capacidade de resolver problemas ou elaborar um produto cultural possa ser considerada uma forma de inteligência, é necessário considerar sua origem biológica, tem que ser universal a toda espécie humana, e o seu valor em ambientes culturais, como por exemplo a capacidade de transmissão do conhecimento através da linguagem.

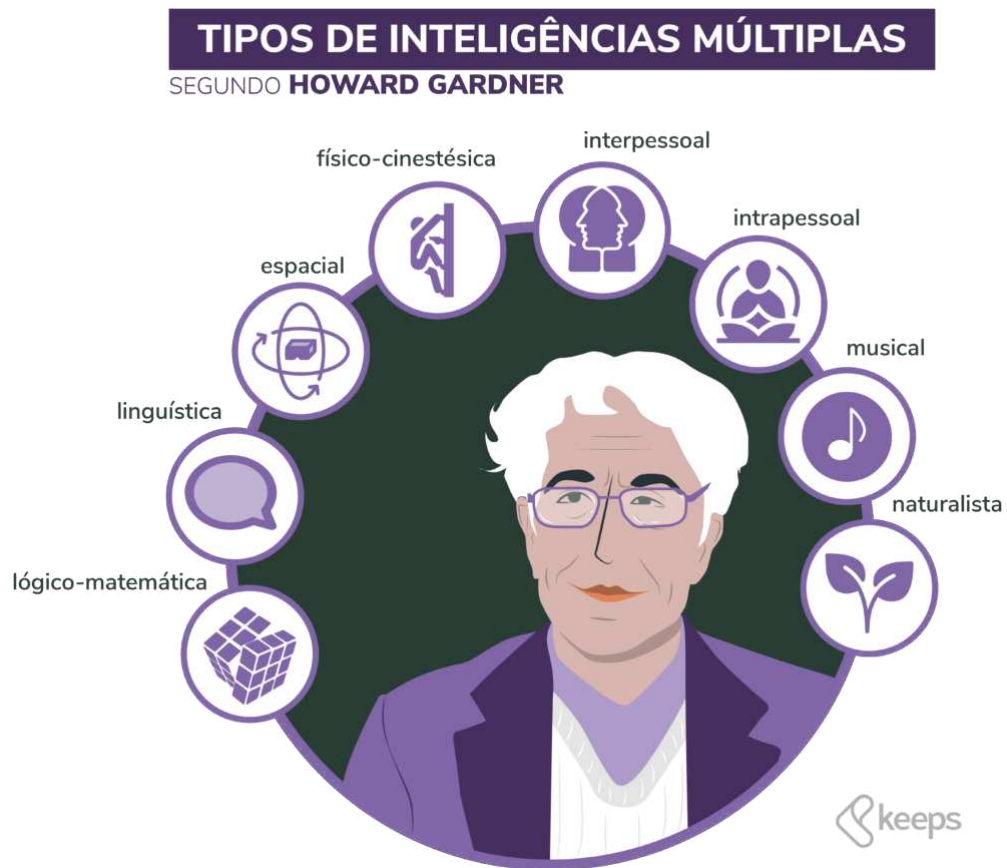
Conforme Gardner (1995), o desenvolvimento de cada inteligência pode ser caracterizado por três estágios. O primeiro deles está na capacidade pura de padronizar. Um exemplo de padronização é a diferenciação de tons musicais na inteligência musical. No próximo estágio, a inteligência é encontrada dentro de um sistema simbólico, como a linguagem dentro das frases, a música dentro das canções ou o entendimento espacial representado pelos desenhos. O último estágio acontece entre a adolescência e a idade adulta. Nesse estágio, os indivíduos manifestam as inteligências em atividades profissionais e de passatempo.

Destaca-se ainda que, “[n]a teoria das inteligências múltiplas, uma inteligência serve tanto como o conteúdo da instrução quanto como o meio para comunicar aquele conteúdo. Esse estado de coisas tem importantes ramificações para a instrução.” (Gardner, 1995, p. 35). Aqui pode-se perceber que a inteligência, em suas diversas dimensões, irá servir como um canal de comunicação para o entendimento do conteúdo pelo estudante.

3.3 As inteligências múltiplas de Gardner

Após conceituar o que é a inteligência, na visão de Gardner (1995), prossegue-se com os diferentes tipos de inteligências existentes. Em sua perspectiva evidenciou-se a existência de sete tipos de inteligências que foram elencadas em: Inteligência musical, Inteligência corporal-cinestésica, Inteligência lógico-matemática, Inteligência linguística, Inteligência espacial, Inteligência interpessoal e a Inteligência intrapessoal. Entretanto, alguns outros autores, como Cosenza e Guerra (2011), mencionam que Gardner atribuiu a existência de não sete, mas de oito inteligências. Por esse motivo, foi incorporada a esse grupo a Inteligência Naturalista.

Figura 6 - Inteligências Múltiplas de Gardner.



Fonte: Imagem retirada no portal keeps. Disponível em <https://keeps.com.br/inteligencias-multiplas-o-que-e-e-como-aplicar-a-teoria-de-gardner/>. Acesso em: 15 jun. 2023.

Um dos aspectos importantes ao falar das inteligências humanas são suas origens biológicas que estão relacionadas com a localização de um espaço físico no cérebro, pois quando as pessoas são afetadas em determinadas regiões cerebrais, evidencia-se o fato de que

essas pessoas sofreram grandes prejuízos na sua cognição, no entanto, é válido destacar que o cérebro não pode ser considerado como uma estrutura rígida, mas sim plástica, o que pode resultar em diversas variações individuais.

O autor Celso Antunes (2001), ao falar dos critérios estabelecidos por Gardner, faz menção a *Identificação da “morada” por dano cerebral*, onde relata o lugar do cérebro que é ativado quando se utiliza um determinado tipo de inteligência. Antunes (2001) exemplifica que uma pessoa que sofre algum dano em uma parte específica do hemisfério esquerdo do cérebro, terá como uma das consequências a sua capacidade de fala prejudicada.

É importante destacar que Gardner (1995), ao falar das Inteligências Múltiplas, evidencia que elas não são independentes, muito pelo contrário, as inteligências sempre trabalham juntas. Observe o que o autor diz sobre essa conexão existente entre as inteligências.

"A teoria será mais simples, tanto conceitual quanto biologicamente, se as várias inteligências forem totalmente independentes. Entretanto, não há nenhuma razão teórica para que duas ou mais inteligências não se sobreponham ou se correlacionem mutuamente mais intensamente do que com as outras."(GARDNER, 1995, p. 42)

Em convergência a esse raciocínio, Smole (1999), ao falar de Gardner, diz que cada indivíduo tem uma combinação única de inteligências, podendo até ser comparadas com as impressões digitais, e que, se a independência e as diferenças entre as inteligências representassem um obstáculo para as suas operações em conjunto, não se conseguiria resolver nenhum problema.

3.3.1 Inteligência Musical

A música, segundo as evidências em várias culturas, é tida como um elemento universal. Ela pode ter sido a responsável pela unificação das sociedades existentes no período Paleolítico (GARDNER, 1995). Dada a sua importância no contexto histórico das sociedades, analisa-se os indivíduos que possuem afinidade e facilidade de compreensão da música.

A inteligência musical é tida como a mais fácil de ser identificada e rotulada, pois, desde muito cedo, na maioria das culturas, sabe-se qual criança “leva ou não leva jeito para o canto ou a música” (ANTUNES, 2001). Costumeiramente, é atribuída a palavra “dom” ou “talento” para o indivíduo que se destaca na área musical. Entretanto, é preciso ter cuidado ao rotular dessa forma, pois, na ótica de Antunes (2001), o talento/dom e a inteligência Musical

são dois conceitos divergentes, uma vez que o talento é tido como excludente, isto é, nem todos os indivíduos o possuem, e traz a ideia de que o talento nasce pronto; em contrapartida, a inteligência musical, assim como as outras inteligências, está pronta para ser estimulada.

A inteligência musical possui como características “capacidade de pensar em termos musicais, reconhecer temas melódicos, ver como eles são transformados, seguir esse tema no decorrer de um trabalho musical e, mais ainda, produzir música.” (SMOLE, 1999, p. 11), ou seja, o indivíduo que se destaca com essa inteligência deve possuir uma sensibilidade sonora, que, conforme Antunes (2001), ao descrever os trabalhos de *Le Doux*, está além de uma simples audição. A sensibilidade sonora, além da audição, é uma possível explicação para a genialidade do músico Beethoven, que não conseguia ouvir sonoramente as suas composições.

3.3.2 Inteligência Corporal-cinestésica

Essa inteligência é evidenciada em muitas profissões na sociedade, tais como os artistas de TV, os profissionais de circo, os jogadores de diversas modalidades esportivas, os médicos-cirurgiões, entre outras. Smole (1999) fala que Inteligência corporal-cinestésica é, na visão das pessoas, considerada como a mais difícil de aceitar como inteligência.

Essa forma de inteligência é, infelizmente, muitas vezes, desvalorizada dentro da cultura ocidental. Isso acontece porque se prioriza as inteligências da mente do que as inteligências do corpo. Por outro lado, houve um momento na história da humanidade, período correspondente aos gregos na Antiguidade Clássica, que a prática de atividades artísticas e atléticas eram bastantes valorizadas (ANTUNES 2001).

Para Antunes (2001), a principal característica dessa inteligência consiste no indivíduo utilizar o seu corpo de forma diferenciada e hábil para solucionar qualquer problema. Um exemplo de aplicação da Inteligência corporal cinestésica está na construção da jogada que culminou no gol que foi eleito o mais bonito da Copa do Mundo de 2022, realizada no Catar. O atleta da seleção brasileira Richarlison, executou uma boa performance, aplicando um lindo voleio no segundo gol do Brasil, diante da seleção da Sérvia, adversária do Brasil na ocasião. Dado o exemplo, esclarece-se que, consoante Antunes (2001), a capacidade de manusear objetos de forma habilidosa consiste em uma outra característica importante dessa inteligência, tanto para objetos que exigem apenas motricidade dos dedos quanto para os que utilizam integralmente o corpo.

Antunes (2001) também chama a atenção para o uso de atividades que envolvam o uso da Inteligência corporal-cinestésica dentro da escola. Para ele, as atividades que envolvam costura, carpintaria, tecelagem, consertos de eletrodomésticos, construção de mensagens, mímicas ou gincanas, todas elas desenvolvem essa inteligência de forma lúdica, ante ao modelo que chama de “tortura” onde a imobilidade é imposta por várias horas aos estudantes.

Nessa perspectiva pode-se assumir que os debates, promovidos em sala de aula, também são capazes de evidenciar a Inteligência corporal-cinestésica, uma vez que se permite a criação de espaços para que os estudantes possam se expressar, através de gestos, entonação da fala e o desenvolvimento dos sentidos como escutar atentamente o que o colega fala, sobre determinado assunto.

3.3.3 Inteligência lógico-matemática

A Inteligência lógico-matemática junto e a Inteligência linguística se constituem como as mais valorizadas pela concepção tradicional de inteligência, uma vez que elas são os pilares dos testes de QI. (GARDNER, 1995). Elas são tidas, pela sociedade, como arquétipos de Inteligência pura.

Os autores Smole (1999) e Antunes (2001) trazem a definição da Inteligência lógico-matemática. Para Smole (1999, p. 11), “[é] a inteligência que determina a habilidade para o raciocínio lógico-dedutivo e para a compreensão de cadeias de raciocínios, bem como a capacidade de solucionar problemas envolvendo números e elementos matemáticos”. Já Antunes (2001, p. 30) traz que

“[e]ssa forma de inteligência, portanto, manifesta-se na facilidade para o cálculo, na capacidade de perceber a geometria nos espaços, no prazer específico que algumas pessoas sentem ao "descansar" resolvendo um "quebra-cabeças" que requer pensamento lógico ou ao "inventar" problemas lógicos enquanto estão no trânsito congestionado ou aguardando em uma longa fila”.

Ao analisar essas duas visões, tem-se que a Inteligência lógico-matemática pode ser entendida como uma habilidade para resolver problemas lógicos, através da utilização de símbolos e elementos matemáticos, como também se estende à compreensão geométrica dos espaços. É importante salientar que a matemática se utiliza de uma linguagem própria.

A Inteligência lógico-matemática pode ser encontrada em várias profissões, como a de pedreiros, que analisam e promovem o ângulo certo, por exemplo, para que a água possa escoar pela calha de forma fluida; como a de investidores de ações, que tentam prever o comportamento das ações no mercado financeiro; como a de físicos, que modelam matematicamente os fenômenos observados na natureza; como a de vendedores em geral no atendimento aos seus clientes; dentre outras muitas profissões.

3.3.4 Inteligência Linguística

A Inteligência linguística é tida como uma ferramenta usada para a sobrevivência da pessoa moderna, pois as atividades presentes no cotidiano estabelecem a linguagem como o principal ou único recurso para a comunicação (ANTUNES, 2001). Essa Inteligência pode ser percebida em poetas, jornalistas, compositores de músicas, escritores, políticos, oradores, professores e em muitas outras profissões.

Algumas pessoas não conseguem utilizar todo potencial permitido pela Inteligência linguística por inúmeros fatores, tais como a limitação vocabular e a compreensão de sentenças. A fim de exemplificar a dificuldade de se expressar de um indivíduo, é usado o exemplo de um turista em um país em duas situações: na primeira, ele está em um país cuja língua nativa ele não sabe; enquanto na segunda situação, o turista sabe usar a língua nativa e possui um vasto vocabulário, embora ainda possa ocorrer uma certa limitação para se comunicar (ANTUNES, 2001). Com esta exemplificação, pode-se extrair que ter um vasto vocabulário da língua nativa não implica, necessariamente, em saber se comunicar. Transladando para um exemplo prático, tradutores baseados nas Inteligências artificiais (IA), mesmo operando com um vasto vocabulário, não conseguem transmitir as mensagens de forma integral ao traduzir um texto para outra língua, quer dizer, é como se algo se perdesse no caminho.

Outro exemplo de que a Inteligência linguística não é sinônimo de dispor apenas de um amplo vocabulário está, consoante Antunes (2001), no caso do músico Adoniran Barbosa, cuja restrição em seu vocabulário não foi obstáculo para que ele criasse imagens em suas composições.

Essa Inteligência pode ser exemplificada no contexto escolar, como por exemplo, ao observar o comportamento dos estudantes em um horário de intervalo entre as aulas é possível perceber que eles possuem uma maneira de se comunicarem entre si com o uso de gírias e expressões que não são comumente usadas pelos adultos.

3.3.5 *Inteligência Espacial*

Em diversas situações, tais como a navegação, o uso notacional de mapas, os jogos de xadrez e as artes visuais envolvem a resolução de problemas espaciais, ocasionando a necessidade do uso da Inteligência Espacial (GARDNER, 1995).

Antunes (2001), ao falar desse tipo de Inteligência, traz como exemplo o povo nativo das ilhas Carolinas, região da Micronésia, no qual ele fala das habilidades de um jovem chamado *Puluwat*. Esse jovem é muito admirado entre o seu povo porque possui habilidades na navegação de canoas, que se baseiam na orientação pelas estrelas para encontrar o caminho de sua ilha. Essa técnica pode ser aprimorada com experiências porque são somadas a outras técnicas, como percepção das cores do sol e mudanças dos ventos.

Outros exemplos de valorização da Inteligência espacial, como esboçados por Antunes (2001), se encontram em outros povos, como os esquimós, que possuem habilidades de perceber as mudanças do branco no gelo, bem como perceber a existência de rachaduras para ajudar na orientação; e como os povos bosquímanos, habitantes do deserto do Calaari, que são exímios caçadores, pois percebem detalhes muito sutis nos rastros deixados pelos animais, identificando, a partir disso, o sexo do animal, o seu tamanho e as informações sobre o seu deslocamento.

Cabe aqui ressaltar que a Inteligência espacial é diferente da percepção visual. Gardner (1995) ilustra essa diferença ao falar que “[u]ma pessoa cega pode reconhecer formas através de um método indireto: passar a mão ao longo do objeto traduz a duração do movimento, que por sua vez é traduzida no formato do objeto” (GARDNER, 1995, p. 26).

Nesse trecho, é definido que a percepção visual de uma pessoa cega acontece por meio do tato, diferentemente das pessoas que enxergam, já que se utilizam da percepção visual. Todavia, explana-se que, em nenhum momento, é falado por Gardner (1995) quanto à inexistência dessa habilidade em pessoas cegas.

Acerca do estímulo da Inteligência espacial, ela pode acontecer de várias maneiras. Uma delas, pensando no contexto escolar, está relacionada à criação de histórias interativas que tenham um fio condutor seguro por um professor, a fim de evitar a dispersão. Nessas histórias, as crianças podem escolher de que forma a história continuará ou terá seu fim. (ANTUNES, 2001).

3.3.6 Inteligência Interpessoal e Intrapessoal

As Inteligências Interpessoal e Intrapessoal são faladas em conjunto, pois possuem algumas similaridades, como a localização no lobo frontal. A primeira está relacionada à habilidade de se comunicar com as outras pessoas. Por outro lado, a segunda é caracterizada como aquela que permite o conhecimento do próprio “Eu”.

A Inteligência interpessoal é percebida em líderes religiosos, políticos, pais e professores. Ela consiste na habilidade de identificar diferenças existentes nas pessoas, como, por exemplo, o temperamento, as intenções, as motivações e o estado de ânimo (GARDNER, 1995). Em consonância com o pensamento de Gardner (1995), Antunes (2001, p. 88) traz que “[e]m níveis mais profundos, essa Inteligência permite que adultos e adolescentes identifiquem intenções, simulações e desejos em outras pessoas, mesmo que elas não os tornem muito explícitos”. Já para Smole (1999, p. 13), “[n]as crianças e nos jovens tal habilidade se manifesta naqueles que são eficientes ao negociar com seus pares, que assumem a liderança, ou que reconhecem quando os outros não se sentem bem e se preocupam com isso.”

Dois fatores para a evidência biológica da Inteligência interpessoal são trazidos por Gardner (1995). No primeiro, ele fala a respeito da infância prolongada dos primatas, quando o indivíduo é prejudicado caso corte muito cedo os laços com a sua mãe; no segundo, diante da necessidade de comunicação dos seres humanos desde a época pré-histórica, na qual incluíam atividades de caça em grupo, ele fala acerca da necessidade da cooperação dos indivíduos.

Quando se trata de Inteligência intrapessoal, fala-se dos aspectos internos do indivíduo (GARDNER, 1995). Aqui, envolve o autoconhecimento e o controle dos sentimentos e das emoções em detrimento de alcançar determinados projetos. Conhecer a si próprio permite o reconhecimento dos próprios limites, dos medos e dos objetivos (SMOLE, 1999), implicando em “um modelo viável e efetivo de si mesma.” (GARDNER, 1995, p. 28).

A Inteligência intrapessoal tem, como uma de suas características, ser mais privada ao indivíduo, necessitando, assim, que sua manifestação aconteça por uma outra forma mais expressiva de Inteligência, tal qual, por exemplo, o registro de anotações dos sonhos tidos pelo indivíduo. em que a Inteligência linguística permite a expressão dos sentimentos sentidos durante os sonhos.

3.3.7 Inteligência Naturalista

De acordo com Antunes (2001), a Inteligência Naturalista não aparece nos primeiros estudos de Gardner. Ela é tida como uma atração pelo mundo natural e nela o indivíduo tem uma sensibilidade para entender a natureza, chegando à sensação de uma profunda admiração pelo mundo natural (ANTUNES, 2001).

A partir disso, deve-se aproveitar a paisagem natural existente ao redor da escola para estimular a curiosidade de estudantes, como em situações que seja possível explorar conceitos de deslocamento, inércia e gravidade, tal qual, por exemplo, na atividade de lançar barquinhos de papel para acompanhar o fluxo de um rio (ANTUNES, 2001).

Antunes (2001) defende o estímulo dessa Inteligência nas escolas ao falar que

“[p]arece pedagogicamente pouco significativo, mas é importante a escola transformar uma simples chuva ou uma ventania em aventuras de prospeção pelo pátio da escola ou por seus arredores. Um passeio ao jardim botânico, ao zoológico, à praça pública ou ao bosque pode ricamente se transformar em descoberta de pegadas de animais. E um simples gravador levado a esses ambientes pode trazer o passeio à sala de aula. Percebe-se por essas propostas que o estímulo da inteligência naturalista caminha ao lado do exercício cinestésico corporal e interage com a sensibilidade olfativa e auditiva e com o emprego de múltiplas habilidades operatórias. A criança, ao descobrir o mundo maravilhoso da natureza, acaba por comparar, relacionar, deduzir, classificar, analisar, sintetizar. É essencial que o professor saiba levá-la a construir essa identificação e saber diferenciá-la em relatórios verbais ou escritos eventualmente solicitados” (ANTUNES, 2001, p. 63).

Em síntese, a importância de trabalhar a Inteligência naturalista com estudantes implica em enriquecer o aprendizado, uma vez que, com isso, se trabalha mutuamente com outros tipos de inteligência, tais quais a musical, ao ouvir os sons produzidos na natureza, a linguística, ao descrever os relatórios, e o exercício cinestésico corporal, ao utilizar os sentidos, tais como a audição e o olfato, para compreender o mundo que os cercam.

4 A BNCC E AS MUDANÇAS NA EDUCAÇÃO BRASILEIRA

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) surge como uma alternativa para suprir as necessidades da educação básica brasileira, e apesar de ela estar garantida a muito tempo por documentos oficiais voltados para a educação, Constituição Federal de 1988 (CF/88), Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) 9394/96, ela só entrou em vigor a partir do ano de 2018. Isso mostra que as propostas de modificações dentro da educação estiveram entre um dos motivos de debate na sociedade.

A própria BNCC explicita em seu texto os marcos legais que a fundamentam, entre eles é dada ênfase aos dois artigos a seguir:

“Art. 205. A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.” (BRASIL, 1988)

“Art. 9º A União incumbir-se-á de: (...) IV - estabelecer, em colaboração com os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, competências e diretrizes para a educação infantil, o ensino fundamental e o ensino médio, que nortearão os currículos e seus conteúdos mínimos, de modo a assegurar formação básica comum;” (BRASIL, 1996)

Ao analisar os artigos acima, pertencentes à Constituição Federal de 1988 e a LDB 9394/96, é possível entender que está na essência da BNCC o regime de colaboração de todos ao garantir a formação integral do ser humano.

Esse regime de colaboração é composto pela tríade do pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho, como previsto no art. 205, enquanto para o estudante, ao passar pela educação básica, lhe está assegurado os conhecimentos indispensáveis à sua formação.

Destaca-se também o artigo 210 da CF/88 ao falar que serão assegurados aos estudantes do ensino fundamental a formação básica comum, respeitando os valores culturais e artísticos, nacionais e regionais (BRASIL, 1988). Isso significa que cada lugar da União terá uma parte indispensável à formação comum do ser humano e a outra parte diversificada que será estabelecida conforme esses valores.

Dado o artigo 26 da LDB/96, ao falar sobre a composição dos currículos da educação, retoma ao assunto da formação dos currículos oferecidos pelas escolas desde a

Educação infantil até o Ensino Médio. Esses currículos devem ser compostos por uma parte comum adicionada de uma parte diversificada que leva em consideração fatores como características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos próprios educandos (BRASIL, 1996).

Quando se fala em BNCC, se fala em um documento normativo que define as aprendizagens essenciais que devem acontecer com os estudantes durante todo o percurso presente na educação básica, seja ele as etapas e as modalidades. Essas aprendizagens essenciais devem ocorrer de maneira progressiva e destinadas a todos os estudantes, sendo esses direitos de aprendizagem e desenvolvimento assegurados com base no Plano Nacional de Educação (PNE). Outro ponto que merece destaque é que a BNCC está alicerçada em princípios éticos, políticos e estéticos cujos objetivos visam a formação humana e a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva (BRASIL, 2018).

Quanto aos objetivos da BNCC está o de se contrapor à visão fragmentada dos currículos na educação brasileira assim como o de embasar o real sentido de mostrar o porquê daquilo está sendo aprendido, assim como de preparar os jovens para um mercado de trabalho cada vez mais instável. Com ela, há uma preocupação não somente com o que os estudantes irão aprender, mas também como ensinar esses conteúdos e dar-lhes sentido real no processo de aprendizagem.

Em consonância ao que foi dito anteriormente, o fragmento da BNCC ao falar do compromisso com a educação integral traz que:

“A sociedade contemporânea impõe um olhar inovador e inclusivo a questões centrais do processo educativo: o que aprender, para que aprender, como ensinar, como promover redes de aprendizagem colaborativa e como avaliar o aprendizado.”
(BRASIL, 2018, p.14).

É notório que a sociedade carece de mudanças no âmbito da educação e que aquilo que é aprendido na escola precisa estar dotado de sentido para o estudante. Outros pontos importantes que merecem destaque são a promoção da aprendizagem colaborativa e como avaliar o aprendizado. O primeiro está relacionado com que as pessoas aprendem umas com as outras, como por exemplo a partir da interação estudante - estudante ou professor - estudante, ou seja, em conjunto e isso está intimamente direcionado ao mercado de trabalho. Já o segundo chama a atenção para as formas de se avaliar, não existe apenas uma matriz para avaliar, mas

sim matrizes de avaliação, fato esse que já foi chamado a atenção no capítulo anterior quando se fala da necessidade de superar os testes de QI.

Esse novo olhar para a avaliação expande o seu conceito que, de certa forma, alcança novos horizontes e há um ganho significativo no processo de aprendizagem dos estudantes. O novo ensino médio preceitua uma nova necessidade de atender o seu público, que são estudantes cada vez mais protagonistas e podem ser encarados como sujeitos capazes de mudar a sua realidade social.

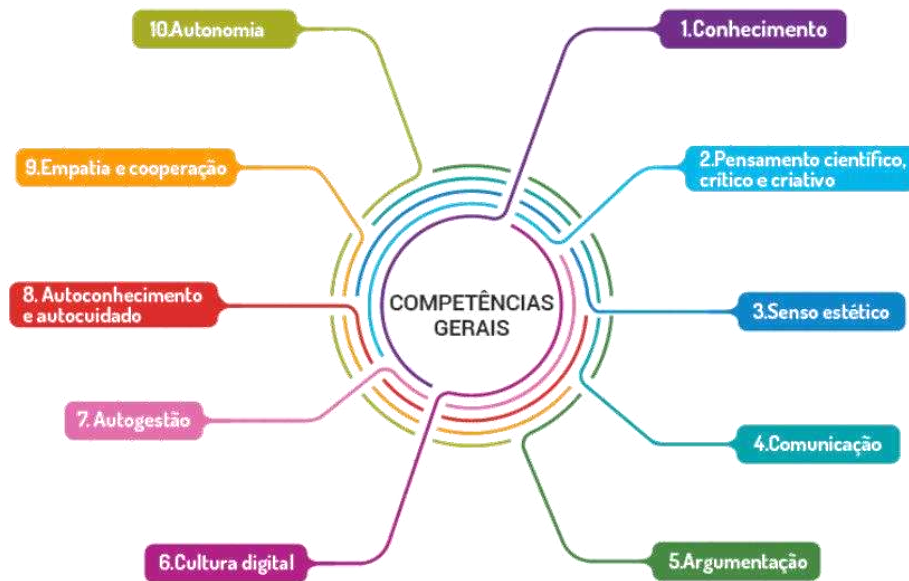
4.1 Competências

As competências se referem a um conjunto de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores que os estudantes irão desenvolver ao longo da educação básica com objetivo de promover a resolução diante de problemas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho (BRASIL, 2018). Dentro dessa definição do que é competência, pode-se encontrar um alinhamento estabelecido com o artigo 205 da Carta Magna brasileira.

É assegurado aos estudantes da educação básica o desenvolvimento de 10 competências gerais que “consustanciam, no âmbito pedagógico, os direitos de aprendizagem e desenvolvimento” (BRASIL, 2018, p.8) e que também “inter-relacionam-se e desdobram-se no tratamento didático proposto para as três etapas da Educação Básica (...)” (BRASIL, 2018, p.8-9). Em síntese, essas 10 competências gerais, que são interligadas, promovem a garantia dos direitos de aprendizagem e desenvolvimento em todo percurso da educação básica.

Com base no infográfico da figura 7 depreende-se a composição das competências indispensáveis à formação do educando na educação básica. Percebe-se que a formação do estudante não está alicerçada apenas no conhecimento, mas também em outras dimensões no que tange a formação humana tais como a capacidade de gerir a si e aos outros, gestão individual (autoconhecimento e autocuidado) e gestão coletiva (empatia, cooperação), a autonomia, a apresentação de um repertório cultural assim como também a comunicação. O estudante moderno se apresenta como um ser proativo, colaborativo, imerso na cultura digital e com grande poder comunicativo.

Figura 7 – Infográfico das 10 competências gerais da educação básica.



Fonte: Infográfico retirado no portal Nei Alberto Pies. Disponível em: <https://www.neipies.com/filosofia-no-referencial-curricular-gaucha-do-ensino-med> Acesso em: 22 de mar. 2023.

4.2 A BNCC e o ensino médio

O ensino médio, que é um direito garantido a todo cidadão brasileiro, é tido como um grande desafio na educação brasileira, pois precisa garantir tanto a universalização do direito à educação, como também que o estudante permaneça na escola e tenha suas aprendizagens garantidas. Entretanto, para isso acontecer, a escola tem de atender as aspirações presentes e futuras dos estudantes (BRASIL, 2018).

De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio de 2011 (DCNEM/2011), há uma necessidade de recriar a escola e que, apesar de as desigualdades sociais existentes estarem além do seu alcance, cabe a escola o papel da inclusão social através do oferecimento do acesso à ciência, à tecnologia, à cultura e ao trabalho (DCNEM/2011 *apud* BRASIL, 2018).

Ao falar do atendimento educacional à sociedade do séc. XXI, as DCNEM/2011 abordam a existência de uma juventude não homogênea que está diretamente relacionada a uma multiplicidade de atravessamentos sociais e culturais, gerando várias juventudes (DCNEM/2011 *apud* BRASIL, 2018). O trecho a seguir explicita o porquê de considerar a juventude dessa forma.

“Considerar que há muitas juventudes implica organizar uma escola que acolha as diversidades, promovendo, de modo intencional e permanente, o respeito à pessoa humana e aos seus direitos. E mais, que garanta aos estudantes ser protagonistas de seu próprio processo de escolarização, reconhecendo-os como interlocutores legítimos sobre currículo, ensino e aprendizagem” (BRASIL, 2018, p. 463).

Com base nesse trecho acima fica evidenciado que o papel da escola está em ser cada vez mais inclusiva e que valoriza os estudantes no sentido de reconhecê-los como protagonistas no âmbito das suas aprendizagens.

O novo ensino médio, estabelecido pela BNCC, preceitua a formação de uma base comum e o oferecimento de itinerários formativos, que por sua vez compõem a parte diversificada. De acordo com o artigo 36 da LDB, alterada pela Lei nº 13.415/2017, o ensino médio se transmuta em áreas do conhecimento das quais são: I - linguagens e suas tecnologias; II - matemática e suas tecnologias; III - ciências da natureza e suas tecnologias; IV - ciências humanas e sociais aplicadas e V - formação técnica e profissional. A razão para essa mudança se dá pelo motivo de que essa nova configuração oferta uma maior flexibilidade, permitindo uma melhor adequação dos currículos conforme a demanda vinda das localidades e dos estudantes, acarretando assim no fortalecimento do exercício do protagonismo juvenil e no desenvolvimento dos projetos de vida dos estudantes (BRASIL, 2018). A configuração do ensino médio proposta pela BNCC pode ser mais bem visualizada na figura 6.

Figura 8 – Infográfico da composição do ensino médio pela BNCC com base 10 competências gerais da educação básica.



Fonte: BNCC, MEC (2018)

Esse é o formato oferecido pela BNCC quando for retomada a etapa do ensino médio na educação básica brasileira. É merecido falar que a BNCC (2018) estabelece que as competências gerais norteiam, assim como nas etapas anteriores da educação básica, o ensino médio tanto no que concerne às aprendizagens essenciais, relativas às áreas do conhecimento, quanto aos itinerários formativos, relativos à diversidade existente graças à flexibilidade dos currículos.

4.3 As Metodologias Ativas na Educação

As metodologias ativas, de modo geral, podem ser encaradas como novas formas de promover a aprendizagem dos estudantes, na qual ocorre a ruptura do modelo implementado pela forma tradicional. Nessa abordagem os estudantes têm um papel mais ativo no processo de ensino-aprendizagem e o professor tem a postura de mediador da aprendizagem. Corroborando com as ideias aqui apresentadas, os autores Bacich e Moran (2017, p.41) estabelecem que “As Metodologias ativas dão ênfase ao papel protagonista do aluno, ao seu envolvimento direto, participativo e reflexivo em todas as etapas do processo, experimentando, desenhando, criando, com orientação do professor (...)”, em outras palavras, as metodologias ativas trazem a oportunidade dos estudantes assumirem o papel de protagonistas de suas aprendizagens, visto que não há mais necessidade, dentro do contexto das metodologias ativas, de ter um estudante a par do seu processo de aprendizagem.

Dentro das metodologias ativas o papel do professor, como dito anteriormente, também ganha um novo direcionamento, ele passa a ser visto não mais como o único detentor de conhecimentos e também como o único responsável pelas aprendizagens dos estudantes, mas sim como um agente que auxilia o estudante a conquistar a sua aprendizagem.

Para Bergmann e Sams (2018), ao falarem da metodologia ativa sala de aula invertida, a abordagem do professor dentro desse modelo não condiz que ele fique palestrando sobre um assunto em que poucos estudantes participam, esse procedimento é pouco efetivo devido a não haver tanta comunicação com os estudantes.

As metodologias ativas devem possuir um formato de sala de aula em que possibilita a todos estudantes aprenderem no seu próprio ritmo, tendo então uma aprendizagem personalizada.

É importante frisar a importância de haver essa personalização da aprendizagem dos estudantes, pois ela é tida como algo ímpar ao estudante. A aula no modelo tradicional pode

até ser a mesma para todos que a assistem, mas não significa dizer que a aprendizagem de todos os participantes aconteceu de maneira igual. Tudo isso se deve ao fato de que no ambiente de sala de aula os professores se deparam com uma heterogeneidade de estudantes. Para reforçar essa ideia basta trazer o exemplo do professor que ensina o mesmo conteúdo em turmas diferentes, a aula dada pelo professor pode ter alçado novos rumos motivados pelas formas que os estudantes receberam aquele conteúdo.

Quanto aos modelos de metodologias ativas existentes, há uma ampla variedade de formas de serem trabalhadas em sala de aula, estão na essência delas a mudança de postura do estudante e do professor quanto ao aprendizado, serão discutidas aqui alguns dos exemplos que podem ser utilizados pelos professores: A aprendizagem baseada em problemas (ABE), aprendizagem baseada em projetos (ABP), Sala de aula invertida, rotação por estações.

4.4 Sala de aula invertida

A sala de aula invertida foi bastante difundida nos trabalhos de Bergmann e Sams (2008), apesar dessa rápida divulgação por todo globo, é evidenciado que a sala de aula invertida não é um termo que foi cunhado por eles. Para Valente (2014) é atribuída aos autores Lage, Platt e Treglia como responsáveis pela criação, em 1996, da sala de aula invertida durante o ensino da disciplina de Microeconomia na Miami University, universidade estadunidense pertencente ao estado de Ohio.

Os autores Bergmann e Sams (2008) estavam lecionando química na Woodland Park High School, escola de ensino médio nos Estados Unidos, quando buscaram uma alternativa para sanar os problemas relacionados com a permanência dos estudantes na escola, uma vez que ela estava localizada na zona rural. Surgiu então a ideia de utilizar o método de sala de aula invertida com o uso de vídeos previamente gravados que são disponibilizados aos estudantes.

Entre as vantagens de usar essa metodologia estão um maior tempo para o professor esclarecer as dúvidas em sala de aula, uma maior atenção aos estudantes que apresentam maior dificuldade, uma maior flexibilidade de estudos e o uso de tecnologias a favor da educação. Apesar desse modelo em que são utilizados vídeos gravados previamente e enviados aos estudantes, se faz necessário evidenciar que não existe uma única forma de utilizar a sala de aula invertida.

De acordo com Bacich e Moran (2017, p. 56):

A aula invertida tem sido vista de uma forma reducionista como assistir vídeos antes e realizar atividades presenciais depois. Essa é uma das formas de inversão. O aluno pode partir de pesquisas, projetos e produções para iniciar-se em um assunto e, a seguir, aprofundar seu conhecimento e competências com atividades supervisionadas.

Em concordância com o pensamento acima, os autores Oliveira, Araujo e Veit (2016) destacam que os professores conheçam formas de variar suas práticas docentes e que tenham motivação para efetuar essas mudanças. A liberdade dada aos docentes para escolher e mudar os métodos de ensino é indispensável para a implementação dessas práticas docentes em diferentes modelos educacionais, ou seja, aquele ambiente educacional que faz parte da realidade do professor.

Partindo do pressuposto de que os estudantes têm uma melhor aprendizagem com os conteúdos em que há conexão com a sua realidade, conforme estabelece a BNCC ao falar dos conteúdos a serem ensinados, é evidenciado que a aprendizagem é algo significativo, tem impacto na vida do estudante.

Todavia, para essa aprendizagem significativa acontecer a Bacich e Moran (2017) defendem que o aprendizado dos estudantes deve ocorrer em um formato espiral, tendo como ponto de partida os níveis mais simples até chegar nos níveis mais complexos do conhecimento.

A aprendizagem é mais significativa quando motivamos os alunos intimamente, quando eles acham sentido nas atividades que propomos, quando consultamos suas motivações profundas, quando se engajam em projetos para os quais trazem contribuições, quando há diálogo sobre as atividades e a forma de realizá-las. (BACICH E MORAN, 2017, P. 43)

Se aprende, na visão Bacich e Moran (2017), aquilo que causa interesse e ressoa no interior do ser humano. Nesse sentido, ao falar das interações existentes dentro da sala de aula invertida, Bergmann e Sams (2018) ao falarem do desenvolvimento da cultura de aprendizagem entre os estudantes destacam para que isso aconteça.

Se faz necessário que os estudantes estejam comprometidos com os objetivos da aprendizagem ao invés de terem apenas o pensamento de apenas cumprir com as suas obrigações escolares. A orientação dada pelos professores durante a realização de tarefas significativas pode gerar reações positivas aos estudantes.

Figura 9 – Tabela comparativa entre os modelos de ensino tradicional e sala de aula invertida.

	SALA DE AULA	CASA E OUTROS
MODELO TRADICIONAL	<ul style="list-style-type: none"> - Transmissão de informação - Transmissão de conhecimento - Resolução de exemplos - Professor palestrante - Estudante passivo 	<ul style="list-style-type: none"> - Exercícios - Projetos - Trabalhos - Soluções de problemas
SALA DE AULA INVERTIDA	<ul style="list-style-type: none"> - Atividades de simulação - Atividades de projeto - Trabalhos em grupo - Debates - Professor mentor - Estudante ativo 	<ul style="list-style-type: none"> - Leituras - Vídeos - Pesquisas - Resolução de exemplos

Fonte: da Silveira Junior (2020)

Ao analisar as principais características de cada modelo de aprendizagem, é evidenciado que, em comparação com o modelo tradicional, há uma mudança nos papéis dos discentes que por sua vez são mais ativos, como também há uma mudança na função do docente, o professor palestrante sai de cena para dar espaço ao mentor da aprendizagem.

O autor da Silveira Junior (2020), ao falar das diferenças entre aprendizagem invertida e sala de aula invertida, também traz o conceito de Cultura de Aprendizagem e destaca que ela é considerada um dos pilares da aprendizagem invertida.

Nessa concepção de como alcançar a cultura de aprendizagem, pode-se concluir que o que foi proposto por Bergmann e Sams (2018) a respeito da criação desse pilar pelos estudantes, é alcançado dentro da aprendizagem invertida, como é esboçado por da Silveira Junior (2020).

Os quatro pilares da aprendizagem invertida podem ser vistos na figura 10.

Figura 10 – Tabela com os pilares da aprendizagem invertida.

F FLEXIVE ENVIRONMENT	L LEARNING CULTURE	I INTENTIONAL CONTENT	P PROFESSIONAL EDUCATOR
Ambiente Flexível Criar espaços flexíveis nos quais os estudantes escolhem quando e onde aprendem. Flexibilizar a sequência de aprendizagem de cada estudante e a avaliação da aprendizagem.	Cultura de Aprendizagem No modelo tradicional, a fonte principal de informação é centrada no professor. Na abordagem invertida a responsabilidade da instrução passa a ser centrada no estudante.	Conteúdo Dirigido Educadores pensam em como usar o modelo <i>Flipped</i> para ajudar estudantes na compreensão conceitual e determinam o que precisam ensinar e quais materiais eles devem acessar por conta própria.	Educador Profissional É mais exigente e é continuamente demandado, fornecendo <i>feedback</i> imediato em aula, avaliando o trabalho. Conecta-se com outros facilitadores, aceita críticas e tolera o caos controlado em aula.

Fonte: da Silveira Junior (2020) (adaptada)

Fazem parte de um ambiente constituído de aprendizagem invertida a flexibilidade dada aos discentes, a implementação da cultura de aprendizagem, a disponibilização de uma orientação mais estruturada e o fornecimento de feedbacks, sendo essas duas últimas características atribuídas ao papel de docente. Curiosamente as iniciais desses quatro pilares na língua inglesa forma a palavra *flip* cujo significado remete a inversão ou virada.

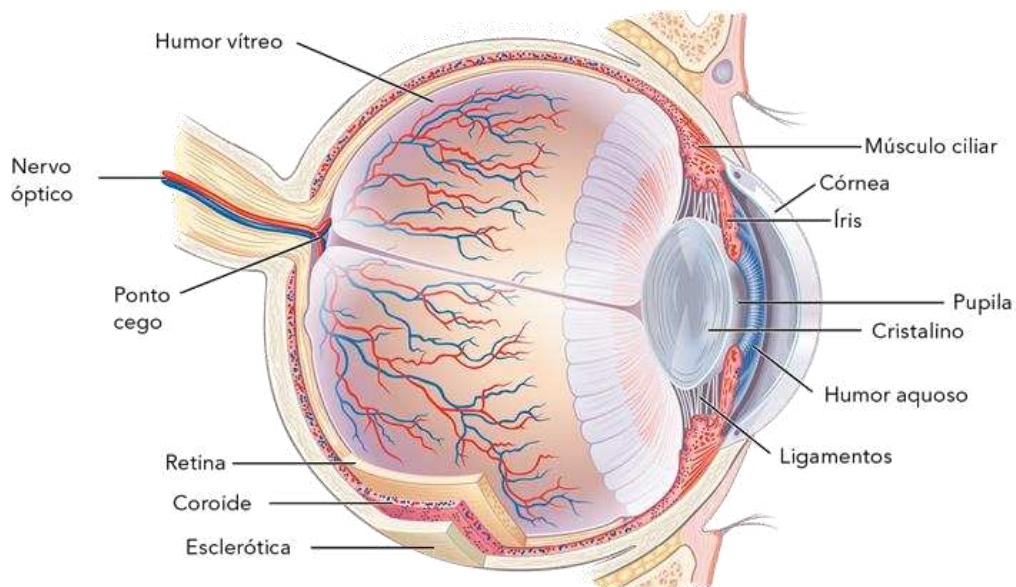
5 UMA DIGRESSÃO SOBRE ÓPTICA

Nas seções a seguir são discutidos alguns dos principais temas presentes nas fanzines produzidas pelos estudantes durante a aplicação deste projeto.

5.1 O PRIMEIRO INSTRUMENTO ÓPTICO: OLHO HUMANO

Durante muito tempo, o olho humano, mesmo que de forma limitada, foi a única forma de observação do espaço físico e dos fenômenos naturais, ele serviu como instrumento de busca e entendimento de questões inerentes à vida do ser humano tais como a observação da Lua e o comportamento das marés, duração dos dias do ano, descoberta do melhor período para plantação e colheita. Entretanto, graças aos avanços feitos no ramo da Óptica, foi possível a criação de outros diversos instrumentos ópticos que por sua vez vieram a contribuir com o poder de alcance do olho humano, permitindo assim observar desde espaços microscópicos, como o estudo do desenvolvimento da vacina contra o coronavírus, até o macro Universo como por exemplo, o envio do telescópio James Webb para as profundezas do cosmos.

Figura 11 – Representação dos elementos que compõem o olho humano.



Fonte: Duarte et al (2023).

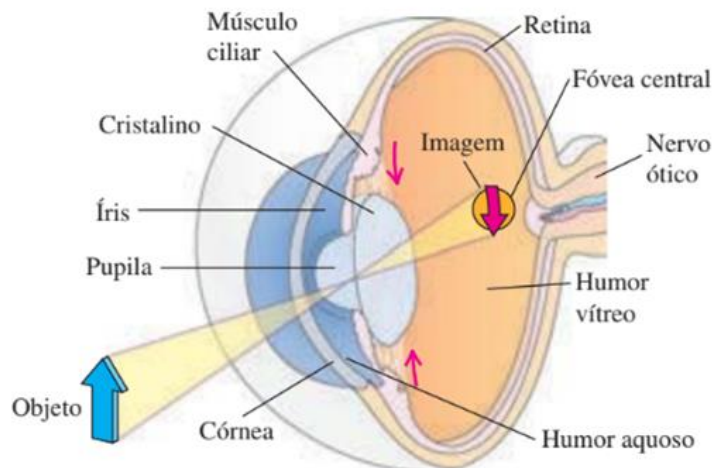
Apesar de limitado a distâncias pequenas, o olho humano é tido como uma das partes mais complexas existentes no corpo. Ele pode ser subdividido em elementos menores

em que cada um deles exerce uma função específica de modo a garantir a formação e a transmissão da imagem para o cérebro. Na imagem abaixo pode-se visualizar cada um desses elementos citados.

O olho humano tem como uma das suas características o formato quase esférico, possuindo um diâmetro com cerca de 2,5 centímetros. A parte frontal do olho possui uma curvatura mais acentuada que as demais regiões do globo ocular. Nessa região mais acentuada há a presença de uma membrana rígida e transparente denominada córnea. Logo após a córnea é encontrado o humor aquoso, espécie de líquido presente no olho, seguido por uma lente, cuja composição é de gelatina fibrosa, sustentada pelos músculos ciliares denominada de cristalino e posteriormente é encontrado o humor vítreo (SEARS, YOUNG E FREEDMAN, 2016).

Dentro dessa imersão de fluidos transparentes, o humor aquoso e o humor vítreo, cujo índice de refração se aproxima com o da água, tem-se a existência de duas lentes sendo uma fixa que recebe o nome de córnea e uma flexível de nome cristalino. Esta última lente citada sofre compressão e distensão pelo músculo ciliar, sendo capaz de alterar o foco. Já a Íris é o diafragma do globo ocular, controlando a incidência de luz que chega a retina (NUSSENZVEIG, 1998).

Figura 12 – Formação da imagem na retina.



Fonte: Sears, Young e Freedman (2016).

Em um olho humano emetropo a luz é focalizada na retina e lá estão a presença de células (cones e bastonetes) que serão responsáveis pela transmissão da imagem ao nervo óptico (NUSSENZVEIG, 1998). A formação da imagem acontece devido à refração sofrida pela luz

na córnea e cristalino, produzindo uma imagem real na parte posterior do globo ocular, uma região do globo ocular sensível à luz chamada retina. No processo de formação de imagem no globo ocular, pode-se observar uma similaridade quanto ao funcionamento óptico de uma câmera fotográfica (SEARS, YOUNG E FREEDMAN, 2016).

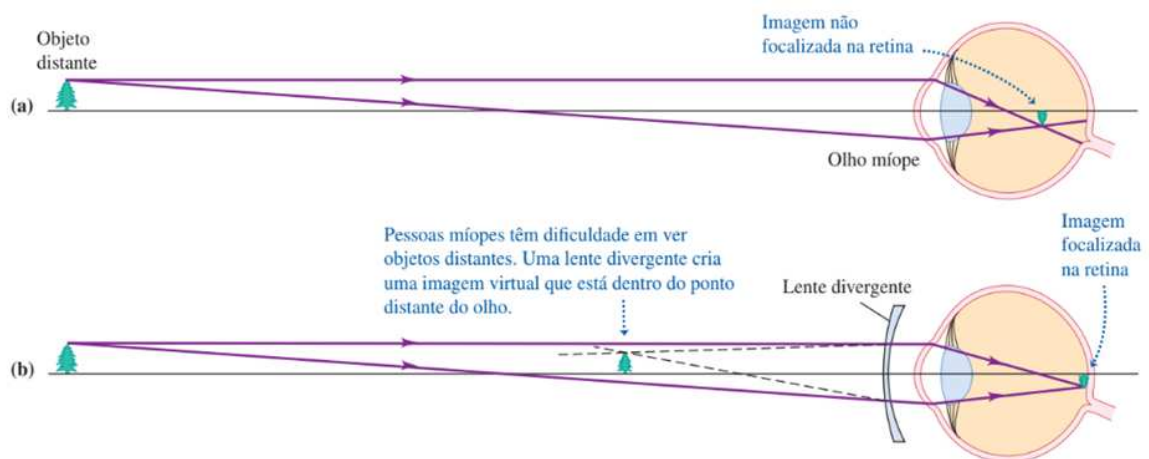
Vale ressaltar que quando a luz não é focalizada na retina, tem-se a formação de imagens em regiões posteriores ou anteriores à retina sendo um indicativo da presença de ametropias. Nesses casos é necessário fazer a utilização de lentes corretoras para trazer de volta a formação da imagem a retina. Na seção seguinte serão estudadas as principais ametropias acometidas nas pessoas.

5.2 DOENÇAS DA VISÃO (AMETROPIAS)

5.2.1 Miopia

A miopia acontece devido à formação da imagem ocorrer antes da retina. Essa situação pode ocorrer quando o olho tem um formato um pouco mais alongado que o normal, dificultando assim a formação da imagem na retina. Para corrigir esse problema, é necessário utilizar lentes divergentes, com isso a imagem volta a se formar na retina e a imagem formada volta a ter nitidez.

Figura 13 – Formação da imagem em um olho míope (a) e correção necessária para a imagem voltar a se formar na retina (b).



Fonte: Sears, Young e Freedman (2016).

Ao falarem das causas da miopia, os autores Sears, Young e Freedman (2016) estabelecem uma relação entre o formato alongado do olho humano e a curvatura da córnea. Duas possibilidades podem acontecer para a causa da miopia, sendo a primeira devido ao formato alongado do olho humano em relação ao raio de curvatura da córnea, já a segunda a miopia pode ocorrer devido a uma elevada curvatura da córnea, ocasionando em ambos os casos a formação da imagem antes da retina.

Na figura 11 é possível observar como acontece a formação da imagem em um olho míope (a) e a correção necessária para que a imagem volte a se formar no local ideal (retina) (b). É observado, através da figura 11 (b), que a utilização de uma lente divergente propicia a formação de uma imagem virtual que servirá como "objeto", a uma distância que permite a formação da imagem no fundo do olho, ou seja, essa imagem virtual está situada dentro do ponto distante do olho.

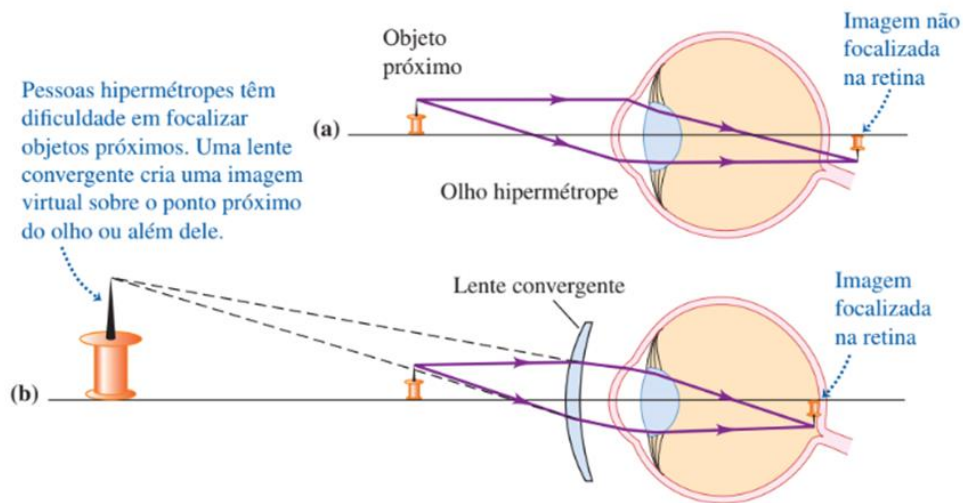
5.2.2 Hipermetropia

A Hipermetropia acontece devido ao formato encurtado do globo ocular. Nessa situação a imagem se formará apenas em um ponto posterior a retina, ocasionando em uma dificuldade para enxergar objetos próximos aos olhos. Para efetuar a correção da hipermetropia são utilizadas lentes convergentes, pois elas irão fazer com que a imagem volte a se formar na retina.

Esse mecanismo de trazer a imagem de volta para retina acontece porque as lentes convergentes criam uma imagem virtual maior que o objeto próximo que está sendo observado e essa imagem servirá como objeto para a formação da imagem na retina. De acordo com Sears, Young e Freedman (2016) a imagem virtual criada pelo uso das lentes convergentes deverá se formar a partir da distância mínima em que o olho hipermetrope enxerga com nitidez e além dela.

É importante frisar que para olhos hipermetropes, assim como o olho presbíope, a distância mínima para enxergar, também conhecida como ponto próximo, é acima do que é considerado normal em um olho normal cuja distância é de 25 centímetros. (SEARS, YOUNG E FREEDMAN, 2016). Na figura 12 é apresentada a formação da imagem no olho hipermetrope e sua respectiva correção com o uso de lentes convergentes.

Figura 14 – Formação da imagem em um olho hipermetrope (a) e correção necessária para a imagem voltar a se formar na retina (b).

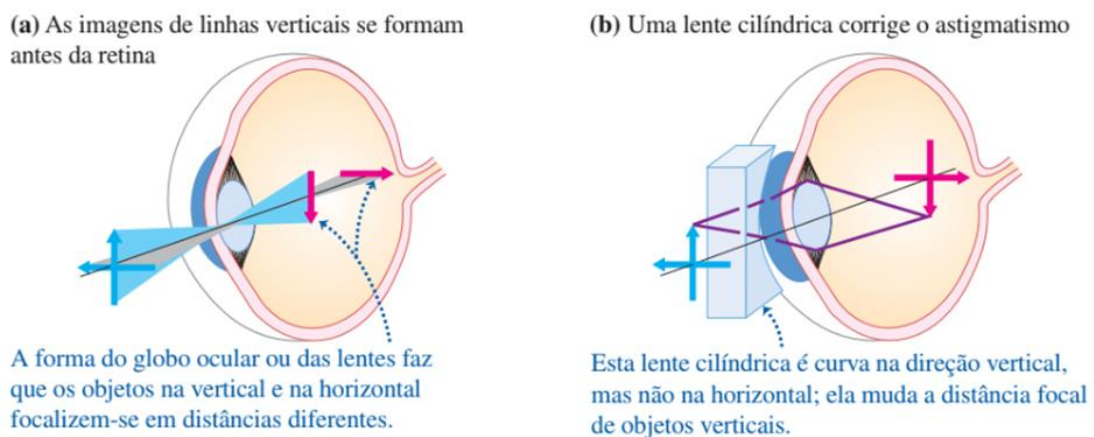


Fonte: Sears, Young e Freedman (2016).

5.2.3 Astigmatismo

O astigmatismo é causado pela má formação da córnea, por esse motivo a formação da imagem pode acontecer em diferentes planos não permitindo a focalização simultânea de objetos no plano horizontal e vertical, como por exemplo as barras verticais e horizontais de uma janela (SEARS, YOUNG E FREEDMAN, 2016).

Figura 15 – Formação da imagem em um olho com astigmatismo (a) e correção necessária para a imagem voltar a se formar na retina (b).



Fonte: Sears, Young e Freedman (2016).

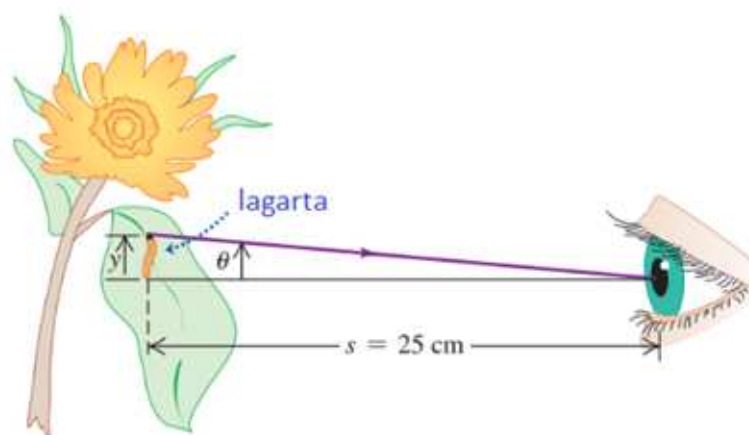
A solução para esse tipo de problema está na utilização de lentes cilíndricas, pois essas lentes podem afetar apenas um plano das linhas da imagem, não interferindo no outro plano que já possui suas linhas focalizadas na retina. A figura 13(a) ilustra um caso de astigmatismo em que a imagem é formada em diferentes planos, linhas de imagem horizontais no lugar correto (retina) e linhas de imagem verticais se formando antes da retina. Já na figura 13(b) a lente cilíndrica, curvada apenas na direção vertical, é posicionada em frente ao globo ocular com astigmatismo deslocando as linhas de imagem verticais, que se formavam antes da retina, para a retina. Essa correção causada pela lente cilíndrica aconteceu apenas no plano vertical, não interferindo em nada o plano horizontal.

5.3 INSTRUMENTOS ÓPTICOS DE OBSERVAÇÃO

5.3.1 Lupa

A lupa é um instrumento óptico utilizado para ampliar a imagem vista dos objetos que se deseja observar. De acordo com os autores Nussenzveig (1998) e Sears, Young e Freedman (2016) o tamanho da imagem na retina está relacionado com um ângulo visual θ .

Figura 16 – Observação de uma lagarta em um olho emetrope.



Fonte: Sears, Young e Freedman (2016).

Para um olho emetrope o tamanho da imagem projetada na retina é máximo quando o objeto está situado no ponto próximo³ (s), cuja distância é de 25 centímetros à frente do olho. Essa é a menor distância possível para um olho emetrope enxergar, sem auxílio de lentes, um objeto com nitidez.

Quando as condições de distância do objeto (s) igual a 25 centímetros e tamanho do objeto é $y \ll s$, tem-se que $\text{tg}\theta \approx \theta$, logo é válida a expressão abaixo para o ângulo visual θ (NUSSENZVEIG, 1998).

$$\theta \approx \frac{y}{s} \quad (1.0)$$

Para sanar o problema de enxergar objetos sem perder a nitidez, se requer o uso de uma lupa, que é composta unicamente por uma lente convergente. Com o auxílio dessa lente, ao posicionar o objeto sobre o foco da lupa (f), a nova imagem produzida terá como características uma imagem virtual, maior e direita.

A ampliação angular (M) da lupa é dada pela razão entre o ângulo formado entre o objeto e o olho com o auxílio da lupa dado por θ' e o ângulo visual θ , que é obtido sem auxílio de lentes (SEARS, YOUNG E FREEDMAN, 2016). A expressão da ampliação angular (M) é dada por:

$$M = \frac{\theta'}{\theta} \quad (1.1)$$

É possível relacionar a ampliação angular em outros termos. Para expressar a ampliação angular (M) nesses termos, é preciso combinar as expressões (1.0) e (1.1). Os ângulos agora estão escritos em termos de seus respectivos catetos.

$$M \approx \frac{\frac{y}{f}}{\frac{y}{s}} \quad (1.1)$$

$$M \approx \left(\frac{y}{f} \times \frac{s}{y} \right) \quad (1.1)$$

³ Esse é um valor adotado por convenção, mas pode variar ligeiramente entre os indivíduos.

Com isso pode-se chegar na expressão onde a ampliação angular pode ser escrita em termos da distância próxima e o foco da lupa.

$$M \approx \frac{s}{f} \quad (1.2)$$

A ampliação angular da lupa está limitada entre 3 a 4 vezes devido às condições da lente biconvexa simples, números maiores que estes podem causar o que se chama de aberrações da lente. Com a correção dessas aberrações a ampliação angular pode aumentar em até 20 vezes (SEARS, YOUNG E FREEDMAN, 2016).

5.3.2 Telescópio

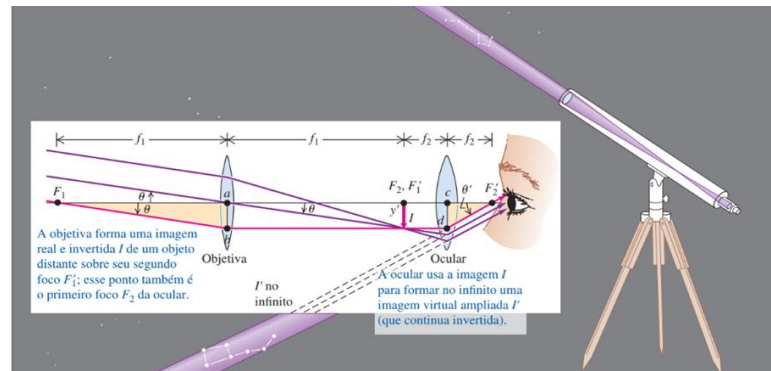
Esse tipo de instrumento óptico possui muita similaridade com os microscópios compostos, o motivo para se chegar nessa conclusão está na utilização de um sistema ótico análogo constituído pela combinação entre a lente objetiva e a lente ocular (SEARS, YOUNG E FREEDMAN, 2016). Essas lentes compostas de um telescópio têm o objetivo de minimizar aberrações (NUSSENZVEIG, 1998).

Entretanto é válido ressaltar que nem todos os telescópios se utilizam de um sistema de lentes como mecanismo para visualizar objetos distantes, pois dentro dessa categoria de instrumentos ópticos, existem algumas variações na construção óptica de um telescópio.

Os telescópios que não utilizam lentes são chamados de telescópios refletores, enquanto os equipamentos que dispõem do uso de lentes são chamados de telescópios refratores. De acordo com os autores Sears, Young e Freedman (2016) a substituição das lentes pelos espelhos em telescópios refletores é uma vantagem pois não necessita fazer correções de aberrações provenientes do uso de lentes, tais como a aberração cromática e a aberração esférica.

O objetivo do telescópio refrator consiste na ampliação do ângulo visual θ , que por sua vez acarreta na formação de uma imagem observada maior, de objetos localizados a distâncias astronômicas (NUSSENZVEIG, 1998). Na figura 15 se tem a demonstração, através da combinação de duas lentes, do processo de formação de imagem em um telescópio refrator.

Figura 17 – Processo de formação de imagem em um telescópio refrator.



Fonte: Sears, Young e Freedman (2016).

A lente objetiva fornece uma imagem real e reduzida do objeto I e essa servirá como objeto para lente ocular produzir uma imagem virtual e ampliada. Os objetos observados por um telescópio, por estarem a grandes distâncias, fazem com que a lente objetiva produza a imagem (I) sobre o seu segundo foco (F_1'), que coincide com o primeiro foco da ocular (F_2), logo a lente ocular formará uma imagem virtual no infinito (SEARS, YOUNG E FREEDMAN, 2016).

Para o aumento angular (M) de um telescópio tem-se a expressão dada por:

$$M = \frac{\theta'}{\theta} \quad (1.4)$$

O ângulo visual θ' representa o ângulo formado quando o objeto é visto com o auxílio do telescópio e θ representa o ângulo visual do olho emetropo sem uso de lentes. Essa mesma equação pode ser representada em termos dos focos das lentes que compõem o telescópio.

Na figura 15 estão representados dois triângulos hachurados com a cor laranja. Através destes triângulos, por trigonometria, é possível encontrar o valor de θ e θ' . O triângulo maior é formado pelos pontos (F_1) e altura da imagem formada pela objetiva (I) = (ab). Nele pode-se encontrar o valor do ângulo visual θ .

$$\tan \theta = \frac{I}{f_1} \quad (1.5)$$

De maneira análoga, pelo triângulo retângulo menor cujo os pontos são representado pelos pontos (F_2') e altura da imagem formada pela objetiva ($I = cd$), irá se encontrar o valor ângulo visual θ'

$$\tan \theta' = \frac{I}{f_2'} \quad (1.6)$$

Lembrando-se que para pequenos ângulos tem-se que $tg\theta \approx \theta$. Nesse caso as expressões (1.5) e (1.6) ficam representadas como (1.7) e (1.8):

$$\theta = \frac{I}{f_1} \quad (1.7)$$

$$\theta' = \frac{I}{f_2'} \quad (1.8)$$

Logo substituindo as expressões (1.7) e (1.8) em (1.4) tem-se que:

$$M = \frac{\frac{I}{f_2'}}{\frac{I}{f_1}} \quad (1.4)$$

$$M = \left(\frac{I}{f_2'} \times \frac{f_1}{I} \right) \quad (1.4)$$

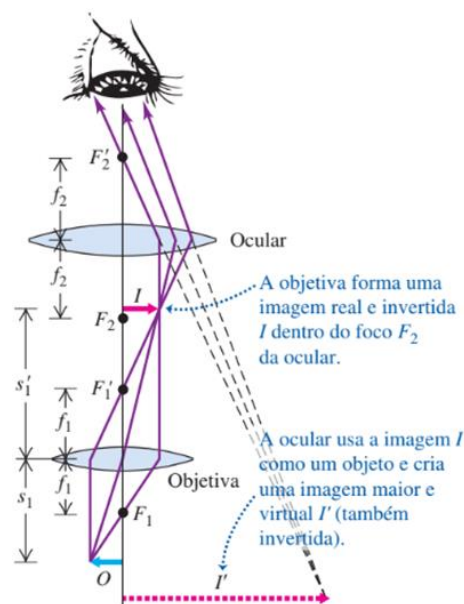
$$M = \frac{f_1}{f_2'} \quad (1.9)$$

Vale lembrar que em alguns livros essa expressão aparece com sinal negativo na fração, isso acontece devido à orientação do foco.

5.3.3 Microscópio

Também conhecido como microscópio composto, seu funcionamento óptico, como falado anteriormente, acontece pela combinação das lentes objetiva e ocular. O objeto que se pretende visualizar deve ser colocado nas proximidades do foco da lente objetiva (F_1), onde a distância (s_1) satisfaça a condição ($s_1 > f_1$) (SEARS, YOUNG E FREEDMAN, 2016).

Figura 18 – Processo de formação de imagem em um telescópio refrator



Fonte: Sears, Young e Freedman (2016).

A lente objetiva produzirá desse objeto uma imagem (I) com as seguintes características: real, maior, e invertida, sendo esta última mostrada na figura 16. A imagem (I) será formada entre o foco (F_1') e o vértice da lente ocular (F_2) nas proximidades do foco da lente ocular. Essa imagem (I) servirá de objeto para a lente ocular, que atua como uma lupa, produzindo uma imagem (I') com as características virtual, maior e direita (SEARS, YOUNG E FREEDMAN, 2016).

A ampliação da imagem em um microscópio está relacionada a dois fatores, sendo estes a ampliação transversal e a ampliação angular. A expressão (2.0) mostra a seguir a ampliação transversal dada em função da distância do objeto até a lente objetiva (s_1) e a distância entre a imagem e a lente objetiva (s_1') (SEARS, YOUNG E FREEDMAN, 2016).

$$m_1 = - \frac{s_1'}{s_1} \quad (2.0)$$

Quando o objeto satisfaz as condições de estar situado nas proximidades do foco (F_1') e $s_1' \gg f_1$ em que f_1 representa a distância focal da lente objetiva, implica-se que $s_1 \approx f_1$. A expressão (2.0) então é reescrita como a expressão (2.1) (SEARS, YOUNG E FREEDMAN, 2016).

$$m_1 = - \frac{s_1'}{f_1} \quad (2.1)$$

Já a ampliação angular do microscópio é dada pela combinação das expressões (2.1) e (1.2) em que o (s) representa a distância do ponto próximo (25 centímetros) e (f) representa distância focal da segunda lente do microscópio chamada de ocular. A expressão (1.2) ganha alguns ajustes tais como a substituição do símbolo de aproximação pelo símbolo de igualdade e a substituição de (f) por (f_2) visto que a ocular e a segunda lente do microscópio.

$$M \approx \frac{s}{f} \quad (1.2)$$

$$m_1 M = - \frac{s_1 s_1'}{f_1 f_2} \quad (2.2)$$

5.4 COMPORTAMENTO DA LUZ EM MEIOS IMONOGÊNEOS

No estudo do comportamento da luz, muitos livros do ensino médio trazem o conceito da propagação da luz de forma retilínea, entretanto pode-se afirmar que nem sempre a luz irá apresentar esse tipo de comportamento, pois ele está associado com meio de a luz se propaga. A luz tem um comportamento característico em meios inhomogêneos.

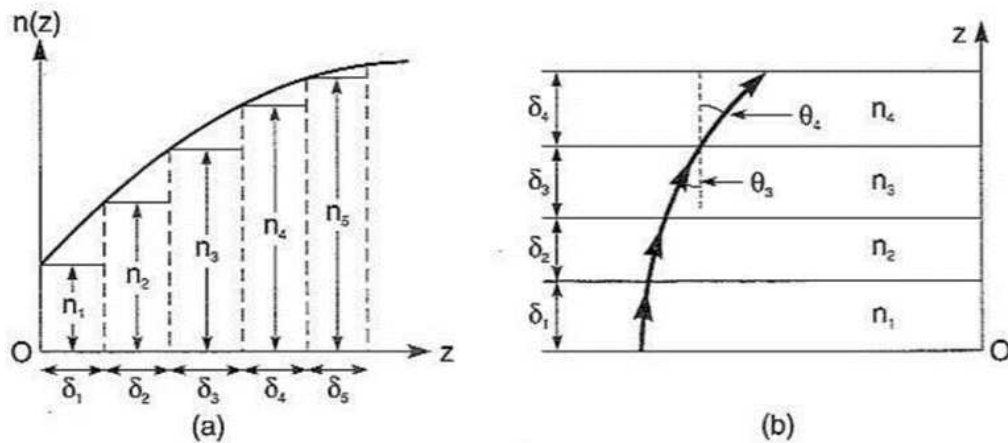
A atmosfera terrestre é um exemplo de meio inhomogêneo. Isso acontece devido aos diferentes índices de refração que a compõem, uma vez que regiões que estão mais próximas da crosta terrestre possuem uma densidade maior, e conseqüentemente um maior índice de refração (n), em comparação a regiões situadas a grandes altitudes. (NUSSENZVEIG, 1998).

A luz tem a trajetória curvada ao passar pela atmosfera e isso acontece devido aos diferentes valores de índice de refração (n). De acordo com Nussenzveig (1998)

o caso mais simples da variação dos valores de índice de refração (n) acontece quando (n) está condicionado a variar em apenas uma direção, que conforme a figura é a

direção z . Nessa situação pode substituir a variação contínua de (n) por um modelo estratificado em que (n) varia de camada por camada na condição da espessura da camada (δ) tender a zero.

Figura 19 – Comportamento da luz na atmosfera.



Fonte: Nussenzveig (1998)

Com o uso da lei da refração, na figura 17 (b), em cada interface, pode-se observar que o comportamento do ângulo θ muda conforme a expressão (2.3): (NUSSENZVEIG, 1998).

$$(\dots) = n_3 \sen \theta_3 = n_2 \sen \theta_2 = n_1 \sen \theta_1 \quad (2.4)$$

Essa mesma expressão (2.4) quando escrita no limite, irá apresentar uma constante, como expresso em (2.5). Tem-se que (n) e θ variam de forma contínua (NUSSENZVEIG, 1998).

$$n \sen \theta = \text{constante} \quad (2.5)$$

Dependendo dos valores de de índice de refração (n) crescendo ou decrescendo, tomando como referência os valores de (n) de baixo para cima, o comportamento do feixe de luz pode se aproximar ou se afastar da normal. Na atmosfera terrestre, os raios luminosos das estrelas que aparecem no horizonte possuem um desvio de aproximadamente 0,5 graus, sendo que a posição real dessa estrela é de 0,5 graus acima da posição aparente, enxergada na Terra, devido às condições da atmosfera (NUSSENZVEIG, 1998).

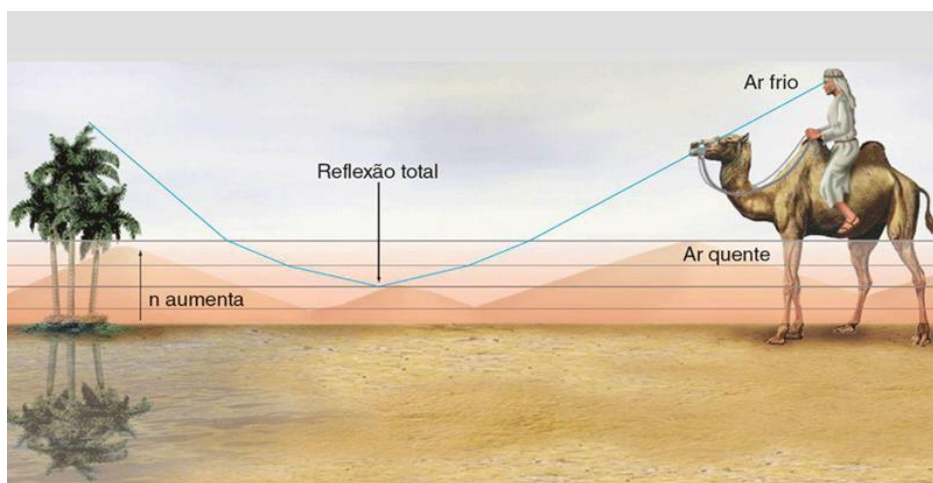
5.4.1 Miragens

As miragens ocorrem devido às altas temperaturas encontradas nas regiões próximas a superfície terrestre, fazendo com que os valores dos índices de refração (n) sejam cada vez mais altos à medida que a altitude aumenta (NUSSENZVEIG, 1998).

Esse fenômeno acaba por causar uma espécie de reflexão oriunda da superfície onde se encontra o objeto visto, como por exemplo uma palmeira vista em um dia muito quente no deserto. Nessas condições tem-se que além da reflexão dos raios oriundos da palmeira, ainda se tem a “reflexão” (refração que causa o encurvamento da luz) causada pela areia.

A figura 19 mostra o comportamento característico de uma miragem. Através dela é possível perceber que a luz, devido aos elevados índices de refração (n) que estão próximos da superfície (areia), sofre uma deflexão de sua trajetória, fazendo com que o observador receba os raios luminosos provenientes de duas fontes ao mesmo tempo.

Figura 20 – Miragem no deserto.



Fonte: Imagem retirada no portal Física do Calegareiro. Disponível em: <http://fisicadocalegareiro.blogspot.com/2016/04/miragens.html> (adaptada) Acesso em: 15 jun. 2023.

As miragens são uma demonstração do princípio de Huygens, pois como essas regiões próximas ao solo, devido ao aquecimento da superfície, tem o valor do índice de refração (n) menor em comparação a altitudes maiores. O resultado disso é que a luz atinge maiores velocidades nessas regiões próximas à superfície e as ondas secundárias de Huygens tem raios maiores. A imagem que o observador irá perceber do objeto é uma imagem invertida logo abaixo do objeto dando a sensação de um lago refletindo o objeto (SEARS, YOUNG E FREEDMAN, 2016).

5.5 DISPERSÃO DE RAYLEIGH

A formação de imagem em um instrumento óptico não é puntiforme. Isso acontece porque ao atravessar um instrumento óptico, o feixe luz que parte do objeto atravessa várias aberturas circulares, tais como as lentes, causando a difração. A imagem formada é tida como o disco central de difração cuja abertura angular é dada pela fórmula de Airy (2.3) (NUSSENZVEIG, 1998).

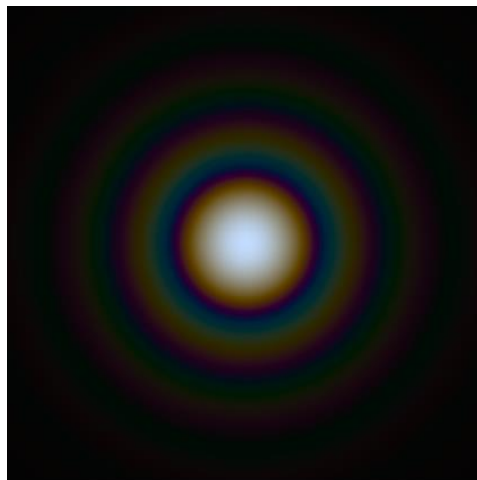
$$\text{sen } \theta \sim \Delta\theta \approx 0,61 \frac{\lambda}{a} \quad (2.3)$$

onde:

(λ) representa o comprimento de onda da luz;

(a) representa o raio da lente objetiva

Figura 21 – Processo de espalhamento da luz solar ao atravessar a atmosfera.

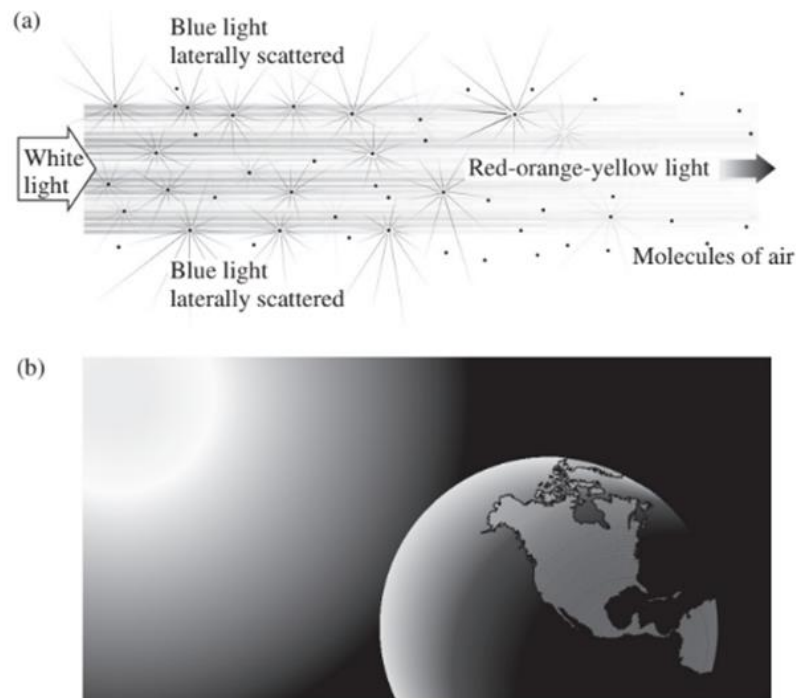


Fonte: Imagem retirada no portal Wikipédia. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Airy_disk
Acesso em: 15 jun. 2023.

A imagem não é nítida quando se tem dois pontos incoerentes do objeto muito próximos, os discos centrais se sobrepõem causando uma mancha. Nesse caso é necessário utilizar o critério de Rayleigh para separar esses dois pontos do objeto de maneira que o máximo central de difração de um desses pontos coincida com o 1º mínimo do outro (NUSSENZVEIG, 1998).

O comportamento da luz ao atravessar um gás, no caso a atmosfera terrestre, ocasiona que as partículas que compõem o gás funcionem como pequenas osciladoras em que a nuvem de elétrons entra em uma vibração do estado fundamental por um fóton de entrada, o que faz com que essa molécula, atingida pelo fóton, inicie a reemissão da luz (HECHT, 2016).

Figura 22 – Processo de espalhamento da luz solar ao atravessar a atmosfera.



Fonte: Hecht (2016).

Em um telescópio, a fórmula de Airy (2.3) permite encontrar a separação angular mínima ($\Delta\theta$) (NUSSENZVEIG, 1998). Nessa situação é possível entender o porquê de os telescópios terem o raio da lente objetiva grande, uma vez que a medida que (a) cresce ($\Delta\theta$) diminui.

Quando se fala em microscópio, chega-se à conclusão que o microscópio eletrônico leva vantagem sobre o microscópio óptico. A explicação consiste na separação angular mínima ($\Delta\theta$) ser diretamente proporcional ao comprimento de onda da luz. Os microscópios eletrônicos conseguem reduzir o comprimento de onda da luz⁴ o que causa uma menor separação angular mínima ($\Delta\theta$) permitindo assim aumentos maiores (NUSSENZVEIG, 1998).

⁴ Os microscópios eletrônicos utilizam elétrons, por isso conseguem atingir comprimentos de onda menores que os ópticos que utilizam a luz visível.

6 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

A metodologia utilizada foi aplicada em dois momentos distintos, sendo que a primeira vez em que ela foi utilizada foi na época em que as escolas adotaram o ensino remoto devido a pandemia de coronavírus em 2021. A primeira aplicação ocorreu no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), campus Itapipoca, enquanto a sua segunda aplicação ocorreu, também em uma escola técnica de âmbito federal, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), campus Paragominas no ano de 2022.

Utilizou-se junto com a aplicação dos fanzines a abordagem da sala de aula invertida, dadas as condições restritivas de possuir poucos encontros com os estudantes devido à limitação imposta pela pequena carga horária da disciplina de Física, de apenas uma hora aula por semana, optou-se por trabalhar com essa metodologia.

É importante ressaltar que as duas aplicações dessa metodologia foram bastantes similares desde a utilização da sala de aula invertida, uso dos fanzines, divisão dos conteúdos de ótica, postagem e apresentação dos fanzines. A única variação presente consistiu no uso, durante a segunda aplicação, de vídeos abordando tópicos relevantes da reunião usada no IFCE, desse modo houve a variação de formato síncrono para assíncrono.

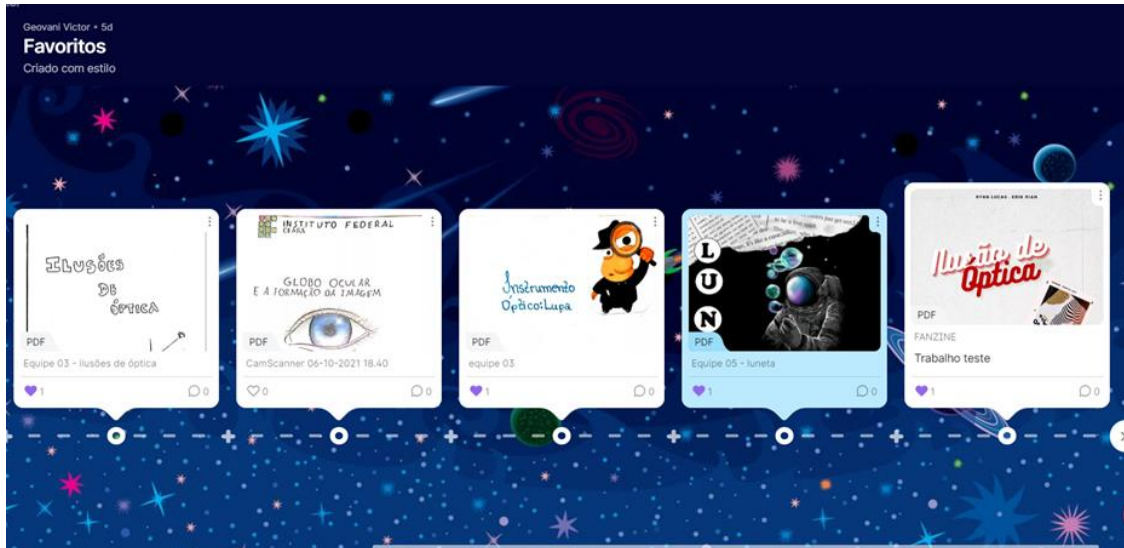
6.1 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL NOS INSTITUTOS FEDERAIS DO CEARÁ E PARÁ

Na primeira aplicação foram selecionadas duas turmas de terceiro ano do ensino médio do IFCE, das quais pertenciam aos cursos de Mecânica e Edificações. Em um primeiro momento foi marcado uma reunião com cada turma, junto ao professor responsável com duração estimada em 45-50 minutos, utilizando a plataforma de reuniões Google Meet.

Nessa reunião os estudantes conheceram um pouco mais sobre a metodologia da utilização dos fanzines como recurso pedagógico e sua utilização no processo de ensino e aprendizagem, resultando em uma aproximação com o tema. Eles conheceram a origem dos fanzines, exemplos de fanzines aplicados em outras áreas do conhecimento, assim como modelos de confecção dos fanzines norteando-os como eles poderiam fazer os seus próprios fanzines. Esse primeiro contato dos estudantes com o tema é crucial para que eles se sintam motivados a seguir com essa metodologia, pois nem todos conheciam essa abordagem.

Em seguida foi apresentado o *padlet*, um mural colaborativo onde os estudantes postaram seus respectivos fanzines, e um cronograma esboçando as datas importantes sobre as etapas da metodologia a serem seguidas, assim como a divisão das equipes e seus respectivos temas.⁵

Figura 23 – Mural colaborativo presente no padlet.



Fonte: elaborada pelo autor.

Na segunda aplicação, ocorrida no IFPA, foram selecionadas duas turmas de terceiro ano do ensino médio das quais pertenciam aos cursos de Meio Ambiente e Informática. A estratégia utilizada nessa segunda aplicação foi semelhante à proposta no IFCE. As diferenças foram que dessa vez as aulas tinham um caráter presencial e abordagem junto aos estudantes que antes havia sido em formato de reunião pelo Meet (formato síncrono) foi em forma de vídeos explicativos para norteá-los no entendimento dos fanzines (formato assíncrono).

Quanto às demais etapas, vistas posteriormente na tabela 1, foram seguidas da mesma maneira, preservando assim a uniformidade da aplicação dos fanzines no ensino de Física. Dentre a vasta quantidade de conteúdos presentes no conteúdo de Óptica, selecionou-se os tópicos conforme a lista a seguir:

⁵ vale lembrar que nesse momento nem todos os estudantes estavam presentes na reunião do Google Meet, isso pode ter acontecido por diversos motivos, como por exemplo, a dificuldade de acesso a internet até mesmo a questão de adaptação ao um novo modelo de aula (mundo virtual) imposto em caráter de urgência devido a pandemia de coronavírus acarretando diretamente na motivação dos estudantes em frequentar as aulas.

- globo ocular e formação de imagem.
- miopia e hipermetropia.
- lentes corretoras das ametropias.
- ilusões de ótica.
- instrumentos ópticos (lupa).
- instrumentos ópticos (luneta).
- tema livre (óptica).

Após a divisão das equipes, foi proposto aos educandos que fizessem pesquisas sobre os seus temas utilizando fontes que estivessem a seu alcance, como por exemplo, o livro adotado pela escola, a internet, vídeos no Youtube, envio de e-mails para o professor etc. O objetivo dessa pesquisa estava justamente na apropriação de material para construir o fanzine e na melhor gestão do tempo em sala de aula, uma vez que os estudantes já haviam tido uma leitura prévia dos conteúdos a serem estudados e as aulas ministradas pelo professor agora estavam livres para uma discussão mais profunda dos temas.

Além desta etapa apresentada, foram tidos mais três momentos na utilização dessa metodologia. O quadro a seguir evidencia as etapas propostas aos estudantes e os respectivos objetivos evidenciados em cada etapa.

Tabela 1 - Etapas propostas aos estudantes do IFCE e IFPA

ETAPAS ESTUDANTES	PROPOSTAS AOS	OBJETIVOS DE CADA ETAPA
Apresentação do projeto e divisão das equipes entre 4 a 6 estudantes		Aproximar o tema fanzine com os estudantes. Motivar os estudantes a construir os fanzines.
Entrega dos fanzines (1ª versão)		Observar se os estudantes haviam compreendido bem o que seria uma fanzine. Publicar as produções (fanzines) no mural online disponibilizado pelo Padlet

Momento de ajustes	Analisar conceitos Físicos trabalhados pelos estudantes seguindo a metodologia da sala de aula invertida. Retornar com o feedback do trabalho dos estudantes
Apresentação e postagem dos fanzines (versão final) no padlet	Avaliar os estudantes de acordo com as apresentações e os fanzines publicados. Mostrar aos estudantes o conteúdo de óptica de maneira a propor uma aprendizagem mais significativa.

Fonte: elaborada pelo autor.

A duração da metodologia foi de aproximadamente um mês, pois cada etapa estava espaçada em intervalos de uma semana. Logo após a primeira etapa, apresentação da metodologia, veio a fase de entrega da primeira versão dos fanzines, nessa etapa pode-se ver se realmente os estudantes entenderam a proposta apresentada. Com a análise dos materiais entregues foi possível orientá-los quanto a aplicação dos estudos de óptica, os equívocos utilizados na confecção dos fanzines assim como algumas orientações quanto à questão da legibilidade de algumas partes dos materiais produzidos foi dada nessa etapa de aplicação. Esse acompanhamento dos estudantes e o papel de professor como tutor é crucial para a aplicação da sala de aula invertida.

Após esse momento de ajustes, os estudantes tiveram a oportunidade de apresentar a toda a turma o seu fanzine como também discorrer sobre as estratégias utilizadas para fazê-lo. Assim todos tiveram a oportunidade de conhecer os conteúdos de cada equipe com temas de ótica e foi aberta para debates propiciando assim uma aprendizagem mais significativa, uma vez que já na produção dos fanzines havia um cuidado especial dos estudantes em relacionar os assuntos estudados com temas do cotidiano.

A utilização dessa metodologia procurou principalmente motivar os estudantes, uma vez que muitos desafios para os docentes foram aparecendo, como por exemplo na primeira aplicação, pois diante de um momento muito delicado, pandemia de coronavírus, muitos estudantes não estavam comparecendo às aulas remotas e mesmo os que compareciam tinham grande dificuldade de se concentrar em assistir as aulas via telas de celular, computador etc.

6.2 O QUE SE ESPERAVA?

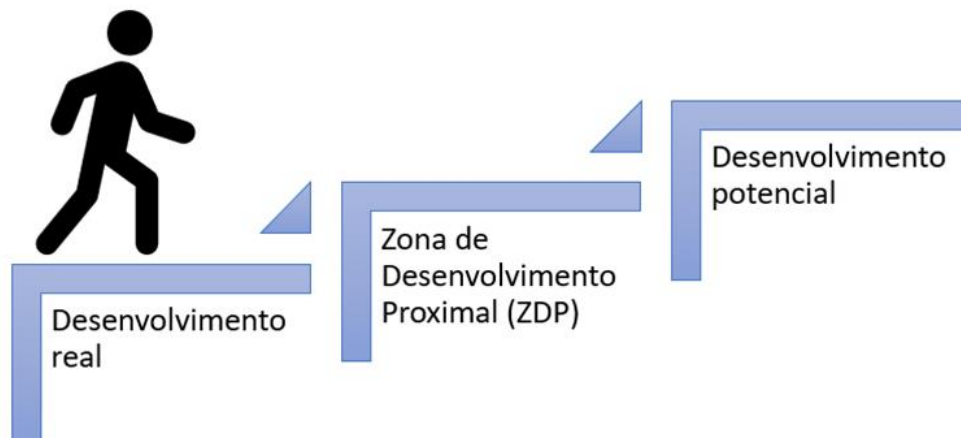
Essa abordagem procura estar alicerçada no novo ensino médio proposto pela BNCC, em que características como o desenvolvimento de competências, habilidades e atitudes são tidas como essenciais na formação do educando.

O uso de fanzines dentro do ensino de física permite haver uma ruptura com o modelo do estudante tradicional, uma vez que essa atividade exige uma maior participação dos estudantes no processo de construção do seu próprio conhecimento. Nela os educandos vão enfrentar situações que requerem o protagonismo estudantil na efetivação do seu conhecimento.

Diante de todos esses atributos presentes nessa abordagem, se esperava uma melhor integração de diferentes habilidades na construção do processo avaliativo. As competências tidas como gerais na BNCC somadas à teoria das inteligências múltiplas de Gardner tornam possível uma avaliação em parâmetros mais diversificados ante aos modelos tradicionais que privilegiam apenas a inteligência linguística e a lógico-matemática.

Os educandos, ainda que de forma virtual, se conectam, trocam informações entre si. Logo esse fluxo de informações pode se transformar em conhecimento quando é gerenciado de maneira eficiente. Em outras palavras, quando se traz as habilidades de comunicação em grupo para o âmbito do ensino de física, há uma maior participação de todos, resultando naquilo que Vygotsky (2007) classifica, ao falar dos níveis de desenvolvimento, como desenvolvimento potencial representando o maior nível de desenvolvimento que o indivíduo pode chegar, tudo isso graças ao auxílio de uma pessoa adulta ou até mesmo outros colegas de classe.

Figura 24 – Representação dos níveis de desenvolvimento do indivíduo de Vygotsky.



Fonte: elaborada pelo autor.

Para Vygotsky (2007) existem dois níveis de desenvolvimento, sendo o primeiro representado como aquilo que o indivíduo consegue aprender sozinho chamado de *nível de desenvolvimento real*, e o segundo é o que o indivíduo aprende coletivamente com os outros, chamado de *nível de desenvolvimento potencial*. Na figura 24 está ilustrada a classificação de Vygotsky para o desenvolvimento do indivíduo.

No entanto, é importante frisar que existe uma lacuna entre esses dois níveis chamada de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). De acordo com Vygotsky (2007, p. 97):

“Ela é a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes.”

Através dessa perspectiva cognitiva do aprendizado de Vygotsky, consegue-se chegar à conclusão que é essencial superar a ZDP e o caminho para atingir esse êxito está em abordagens pedagógicas que privilegiem a interação dos educandos entre si e com o professor.

6.3 COMO OS ESTUDANTES FORAM AVALIADOS?

A avaliação dos discentes foi diagnóstica e formativa, acontecendo durante todo o processo da aplicação do produto pedagógico, sendo feito um acompanhamento durante todas as etapas desde a construção até a culminância que foi a apresentação dos fanzines ao restante da turma.

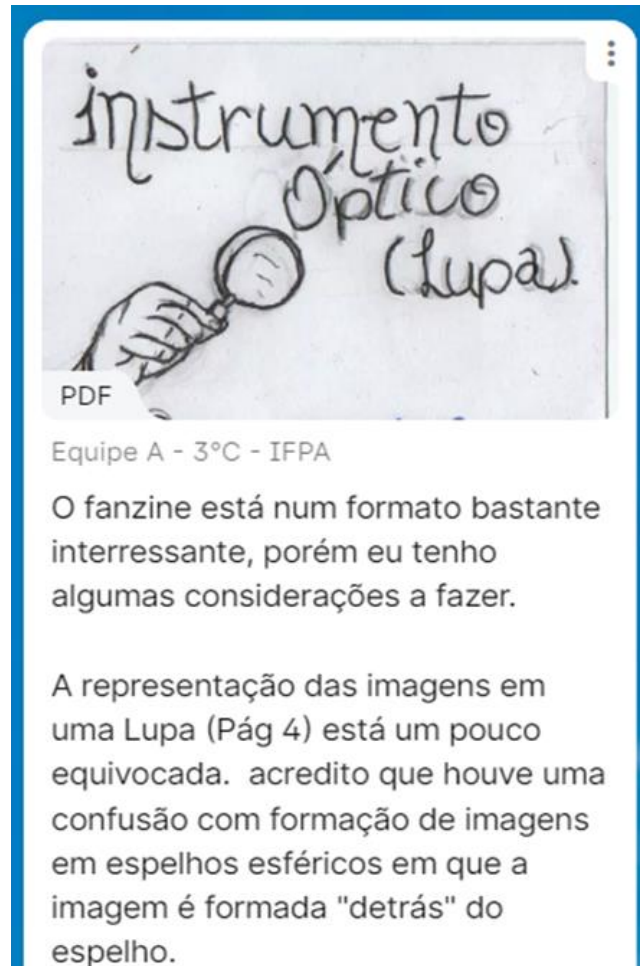
Desse modo, procurou-se evitar a limitação imposta pelo conceito tradicional de avaliação, que consiste em testes escritos em uma folha. Como dito anteriormente, as salas de aulas possuem uma ampla variedade de indivíduos acompanhados pela sua bagagem sociocultural, o que implica na diversidade dos fanzines produzidos pelos discentes.

A teoria das Inteligências Múltiplas de Gardner somada à essência da criatividade propostas pelos fanzines permitiu aos estudantes imergir nas suas mais diversas habilidades existentes tais como a criação de desenhos, a criatividade para desenvolver narrativas, a comunicação com outras pessoas, o uso da inteligência espacial na construção dos fanzines com o recorte de figuras e o posicionamento de textos e muitas outras por eles desenvolvidas.

Com esse acompanhamento feito pelo professor-tutor, os estudantes tiveram a oportunidade de ver os resultados do trabalho feito em equipe, assim como também puderam

ver os pontos que precisam ser corrigidos, como por exemplo, uma interpretação equivocada dos conceitos de óptica. O exemplo a seguir ilustra um mal-entendido entre espelhos e lentes, observe o retorno dado aos estudantes.

Figura 25 – Exemplo de retorno dado aos estudantes do IFPA (2022).



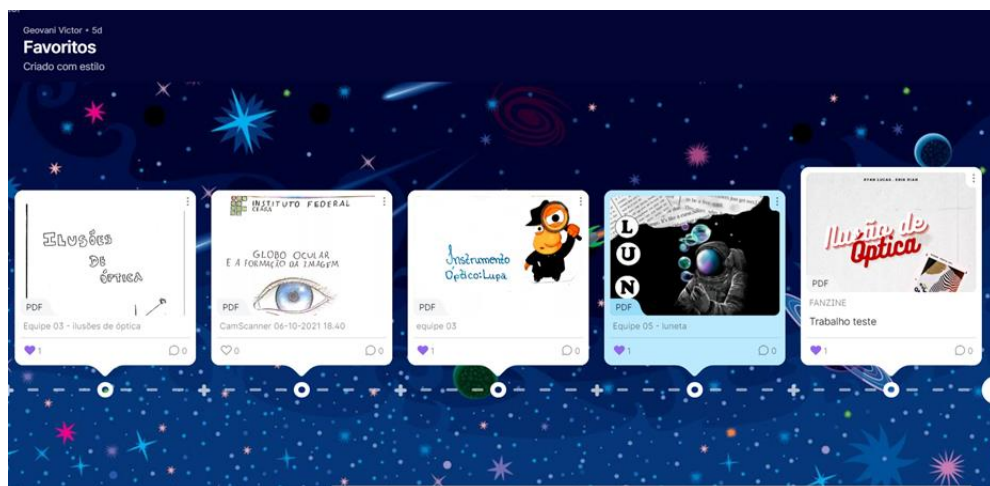
Fonte: elaborada pelo autor.

Os fanzines, de certo modo, espelham o aprendizado absorvido pelos estudantes do conteúdo proposto em sala de aula. Ao perceber esses equívocos, cabe ao professor-tutor, com os resultados obtidos nos fanzines iniciais, elaborar estratégias que possam fortalecer os conceitos físicos, que antes foram mal interpretados, e assim propiciar um melhor aprendizado aos estudantes.

7 RESULTADOS

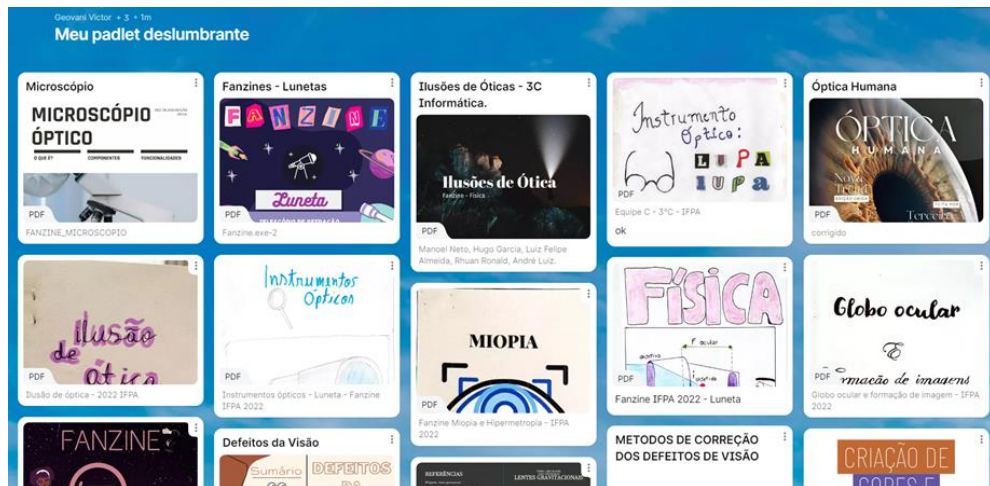
Os resultados nas duas aplicações se mostraram bastante satisfatórios, os educandos, de maneira geral, compreenderam bem a proposta pedagógica dos fanzines no ensino de óptica. Eles trouxeram fanzines dos formatos mais variados possíveis tais quais fanzines em forma de receita para construir um instrumento óptico, fanzines em formato de cordel alertando sobre os sintomas das ametropias, a utilização de ilusões de óptica dentro do contexto da arte, o uso de quadrinhos para representar uma situação de miragem etc.

As produções foram publicadas em um mural colaborativo da plataforma padlet conforme está representado nas figuras 26 e 27.



Fonte: elaborada pelo autor.

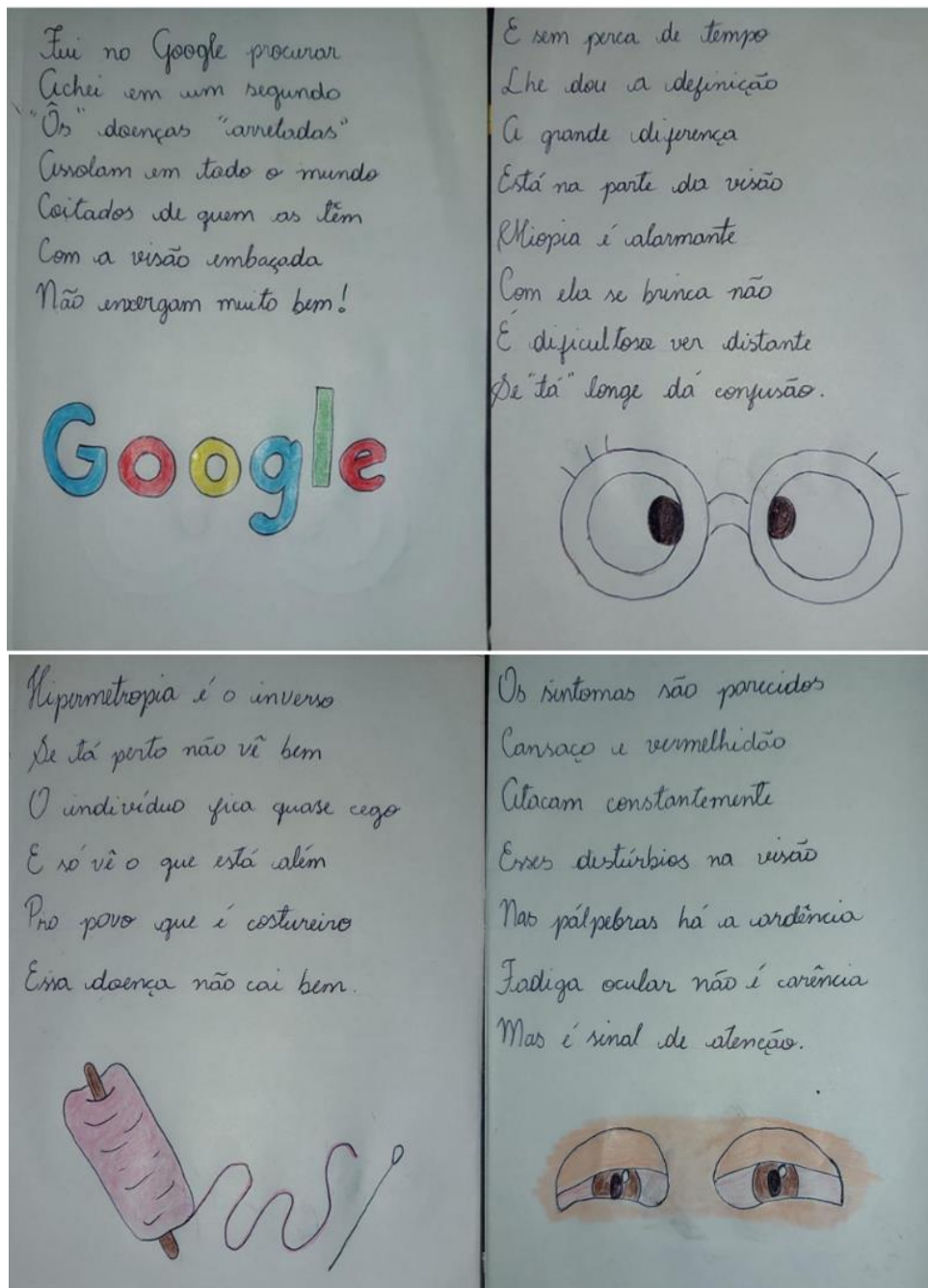
Figura 27 – Mural colaborativo dos estudantes do IFPA (2022).



Fonte: elaborada pelo autor.

Dentre todas as produções realizadas pelos estudantes, selecionou-se apenas seis fanzines, sendo as duas primeiras pertencentes aos estudantes do IFCE e as quatro seguintes pertencentes aos estudantes do IFPA para serem discutidas nesse texto. Optou-se por esse espaço amostral, devido à grande quantidade de fanzines produzidas e as produções serem um pouco extensas. No entanto, para a escolha, buscamos aquelas que representavam de maneira ampla o contexto geral no qual se inserem as demais. Observe os fanzines abaixo.

Figuras 28 (a) e (b) – Trecho do fanzine sobre doenças da visão constituído pelos estudantes do IFCE (2021).



Fonte: elaborada pelo autor.

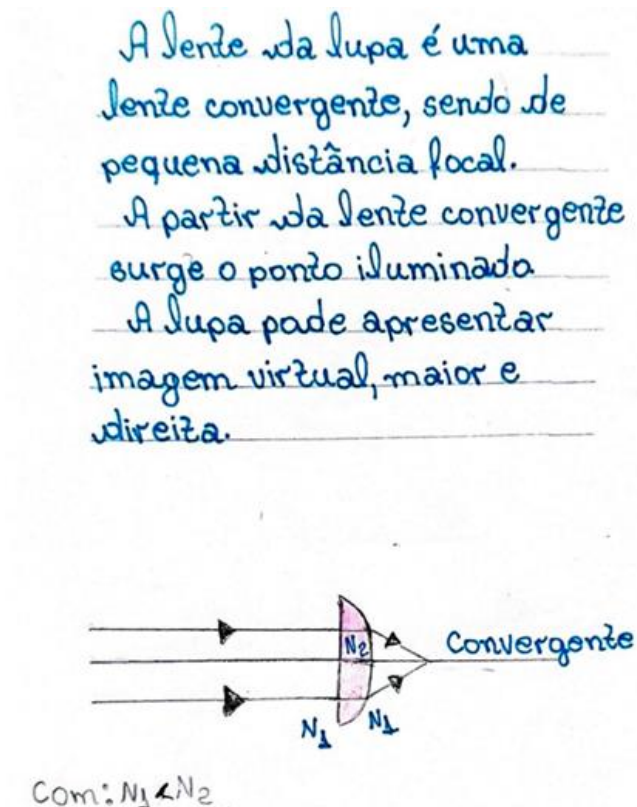
O fanzine acima aborda os defeitos da visão com uma característica bem peculiar do povo nordestino, com ele se é possível conhecer um pouco mais sobre as doenças miopia e hipermetropia através de versos e estrofes comuns na literatura de cordel.

Os estudantes utilizando-se do cordel propuseram uma leitura informativa mais dinâmica, no qual são expostos os sintomas presentes em cada ametropia. Essa produção ainda é enriquecida pelas ilustrações que acompanham o conteúdo de cada página. Apesar de não estar ilustrado nas figuras acima, se percebe dentro do fanzine uma mensagem apelativa no final dessa produção recomendando que as pessoas não procurem a automedicação.

A combinação de todos esses elementos esboçados no fanzine transmitem o repertório cultural que os indivíduos estão inseridos, com isso foi possível produzir uma aprendizagem mais significativa uma vez que os estudantes absorveram o conteúdo proposto para a sua equipe e junto com suas vivências culturais deram ao conteúdo de óptica um significado presente dentro de suas realidades.

Na produção do fanzine a seguir também é possível encontrar a combinação de textos e ilustrações. Os estudantes abordaram o assunto sobre os instrumentos ópticos, mais precisamente a lupa.

Figura 29 – Trecho do fanzine sobre instrumentos ópticos constituído pelos estudantes do IFCE (2021).



Fonte: elaborada pelo autor.

A partir de então os estudantes esboçaram em sua produção as características das lupas tais como o tipo de lente e como ocorre o processo de formação de imagens ao se utilizar uma lupa. É visto que eles entenderam bem o assunto lupa, pois abordaram corretamente que em uma lupa se utiliza lentes convergentes e que as imagens podem apresentar como características de ser virtual, maior e direita.

Nesse trecho também é possível ver que os estudantes desenharam a trajetória dos feixes luminosos ao atravessar a lente convergente e o relacionaram bem com os índices de refração do meio e da lente.

A construção dos fanzines também ocorreu em formato digital com a utilização de programas que os educandos já conheciam, isso mostra as habilidades de cada um que são heterogêneas e que se bem trabalhadas em conjunto, isto é gerida de maneira interligada, pode-se aproveitar melhor os potenciais de cada educando.

Um dos exemplos de fanzines em formato digital está na produção realizada pelos estudantes do IFPA. Observe que ao falar da miopia os estudantes utilizaram a construção de uma narrativa através de uma história em quadrinhos (HQ).

Figura 30 (a) e (b) – Trecho do fanzine sobre defeitos da visão constituído pelos estudantes do IFPA (2022).



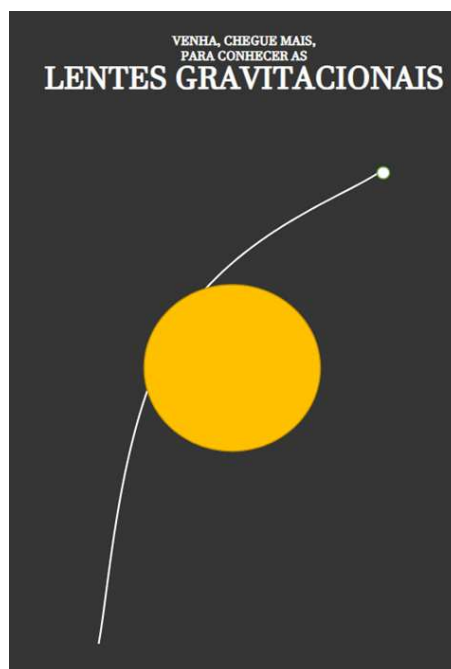
Fonte: elaborada pelo autor.

Na situação representada nas figuras 30 (a) e (b) um dos personagens ribeirinhos apresenta uma certa dificuldade para enxergar de longe. Como consequência disso, ele acaba confundindo uma árvore e seu amigo *Manel* com lendas do folclore brasileiro, a mula e o saci-pererê. No final dessa história, é apresentado um final cômico, pois se tem a impressão de que as lendas realmente existem e estavam preocupadas com a saúde visual dos ribeirinhos.

Mais uma vez percebe-se a forte influência cultural da região onde os estudantes convivem, pois há uma mescla dos elementos culturais com o ensino de óptica. A conclusão que se pode chegar é de que o quão rico é a experiência de construir fanzines, pois leva os estudantes a exercer o seu lado criativo e, conseqüentemente, a assimilação dos conceitos ópticos em sua aprendizagem.

Quando o assunto foi o tema livre, as equipes trouxeram as mais variadas temáticas como, por exemplo, o uso de lentes gravitacionais. Isso mostra a importância de não delimitar o tema somente nos tópicos tradicionais que uma abordagem comum faria. É de vital importância deixar um caminho para além do que está sendo discutido em sala aula, pois quando o estudante tem a oportunidade de discutir uma temática de sua escolha, ele se sente seguro para falar daquilo que lhe tem afinidade, o que o desperta a sua atenção. No momento em que o assunto livre é trazido para dentro da sala de aula, ele irá enriquecer o aprendizado de todos que ali participam.

Figura 31 – Trecho do fanzine sobre lentes gravitacionais constituído pelos estudantes do IFPA (2022).



Fonte: elaborada pelo autor.

Um fato interessante, observado em um dos exemplos de fanzines em formato digital do IFPA, foi a utilização de softwares para a criação do fanzine. Observe o resultado obtido por esses estudantes na figura a seguir.

Figura 32 (a) e (b) – Trecho do fanzine sobre lunetas constituído pelos estudantes do IFPA (2022).



Fonte: elaborada pelo autor.

Os autores deste fanzine apresentam, através das características observadas, um conhecimento mais aprofundado sobre a edição de imagens por meio da utilização de ferramentas digitais. Isso é considerado como algo positivo, pois os estudantes colocaram em prática conhecimentos provenientes da sua própria formação cognitiva tendo como consequência um impacto significativo em seus próprios aprendizados.

Enquanto a elaboração do fanzine sobre os microscópios, visto na figura 33, permitiu que os estudantes explorassem novos espaços da escola, como por exemplo, o laboratório de ciências.

Figura 33 – Trecho do fanzine sobre microscópios constituído pelos estudantes do IFPA (2022).

CIÊNCIA AGORA - Edição 335

CIÊNCIA AGORA - Edição 335



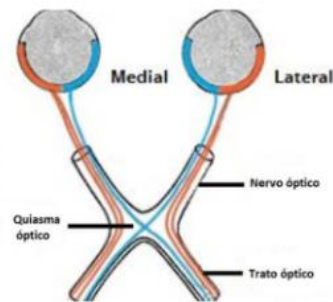
COMO OCORRE A INVERSÃO DE IMAGEM

ALENTE OBJETIVA DE UM MICROSCÓPIO COMPOSTO TEM UMA DISTÂNCIA FOCAL MUITO CURTA. DEPOIS QUE A LUZ PASSA ATRAVÉS DA AMOSTRA, ATRAVÉS DALENTE OBJETIVA E SEU PONTO FOCAL, A IMAGEM FORMADA SERÁ INVERTIDA. ESSA IMAGEM É O OBJETO QUE É VISTO PELALENTE OCULAR. ALENTE OCULAR ATUA APENAS COMO UMA SIMPLES LUPA, E AMPLIA A IMAGEM CRIADA PELALENTE OBJETIVA. COMO RESULTADO, A IMAGEM QUE É VISTA QUANDO SE OLHA ATRAVÉS DE UM MICROSCÓPIO COMPOSTO É INVERTIDA QUANDO EM COMPARAÇÃO COM A AMOSTRA A SER ANALISADA.



Quiasma Óptico:

O QUIASMA ÓPTICO É UMA ESTRUTURA EM FORMA DE X FORMADA PELO CRUZAMENTO DOS NERVOS ÓPTICOS NO CÉREBRO. O NERVO ÓPTICO CONECTA O CÉREBRO AO OLHO. PARA OS BIÓLOGOS, O QUIASMA ÓPTICO É CONSIDERADO UM PONTO DE VIRADA NA EVOLUÇÃO. ACREDITA-SE QUE AS FIBRAS NERVOSAS ÓPTICAS CRUZADAS E NÃO CRUZADAS QUE PERCORREM O QUIASMA ÓPTICO SE DESENVOLVEM DE MANEIRA A AUXILIAR NA VISÃO BINOCULAR E NA COORDENAÇÃO OLHO-MÃO.



Fonte: elaborada pelo autor.

Diante dessa situação, os estudantes tiveram a oportunidade de observarem de perto o funcionamento dos microscópios, visto que eles levaram algumas amostras para análise e produção de imagens. Desse modo pode-se concluir o quão significativo foi o ponto de partida, a produção do fanzine, para que os estudantes fossem em busca de aprofundar o conhecimento sobre esse tema.

No encerramento da aplicação dos fanzines, ao final de cada aplicação, foi disponibilizado um questionário qualitativo, via *google forms*, para os estudantes avaliarem e fazerem sugestões no que tange a aplicação dessa proposta pedagógica. Os resultados obtidos indicam que os estudantes receberam, apesar de ser um pouco desconhecida, bem o uso dos fanzines no ensino de óptica. A seguir será representado graficamente alguns dos resultados obtidos por esse questionário de pesquisa.

Gráfico 1 – Respostas dos estudantes do IFCE (2021) e IFPA (2022) quanto a compreensão do conteúdo de óptica.



Fonte: elaborada pelo autor.

Entende-se por este gráfico que os estudantes sentiram ter tido uma melhor compreensão dos conteúdos de óptica ante ao modelo de ensino tradicional, pois todos aqueles que se propuseram a responder ao questionário de pesquisa avaliaram positivamente o recebimento dessa metodologia no contexto do ensino de óptica. Sob esse aspecto é importante ressaltar que a autoavaliação positiva dos estudantes é um dos elementos que caracterizam um maior engajamento dos mesmos na participação das atividades e corrobora com a proposta de aprendizagem significativa.

Em uma das questões se perguntou aos estudantes como eles conseguiram elaborar os fanzines visto que na época da primeira aplicação o formato de aula era remoto. Ao analisar as respostas percebe-se que mesmo sem poder se encontrar presencialmente, os estudantes desenvolveram mecanismos de comunicação para construção do fanzine. É possível inferir aqui um outro aspecto positivo do uso dessa metodologia no que tange à troca de experiências entre os estudantes, o que colaborou sobremaneira para o engajamento dos mesmos nas atividades e na participação ativa no processo de ensino e aprendizagem.

Tabela 2 – Respostas dos estudantes do IFCE (2021) quanto às estratégias de comunicação durante a pandemia

5. Quais as estratégias utilizadas para "driblar" as dificuldades trazidas pela pandemia?	Respostas
estudante A	A gente usava principalmente ligações em grupo no discord para todos poderem conversar.

estudante B	Utilização de aparelhos eletrônicos, como celulares, para ocorrer o contato entre alunos e professores.
estudante C	O uso do meet é muito importante, porque mesmo estando cada um em suas casas, através dele nós conseguimos se juntar e ter uma maior interação para o trabalho.
estudante D	As estratégias foram que como não dava pra gente se reunir presencialmente nossa equipe teve a ideia de fazer uma reunião no meet e deu tudo certo graças a Deus, todos estavam na hora que marcávamos... essa foi nossa estratégia para driblar e nos se reunirmos.
estudante E	Marcamos horários para todos pesquisar, para separar o que colocava ou que tirava. Criamos um grupo e assim sempre nos comunicando entre si, apresentando novas pesquisas para ter um maior rendimento no conteúdo.
estudante F	Uma das estratégias foi fazer uma grande pesquisa sobre o nosso tema com isso escolheríamos o que de conteúdo colocar na fanzine.
estudante G	Creio que nesse período a melhor estratégia estar sendo ajudar o próximo e ser ajudado, pois todos nós apresentamos dificuldades nesta pandemia e cada um possui uma dificuldade diferente, assim, podemos ser capazes de ajudar no que podemos e ser ajudados.

Fonte: elaborada pelo autor.

Por fim, foi perguntado aos estudantes as possíveis sugestões para melhorar a aplicação dos fanzines no ensino de física. Muitos deles disseram que o projeto em si estava ótimo do jeito que foi apresentado, entretanto alguns deles propuseram sugestões pontuais com o objetivo de melhorar a metodologia. Observe nas imagens seguintes algumas das respostas apresentadas ao responder essa questão.

Neste ponto, eles sugeriram que as “melhores” fanzines fossem desenvolvidas. Isso é um bom aspecto que pode ser explorado e utilizado para propor projetos de iniciação científica júnior para aqueles estudantes que tenham maior interesse no conteúdo ou mesmo que possam ser utilizadas como recurso didático quando o professor for ministrar novamente a disciplina. Além disso, foram sugeridas aulas tratando da confecção de quadrinhos. Isso mostra que há espaço para que o projeto seja aplicado de maneira interdisciplinar, por exemplo, com os docentes das disciplinas de artes.

Tabela 3 – Respostas dos estudantes do IFCE (2021) e IFPA (2022) quanto às sugestões do uso dos fanzines no ensino de física

7. Você teria alguma sugestão para melhorar o projeto? Caso sim, por quê? Caso não, por quê?	Respostas
estudante A	Realizar essa atividade forma virtual foi ótimo, seria melhor de forma presencial, porém esta opção está fora. Então, para nossa realidade no momento, foi perfeita a forma como o projeto foi elaborado.
estudante B	No geral eu achei a ideia e o trabalho muito bom, foi uma forma criativa e muito eficaz de aplicar o conteúdo.
estudante C	Eu gostei de como foi feito o projeto, foi bastante produtivo, estimulou em fazer pesquisas e o trabalho em equipe que sempre é bom para um bom resultado.
estudante D	O projeto foi ótimo não mudaria nada, me trouxe diversos conhecimentos, além do conhecimento de física. Gostei muito da ideia que vocês trouxeram. Além de ter nos desafiado a fazer um trabalho em grupo que deu super certo, pelo menos pra minha equipe, já que foi algo por meet porém todos colaboraram.
estudante E	Acredito que não, achei o projeto muito interessante, integrar uma disciplina que a maioria das pessoas acham difícil, com algo fácil e divertido que tem o intuito de facilitar o entendimento sobre algo.
estudante F	Acho que pegar as fanzine mais bem desenvolvida e melhorá-las.
estudante G	Sim, seria bom que fosse disponibilizado em PDF o conteúdo necessário a ser tratado na fanzine. Também seria bom se fosse agregado aulas de quadrinhos ou desenho, para ajudar na inspiração para confeccionar a fanzine, e assim diversificar na criatividade do design.

Fonte: elaborada pelo autor.

8 CONCLUSÃO

Diante da análise dos fanzines produzidos pelos estudantes foi possível concluir que eles, através dos conhecimentos e habilidades adquiridos ao longo de sua formação humana e técnica, conseguiram fazer a integração dos conteúdos de óptica, ministrados na disciplina de Física, com outras áreas do conhecimento, como: o português, com a criação de histórias dentro do fanzine, a arte, com a interconexão entre algumas obras de arte e as ilusões de óptica, e a informática, com a utilização de softwares no desenvolvimento do fanzine.

A proposta de utilização dos fanzines como ferramenta pedagógica pode ser vista como grande aliada ao professor e aos seus educandos, pois permite o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo quanto aos assuntos abordados em sala de aula. É preciso que o protagonista do aprendizado, ou seja, o estudante, encontre significados naquilo que se está aprendendo na escola, resultando então em uma conexão dos saberes adquiridos com a sua realidade.

Essa aquisição dos saberes com o propósito de sanar os problemas enfrentados no mundo real é essencial para uma aprendizagem efetiva, pois como abordado na seção dedicada a sala de aula invertida, o estudante que se sente motivado durante o processo de construção do seu conhecimento é aquele que, em seu âmago, constrói uma aprendizagem significativa.

Dentro da prática da sala de aula invertida o ritmo de aprendizagem não é mais ditado pelo professor, mas sim por cada um que dele participa, os seus processos de aprendizagem acontecem em um ritmo próprio. Essa flexibilidade trazida pela sala de aula invertida permite que o professor tenha um melhor acompanhamento dos seus estudantes, o que acaba resultando em uma aprendizagem personalizada.

Outro ponto importante da utilização dos fanzines junto com a sala de aula invertida foram as conexões construídas nas equipes. Foi percebido, através das respostas dadas ao questionário pesquisa, que eles responderam bem ao trabalhar em um regime colaborativo com os seus colegas. É importante frisar que se aprende não somente com o professor, mas também com o outro e essa diversidade, esperada nas equipes, propiciou um maior fluxo de ideias do que aconteceria em um modelo de aula tradicional.

O sociointerativismo, defendido por Vygotsky (2007), permite que o aprendizado seja expandido. Quando se trata do desenvolvimento cognitivo Vygotsky (2007) propõe dois estágios de desenvolvimento sendo que o primeiro, chamado de *nível de desenvolvimento real*, representa o que o indivíduo pode aprender sozinho, enquanto o segundo, chamado de *nível de*

desenvolvimento potencial é dado pelo aprendizado que o indivíduo pode chegar ao ser auxiliado pelos outros, quer sejam eles o professor ou os colegas de turma.

Por fim, para sugestões futuras é interessante que essa metodologia seja concretizada como um projeto na escola e sejam criadas mais parcerias com outras disciplinas com o intuito de viabilizar uma melhor integração dos saberes.

O professor que for utilizar essas metodologias pode aplicá-la também em outros momentos dos conteúdos de física, não necessariamente apenas em óptica. Aqui é importante ressaltar que esta metodologia também foi aplicada em momentos que o assunto era magnetismo e termodinâmica e os resultados foram bem satisfatórios. Não incluímos essas temáticas nesse texto com o intuito de produzir um material mais fechado do ponto de vista didático.

REFERÊNCIAS

- ANDRAUS, Gazy. Minhas experiências no ensino com os criativos fanzines de histórias em quadrinhos (e outros temas). *In*: SANTOS NETO, Elydio dos; DA SILVA, Marta Regina Paulo(org.) **Histórias em Quadrinhos e Práticas Educativas: o trabalho com universos ficcionais e fanzines**. São Paulo: Criativo, 2013.
- ANTUNES, Celso. **As inteligências múltiplas e seus estímulos**. 7. ed. Campinas: Papyrus, 2001.
- ARAÚJO, Yuri Amaral de Barros Coimbra de. **Fanzines: reflexões sobre cultura, memória e internet**. 2018.
- BACICH, Lilian; MORAN, José (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. **Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.
- BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Organizado por Cláudio Brandão de Oliveira. Rio de Janeiro: Roma Victor, 2002. 320 p.
- BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 23 dez. 1996. p. 27833.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018.
- COSENZA, Ramon M.; GUERRA, Leonor B. **Neurociência e Educação: como cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- DA SILVEIRA JUNIOR, Carlos Roberto. Sala de aula invertida: por onde começar?. 2020. Disponível em:
[http://www.ifgoias.edu.br/attachments/article/19169/Sala%20de%20aula%20invertida_%20por%20onde%20come%C3%A7ar%20\(21-12-2020\).pdf](http://www.ifgoias.edu.br/attachments/article/19169/Sala%20de%20aula%20invertida_%20por%20onde%20come%C3%A7ar%20(21-12-2020).pdf). Acesso em: 08 set. 2023
- GARDNER, Howard. **Inteligências múltiplas: a teoria na prática**. Porto Alegre: Artes Médicas 1995.
- GUIMARÃES, Edgard. **Fanzine**. 4. ed. João Pessoa: Marca de Fantasia, 2020.
- HECHT, Eugene. **Optics**. 5th ed. San Francisco: Pearson Education, 2016.
- SILVA JÚNIOR, Gonçalo. **O inventor do Fanzine: um perfil de Edson Rontani**. 2. ed. João Pessoa: Marca de Fantasia, 2022.
- KAISER, Dagmar Elaine; SILVA, J. O. Oficina de fanzine com adolescentes usuários de drogas: uma visão em enfermagem. **Cien Cuid Saude**, v. 9, n. 1, p. 161-6, 2010.

MAGALHÃES, Henrique. **O que é fanzine**. São Paulo: Brasiliense, 1993.

MAGALHÃES, Henrique. Fanzines de Histórias em Quadrinhos: linguagem e contribuições à educação. **Discursividades**, v. 7, n. 2, p. 170-201, 2020a.

MAGALHÃES, Henrique. **O rebuliço apaixonante dos fanzines**. 5. ed. João Pessoa: Marca de Fantasia, 2020b.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica, 4: ótica, relatividade, física quântica**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 1998.

OLIVEIRA, Tobias Espinosa de; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. Sala de aula invertida (flipped classroom): inovando as aulas de física. **Física na escola**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 4-13, out. 2016.

SMOLE, Kátia Cristina Stocco. **Múltiplas inteligências na prática escolar**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação a Distância, 1999.

VALENTE, José Armando. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em revista**, Curitiba, n° spe4, 2014, p. 79–97. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1590/0104-4060.38645>.

VYGOTSKII, L. S. (Lev Semenovich). **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7.ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **Física IV: ótica e física moderna**. 14. ed. São Paulo: Pearson, 2016.

APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL

USO DE FANZINES PARA O ENSINO DE FÍSICA

Este guia tem o objetivo de orientar o professor de Física do Ensino Médio no objetivo de auxiliá-lo na aplicação de uma sequência didática baseada no Uso de Fanzines para o Ensino de Física.

O guia tem a proposta de apresentar ao docente uma abordagem com o uso de fanzines capaz de explorar as diversas habilidades cognitivas dos estudantes, baseadas na Teoria das Inteligências Múltiplas de Gardner.

Espera-se que com a abordagem aqui apresentada tem o docente consiga incentivar os estudantes a interagir com mais facilidade e entusiasmo com as teorias físicas e suas aplicações, tornando-os agentes ativos no processo de ensino e aprendizagem.



Fanzines

O uso de Fanzines para o Ensino de Física

Orientador: Fernando W. A. Sobreira

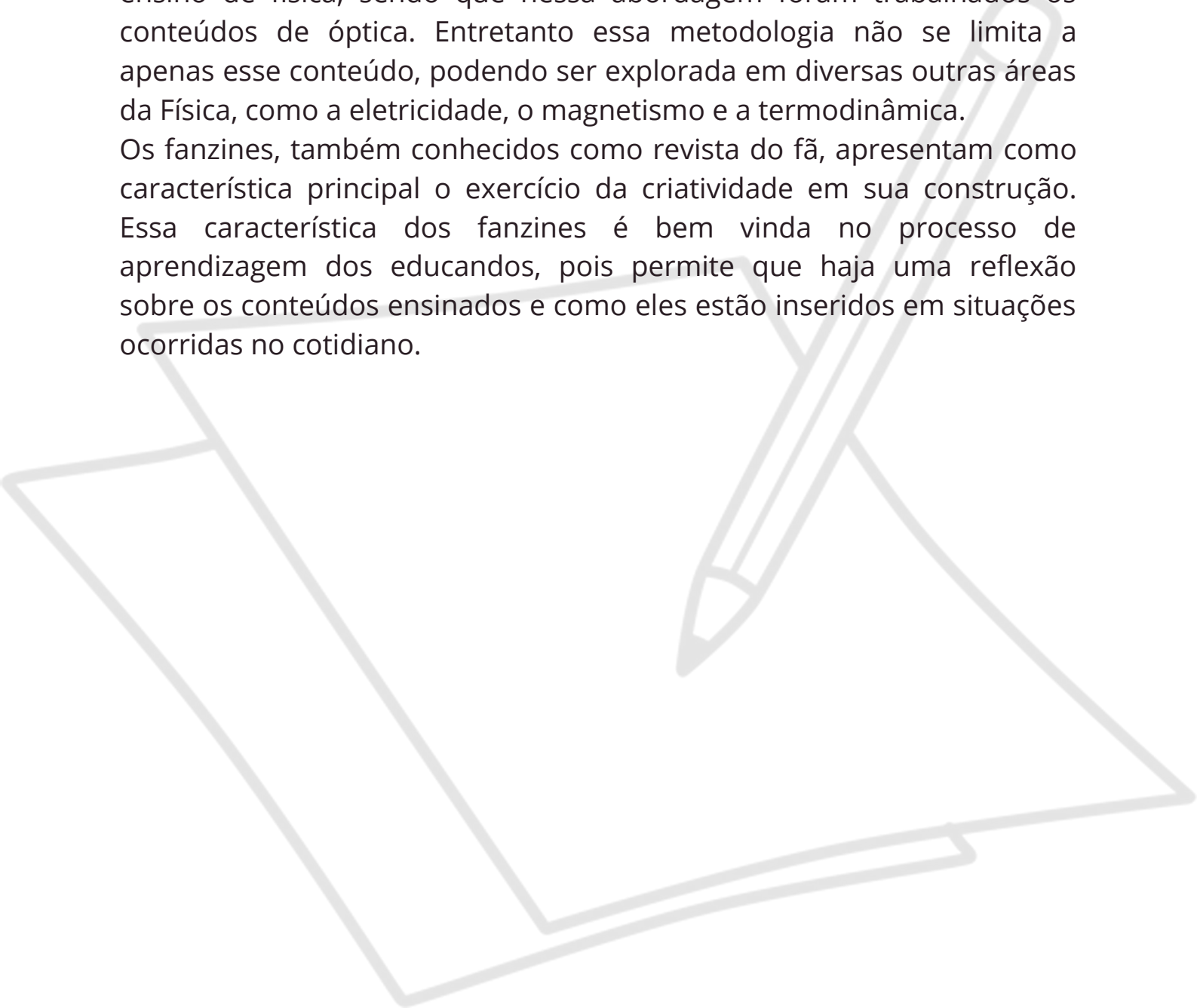
Autor: Geovani Victor Pereira da Silva

Apresentação

Caro leitor(a)!

Este produto educacional se trata da utilização dos fanzines para o ensino de física, sendo que nessa abordagem foram trabalhados os conteúdos de óptica. Entretanto essa metodologia não se limita a apenas esse conteúdo, podendo ser explorada em diversas outras áreas da Física, como a eletricidade, o magnetismo e a termodinâmica.

Os fanzines, também conhecidos como revista do fã, apresentam como característica principal o exercício da criatividade em sua construção. Essa característica dos fanzines é bem vinda no processo de aprendizagem dos educandos, pois permite que haja uma reflexão sobre os conteúdos ensinados e como eles estão inseridos em situações ocorridas no cotidiano.



Objetivos Gerais

- Valorizar as diferentes habilidades trazidas pelos estudantes na concepção da Teoria das Inteligências Múltiplas de Gardner;
- Propiciar uma aprendizagem mais ativa, tendo o estudante como um ser protagonista;
- Fomentar o trabalho coletivo.



Metodologia

A aplicação desse produto educacional deve ocorrer em quatro encontros. O professor-tutor deverá orientar os seus educandos no processo de construção dos fanzines, fornecendo devolutivas sobre o material que está sendo produzido. A sequência dos encontros está relacionada pelos seguintes tópicos:

Encontro 1: Apresentação do projeto

Encontro 2: Entrega dos fanzines (1ª versão)

Encontro 3: Momento de ajustes

Encontro 4: Apresentação e postagem dos fanzines (versão final) no padlet

Os intervalos que se sucedem entre os encontros devem ser de uma semana, visto que as aulas ocorrem uma vez por semana. Cada um dos encontros mencionados serão apresentados detalhadamente nas páginas posteriores.

Encontro 1: Apresentação do projeto

Nesse momento inicial o professor deve estabelecer uma breve apresentação do que seria o fanzine, apresentando tópicos como a origem, modelos de fanzine e como construí-los.

Para realizar esse objetivo, você poderá optar por apresentar os vídeos 1 e 2 da minha playlist "Fanzines no IF" que está disponível no link e Qrcode abaixo.

Link de acesso aos vídeos 1 e 2:

<https://www.youtube.com/@geovanivictor272/playlists>



Vídeo 1: História dos fanzines



Fonte: elaborada pelo autor.

Encontro 1: Apresentação do projeto

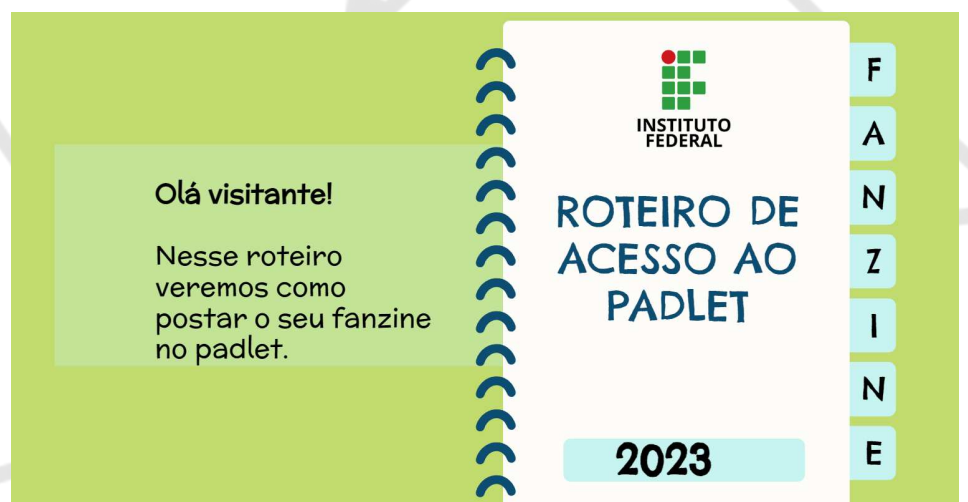
Em seguida os estudantes precisam conhecer o lugar onde eles irão postar os fanzines produzidos. Agora é a hora de mostrar o mural colaborativo do padlet. É fundamental apresentar esse mural, pois é necessário estabelecer um canal de comunicação entre os estudantes e o professor.

Para utilizar a plataforma padlet, você poderá criar um mural dentro do padlet e em seguida disponibilizar o link em formato Qr-code para a sua turma.

Estou disponibilizando também, em forma de link e Qr code, um roteiro ensinando a como publicar no mural virtual do padlet. O vídeo 3 da playlist "Fanzines no IF" explica como realizar a publicação de um arquivo.

link do roteiro de acesso ao padlet: <https://shre.ink/roteiro>

Roteiro de acesso ao padlet

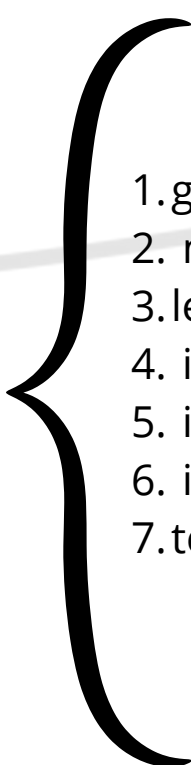


Fonte: elaborada pelo autor.

Encontro 1: Divisão dos temas

Os estudantes deverão ser divididos em equipes de 4 a 6 integrantes. Dentre a vasta quantidade de conteúdos presentes no conteúdo de Óptica, selecionou-se uma possibilidade de tópicos para serem realizados pelas equipes dos estudantes. Observe-os seguir:



- 
1. globo ocular e formação de imagem.
 2. miopia e hipermetropia.
 3. lentes corretoras das ametropias.
 4. ilusões de ótica.
 5. instrumentos ópticos (lupa).
 6. instrumentos ópticos (luneta).
 7. tema livre (óptica).

É importante sempre que for dividir os temas do assunto a ser trabalhado, deixar uma das possibilidades como tema livre, pois isso enriquece a aula e desafia os estudantes a trazerem algo que eles consigam ver conexão com que está sendo abordado em sala de aula.



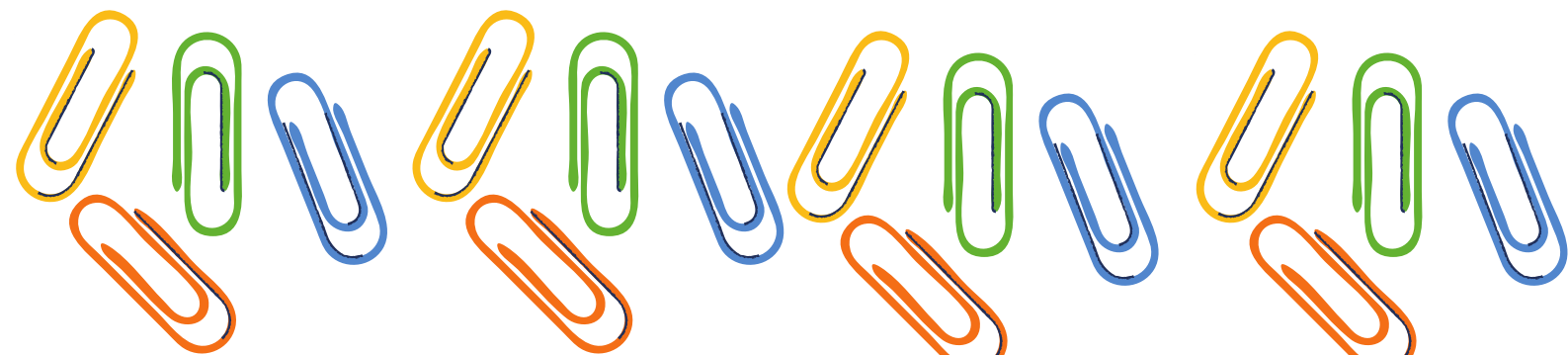
Encontro 2: Entrega dos fanzines (1ª versão)

Após esse contato inicial com os fanzines, os estudantes, em equipes, colocarão em prática o processo das produções com seus respectivos temas. O intervalo entre os encontros 1 e 2 é de uma semana. Os estudantes devem aproveitar esse momento para realizar pesquisas na internet, livros e vídeos no Youtube para ter material para produção do fanzine.



1. globo ocular e formação de imagem.
2. miopia e hipermetropia.
3. lentes corretoras das ametropias.
4. ilusões de ótica.
5. instrumentos ópticos (lupa).
6. instrumentos ópticos (luneta).
7. tema livre (óptica).

Realizadas as etapas da pesquisa e produção dos fanzines, os estudantes deverão postar a primeira versão dos seus fanzines dentro do mural colaborativo criado pelo professor na plataforma padlet.



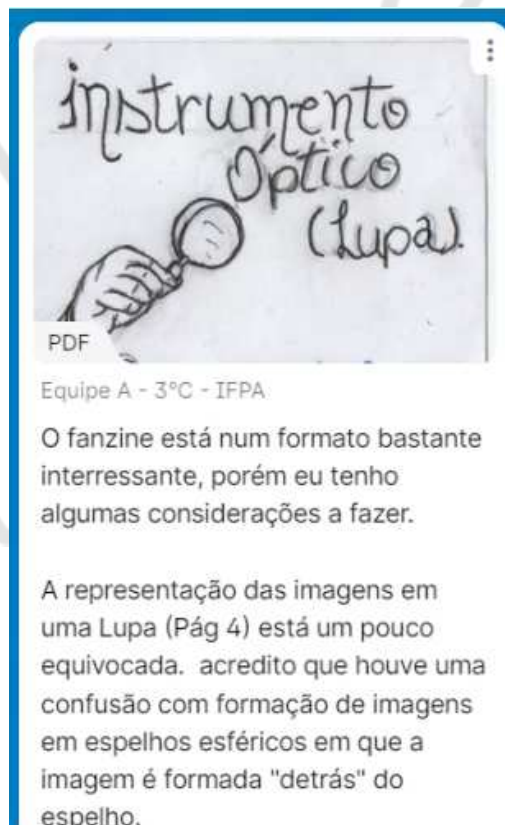
Encontro 3: Momento de ajustes



Nessa etapa o professor deverá analisar os fanzines iniciais que foram publicados pela turma no encontro 2. Aqui o professor poderá fornecer as devolutivas necessárias para que os estudantes façam as devidas correções que forem necessárias.

Uma forma de produzir essas devolutivas é através da publicação de comentários logo abaixo da postagem das equipes. Um exemplo de devolutiva será mostrado a seguir

Exemplo de retorno dado aos estudantes do IFPA (2022)



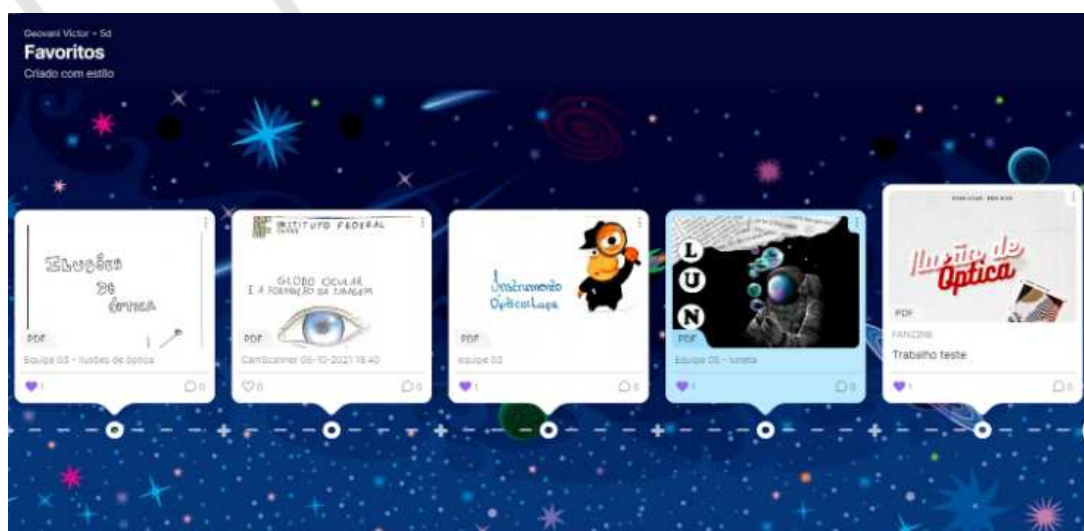
Fonte: elaborada pelo autor.

Encontro 4: Apresentação e postagem dos fanzines (versão final) no padlet



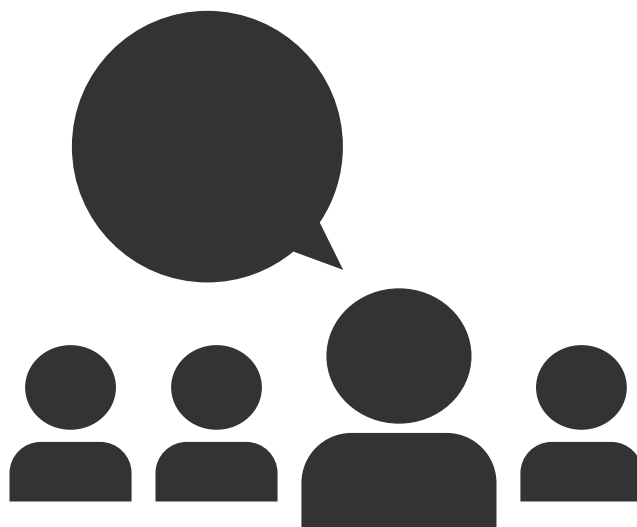
Enfim, o último encontro. Nessa etapa os estudantes, após fazerem as correções necessárias e postarem a versão do fanzine revisada, terão um momento para apresentar o que aprenderam com o tema. O professor deve atuar como mediador dessas apresentações e elencar os pontos positivos alcançados para os grupos. Aqui todos integrantes da turma terão a oportunidade de conhecer melhor os diversos temas apresentados e discutir com o professor e demais colegas de turma algum assunto que tenha curiosidade.

Exemplo de Mural colaborativo dos estudantes do IFCE (2021)



Fonte: elaborada pelo autor.

Avaliação



A avaliação dos discentes será diagnóstica e formativa, acontecendo durante todo o processo da aplicação do produto pedagógico, sendo feito um acompanhamento durante todas as etapas desde a construção até a culminância que é o momento de apresentação dos fanzines ao restante da turma.

Desse modo, procura-se evitar a limitação imposta pelo conceito tradicional de avaliação, que consiste em testes escritos em uma folha. Vale lembrar que as salas de aulas possuem uma ampla variedade de indivíduos acompanhados pela sua bagagem sociocultural, o que implica na diversidade dos discentes.

A teoria das Inteligências Múltiplas de Gardner somadas a essência da criatividade propostas pelos fanzines permite aos estudantes imergir nas suas mais diversas habilidades existentes tais como a criação de desenhos, a criatividade para desenvolver narrativas, a comunicação com outras pessoas, o uso da inteligência espacial na construção dos fanzines com o recorte de figuras e o posicionamento de textos e muitas outras por eles desenvolvidas.



Durante as apresentações os estudantes podem ser avaliados pela:

- Criatividade
- Conexão do tema escolhido com o cotidiano
- Profundidade da pesquisa
- Utilização de recursos

Referências

ANDRAUS, Gazy. **Minhas experiências no ensino com os criativos fanzines de histórias em quadrinhos (e outros temas)**. Em SANTOS NETO, Elydio dos, DA SILVA, Marta Regina Paulo(org.) **Histórias em Quadrinhos e Práticas Educativas: O trabalho com universos ficcionais e fanzines**. São Paulo: Criativo, 2013

ARAÚJO, Yuri Amaral de Barros Coimbra de. **Fanzines: reflexões sobre cultura, memória e internet**. 2018.

GARDNER, Howard. **Inteligências múltiplas: a teoria na prática**. Porto Alegre: Artes Médicas 1995.

GUIMARÃES, Edgard. **Fanzine**. 4a ed. João Pessoa: Marca de Fantasia, 2020.

JÚNIOR, Gonçalo. **O inventor do Fanzine: um perfil de Edson Rontani**. 2a ed. João Pessoa: Marca de Fantasia, 2022.

