

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES E HUMANIDADES
GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA



**ENSINO DE FÍSICA: UMA APRENDIZAGEM INOVADORA E MAIS
SIGNIFICATIVA**

EVERSON DA SILVA BRAGA FILHO

GOIÂNIA

2022

EVERSON DA SILVA BRAGA FILHO

ENSINO DE FÍSICA: UMA APRENDIZAGEM INOVADORA E MAIS SIGNIFICATIVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Formação de Professores e Humanidades, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Graduando em Licenciatura Plena de Física.

Orientador(a):

Prof. Dr. Francisco Aparecido Pinto Osório

Banca examinadora:

Prof. Me. Edson Vaz de Andrade

Prof. Dr. Anderson Costa da Silva

GOIÂNIA

2022

EVERSON DA SILVA BRAGA FILHO

**ENSINO DE FÍSICA: UMA APRENDIZAGEM INOVADORA E MAIS
SIGNIFICATIVA**

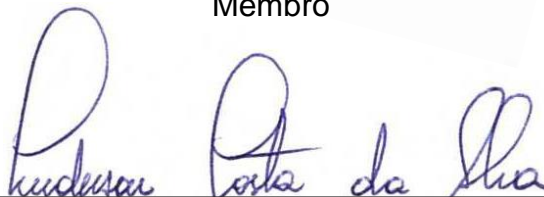
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora como requisito parcial para obtenção do título de Graduado em Licenciatura Plena de Física, pela Escola de Formação de Professores e Humanidades, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, defendido e aprovado em 03 / 06 / 2022 pela banca examinadora constituída por:



Prof. Dr. Francisco Aparecido Pinto Osório
Orientador



Prof. Me. Edson Vaz de Andrade
Membro



Prof. Dr. Anderson Costa da Silva
Coordenador de Trabalho de Conclusão de Curso
Membro

GOIÂNIA

2022

DEDICATÓRIA

Primeiramente dedico esse trabalho a minha mãe, Rosimeire Parreira de Sousa, que sempre acreditou na minha inteligência e força. A mim, que fui persistente diante das adversidades e hoje sigo na graduação com sensação de dever cumprido, alegria no coração, pronto para os próximos desafios.

A todos os filhos de domésticas, mães solas, que lutam diariamente para conseguir espaço no ensino superior e além dele, na sociedade, que viram suas mães/ou pais, tentando proporcionar a melhor educação para seus filhos.

AGRADECIMENTOS

Aos professores, Dr. Francisco Aparecido Pinto Osório, orientador acadêmico e Me. Edson Vaz de Andrade, coorientador acadêmico, pelas discussões, paciência, apoio e confiança. Além de estarem sendo inspirações como professores, o “brilho nos olhos” e carinho nítido com que lecionam são um verdadeiro incentivo na licenciatura.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pois o presente trabalho foi realizado durante a participação do Projeto PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência), subprojeto Ensino de Ciências Exatas, sob a coordenação do Prof. Me. Renato Medeiros, na condição bolsista de Iniciação à Docência (ID), desempenhando atividades na Escola Estadual José Lobo, sob a supervisão do Prof. Me. Clebes André da Silva.

Ao Prof. Me. Clebes André da Silva, pela inestimável colaboração ajudando a aplicar, tendo bastante paciência e sendo um mentor também, inspirando a fazer a diferença na educação de forma divertida.

“A física é muito mais do que a mera resolução de equações e interpretação de dados. Até arrisco dizer que existe poesia na física, que a física é uma expressão profundamente humana da nossa reverência à beleza da Natureza.”

Marcelo Gleiser

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo propor e analisar o uso de uma metodologia mais significativa e interacionista no ensino das disciplinas da área de Física visando um aprendizado mais efetivo e prazeroso para os alunos.

Estudando a viabilidade de implementação de um ensino mais ativo e alternativo no ensino médio, com métodos ativos e com experimentações baseadas em materiais de fácil acesso e seu uso adequado para auxiliar no aproveitamento da aprendizagem dos estudantes e professores.

Além disso, será posto em prática por meio de duas atividades com materiais de fácil acesso, atividades baseadas em projetos e potencialmente significativas, com foco nos conteúdos trabalhados no 2º ano do ensino médio: área de Óptica e Termologia. Sendo fundamentado na teoria da Aprendizagem Significativa elaborada pelo psicólogo David Ausubel em conjunto com o princípio interacionista de Vygotsky, que propõe que o desenvolvimento cognitivo se dá por meio da interação social. Além de também, discutir as desvantagens e vantagens da implementação dessas metodologias.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa; Metodologia; Inovação; Protagonismo; Projeto.

ABSTRACT

This work aims to propose and analyze the use of a more meaningful and interactive methodology in the teaching of Physics subjects in order to make learning more effective and enjoyable for students.

Studying the feasibility of implementing a more active and alternative way of teaching in high school, with active methods and experimentation based on easily accessible materials and their proper use to help students and teachers learn.

In addition, it will be put into practice through two activities with easily accessible materials, project-based activities and potentially significant, focusing on the contents worked in the 2nd year of high school: Optics and Thermology. Being based on the theory of Meaningful Learning developed by psychologist David Ausubel in conjunction with the interactionist principle of Vygotsky, who proposes that cognitive development occurs through social interaction. It also discusses the disadvantages and advantages of implementing these methodologies.

Keywords: Meaningful Learning; Methodology; Innovation; Protagonism; Project.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cena do filme <i>Star Wars</i>	22
Figura 2. Desfile da C&A.	23
Figura 3. Holograma do Bob Marley, emprestado ao museu pela Zebra Imaging. ...	42
Figura 4. Esquema geral do experimento.	43
Figura 5. Pintura Rupestre.	45
Figura 6. Tirinha sobre Calorimetria.	47
Figura 7. Compilado de imagens dos estudantes construindo o experimento.	52
Figura 8. Compilado de imagens do experimento final dos estudantes.	53
Figura 9. Gráfico das repostas da questão 1.....	57
Figura 10. Gráfico das repostas da questão 2.....	57
Figura 11. Gráfico das repostas da questão 3.....	58
Figura 12. Gráfico das repostas da questão 4.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Custos de Kits de Física Óptica.	26
---	----

LISTA DE SIGLAS

ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
Enem	Exame Nacional do Ensino Médio
HQ	Histórias em Quadrinhos
ID's	Bolsistas de Iniciação à Docência
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
MEC	Ministério da Educação e Cultura.
MITM	Massachusetts Institute of Technology Museum
PBL	<i>Project Based Learning</i>
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
PUC GO	Pontifícia Universidade Católica de Goiás
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1. ENSINO DE CIÊNCIAS NAS ESCOLAS.....	17
2.2. INSTIGANDO A CURIOSIDADE.....	20
2.3. DIFICULDADES NA IMPLEMENTAÇÃO DE PROJETOS NAS ESCOLAS.....	25
2.4. REINVENTANDO NA FORMA DE ENSINAR.....	28
2.4.1. <i>Teoria Significativa de David Ausubel</i>	30
2.4.2. <i>Teoria de Interação Social de Lev Vygotsky</i>	35
2.5. CONSIDERAÇÕES SOBRE OS TRABALHOS RELACIONADOS	39
3. PROPOSTA DE ATIVIDADES.....	40
3.1. ATIVIDADE PRÁTICA: EXPERIMENTO.....	40
3.2. ATIVIDADE PRÁTICA: HISTÓRIAS EM QUADRINHOS	45
4. RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÕES.....	50
4.1. PIRÂMIDE “HOLOGRÁFICA”	50
4.1.1. <i>Habilidades da BNCC</i>	51
4.1.2. <i>Materiais Utilizados</i>	51
4.1.3. <i>Análise dos dados</i>	53
4.2. HQ’s	60
4.2.1. <i>Habilidades da BNCC</i>	60
4.2.2. <i>Materiais recomendados</i>	61
4.2.3. <i>Análise dos dados</i>	62
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
APÊNDICE A.....	77
APÊNDICE B.....	80
APÊNDICE C	81
APÊNDICE D	82
APÊNDICE E.....	83
APÊNDICE F.....	84
APÊNDICE G	85
APÊNDICE H	86
APÊNDICE I	88
APÊNDICE J	89

1. INTRODUÇÃO

Ao procurar o conceito da palavra ciência no dicionário, encontramos entre suas definições que é o “Conhecimento daquilo que existe, de seus princípios e de suas causas, especialmente se obtido pela experiência ou pelo estudo: A ciência explica e racionaliza os fenômenos da natureza.” (BIDERMAN; CAMARGO, 2009, p.173), ou seja, aquilo que é profundo sobre alguma coisa, ela é a verdade fundamentada em fatos.

Além dos fatos, a ciência se fundamenta também na filosofia, pois é ela quem ajuda a desvendar os mistérios e histórias da existência. A ciência está presente na sociedade desde que o homem tem noção de sua própria existência.

Contudo, o ensino de ciências nas escolas vem encontrando diversas dificuldades, principalmente a sua desvalorização e mérito. Por consequência, a forma como os conteúdos são trabalhados em salas de aula, muitas vezes pode acabar sendo monótono, desestimulante, sem conseguir alcançar os estudantes. O ensino de ciências nas escolas é quase sempre centrado em aulas teóricas como metodologia de ensino em provas e/ou exercícios como instrumentos para validação da aprendizagem.

Com tantos avanços tecnológicos o que se tornou essencial e relevante a ser aprendido nas escolas ao longo das décadas não é mais o mesmo. Moran (2015, p.15) afirma que “A educação formal está num impasse diante de tantas mudanças na sociedade”, essa afirmação é bastante pertinente, pois a sociedade contemporânea está inserida em um meio tecnológico tão avançado que não é possível mais ser deixado de lado e sim sendo necessário usá-lo a favor da educação.

Sendo assim, para se conseguir motivar os estudantes para o estudo das ciências e, em particular, o estudo de Física é necessário integrar uma metodologia mais inovadora e significativa, que consiga conciliar o que foi aprendido nas salas de aulas por meio das aulas teóricas com sua aplicação prática, o que pode ser feito em laboratórios, ou até mesmo nas salas de aula. A introdução dessas metodologias deve se dar não deixando de lado o modelo de ensino tradicional, mas sim adaptando-o visando uma aprendizagem melhor, mais efetiva e mais atual. De forma que “[...] o material a ser aprendido deve ser suficientemente não arbitrário, isto é,

deve possuir significação lógica para poder ser relacionado a ideias que estão dentro do domínio da capacidade humana de aprendizagem (NETO, 2006, p.119).

Na literatura é possível verificar um crescimento de estudos relacionando metodologias ativas com uma educação inovadora. Bacich e Moran (2018) apresentam um estudo sobre as atuais dificuldades que a educação enfrenta nos mais diversos níveis e as possibilidades de desenvolvimento da prática pedagógica por meio de metodologias ativas. Já Moreira e Massoni (2015) abordam em suas pesquisas conceitos básicos e ideias centrais de várias teorias de aprendizagem e implicações dessas teorias para o ensino de Física.

Além disso, na dissertação de mestrado de Júnior e Pietrocola (2011), pode-se encontrar o desenvolvimento de uma pesquisa voltada para saber como está a atuação dos professores nas áreas de ciências. Eles verificaram que o ensino de ciências está sendo conduzido de maneira fragmentada, isto é, alguns professores estão limitados no ato de lecionar, seja por falta de preparação na formação acadêmica ou por que “os professores acabam, em sua maioria, tornando-se “escravizados” pela forma que se encontram distribuídos e organizados os conteúdos no livro” (JÚNIOR; PIETROCOLA, 2011, p.189). Ressalta-se que esses livros são inerentes ao modelo tradicionalista.

A visão do estudante nessa teoria de aprendizagem tradicionalista, descrita por Saviani (1991), é a de ser apenas ouvinte e não protagonista de seu conhecimento, limitando sua aprendizagem. Tendo em vista essa perspectiva, a teoria de aprendizagem significativa proposta por David Ausubel, que será usada como base neste projeto, em conjunto com o princípio interacionista de Lev Vygotsky, que propõe que o desenvolvimento cognitivo se dá por meio da interação social, serão usadas de forma combinada e integrada.

Além disso, essas teorias de aprendizagem que tem significado, ganham destaque se aplicadas com métodos ativos, que são conhecidos como Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) e Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL, do inglês *Problem-Based Learning*), que são métodos de capacitação ativa, propondo a inclusão de uma atividade prática como instrumento de ensino.

Nessas propostas de aprendizagem ativas, o estudante não é visto como alguém passivo e ouvinte, mas sim visto com potencial para ser responsável pelo seu próprio aprendizado. Assim, esse método tem como foco a forma cognitiva de aprendizagem, onde o estudante encontrará diversas informações novas, que irá

unir agregando aos seus conhecimentos já existentes, que foram obtidos de suas experiências cotidianas e assim partir em busca de uma resposta para o problema proposto.

Posto isso, será trabalhado o uso de duas diferentes atividades para auxiliar a aprendizagem de Física, sendo elas: i) o uso de experimentos com materiais de fácil acesso e ii) a criação de uma história em quadrinhos (HQ) para ilustrar os conceitos envolvidos nos fenômenos físicos. Ambas as metodologias vão ser trabalhadas de forma que seja possível fazer com que os estudantes analisem, compreendam e construam equipamentos e materiais didáticos para o auxílio no aprendizado de Física no ensino médio. De forma que seja possível, na prática, ilustrar os conceitos físicos envolvidos nos fenômenos da natureza e facilitar seu aprendizado através das metodologias significativa e interacionista.

Visto que despertar os interesses dos estudantes ainda é uma dificuldade como afirma Moreira (2021, p.5) “[...] comum que os alunos da educação básica não gostem da Física, chegando ao ponto de dizerem que “detestam” a Física e, até mesmo, que “odeiam” a Física.” Uma afirmação que abrange não só a Física, mas todas as disciplinas e principalmente as de exatas. Levantando a questão, como de fato conseguir mudar essa atual perspectiva?

Desse modo, usar atividades práticas como instrumento de ensino, de fácil acesso e ainda aliados com a ficção científica para conseguir estimular o interesse e o protagonismo dos estudantes, é uma ótima alternativa que se mostra viável e eficaz. Visto que com essas atividades eles terão que analisar, compreender e construir, ou seja, poderá acima de tudo promover uma melhor compreensão dos fenômenos naturais (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p.70). Além disso, algumas atividades possibilitam o professor a fazer uma relação direta com o dia a dia do estudante e até mesmo com a ficção científica fazendo assim com que aprendam se divertindo, o que conseqüentemente atrairá mais a atenção e participação dos estudantes.

Os problemas de implementar essas metodologias vão além do professor e estudante, pois a falta de infraestrutura e recursos está presente na maioria das escolas públicas, sendo diversos os componentes que podem prejudicar o processo educacional. Diante dessas necessidades, este trabalho propõe uma possibilidade para conseguir mudar essa realidade.

Este trabalho objetiva:

- i. Fazer um estudo acerca das teorias de aprendizagem de David Ausubel, a Metodologia Significativa, e a de Lev Vygotsky, o princípio da Interação Social, e verificar como elas proporcionam uma aprendizagem inovadora e pertinente na disciplina de Física, com ênfase para os conteúdos do 2º ano do ensino médio;
- ii. Elaborar duas atividades práticas com materiais de fácil acesso, pensando na situação problema que está presente em todas as escolas, como a falta de laboratórios específicos para a disciplina de Física e a falta de verba. Mostrando na prática que não é necessário ter muito recurso financeiro para fornecer uma aprendizagem de qualidade com atividades baseadas em projetos e potencialmente significativas;
- iii. Além disso, fazer uma análise sobre como a ficção científica pode ser usada também como uma ferramenta de aprendizagem e não só para o lazer, pois como tem crescido e se popularizado entre os jovens, ela aqui será trabalhada como um artifício atrativo nas atividades e como meio de discussões dos conteúdos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Ensino de ciências nas escolas

O ensino nas escolas vem sofrendo mudanças ao longo da história, principalmente durante o regime militar, onde a educação sofreu com o autoritarismo que se instalou no país. O governo impôs reformas em todos os níveis de ensino, sem a participação da comunidade. Libâneo (1984, p.164) afirma que “Ela sempre atendeu às camadas socialmente privilegiadas e atendeu bem; torna-se, entretanto, ineficaz quando sua clientela se diversifica devido ao acesso das camadas médias e populares”, ou seja, ineficaz para maior parte da população brasileira.

Isso foi um retrocesso no âmbito escolar, pois buscava-se uma formação mais tecnicista, ou seja, queria-se criar indivíduos capacitados apenas para as indústrias, com menos indivíduos pensantes e críticos quanto a sua realidade. Assim, as escolas passaram a funcionar mais como centros de treinamento ao invés de como centros educacionais (MOREIRA, 2021, p.1). Conectando o sistema educacional ao modelo econômico dependente, formando assim mão de obra barata e minimamente qualificada para o mercado trabalhista. Tal fato deixou marcas na história e na forma de ensino.

Contudo, a educação sempre vem tentando assumir um caráter em função de seu papel na sociedade de transmitir a cultura e formação de indivíduos críticos. Mesmo que ela tenha sido usada por muitos anos como instrumento de dominação e como instrumento de doutrinação a serviço do Estado desde a época Colonial (NASCIMENTO, 2007), agora ela busca a sua emancipação, procurando uma formação não só para o trabalho, mas para a vida, para exercerem sua função como cidadãos, uma formação humanística e inovadora (LIBÂNEO, 1984, p.165).

Sendo uma característica marcante da educação contemporânea, o seu caráter democrático, buscando atingir a favor de todos. Portanto, a educação é entendida como um direito do cidadão, obrigatória e um dever dos Estados nos países democráticos. De acordo com o Art. 205 da constituição federal, lemos que:

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)

Apesar disso, o ensino de ciências nas escolas vem encontrando diversas dificuldades, principalmente a sua desvalorização e mérito. Sendo que a mesma possui um papel de extrema importância no mundo, pois é ela quem ensina desde uma simples receita até algo mais complexo como a tecnologia presente em satélite e em aeronaves.

Essas dificuldades derivam-se do fato de que a perspectiva dominante de aprendizagem ainda é o modelo tradicionalista, no qual o estudante é ouvinte e o professor o transmissor de conhecimento como Saviani (1991) afirma. Bacich e Moran (2018, p.37) apontam que “[...] a aprendizagem por meio da transmissão é importante, mas a aprendizagem por questionamento e experimentação é mais relevante para uma compreensão mais ampla e profunda”, ou seja, mesmo que a aprendizagem por transmissão seja válida e importante, ainda é necessário que se busque complementar e até mesmo aprimorar essa forma de aprendizagem tradicional, aprimorar de forma que busque potencializar a aprendizagem.

Sendo que, esse modelo tradicionalista de ensino é um dos responsáveis pelo desestímulo dos estudantes, por ser algo imparcial e retrógrado, no sentido de não abranger aquilo que é tangível e de ter um ensino mais humanizado. Tendo como principal foco a memorização, o que por consequência faz com que se não percebam as contribuições que os conteúdos podem oferecer em seu cotidiano diante das necessidades de solucionar problemas na comunidade em que vivem (MOREIRA; MASSONI, 2015, p.34). Problemas esses, que acabam estabelecendo uma relação direta com os professores, especificamente na sua formação acadêmica, pois ressalta um déficit em sua aprendizagem, seja por já crescerem dentro dessa metodologia limitante e nem conseguirem assimilar as dificuldades que novos estudantes possam ter com sua forma de ensinar, contribuindo para a falta de sucesso na aprendizagem que lecionam.

Além disso, essa perspectiva é bastante preocupante, por suprimir a oportunidade de fazer com que novos estudantes criem gosto por aprender, não só nas área das ciências, mas num contexto geral de disciplinas. Por isto, vale ressaltar a necessidade de uma mudança, uma ruptura na metodologia, no sentido de que não só os professores, mas também todos os profissionais da educação, possam rever suas ações e fazer com que mudanças significativas aconteçam, para que atinjam tanto os estudantes quanto a comunidade. Essa necessidade de mudança parte do princípio de que as instituições educacionais como conhecemos hoje não

nasceram na modernidade, e portanto, em cada geração nasce a crítica ao modelo vigente no ato de querer se tornar melhor (BACICH; MORAN, 2018, p.286).

E a necessidade da ciência nunca esteve tão forte na atualidade, pois é nítido o crescimento de ideias sem fundamentos científicos, ocasionando conhecimentos errôneos. Essas ideias sem fundamentos científicos são chamadas de pseudociências, onde os “fatos” vem a partir de crenças e não de fatos científicos. Exemplos práticos que temos: no caso da saúde, são medicamentos que se popularizaram na época da pandemia, com a falsa proposta de que seriam mais eficazes contra o Covid-19, mesmo quando os médicos se opunham ao seu uso (SCHRAER; GOODMAN, 2021). Além das pessoas que se declaram antivacinas por acreditarem que por meio delas está sendo introduzido outras doenças ou até mesmo *chips* de controle (PEREIRA; BLANES, 2021). Trazendo consequências perigosas para a saúde das pessoas, seja por automedicação ou por não se vacinar.

A Física também foi alvo, onde apareceram: pulseiras magnéticas; remédios “quânticos”; e até *coachings* “quânticos”, onde pessoas usam de conceitos errados da Física para vender ideias curativas. Assim então, o destaque da importância das disciplinas de ciências é para prevenir que ideias falsas de senso comum como essas se popularizem numa sociedade.

De acordo com as propostas dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1997) no ensino de ciências é considerado os conteúdos procedimentais, relacionados ao modo de ser e como fazer, indo além dos conteúdos de conceitos do saber. O ensino de ciências não pode envolver um futuro muito distante, tem que ser mais próximo de sua realidade. Porque, essa disciplina permite uma participação mais interativa do estudante com o mundo que o cerca, capacitando-o de ter um papel mais ativo na sua aprendizagem e na sociedade, produzindo pessoas críticas com perspectivas inovadoras, fazendo com que tenham um papel importante como cidadãos.

Por isso vale estar aprimorando e reforçando a aprendizagem, com intuito de engajar seu grande potencial na vida dos estudantes. Dito isto, como “As metodologias ativas dão ênfase ao papel protagonista do estudante, ao seu envolvimento direto, participativo e reflexivo em todas as etapas do processo, experimentando, desenhando, criando, com orientação do professor.” (BACICH; MORAN, 2018, p.41), elas vão ser o alicerce deste trabalho. Entretanto, são

diversos os componentes problemáticos de implementar novas metodologias, tópicos que serão abordados nas próximas seções.

2.2. Instigando a curiosidade

É evidente que o ensino na maioria das escolas é abordado de forma superficial, que faz com que os estudantes não consigam absorver todas as informações necessárias, principalmente as aplicações das teorias que estão presentes no seu dia a dia e que acabam despercebidas, principalmente pela aprendizagem centrada somente em aulas teóricas repetitivas, provas e exercícios como únicos meios de validação da aprendizagem. Mesmo que no ensino de Física tenham fórmulas envolvidas e seja necessário ter uma certa frequência de repetições para um melhor fixação do conteúdo, ainda existem conceitos fundamentais para uma melhor compreensão dos conceitos ensinados (MOREIRA, 2021, p.2).

Por ser percebida como apenas um conjunto de fórmulas pela maioria dos estudantes e por também alguns professores não conseguirem fazer uma melhor correlação com situações que façam sentido no dia a dia do estudante (MOREIRA, 2021, p.5), conseqüentemente geram uma maior desmotivação, principalmente nas disciplinas de ciências exatas.

Assim, já é possível destacar um ponto importante na aprendizagem, no qual o ensino deve relacionar mais o cotidiano de forma que instigue os estudantes a buscarem aprender de forma investigativa, pois é a curiosidade quem estimula a apreciação dos conhecimentos novos. Sendo então, a forma mais atrativa e eficiente de estimular o saber científico é aproveitando aquilo que chama a atenção dos jovens, como a ficção científica e experimentos práticos. Oliveira, Libâneo e Toschi (2012, p.495) acreditam que para que haja uma melhor aceitação da parte deles, é necessário que por meio das emoções seja possível fazer com que os estudantes aceitem melhor os novos conhecimentos a serem adquiridos.

Portanto, a ficção científica, por ser algo atual e relacionado diretamente com o que costuma chamar a atenção dos estudantes, será abordada de forma combinada com atividades práticas de materiais de fácil acesso. Sendo fundamental criar essa relação entre a cultura pop e o conhecimento, visto que “As mídias contemporâneas estudadas são os veículos de comunicação e expressão, e os

conteúdos estudados são, por exemplo, linguagens e processos de significação.” (BACICH; MORAN, 2018, p.94).

A ciência e a tecnologia estão entre os principais temas dos produtos culturais de maior sucesso nas últimas décadas, especialmente no âmbito do cinema, TV, HQ, literatura e videogames. Desse modo, a ficção científica ganha muito destaque, pois além dela estar presente em uma gama diversificada de entretenimento, ela também possibilita a exploração de conteúdos que partem de fatos científicos para um mundo imaginário utópico fundado em teorias reais. Barcellos, Mercaldi, Pinheiro e Júnior (2015, p.570) afirmam que “A ficção científica protagonizou e antecipou a criação de algumas das mais conhecidas tecnologias visuais e comunicacionais que posteriormente foram executadas na prática”.

Portanto, ela se mostra uma grande aliada para a ciência, seja para explicar algum conhecimento ou para imaginar um universo utópico e futurístico. Aqui a imaginação tem liberdade para brincar com a realidade, explorando o que nem ainda é possível. Assim, mesmo que essas produções estejam dentro da ficção, são a partir delas que surgem grandes ideias, a visibilidade e o desenvolvimento de tecnologias que sejam realmente possíveis de serem usadas.

Entretanto, o seu uso não tem chegado ao seu devido potencial, pois os cenários retratados são na maioria mais fantasiosos ou mesmo contrários ao conhecimento científico, sendo considerados menos relevantes (PIASSI; PIETROCOLA, 2009, p.527). Assim, ela é mais usada como uma simples estratégia de ensino. Piassi e Pietrocola (2009, p.527) afirmam que “[...]se a há uma relação intrínseca entre a questão conceitual da ciência e a lógica ficcional, talvez seja possível encontrar nas obras de ficção algo mais profundo [...]”.

Nessa mesma linha, os autores afirmam que “Entende-se assim a ficção científica não como um gênero que possui qualquer relação com a ciência, mas sim que emprega uma racionalidade do tipo científica para produzir conjecturas sobre a realidade” (2009, p.528), ou seja, ela é vista potencialmente para produzir ideias e hipóteses baseadas em suposições, mesmo que distante das possibilidades do que realmente é real.

Portanto, sua aplicabilidade deveria ser explorada de forma que seja possível incluir atividades que relacionem ciência, tecnologia e sociedade. Para que assim, seja usada não apenas como um recurso didático, mas sim também como uma abordagem de atividade científica e tecnológica e de sua relação com a sociedade

(PIASSI; PIETROCOLA, 2009, p.2). Assim, fica evidente que os autores criticam a forma superficial como a maioria dos educadores abordam a ficção científica, então sua capacidade vai muito além de ser usada como um artifício para captar o interesse dos estudantes, mas não a descartando como meio atrativo, já que se mostra eficiente como tal.

Piassi (2015, p.785) afirma que “Não se trata de verificar simplesmente se um ou outro material aproveitado em atividades didáticas desperta ou não interesse dos estudantes por ciência, mas de investigar mais a fundo o significado[...]”, ou seja, ela é didática por ligar questões que geram incomodo e por estimular a investigação de questões acarretadas na ciência e no âmbito social (PIASSI; PIETROCOLA, 2009, p.536).

Um bom exemplo que está relacionado diretamente com a Física e que ganhou maior destaque por meio da ficção científica é o caso dos hologramas, pois todo seu engajamento se manifestou com a possibilidade imaginada que surgiu na saga *Star Wars* (1977), ao qual logo no primeiro filme lançado *Episode IV - A New Hope*, a princesa Leia Organa deixa uma mensagem em um droide astro mecânico e esta mesma mensagem depois é transmitida de forma holográfica (ver Figura 1).



Figura 1. Cena do filme *Star Wars*.

Fonte: Streaming: Disney +.

Este é um filme que possui mais de 42 anos e que naquela época idealizava grandes possibilidades para o uso dessa tecnologia. O que antes era visto com aplicabilidade somente no campo ficcional hoje já é possível de se ver no dia a dia. O acontecimento mais recente foi no ano de 2021, no reality show *Big Brother Brasil*, a marca patrocinadora C&A promoveu um desfile dentro da casa, porém, devido ainda estar em meio a uma pandemia não poderia ter contato com pessoas externas da casa, assim esse evento ocorreu por meio de hologramas (ver Figura 2), onde todos os modelos eram uma imagem holográfica (REDAÇÃO, 2021).



Figura 2. Desfile da C&A.
Fonte: Redação.

Esse evento foi muito bem-visto e bastante comentado nas redes sociais, mesmo sendo para promover uma marca, isso mostrou como a tecnologia novamente pode e tem contribuído para melhorar o bem-estar da sociedade. Todo esse engajamento fornece espaço e visibilidade para a ciência e suas possibilidades. Desse modo, a ficção científica começou a explorar de forma futurista o que antes parecia impossível e que agora está sendo possível aos poucos. Além de dar visibilidade para as disciplinas envolvidas, no caso a Física, mostrando para os jovens que a disciplina que estudam está muito além de fórmulas.

Aproveitando esse fato, os experimentos eventualmente são vistos com capacidade também de excitar o interesse dos estudantes, podendo ser trabalhados juntamente com a ficção científica. Sua aplicabilidade consegue ir desde conceitos que estão no dia a dia para a complexidade de tecnologias novas que estão surgindo como essa do holograma. Partindo do exemplo anterior, é possível combinar a parte da ficção retrata no filmes e da tecnologia usada no programa de TV, relacionando-a com a explicação de conceitos Físicos básicos teóricos junto dos experimentos.

Vale ressaltar que o conteúdo do 2º ano fica dividido entre os conteúdos de Termologia, que possui mais espaço para ser trabalhada e da Óptica, que é uma das disciplinas com menos tempo para ser trabalhada devido ao foco que os outros conteúdos ministrados tomam das aulas.

Em particular, no experimento da pirâmide “holográfica”, que inclusive é uma das atividades que será aplicada, é retratado a ideia de um holograma, com potencial de gerar discussões para o ensino de conceitos da Óptica no ensino médio a respeito de imagens invertidas, reflexões, tipos de imagens, entre outros conceitos. Dessa forma, os experimentos se mostram também como um instrumento

valioso que pode sim ser agregado no ensino de conceitos Físicos, tanto nos processos de construção, quanto nas resoluções de problemas de investigação, despertando a curiosidade e explorando de diversas formas os conceitos mais complexos ou até mais simples dentro de um só experimento, podendo

[...] lançar o estudante num verdadeiro desafio, no qual sua curiosidade ingênua poderá ser estimulada a transpor barreiras, tornando-se cada vez mais crítica e epistemológica, ou seja, buscando uma explicação mais completa e aprofundada sobre determinados aspectos daquele objeto foco de sua curiosidade inicial. (SCHIVANI; SOUZA; PEREIRA, 2017, p.5)

Assim, deve-se atentar na forma de como será abordada os conceitos, pois necessitam ser pensados e planejados, porque é nessa etapa que o educando irá se ponderar para que ocorra discussões sobre o conhecimento, tomando parte dos problemas e dos conhecimentos que são necessários para solucioná-los. Além de ser necessário o surgimento do confronto entre os conhecimentos intuitivos e prévios do estudante e os conhecimentos especializados do professor (SCHIVANI; SOUZA; PEREIRA, 2017, p.7). Portanto, a aplicação do conhecimento passa a ser visto como uma ferramenta de reflexão e não apenas uma pequena parte de um conteúdo ensinado. Assim,

[...] na aplicação do conhecimento será avaliado a amplitude e alcance dos novos conhecimentos apropriados pelos estudantes, tanto para analisar e interpretar as situações postas na problematização inicial quanto outras questões e situações que podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento. (SCHIVANI; SOUZA; PEREIRA, 2017, p.7)

Permitindo assim que os conceitos considerados chatos sejam abordados na disciplina de forma que os estudantes achem mais interessantes, fazendo com que os educandos estejam mais motivados. Além do que, quando se integra mais de uma disciplina ou áreas de conhecimento, consegue-se ter um nível melhor ainda de aprendizagem por ser mais frutífero e benéfico. Bacich e Moran reconhecem que

São projetos que articulam vários pontos de vista, saberes e áreas do conhecimento, trazendo questões complexas do dia a dia, que fazem os alunos perceberem que o conhecimento segmentado (disciplinar) é composto de olhares pontuais para conseguir encontrar significados mais amplos. (2018, p.65)

Dessa forma, permitindo que os estudantes tenham uma maior perspectiva na relação entre as disciplinas e os pontos positivos que trazem na aprendizagem e para sociedade.

Como foi citado, implantar essa metodologia não é fácil, por haver inúmeras dificuldades. Contudo, fica evidente que sua implementação tem muito a agregar no

ensino e atualmente a maior parte das instituições estão integrando aos poucos abordagens mais ativas e tendo o estudante de forma mais humanizada.

2.3. Dificuldades na implementação de projetos nas escolas

Um outro componente problemático de implementar atividades práticas como instrumento de ensino no ensino médio, é a inadequada infraestrutura nas escolas públicas e seus recursos limitados, que em teoria deviam ser distribuídos de forma igualitária para todos, igualmente satisfatória, porém na prática isso não acontece. Sendo grande a variabilidade ainda, o que pode afetar negativamente o desempenho dos estudantes. A distinção de uma melhor ou pior infraestrutura é avaliada pela:

[...] existência dos itens básicos (ou suficiência) para o funcionamento do prédio escolar (acesso a serviços públicos, banheiros e cozinha), os espaços educacionais (biblioteca, salas de professores e laboratórios) e de apoio (salas administrativas, espaço para preparo de alimentos e para fazer refeições), a existência de recursos pedagógicos (computadores, livros, TVs, materiais de apoio) etc. (PAULA, 2019, p.26)

Esses fatores são fundamentais no ambiente escolar, pois o funcionamento da escola e o bom desempenho dos estudantes dependem também dos recursos disponíveis. Oliveira, Libâneo e Toschi (2012, p.498) acreditam que as estruturas e o material didático devem ser adequados e suficientes para garantir o desenvolvimento do trabalho pedagógico e beneficiar a aprendizagem. Além disso, tem-se a expectativa de que a educação seja de qualidade, com princípio também inclusivo, que a qualidade seja para todos, independentemente do gênero, da cor/raça, condição de deficiência e/ou condição social.

No entanto, essa relação está diretamente relacionada aos recursos financeiros da instituição escolar pública. Oliveira, Libâneo e Toschi (2012, p.498) pontuam que “Atualmente, as escolas vêm gerindo recursos financeiros, em decorrência da política de descentralização promovida em alguns estados do país. Os planos financeiros envolvem o orçamento, que prevê as receitas e as despesas.”, ou seja, esse problema vai muito além dos diretores, coordenadores e professores.

Devido essa falta de recursos extras, que vão além das despesas fixas e necessárias, as escolas não conseguem investir nem na construção de laboratórios e nem em equipamentos didáticos para auxílio nas disciplinas de ciências. Quando é

possível tal investimento, fica centrado nas disciplinas de Biologia e principalmente de Química.

Essa é uma realidade que aos poucos está sendo moldada para atender as demandas escolares, recentemente em Goiânia, foi investido mais de R\$ 4,5 milhões em laboratórios de Física e Biologia para Centros de Ensino em Período Integral, entregando 120 laboratórios devidamente equipados para 86 unidades educacionais da rede pública estadual, assim beneficiando 50 unidades escolares dos municípios goianos (SEDUC, 2021). Um grande momento para as instituições escolares, que infelizmente ainda é uma realidade de poucas, principalmente se for analisar num aspecto mais amplo, ou seja, o Brasil todo.

Para uma melhor compreensão do porquê não ser viável para o professor estar custeando equipamentos para os laboratórios, foi feita uma pesquisa em sites especializados em vendas de kits laboratoriais para o ensino de Física, em específico para o ensino de Óptica, seus respectivos valores estão ilustrados na Tabela 1. Comprovando assim que os valores são muito elevados para os professores, no entanto para os orçamentos dos governos estaduais e municipais as essas quantias são possíveis, porém depende dos seus interesses.

Tabela 1. Custos de Kits de Física Óptica.

Site	Materiais	Valor Total (R\$)
3B Scientific	Óptica (230 V, 50/60 Hz)	5.247,00
	Prisma De Vidro Crown	492,00
	Disco Cromático Segundo Newton	591,00
	Caixa de luz P	2.640,00
KitsLab	Óptica Geométrica - Básico	1.596,00
	Óptica geométrica	885,00
Loja Roster	Disco de Newton Manual	219,00
	Disco de Newton	385,00
	Óptica geométrica	485,00
	Difração e Interferência	335,00
Planeta Pedagógico	Óptica compacto	1.904,00
	Conjunto De Ótica - Básico	885,00
Rio Link	Óptica geométrica	1.008,99
wSkiTs	Óptica, Luz e Cor. Kit Educativo	477,00

Fonte: Autoria própria.

Problemas como esse vão além das salas de aulas, pois é um problema social e econômico do país. Deste modo, a gestão escolar pública adota as melhores e mais acessíveis medidas para conseguir atender a todos os seus estudantes e professores.

O que por consequência acaba limitando a liberdade da escola e dos professores de estarem inovando nas aulas com recursos novos e mais adequados. Implicando assim na forma como os conteúdos são trabalhados em salas de aula, pois muitas vezes pode acabar sendo monótono, desestimulante, sem conseguir alcançar os estudantes, e os professores acabam nem percebendo a falta de uma nova estratégia pedagógica para interferir no ensino. Moreira (2021, p.3) afirma que essa justificativa é bastante comum, mas que não é totalmente válida, pois há diversas formas de se inovar na aprendizagem, uma delas é usando materiais de fácil acesso para produzir atividades práticas experimentais, atividades que possam ser mais interativas e divertidas.

A escolha deste trabalho em procurar atividades baseadas em materiais de fácil acesso, é partindo da premissa de que não é necessário um excelente laboratório devidamente equipado com os melhores materiais, para que uma aprendizagem seja verdadeiramente significativa e qualitativa, sendo possível também realizar com recursos mais acessíveis. Buscando assim, suprimir as carências nas práticas das aulas do ensino de Física.

Isso permite mostrar que para uma boa aprendizagem é fundamental a qualidade de como é ensinado e ministrado, valorizando o que o estudante produz na orientação dos professores. Nicola e Paniz (2016, p.3) ressaltam que “Isso pode chamar a atenção dos alunos, fazendo com que eles deem a devida atenção e importância para o que está sendo trabalhado.”, mesmo que a perspectiva dos autores seja referente a disciplina de biologia, ela consegue englobar as disciplinas de ciências de forma geral, pois essa perspectiva possibilita que não só os estudantes aprendam, mas que os professores e o meio escolar também possam aprender com essa prática pedagógica, auxiliando

[...] na capacitação e aprimoramento dos professores de Física dessas instituições de ensino quanto à construção de equipamentos de baixos custos e a realização de experimentos simples voltados para a realização de práticas de laboratório e apoio às aulas teóricas. Além disso, de forma indireta o projeto agrega valor a toda sociedade por contribuir para melhoria da formação científica das novas gerações. (SILVA; LEAL, 2016, p.2)

Além do mais, essas atividades trazem múltiplas vantagens, como: algumas atividades que podem ser feitas em salas de aulas ou até mesmo no pátio da escola, pois são materiais são de fácil manuseio. Além de estimular o protagonismo dos

estudantes no processo de construção fazendo com que o professor apenas auxilie na montagem, ou seja, sendo o mediador.

Nicola e Paniz (2016, p.5) também ressaltam que os estudantes demonstram maior interesse pelas aulas quando o professor faz uso de recursos ou métodos diferentes daquilo que já é habitual. Portanto, usar recursos no ensino, como experimentos, possibilitam uma aprendizagem mais significativa, podendo ampliar e aperfeiçoar os conhecimentos pré ensinados ou até novos conhecimentos. Além de melhorar a aprendizagem, ainda possibilita que as aulas sejam mais dinâmicas, estimulando o senso criativo dos estudantes.

Sanando também problemas como a interação dos estudantes e falta de orçamento, ou seja, as atividades práticas podem se tornar didaticamente mais interessantes e desafiadoras, seja nos processos de construção, quanto nas resoluções de problemas de investigação. Assim, seu engajamento se mostra um instrumento valioso que pode sim ser agregado no ensino de conceitos Físicos.

2.4. Reinventando na forma de ensinar

Ainda existe certa resistência com relação ao uso de novas teorias de aprendizagens ativas no ambiente escolar, pois a aprendizagem atualmente, seja em instituições educacionais públicas ou particulares, está voltada para a obtenção de notas suficientes para se ingressar no ensino superior e/ou conseguir bolsas de estudos pela prova do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) e vestibulares. O que faz com que se tenha relutância em novas abordagens, visto que essas novas abordagens buscam estimular o questionamento e a experimentação, tendo importância para uma compreensão mais aprofundada do conhecimento e com mais significado.

A ideia de o estudante ser protagonista já está inserida na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), sendo dita como um instrumento novo e bastante promissor que está sendo acatado por muitas instituições escolares, principalmente as privadas e as de regime integral (BRASIL, 2018).

[...] a discussão do protagonismo juvenil na bibliografia levantada e a sua prescrição legal apontam, por um lado, para uma participação despolitizada dos jovens e para a construção de um ativismo social conformista, por outro lado, as mesmas fontes acabam indicando possibilidades para a construção da autonomia juvenil. (ZIBAS; FERRETTI; TARTUCE, 2006, p.53)

Deste modo, o protagonismo nessa perspectiva está relacionado com a participação, responsabilidade, autonomia e independência do estudante quanto aos seus conhecimentos, o tornando também responsável e não mais só o professor. Entretanto, esses princípios tão poucos são novos, pois no ato de aprender sempre esteve de forma inconsciente essa necessidade e responsabilidade de buscar ativamente mais conhecimento, além do que os professores ensinam nas salas de aula.

Os estudantes estão acostumados a estudar somente aquilo que o professor leciona dentro das salas de aula, tal fato é por consequência de estudantes que já cresceram dentro do modelo de ensino tradicionalista, sem muitos incentivos de aprender além do conteúdo ensinado em sala de aula, limitando sua aprendizagem.

Não é que os conteúdos ministrados nas aulas não sejam potencialmente adequados e amplos, mas as aulas possuem períodos curtos e acabam que possuem seus conteúdos encurtados. Por isso, aprender além daquilo que o professor ensina, já deveria ser um conhecimento internalizado pelos estudantes, pois o conhecimento é o bem mais importante que alguém pode trazer para si, ou seja, buscar além do que se tem, possibilita mentes mais abertas e inovadoras, mentes mais criativas e com maior facilidade em aprender e evoluir. Para Debalde e Golfeto

O protagonismo, um dos pilares fortes do modelo pedagógico só ocorre pela participação efetiva do estudante nas atividades propostas pelo docente. Nenhum estudante se torna protagonista de seu processo formativo apenas ouvindo aulas expositivas. As metodologias ativas têm a função de envolver o estudante nas etapas da aula. Isso se torna-se factível quando desafios propostos são interessantes, fizerem sentido e estiverem conectados com a prática. (2016, p.4)

Nesse contexto pedagógico, o estudante se envolve na aprendizagem, fazendo com que não só o professor tenha a responsabilidade com que o estudante aprenda, mas que ele seja o protagonista, autodidático e independente no seu próprio conhecimento. É nesse princípio básico em que a aprendizagem significativa se manifesta, pois nela, o estudante tem que observar, analisar, questionar, criar, inovar e apresentar resultados.

Portanto, como dito anteriormente, a metodologia significativa proposta por David Ausubel, aplicada por meio de métodos ativos ganham destaque por conseguir fazer isso de forma inovadora com as ABP e PBL. Além dela, será fundamental para o desenvolvimento deste projeto o princípio interacionista descrita

pelo psicólogo Lev Semionovitch Vygotsky, onde ele propõe que o desenvolvimento cognitivo se dá por meio da interação social, ela será usada de forma combinada e integrada com a de Ausubel com intuito de maximizar a aprendizagem. Tópicos estes que serão abordados mais detalhadamente nas próximas seções.

2.4.1. Teoria Significativa de David Ausubel

Visto que logo no nome da teoria, já nos remete a sua ideia principal, que é ser uma aprendizagem com significado, posto que para uma aprendizagem ser significativa o conhecimento precisa ter significado para o estudante. A teoria de aprendizagem significativa construída pelo psicólogo David Ausubel (1918-2008), consiste numa aprendizagem feita por assimilação de significados, ou seja, o estudante atribui relação entre o que foi ensinado à sua construção cognitiva. Neto (2006, p.118), contextualiza que,

[...] a aprendizagem significativa pressupõe material de aprendizagem potencialmente significativo, a saber, um material que possa ser relacionado à estrutura cognitiva em bases substantivas e não arbitrarias. Assim, um material ou tarefa de aprendizagem para ser potencialmente significativo depende da sua própria natureza e da natureza da estrutura cognitiva particular do aluno.

Dessa forma, pode se dizer que esse aprendizado se diferencia do modelo tradicionalista, modelo esse que de certa forma está estagnado, pois não consegue fazer com que ocorra mudanças no aprendizado do estudante, enquanto o significativo está em busca de resultados significantes.

Para Ausubel (1963, p.58), “a aprendizagem significativa é o mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento”, sendo assim, para que seja possível ativar esse mecanismo é necessário que os estudantes possuam algum conhecimento prévio, pois dessa forma eles vão conseguir assimilar de maneira mais eficiente novos conhecimentos, para que finalmente, consiga sobrepor esses conhecimentos já existentes por novos.

Essa capacidade de assimilação só é possível devido a habilidade cognitiva de interagir e assimilar, chamada de subsunçores. Moreira (2015, p.18) afirma que subsunçor “É um processo interativo onde os dois conhecimentos se modificam, o

novo ganha significados e o subsunçor fica mais rico em significados, mais estável, “mais forte”.” Sendo esse o ponto principal da proposta de Ausubel, onde

[...] novos dados recebidos e armazenados só farão parte de nossa bagagem de conhecimento quando forem relacionados e somados a outras informações de nosso universo de conhecimentos, tornando-se de fato “conhecimento assimilado”. (BACICH; MORAN, 2018, p.398)

Ausubel acredita que o estudante não tem a mente vazia, ele admite que os estudantes aprendem novos conhecimentos usando aqueles que já possuem de forma prévia no seu cognitivo, de forma complementar. Cappelletto (2009, p.41) afirma que:

[...] o aluno aprende utilizando aquilo que já sabe, o que já tem na mente – conceitos, ideias e proposições que já conhece e domina cognitivamente. Portanto, não levar em conta aquilo que o aluno já sabe é, dentro do ponto de vista ausubeliano, ensinar de forma inadequada. No momento em que apenas se supõe que o aluno já sabe determinado assunto e se ensina com base nessa suposição, a probabilidade de que o ensino seja inadequado é grande.

Assim, “Essa aprendizagem se caracteriza pela interação entre os novos conhecimentos e aqueles especificamente relevantes já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende, os quais constituem[...]” (MOREIRA, 2003, p.2).

Acredita-se que

[...] na mente de cada indivíduo existe uma estrutura cognitiva que contém os conceitos, as ideias, as teorias que o indivíduo aprendeu e/ou construiu em sua interação com o mundo e com os outros indivíduos. A estrutura cognitiva é um veículo para representar e atuar sobre o mundo, sendo permanentemente modificada pela aquisição de novos conceitos, pelo refinamento dos conceitos existentes, pela realização de novas interligações entre conceitos, pelo esquecimento da informação temporariamente ali armazenada. (CAPPELLETTO, 2009, p.41).

Considerando a afirmação do autor, na mente de cada indivíduo consiste em uma estrutura cognitiva que é responsável por modificar e aperfeiçoar os conhecimentos já adquiridos ao longo do tempo. Posto isso, vale salientar que existem três formas de aprendizagem significativa, sendo elas, de acordo com Moreira e Massoni (2015, p.19):

- a) **Subordinada** – aqui o conhecimento é assimilado por algum conhecimento prévio especificamente relevante, ou seja, uma nova informação será adquirida com um significado quando interagida com os subsunçores, e esse novo material ficará subordinado à estrutura cognitiva;
- b) **Superordenada** – um conhecimento passa a subordinar vários outros, pois é um conceito potencialmente significativo e mais geral do que as ideias que já estão

na estrutura cognitiva. Assim, passando a assimilar os conceitos que já existiam mas eram menos desenvolvidos;

- c) **Combinatória** – aquela aprendizagem que não se dá pela interação do novo conhecimento com uma base ampla de conhecimento prévio. Sendo uma proposição que não pode ser assimilada por outra, mas também não pode assimilar o que já existe.

Portanto, para que seja possível aprender um novo conhecimento, o professor precisa antes conseguir alcançar essa estrutura prévia que o estudante possui, alcançar esses conhecimentos já adquiridos. Com os estudos feitos neste trabalho, foi observado que os experimentos são um dos meios de se conseguir alcançar esse feito, pois com eles

[...] os alunos se envolvem com tarefas e desafios para resolver um problema ou desenvolver um projeto que tenha ligação com a sua vida fora da sala de aula [...] são trabalhadas também suas habilidades de pensamento crítico e criativo e a percepção de que existem várias maneiras de se realizar uma tarefa [...] (BACICH; MORAN, 2018, p.60)

Nas atividades experimentais é possível trabalhar com o conhecimento dos estudantes em três momentos diferentes: antes da realização do experimento, durante e depois, de forma que em cada etapa haverá uma construção no conhecimento discutidos e pautados.

Além disso, essas atividades conseguem estimular o protagonismo dos estudantes, visto que eles terão que analisar, compreender e construir, pois nelas o processo é infinitamente mais importante que o produto. Do mesmo modo, alguns experimentos possibilitam o professor fazer uma relação direta com o dia a dia do estudante e complementando até mesmo com a ficção científica, fazendo assim com que aprendam se divertindo, o que conseqüentemente atrairá mais a atenção e participação dos estudantes. Dito isto, usar atividades como essas, que possibilitam conseguir ter esse acesso ao conhecimento prévio, é essencial, pois caso não ocorra essa relação

[...] se a informação a ser aprendida não possui qualquer relação com os conceitos preexistentes, ou se esses não são claros, ou não são percebidos como relevantes pelo indivíduo, então essa informação é guardada de forma literal na estrutura cognitiva. (CAPPELLETTO, 2009, p.42).

Nesse sentido, não é interessante para o professor que isso ocorra, pois o uso dessa metodologia na educação é visando uma melhora na forma como

estudante aprende e como ele enxerga o aprendizado. Entretanto há algumas outras implicações quanto a tentar determinar os conhecimentos que os estudantes possuem, pois é necessário

[...] analisar e estruturar o conteúdo que vai ser ensinado, enfocando os conceitos relevantes e sua hierarquia interna, de modo a identificar desde os conceitos mais básicos até os mais gerais. A seguir, deve-se relacionar esse novo conteúdo com a informação preexistente na estrutura cognitiva do aprendiz (supostamente já mapeada) para finalmente utilizar recursos didáticos que facilitem a aprendizagem significativa por parte do aluno. (CAPPELLETTO, 2009, p.43).

Com essa afirmação do autor é possível reafirmar mais uma falha no modelo tradicionalista, pois essa concepção nela não é trabalhada já que estaria levando em conta o que aluno tem, ou seja, falta o conhecimento prévio relevante necessário para tornar a tarefa potencialmente significativa. Logo, na metodologia de Ausubel deve-se atrelar de forma significativa ao cognitivo e aos subsunçores, para que se tenha a aprendizagem significativa.

Exemplificando essa concepção, para um estudante que já compreende os conceitos sobre o comportamento da luz aplicado à Óptica, resolver problemas ou montar um experimento onde há essa aplicação apenas apoia o conhecimento prévio, dando uma maior estabilidade cognitiva e melhor clareza. Agregando mais informação e conhecimento para seu aprendizado, ficando mais elaborado, tendo novos significados pois o comportamento da luz aplica-se não só ao campo da Óptica mas também à outras áreas da Física.

Destaque-se ainda que, no âmbito da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, a estrutura cognitiva é um conjunto hierárquico de subsunçores dinamicamente interrelacionados. Há subsunçores que são hierarquicamente subordinados a outros, mas essa hierarquia pode mudar se, por exemplo, houver uma aprendizagem superordenada, na qual um novo subsunçor passa a incorporar outros. (MOREIRA, 2010, p.5)

Dessa forma, pode-se pensar que ao longo do processo de aprendizagem, o estudante pode construir conhecimentos novos sobrepondo os antigos, ou seja, será adicionado novos conhecimentos hierarquicamente superiores. Para isso, Ausubel (2003, p.140) defendia que a aprendizagem ocorre de duas formas: receptiva, onde o estudante recebe o conhecimento pronto; e/ou por descoberta, quando o estudante descobre para aprender. Para ele,

[...] recepção, este conteúdo é apresentado sob a forma de uma proposição substantiva ou que não apresenta problemas, que o aprendiz apenas necessita de compreender e lembrar. [...] pela descoberta, o aprendiz deve em primeiro lugar descobrir este conteúdo, criando proposições que

representem soluções para os problemas suscitados, ou passos sucessivos para a resolução dos mesmos. (AUSUBEL, 2003, p.21)

Com isso, o educador precisa ter muito cuidado e calma para refletir em relação sobre quais conteúdos serão necessários inicialmente para conseguir que os estudantes consigam acessar e compreender com maior facilidade o conhecimento que já possuem, para só assim poder “lapidar” e aprimorar o conhecimento. Além de ter o cuidado também com o que os estudantes vão descobrir, de forma que seja aproveitado ao máximo a independência e o senso investigativo deles na descoberta, ao mesmo tempo que vão estar bem assegurados quanto o acompanhamento do professor. Assim, “[...] através de atividades de ensino bem planejadas, os alunos aprofundam, modificam e ampliam os seus subsunçores.” (VALADARES, 2011, p.38).

É imprescindível que o educador tenha uma boa dinâmica e uma comunicação aberta, assim ele irá conseguir ter uma melhor interação e visão do que os estudantes sabem, para que assim seja possível ter uma percepção mais “panorâmica” do que é ou não preciso ensinar e de tal modo conseguir alcançar os subsunçores com maior facilidade. De acordo com Moreira (2006, p.7) “o conhecimento prévio é fundamental pois os modelos mentais são construídos a partir de conhecimentos que o indivíduo possui em sua estrutura cognitiva e daquilo que ele percebe da nova situação”, visto que essa é uma das dificuldades na execução dessa metodologia, pois os estudantes aprendem e possuem seus próprios conhecimentos de maneira diferentes e por ser uma parte fundamental, precisa ser feita de forma diversificada e não individualizada.

Nesse contexto, os educadores tomam uma forma mais significativa, pois são vistos como mediadores. Bacich e Moran (2018, p.193) afirmam que “ser mediador requer conhecer o que está envolvido nos processos de ensino e de aprendizagem além dos aspectos didáticos. Requer reconhecer um sujeito por inteiro, e não apenas sob a faceta de aluno”. Deste modo, o educador exercerá o papel importante de mediar, mas de forma humanista, pois ele irá reconhecer e valorizar o estudante, seus interesses e necessidades.

Essa perspectiva onde o professor reconhece e valoriza o estudante, vem tomando proporção há bastante tempo, devido essa necessidade de aprimorar os métodos de aprendizagem. Portanto, uma das possíveis alternativas para que se consiga pôr em prática essa inovação é a PBL, como podemos ver com a afirmação

de Bacich e Moran (2018, p.47), “[...] é o caminho que comprovadamente traz melhores e mais profundos resultados em menor tempo na educação formal.”, uma vez que nela é possível envolver os estudantes com desafios, investigações e sendo possível trabalhar de forma também compartilhada. Visto que “Estar em rede, compartilhando, é uma grande oportunidade de aprendizagem ativa, que uns conseguem explorar com competência, enquanto outros desperdiçam com futilidades.” (BACICH; MORAN, 2018, p.47).

Sobre essa interação e compartilhamento, Bacich e Moran (2018, p.46), em sua obra apontam que

A combinação de tantos ambientes e possibilidades de troca, colaboração, coprodução e compartilhamento entre pessoas com habilidades diferentes e objetivos comuns traz inúmeras oportunidades de ampliar nossos horizontes, desenhar processos, projetos e descobertas, construir soluções e produtos e mudar valores, atitudes e mentalidades.

Outro ponto crucial é a comunicação entre o professor e o estudante, que precisa ser mais presentes nas aulas. Assim, mesmo com algumas dificuldades de implementação, as variabilidades de benefícios são muitas que aparecem ao promover uma aprendizagem significativa por meio de projetos mais ativos. Trabalhando dessa forma, pode também agregar ainda mais na aprendizagem, pois o fundamental é explorar ao máximo as possibilidades no desenvolvimento dos estudantes.

2.4.2. Teoria de Interação Social de Lev Vygotsky

Outro importante nome associado nas teorias de aprendizagem ativas no ensino de ciências, é o do psicólogo Lev Vygotsky (1896-1934) que também foi responsável por diversas contribuições na educação. Sua perspectiva é mais humanista acerca da educação, pois ele acreditava que “[...] quando a aprendizagem é significativa o aprendiz cresce, tem uma sensação boa e se predispõe a novas aprendizagens na área [...]” (MOREIRA, 2006, p.4).

Como também essa aprendizagem dependia da interação social do indivíduo, pois envolvia ainda os sentimentos, as ações e pensamentos. Para ele, pensar no desenvolvimento cognitivo do indivíduo estava diretamente ligado com o contexto social, histórico e cultural (MOREIRA; MASSONI, 2015, p.14), ou seja, a interação do indivíduo com o meio externo, aqui é fundamental para sua aquisição de

conhecimentos. Assim, o indivíduo reconstrói internamente uma atividade externa que resultou a partir da interação ao longo do tempo (MARTINS, 1997, p.113).

Dessa forma, o processo de ensino-aprendizagem se constitui dentro de interações que vão se dando nos diversos contextos sociais. Sendo que até mesmo em conceitos biológicos encontramos essa perspectiva, pois o mecanismo da evolução é a variação (RIDLEY, 2009, p.362), portanto, trazendo isso para filosofia, para se evoluir para alguém além do que você é, precisaria de algo diferente de você. Logo, o que é diferente tem mais a contribuir para uma aprendizagem do que o que é habitual.

Sendo assim, um dos aspectos importantes para o aprendizado é a relação do meio externo (ambiente) com o que irá ser internalizado (conhecimento). Martins (1997, p.114) pontua que “[...] as possibilidades que o ambiente proporciona ao indivíduo são fundamentais para que este se constitua como sujeito lúcido e consciente, capaz, por sua vez, de alterar as circunstâncias em que vive”, assim o ambiente com maior possibilidade que isso ocorra é dentro das salas de aula, mas não somente nelas.

Então, os professores devem “aglutinar todas as questões que apareceram e sistematizá-las de forma a garantir o domínio de novos conhecimentos por todos os seus alunos.” (MARTINS, 1997, p.118), ou seja, os educadores empenham um papel importante para às intervenções pedagógicas e o ensino na construção do conhecimento, pois eles que vão arquitetar o espaço para promover a interação em suas salas de aula. Para que isso ocorra, o estudante precisa ter uma liberdade guiada. Assim, o ambiente adequado é

[...] onde o professor seja o articulador dos conhecimentos e todos se tornem parceiros de uma grande construção, pois ao valorizarmos as parcerias estamos mobilizando a classe para pensar conjuntamente e não para esperar que uma pessoa tenha todas as respostas para tudo. (MARTINS, 1997, p.118).

Posto isto, essa articulação não é direta e sim mediada. Para Moreira e Massoni (2015, p.14) essa mediação ocorre através de algumas relações, sendo elas:

- **Instrumentos** - que pode ser usado para fazer alguma coisa;
- **Signo** – que significa algo, e nos signos temos:
 - Indicadores: tem relação de causa e efeito com aquilo que significa;
 - Icônicos: imagens ou desenhos que significam;

- Simbólicos: tem relação abstrata com o que tem significado.

Dessa forma, é correto afirmar que os instrumentos e os signos são na verdade construções culturais e sócio-históricas (MOREIRA; MASSONI, 2015, p.14). Portanto, o instrumento fundamental nessa perspectiva é a linguagem, porque somente ela é capaz de fazer com que seja possível a construção de pensamentos e interação com meio externo e interno. Essa distinção estabelece que “[...] aquilo que é convencionalmente estabelecido pelo social é o significado do signo linguístico; já o sentido é o signo interpretado pelo sujeito histórico, dentro de seu tempo, espaço e contexto de vida pessoal e social.” (MARTINS, 1997, p.115). Logo, a comunicação se mostra como a base.

Martins também afirma que a comunicação “Encontra-se permeada por expressões afetivas que se tornam igualmente alvo das interações: preferências, antagonismos, concordâncias simpatias e antipatias.” (1997, p.115). Desse modo, a linguagem é o maior recurso que se pode ter para aprender. Outro conceito importante para compreensão da teoria de Vygotsky, é a relação de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que se define como:

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” (VYGOTSKY, 1984, p.97).

Em outras palavras, desde que o indivíduo nasce, seu desenvolvimento e sua aprendizagem estão interligados, de forma que o processo de aprender e desenvolver se torna progressivamente interiorizado. Portanto, a ZDP determina aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que ainda vão amadurecer conforme as interações vão se manifestando (MOREIRA; MASSONI, 2015, p.15).

Assim,

A negociação de significados favorece a passagem do conhecimento espontâneo para o científico, possibilitando aos alunos não só apropriação do legado cultural, a construção das funções psicológicas superiores e a elaboração de valores que possibilitam um novo olhar sobre o meio físico e social, como também sua análise e eventual transformação. (MARTINS, 1997, p.119)

Portanto, as aulas não podem ser monótonas, precisam ter situações que vão fazer com que os estudantes interajam com seus professores e colegas, para um desenvolvimento mais espontâneo que parte das experiências diárias. Para que

finalmente ocorra a modificação desse conhecimento espontâneo adquirido em saber científico, sendo nesse momento necessário a mediação feita pelo professor, que precisará instruir, explicar e informar (MARTINS, 1997, p.120).

Sendo exatamente nesse aspecto da teoria que ela se encontra diretamente com a de Ausubel, onde os subsunçores se assemelham com essa importância de transição de conceitos espontâneos (prévios) para novos conceitos científicos (sobrepondo hierarquicamente). Então é fundamental essa mediação do professor para que ele instrua, criando o ambiente adequado para o desenvolvimento. Assim, “o desenvolvimento se produz não apenas por meio da soma de experiências, mas, e sobretudo, nas vivências das diferenças.” (MARTINS, 1997, p.120).

Naturalmente as metodologias se “complementam” em relação ao que é realmente importante no processo de aprendizagem. Na de Ausubel a importância é o estudante e os possíveis conhecimentos que ele já possui, e já para Vygotsky não é o estudante e nem o professor que importam e sim o campo de interação criado.

Tanto o papel do professor como do aluno são olhados não como momentos de ações isoladas, mas como momentos convergentes entre si, e que todo o desencadear de discussões e de trocas colabora para que se alcancem os objetivos traçados nos planejamentos de cada série ou curso. (MARTINS, 1997, p.121).

De acordo com as atividades que serão propostas e aplicadas, será possível combinar ambos os aspectos das duas, que são vistos aqui como essenciais para aprendizado. Sendo possível fazer com que os estudantes interajam entre si, com o ambiente e com os professores ao mesmo tempo que é possível resgatar e transformar os conhecimentos que possam trazer de suas experiências.

Vale lembrar, que o conhecimento aqui usado não é absoluto e constantemente está em aprimoramento. Exemplificando, temos o átomo que ao longo da história, mostra que seu entendimento não foi algo absoluto e sim um conhecimento que foi analisado, estudado, observado e estudado novamente até chegar no conhecimento que se tem atualmente. Conhecimento que mesmo que venha sendo discutido há tempos ainda assim não é absoluto, apenas aceitável de acordo com os estudos presentes.

É interessante ter ciência do conhecimento nessa perspectiva, pois quando você tem certeza de algo você se limita a não aprender nada mais além daquilo, porém se você sabe que o conhecimento é algo evolutivo e não concreto, faz com

que você cresça na aprendizagem. Perspectiva essa que deve ser fundamental na mente de todos os professores, agregando muito a sua formação.

Um ponto importante na aprendizagem é a busca incessante de descobrir mais e ter a curiosidade como base acima de tudo. É essencial que não se caia numa zona de conforto, pois ela possibilita apenas limitações, não expandindo os horizontes. Posto isso, buscar inovar através de novos recursos metodológicos no ensino de ciências é uma excelente alternativa para se colocar em prática essas metodologias inovadoras e significativas.

2.5. Considerações sobre os trabalhos relacionados

Dando importância ao crescimento significativo de pesquisas em teorias de aprendizagem com intuito de estar inovando e reinventando a forma de ensino-aprendizagem, torna-se evidente a importância de se realizar estudos acerca de tais métodos de aprendizagem e em como estar implantando isso nas salas de aula, de forma simples e potencialmente significativa. Logo, surge a necessidade de aprimorar as técnicas para desenvolver e estimular forma de ensino-aprendizagem, com as mais diversas tecnologias e atividades, de fácil acesso. Para isso, são essenciais trabalhos como os citados, que visam estudar e aprimorar formas de modificar a aprendizagem, levando em conta os diversos aspectos significativos e humanos do conhecimento.

3. PROPOSTA DE ATIVIDADES

Usar tecnologias para ensinar não é só usar plataformas de vídeo ou simulações computacionais, vai muito além de aparelhos tecnológicos novos, pois usar tecnologia na aprendizagem significa fazer um estudo sistemático sobre técnicas, processos, métodos, com meios e instrumentos que possibilitam tal feito. Deste modo, a elaboração de atividades práticas que estimulem a aprendizagem é estar usando tecnologias no aprendizado, pois também usará métodos e conhecimentos para aperfeiçoar e facilitar o processo de ensino-aprendizagem.

Como dito anteriormente, esse trabalho tem como finalidade o desenvolvimento de dois projetos baseados em atividades práticas, sendo elas: por experimento, que terá como foco o conteúdo da Óptica e por HQ, que terá como foco o conteúdo da Termologia. Deste modo, nos tópicos a seguir, será detalhado como essas propostas de atividades práticas serão exploradas de forma que ilustre a facilidade e viabilidade de se empregar ambas as teorias de aprendizagem.

3.1. Atividade Prática: Experimento

Os experimentos possibilitam mostrar para o estudante que o conhecimento ali ensinado, por mais complexos que alguns possam parecer, estão presentes de formas mais simples no dia a dia, podendo mostrar que os conhecimentos adquiridos em salas de aula ocorrem além delas. Além de estimular o lado protagonista do estudante e pôr em prática a aprendizagem significativa, conciliando os conteúdos aprendidos nas salas de aulas com sua aplicação prática no dia a dia. Portanto, são nessas diretrizes que o experimento será desenvolvido. O experimento escolhido foi a construção de uma Pirâmide “Holográfica”.

Quando se fala em hologramas, logo se pensa naquelas imagens transmitidas em tempo real e tridimensional, essa noção se popularizou por causa da ficção científica presente nos filmes, mas os hologramas estão mais presentes no cotidiano do que se possa imaginar. Afinal, eles estão inseridos nos cartões de crédito, notas de dinheiro ou CD's.

No caso desse experimento, pode ser difundida a ideia errônea de que é feito a construção de um holograma, sendo que nessa técnica são apenas imagens bidimensionais refletidas. Schivani, Souza e Pereira (2017, p. 5) afirmam que

Trata-se de uma simples projeção da imagem de um objeto oculto em uma superfície transparente. Essa superfície ou película precisa estar inclinada e iluminada de tal forma a refletir a imagem do objeto que está oculto para um observador externo, nesse caso, a plateia.

Ou seja, o fenômeno que ocorre é uma simples projeção e não um holograma em si, acontece que nesse experimento ocorre uma simulação de como seria um holograma, ocorrendo apenas a reflexão da imagem. Em contrapartida, em um holograma de verdade a imagem projetada é tridimensional, sendo um padrão de interferência calculado para recriar com a precisão real de um objeto ou cena em 3D, sem a necessidade de um óculos especial ou sendo uma imagem que esteja “flutuando” em 2D (REBORDÃO, 1989, p.18).

Entretanto, o objetivo de aplicar este experimento não é em explorar se ele retrata ou não de forma fiel a realidade e sim, explorá-lo enquanto instrumento de aprendizagem no ensino de conceitos da óptica geométrica, tanto nos processos de construção, quanto nas resoluções de problemas de investigação. Assim sendo possível inseri-lo na sala de aula em momentos pedagógicos.

Para se analisar a importância de usar uma tecnologia como essa para ensinar conceitos básicos da óptica, precisamos olhar antes se ela consegue fazer uma correlação com situações que façam sentido no dia a dia do estudante e a multidisciplinaridade de áreas que ela consegue ser aplicada de forma a agregar na aprendizagem. No caso dos hologramas a gama de opções é bastante diversificada.

Como por exemplo na área das artes e da história. Imagine uma obra ou relíquia que por ser muito antiga, não está em seu melhor estado ou que há riscos mantê-las em exibição. Usando um holograma você poderia estar mostrando como era essa obra e/ou relíquia exatamente naquela época, difícil de imaginar que uma tecnologia dessa seja possível de se fazer isso. No museu Massachusetts Institute of Technology Museum (MITM) essa é a realidade, onde eles possuem um grande acervo de hologramas de obras e famosos que já faleceram, como Bob Marley (ver Figura 3). Segundo Barcellos et al. (2015, p. 572), o museu foi

[...] fundado em 1861, conta com um grande acervo de hologramas. Possui a maior e mais abrangente coleção de Hologramas do mundo, incluindo Hologramas históricos. Preserva mais de um milhão de objetos, arquivos técnicos, desenhos, livros raros, gravuras, fotografias e filmes.



Figura 3. Holograma do Bob Marley, emprestado ao museu pela Zebra *Imaging*.
Fonte: Flickr.

Outra função que já foi citada, é seu uso como meio de segurança nos cartões de créditos, onde os logotipos são holográficos e até mesmo nas notas de dinheiro possui tal tecnologia. Isso porque são usados para impedir que seja falsificado e para garantir a autenticidade. Além de que

No mundo todo foram instalados os dispositivos óticos holográficos para caixas registradoras de supermercados, que lêem os códigos de barra impressos nas embalagens. Nos Estados Unidos, hologramas foram usados no aproveitamento da luz solar ou artificial em estufas, hotéis e escritórios, para economizar energia elétrica. (Barcellos et al., 2015, p. 577)

Dessa maneira, são múltiplas as conexões que uma tecnologia como essa pode fazer com o cotidiano dos estudantes. Portanto, aqui a ficção científica pode ser abordada, pois foi com ela, que a ideia da holografia se popularizou, através de diversos filmes e séries que exploraram seu uso quando nem mesmo ainda havia se aplicado para benefício no cotidiano.

No início da aula, antes do processo de explicação da construção da pirâmide e dos conceitos básicos, serão retratados trechos de filmes, como: *Star Wars*, *Doctor Who*, *Iron Man 2*, etc. Elementos estes, da cultura pop que é popular entre os adolescentes, para ser nosso estimulante atrativo da atenção dos estudantes. Assim, espera-se que logo no início prenda a atenção deles e excite a sua curiosidade, em como aquilo que eles costumam usar para entretenimento, está ali numa aula que costuma ser desinteressante.

Com isso, a apresentação dos filmes facilitará o passo seguinte, que é explicar para os estudantes os conceitos de óptica que estão relacionados com o experimento que vão construir:

- Conceitos básicos: luz, propagação da luz, transparência dos objetos;
- Fenômenos relacionados à luz visível como: reflexão, refração, absorção, dispersão;

- Espelhos: planos e esféricos, imagens reais e/ou virtuais, simetria, instrumentos ópticos.

Durante o processo de explicação desses conceitos, será feito questionamentos aos estudantes referentes a elementos que estão presentes no cotidiano deles, pois acessar o conhecimento prévio dos estudantes significa, em primeiro lugar, conhecer a sua leitura de mundo. Aqui será trabalhado a forma de aprendizagem significativa conhecida como subordinada, pois uma nova informação vai adquirir significado quando interagir com os subsunçores, e o novo material ficará subordinado à estrutura cognitiva (MOREIRA; MASSONI, 2015, p.19).

Percepções amplas como essas mostram para os estudantes que o ramo da Física é mais amplo e interessante do que se imagina, estando relacionado diretamente com as tecnologias hoje presente e até as futuras que ainda estão em projeto de desenvolvimento.

O esquema geral do experimento encontra-se na Figura 4, já a construção do experimento em si não terá novidade, pois o passo a passo será orientado pelo professor e ele ainda vai estar ali presente para mediar e sanar qualquer dúvida que os estudantes venham ter durante a construção do experimento, podendo na prática exercer a ZDP de Vygotsky (MARTINS, 1997, p.118). Espera-se que essa mediação não ocorra somente entre professor-aluno e sim também entre os estudantes, pois o ambiente será adequado para discussões entre eles, essa mediação ocorrerá através da relação do instrumento (materiais do experimento), que serão usados para fazer a Pirâmide “Holográfica” e do signo, que tem significado que são os conceitos da Óptica (MOREIRA; MASSONI, 2015, p.14). Exercendo assim os princípios interacionistas de Vygotsky.

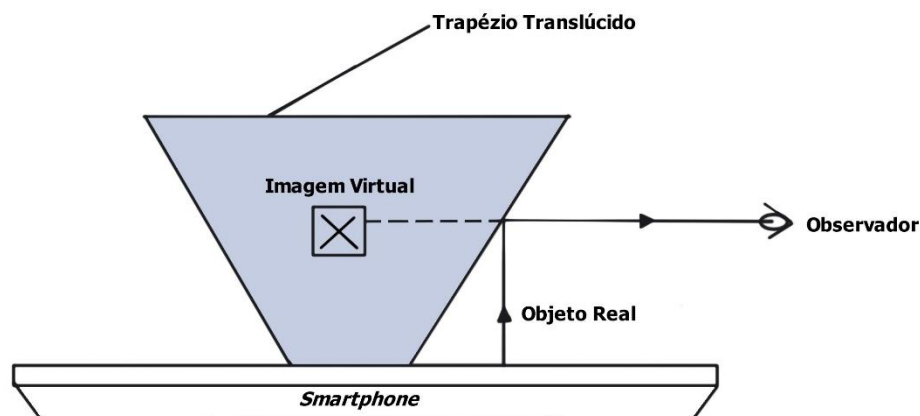


Figura 4. Esquema geral do experimento.
Fonte: Autoria própria.

Após todos os estudantes concluírem a construção do experimento, serão retomados os conceitos físicos, enfatizando o porquê dos fenômenos que ali no experimento ocorreram; podendo novamente trabalhar outra característica da aprendizagem significativa, sendo ela a superordenada, pois agora a informação será nova e mais ampla, passando a assimilar os conceitos que já existiam mas eram menos desenvolvidos. Lembrando que aqui o processo é infinitamente mais relevante que o resultado.

Uma alternativa possível de se trabalhar os experimentos, é sendo de forma mais ativa ainda, pois essa atividade explicada é tida por muitos como “receita de bolo”, onde o professor acaba orientando todo o processo de desenvolvimento de forma que o estudante não é totalmente desafiado na construção do experimento em si. Portanto, uma das alternativas de mudar essa perspectiva é fazendo com que o estudante busque criar o experimento.

Por exemplo, o professor pode reunir alguns materiais (de fácil acesso) que ele sabe que é possível criar experimentos dentro do campo da Óptica, exemplos: lupa, canudo, água, copo, óleo, espelhos etc. Pedindo para que os estudantes escolham os materiais e tragam um experimento pronto para aula explicando os fenômenos físicos, assim os estudantes vão ter que investigar não só como fazer um experimento com aqueles recursos escolhidos, mas também vão ter que investigar quais conhecimentos necessários para explicar os fenômenos. Deixando ainda livre para os estudantes estarem acrescentando mais coisas se forem de sua vontade, esperando que assim sejam criativos e tragam além do esperado.

Bacich e Moran (2018, p.39). argumentam que esse método de aplicação é conhecido como “cultura *maker*”, onde sua diretriz está na ideia de que as pessoas são capazes de construir, melhorar e modificar objetos e funções por si mesmo. Sendo comum sua associação com as metodologias ativas, pois com ela é visível nos processos a percepção de que todos podem evoluir como pesquisadores, descobridores e realizadores. Sendo uma estratégia ativa que otimiza o tempo da aprendizagem e do professor. O estudante ficará responsável por investigar o conhecimento básico, com a mediação do professor. Bacich e Moran observam que

A aprendizagem ativa aumenta a nossa flexibilidade cognitiva, que é a capacidade de alternar e realizar diferentes tarefas, operações mentais ou objetivos e de adaptar-nos a situações inesperadas, superando modelos mentais rígidos e automatismos pouco eficientes. (2018, p. 39)

Portanto, esse método também possui abundância de benefícios no processo de ensino-aprendizagem.

3.2. Atividade Prática: Histórias em Quadrinhos

A percepção de que desenhos são uma das formas de se manifestar arte já é evidente atualmente, mas facilmente se esquece que além disso, os desenhos estão diretamente relacionados com a comunicação, seja para manifestar sentimentos, ideias, projetos, histórias e até mesmo de caráter caricato. O uso de desenhos é o meio de comunicação mais antigo que tem, pois na perspectiva histórica há diversas pinturas denominadas de rupestre (ver Figura 5) que é datada da época pré-histórica (SOUZA; VIANNA, 2013, p. 2).

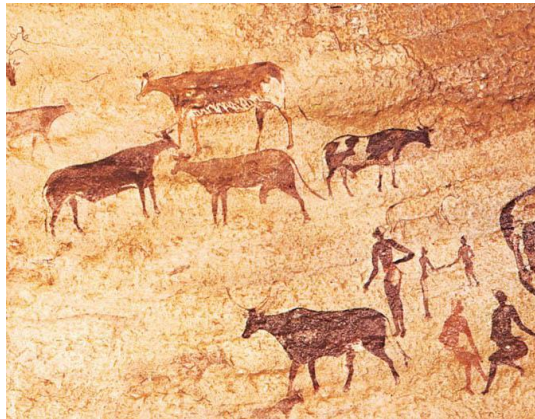


Figura 5. Pintura Rupestre.
Fonte: Arteref.

Naquela época as pinturas eram usadas para registrar momentos do cotidiano e com o passar das eras o meio de comunicação foi evoluindo e esse meio de comunicação foi sendo adaptado na arte e nos mais diversos contextos. A forma que será abordado nesta aplicação talvez não seja muito convencional, porém não é novidade, já que diversos livros didáticos que estão nas instituições educacionais já fazem uso de tirinhas ou algumas imagens para abordar alguma problemática e usar como meio de discussão (ARAÚJO; COSTA; COSTA, 2008, p.28), um exemplo bastante conhecido são os da Mafalda que abordam críticas sociais que faz qualquer um que a leia acabe refletindo depois sobre os aspectos sociais ali retratados.

Uma das vantagens de buscar usar HQ para estimular a aprendizagem dos estudantes, é por ser um material que eles já possuem afinidade, logo que é um

elemento da cultura em massa. Sua principal característica de narrativa é contar histórias por meio de desenhos, com poucos diálogos e permitir que as histórias contadas estejam adentro do campo da ficção científica sem medo, com super-heróis com poderes mais surreais de se imaginar, mas que conquistam todas as idades (CHICÓRA; CAMARGO, 2017, p.2). As empresas Marvel e DC ganham destaque, pois elas são responsáveis pelas franquias mais populares como:

- **Marvel:** *X-men*, Os Vingadores, Inumanos etc.;
- **DC:** Batman, Mulher-Maravilha, Sereias de Gotham etc.

Assim, a leitura de uma HQ torna-se uma atividade muitas mais relaxante do que uma leitura que estaria posta nos livros didáticos. Entretanto, por essas HQ estarem fortemente ligadas com a ficção científica, a sua visibilidade como forma de aprendizagem não foi aceita de imediato, tendo algumas restrições, pois diversos professores tinham aversão a elas, acreditando que seu propósito é unicamente entreter e nada além dessa diretriz. Assim, resultando num atraso na sua implementação, porém

Nos últimos anos, documentos que orientam o ensino: Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e Diretrizes Curriculares Oficiais das secretarias de Educação dos Estados (DCE) propõem o uso de diferentes linguagens no ensino. Desta forma, as (HQ) passaram a ser aceitas como uma ferramenta pedagógica no Brasil. (CHICÓRA; CAMARGO, 2017, p.2)

Quanto aos aspectos positivos para a aplicação desse método, Rama e Vergueiro (2008) argumentam ser bem amplo, pois além de promover uma participação mais ativa dos estudantes, elas também: ampliam a compreensão de conceitos; podendo ser usadas em diversas situações; favorecendo a comunicação entre professor-aluno; estimulando o pensamento crítico e imaginativo; etc.

De tal modo, que agora as HQ podem ser utilizadas como uma fonte acessível de conhecimento e como um instrumento para a prática educativa. Posto isso, para que seja aplicado de forma efetiva, antes é necessário entender que ela poderia estar colocada em quatro classificações. Testoni e Abib (2003, p.1) afirmam que são essas classificações que vão definir em que momento o processo de ensino-aprendizagem será inserido, sendo elas:

- a) **Categoria ilustrativa:** com principal função de representar de forma gráfica um fenômeno previamente estudado, possuindo primordialmente uma função catártica;

- b) **Categoria explicativa:** possui como principal característica a explicação integral de um fenômeno físico, abordando-o na forma de HQ. Esta categoria é muito utilizada em campanhas publicitárias que almejam conscientização de grandes massas em curto espaço de tempo;
- c) **Categoria motivadora:** tem como objetivo, inserir no enredo da HQ, o próprio fenômeno físico, sem uma explicação prévia do mesmo. Tal fato buscaria motivar o estudante a pesquisar/entender a respeito do tema tratado para compreender a narrativa colocada pela HQ;
- d) **categoria instigadora:** sua principal característica é a proposição explícita, no decorrer do enredo, de uma situação/questão que faça o estudante pensar a respeito do assunto tratado.

Abaixo segue um exemplo na Figura 6, onde o quadrinho não possui um fenômeno Físico direto, mas que abre oportunidade para o professor estar discutindo em sala de aula temas como: temperatura, trocas de calor, propagação de calor etc. A forma que será aplicado dependerá do professor, pois ele pode solicitar que o estudante investigue o porquê do humor na tirinha, podendo também abrir uma discussão sobre esse humor, ou seja, dentro das quatro categorias postuladas por Testoni e Abib (2003, p.1), é possível aplicar de acordo com a preferência do professor, já que dependerá da forma que se busca trabalhar esse recurso didático.



Figura 6. Tirinha sobre Calorimetria.

Fonte: Arte da Física em Quadrinhos.

Posto isso, este trabalho centrará sua atenção na categoria motivadora, pois o principal foco em abordar esse método é em conseguir fazer com que os estudantes desenvolvam um caráter mais investigativo e instigador de discussões e debates. Aqui o diferencial é que será trabalhado de forma mais ativa e significativa para melhor aproveitar o desenvolvimento e a criatividade dos estudantes, onde eles

vão ter a devida liberdade para escolher um conteúdo dentro do tema Termologia, fazendo uma pesquisa crítica e fundada acerca do conteúdo, a forma do desenho também será livre podendo escolher elaborar uma charge, tirinha ou até mesmo uma HQ e também tendo a liberdade de escolha em como o desenho será produzido, seja usando recursos digitais como aplicativos ou no modo tradicional (no papel).

Nesta ocasião será trabalhado sobretudo o princípio interacionista de Vygotsky, pois essa atividade prática exige um trabalho em equipe, os estudantes vão estar em grupos de no máximo quatro pessoas, sendo necessário ter organização nas informações obtidas na pesquisa, no preparo do roteiro, nos desenhos e na apresentação final, interagindo com meio externo e interno (MARTINS, 1997, p.119). Além de que a HQ será o que definimos como instrumento (usado para fazer alguma coisa), e seus signos serão icônicos, pois são por meio imagens/desenhos que o conhecimento vai estar presente (que significam algo). Sendo o meio fundamental de linguagem capaz de fazer com que seja admissível a construção de novos pensamentos (MOREIRA; MASSONI, 2015, p.14).

Antes de partir para a prática, o professor deverá dar uma aula prévia usando modelos de HQ e discutindo conceitos físicos presentes nela. Durante esse processo de explicação desses conceitos, será trabalhado a forma de aprendizagem significativa de Ausubel conhecida como superordenada, que nela um conhecimento passa a subordinar vários outros, passando a assimilar os conceitos que já existiam mas eram menos desenvolvidos (MOREIRA; MASSONI, 2015, p.19). Assim o estudante terá uma percepção mais ampla de como se espera que sejam as HQ que serão solicitadas e como os conceitos físicos vão estar presentes.

Acredita-se que a ZDP de Vygotsky, também estará fortemente presente, já que terá o nível de desenvolvimento potencial determinado através da resolução de um problema sob a orientação do professor (VYGOTSKY, 1984, p.97). Logo, o professor deve orientar dando dicas sobre o processo da pesquisa do conteúdo e da construção da HQ, com ênfase no roteiro e não no desenho propriamente dito. Portanto, novamente o papel do professor será de mediar sanando qualquer dúvida. Novamente, espera-se que essa mediação ocorra mais entre os estudantes, pois o intuito da atividade ser em grupo é para que interajam entre si e juntos consigam realizar a atividade.

Desta forma, fica evidente que essa atividade se baseia mais nas discussões de algum problema, assim esse método de aplicação é o ABP, já citado. Bacich e Moran (2018, p.60) postulam que o foco nessa aprendizagem é se basear em problemas, ou seja, é a pesquisa de diversas causas possíveis para um único problema. Tendo fortemente princípios ligados aos da escola ativa, em que os estudantes aprendem a aprender.

4. RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÕES

As aplicações das atividades práticas ocorreram inicialmente através do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), oferecido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), uma fundação vinculada ao Ministério da Educação e Cultura (MEC) que visa na expansão e consolidação da pós-graduação, na Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC GO).

[...]a CAPES, além de subsidiar o Ministério da Educação na formulação de políticas nacionais para a área de pós-graduação, passou a utilizar a experiência adquirida na formação de pesquisadores e docentes do ensino superior para atuar na qualificação de professores do ensino fundamental e médio. (“Periódicos Portal de Periódicos,” [s.d.]

Sendo assim, O PIBID é um programa que oferece uma iniciação à docência aos estudantes de cursos presenciais que se dediquem ao estágio nas escolas públicas. Os Bolsistas de Iniciação à Docência (ID's) acompanham as aulas no ensino médio para que assim tenham um primeiro contato direto com o ensino nas escolas e que com isso aprendam o que é necessário para sua formação como futuros docentes, tenham também uma perspectiva ampla da realidade das instituições educacionais e como eles podem contribuir para uma educação responsável e inovadora.

Então, os sujeitos da pesquisa foram os estudantes do Colégio Estadual José Lobo, com as turmas da 2º e 3º série do ensino médio, com a supervisão do professor de Física Me. Clebes André da Silva.

4.1. Pirâmide “holográfica”

A aplicação do experimento ocorreu durante o decorrer do semestre 2021/2. Tendo como principal objetivo facilitar a aprendizagem com uma metodologia mais significativa, ou seja, o foco não é conteúdo em si e sim na metodologia a ser trabalhada. Podendo analisar também a participação e interação dos estudantes quanto a construção do experimento, para uma melhor percepção quanto a recepção que os alunos possam ter nessa metodologia.

4.1.1. Habilidades da BNCC

- **(EM13CNT301)** Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica;
- **(EM13CNT306)** Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos;
- **(EM13CNT307)** Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.

4.1.2. Materiais Utilizados

- a) Folha de acetato ou papel de transparência;
- b) 1 Folha branca ou milimetrada;
- c) Fita adesiva transparente;
- d) Smartphone;
- e) Marcador;
- f) Tesoura;
- g) Régua;
- h) Lápis.

Devido à pandemia as aulas dessa aplicação ocorreram de forma híbrida, pois por causa dela, a quantidade de estudantes presentes nas aulas presenciais era reduzida, assim metade dos estudantes acompanharam as aulas de forma remota e a outra metade de forma presencial, ambos ocorrendo simultaneamente. Portanto, essa aplicação ocorreu em uma sequência de duas aulas de 45 min em cada uma das turmas. Sendo a primeira aula utilizada para a discussão dos hologramas (quando surgiu, sua popularização nos filmes e aplicações ao longo do tempo) e para a explicação dos conceitos Ópticos (imagens reais, virtuais, projeção, espelhos

esféricos e côncavos) que seriam necessários para a compreensão do fenômeno que ocorre no experimento.

Enquanto na segunda aula foi proposto aos estudantes a construção da Pirâmide “Holográfica” (ver Figura 7), o procedimento detalhado do roteiro da construção do experimento encontra-se no Apêndice A. Nessa mesma segunda aula, ainda foi possível retomar discussões acerca das possíveis aplicabilidades dessa tecnologia no cotidiano e mais importante podendo dar uma ênfase maior aos conteúdos de Óptica presentes no experimento.

Quanto aos fenômenos físicos que ocorreram no experimento, foi ressaltado para os estudantes que a imagem que surge na pirâmide é uma imagem refletida, assim como os reflexos no espelho que foi discutido no primeiro momento da aula, de forma que tanto a imagem do *smartphone* (como a premissa do experimento é ser de fácil acesso, o uso do *smartphone* foi disponibilizado pelo professor supervisor Clebes André) quanto as das laterais da pirâmide são imagens virtuais. Foi destacado também outras superfícies que podem ter o mesmo efeito, como os reflexos em colheres e até mesmo na própria tela do *smartphone* quando desligada.

Além disso, pontuado que o que faz uma imagem ser virtual e não real é a forma que a imagem é formada, pois na real ocorre quando os raios de luz se encontram em um determinado ponto após a reflexão do espelho, enquanto na virtual ocorre pelo prolongamento dos raios.



Figura 7. Compilado de imagens dos estudantes construindo o experimento.
Fonte: Autoria própria.

Ao fim, foi destinado para responderem em casa um questionário, disponível no Apêndice B, para identificação dos conceitos trabalhados, na busca de estabelecer como foi a fixação dos conteúdos ensinados, suas respectivas opiniões

do que acharam da aula experimental e para postarem o registro na forma de vídeos ou fotos dos seus experimentos (ver Figura 8).

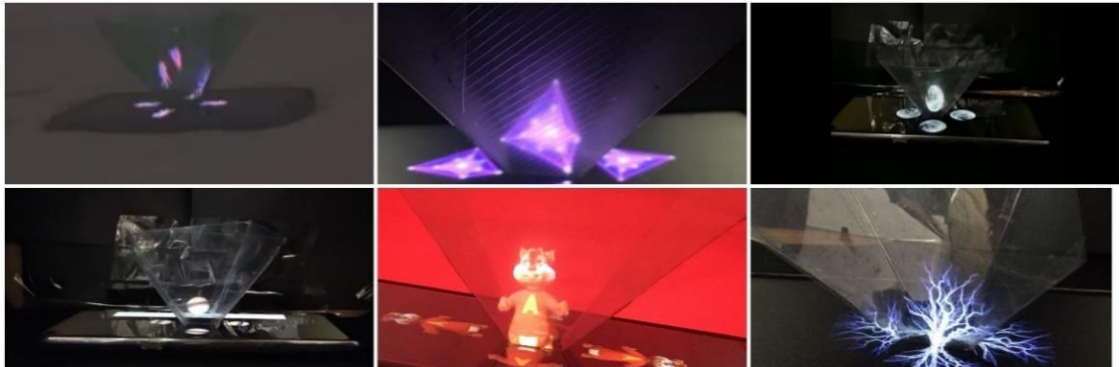


Figura 8. Compilado de imagens do experimento final dos estudantes.
Fonte: Autoria própria.

4.1.3. Análise dos dados

A análise foi dividida em duas vertentes, onde o primeiro e principal foco, foi analisar como resultou a receptividade dos estudantes com a atividade prática e a segunda teve foco em como as teorias de aprendizagem contribuíram para a aquisição de conhecimento dos estudantes. Diante disso, a análise foi feita, de forma qualitativa, através das respostas dos estudantes no questionário e cada questão foi comentada. Para manter a discrição dos estudantes, algumas das citações que se seguirá não vão ter seus nomes e sim, somente a série em que estão. O questionário foi respondido por 80 alunos, sendo 40 do 3º ano e 40 do 2º ano.

- **Questões referentes a participação da aula prática:**

- 1) **O que você achou da aula experimental?**

Como ambas as teorias de aprendizagem tratam o lado mais humanístico da educação, levar em conta a opinião dos estudantes em relação a aula experimental é muito relevante, já que esse é o foco maior na pesquisa. Assim faz com que seja possível ter uma percepção mais ampla quanto a recepção que tiveram nessa implementação de metodologia.

3º ano: Adorei a experiência e uma forma simples de fazer algo que parece tão complicado.

3º ano: Divertida, que com isso podemos ver como algumas coisas que aprendemos também podem ser vista de uma outra forma.

2° ano: Achei muito divertido e interessante, pois eu já tinha visto esse experimento antes e fiquei com muita vontade de fazer, então ter posto em prática na aula de física com as explicações foi bacana.

3° ano: O máximo, tive a oportunidade de estudar e si divertir ao mesmo tempo , aprendo coisas novas , que não teria ideia antes.

Além desses comentários, somente 1 estudante afirmou não ter gostado da aula experimental, não é esperado que todos vão gostar desse método de atividade, afinal ainda se tem estudantes que preferem as aulas tradicionais. O professor pode tentar transformar essa perspectiva ou ele pode tentar adequar de forma que concilie e agrade a todos, mesmo que seja uma tarefa difícil.

Portanto, ainda assim palavras “divertida” e “interessante” apareceram com bastante frequência. Assim é possível afirmar que os estudantes gostaram e estavam bastante receptivos, pois como dito anteriormente, conseguir a atenção e participação dos estudantes nas aulas pode ser uma tarefa árdua e muitas vezes pode ocasionar um bloqueio quanto ao desenvolver nas aulas, bloqueio esse que irá gerar desinteresse e falta de participação em qualquer atividade.

2) Você teve alguma dificuldade na execução do experimento? Caso seja sim, qual dificuldade teve?

Se atentar as dificuldades que os estudantes apresentam em qualquer atividade é de suma importância, para que assim o professor possa buscar uma mediação mais efetiva para sanar dificuldades futuras. Dentro das dificuldades, foi possível observar que durante a construção do experimento alguns estudantes apresentaram dificuldade na montagem do molde do trapézio.

Onde alguns estudantes tiveram dificuldades logo no processo de desenhar o trapézio, confundindo as medidas, essas que já estavam estabelecidas e que só precisava fazer o molde. Outros se dificultaram no processo de recortar os moldes, pois exigia certa habilidade de precisão no corte. Nada que atrapalhasse de forma significativa o processo de construção do projeto, pois suas dúvidas eram atendidas assim que solicitadas. Lembrando que o foco é facilitar a aprendizagem, assim o professor toma um papel de instrutor/mediador, tendo como foco o processo de ensino e aprendizagem. Essa percepção se consolidou com as respostas apresentadas:

3° ano: Durante a criação do molde, para medir de forma específica os espaçamentos apenas demorou um pouco para entender.

2º ano: Tive um pouco de dificuldades na hora de medir o tamanho do molde, fora isso foi tranquilo.

3) Você acredita que os experimentos auxiliam na aprendizagem e conseguem contribuir para uma aprendizagem mais divertida? Por quê?

Esse questionamento alguns educadores evitam de fazer, por acreditarem ser arriscado, devido a maturidade dos estudantes. Sendo que eles, por estarem ali aprendendo com diversos educadores, possuem a visão mais ampla e sincera quanto ao saber se a metodologia usada contribui ou não na forma de aprendizagem. Então, até essa percepção deve ser levada em conta. Não considerar, está remetendo ao ensino tradicionalista e essa visão dominante não se encaixa em um a metodologia inovadora como a de Ausubel.

2º ano: Sim, pois é totalmente diferente quando pomos em prática aquilo que só estávamos vendo na parte teórica, que acabava sendo um pouco desgastante com tantos textos e afins. Os experimentos deixam os alunos mais envolvidos na matéria e no conteúdo estudado, e até quem tem dificuldades para entender acaba aprendendo;

2º ano: Claro, vamos dizer que é uma forma mais descontraída de se aprender, e aprender algo na prática é mais eficaz e garante a aprendizagem do conteúdo passado para o aluno;

3º ano: Sim, pois são experimentos incríveis e com diversão facilita no aprendizado.

Nas próprias respostas dos estudantes é possível notar o uso das palavras “aprender” e “divertir” na mesma frase, assim é inegável a possibilidade e potencialidade que as atividades podem ser usadas de forma adequada juntamente com as metodologias. Alcançando, mesmo por meio de uma atividade educacional, diversão e ainda conseguir ensinar os estudantes, unindo o que é atrativo para eles e o que é essencial para o aprendizado.

Além de melhorar a aprendizagem, ainda possibilita que as aulas sejam mais dinâmicas, estimulando o senso criativo dos estudantes. Portanto, usar recursos no ensino como experimentos podem possibilitar uma aprendizagem mais significativa, podendo ampliar e aperfeiçoar os conhecimentos pré ensinados ou até novos conhecimentos.

4) O que poderíamos melhorar para a próxima aula experimental?

O professor deve sempre buscar ter o máximo de domínio do conteúdo que será explorado nas aulas e ter o cuidado em facilitar a aprendizagem. Logo, essa responsabilidade sobressai sobre o professor. Seu bom preparo faz com que seja

possível uma educação inovadora e atrativa, porém cometer erros é algo muito comum e são eles as bases para futuras aperfeiçoamentos, seja na forma como os conteúdos são ministrados ou no processo da construção dos experimentos. Portanto, a preocupação por trás dessa questão se dá nessa perspectiva.

3º ano: Continuar usando materiais que temos em casa, nem todos possuem saúde para correr o risco de se expor ao vírus para comprar materiais.

2º ano: Ter mais experimentos.

Os pedidos de que se tenha mais aulas prática como essa foi unânime, sendo encarado como algo positivo, pois novamente evidencia a potencialidade da implementação de metodologias mais ativas e significativas, pois os alunos se mostram bastante receptivos. Também foram pontuados o uso de materiais mais acessíveis, o que é uma das principais buscas dos professores, pois nas escolas, sejam públicas ou particulares, não existem laboratórios especializados para a disciplina de Física. Isso permite mostrar que para uma boa aprendizagem é fundamental a qualidade de como é ensinado e ministrado, valorizando o que o aluno produz na orientação dos professores.

- **Questões conceituais:**

As questões que se seguirão são conceituais, ou seja, referente aos conteúdos Físicos discutidos nas salas de aula. Esses conteúdos foram pontuados na aula antes do experimento e após também. Portanto as questões são referentes somente ao que foi discutido nas aulas, os acertos (cor verde) e erros (cor cinza) facilmente podem ser observados nos gráficos a seguir em cada alternativa.

1) O filme “Homem-Aranha: Sem Volta Para Casa” estreia em dezembro. Com base nos conceitos que aprendeu na aula experimental, que tipo de imagem é formada na tela do cinema?

Essa primeira questão tinha apenas duas alternativas: real e virtual. No processo de discussão foi usado diversos elementos presentes do dia a dia para que a diferença em ambas fosse bem clara. Até mesmo a tela do cinema foi comentada na aula com intuito de deixar a questão mais atrativa.

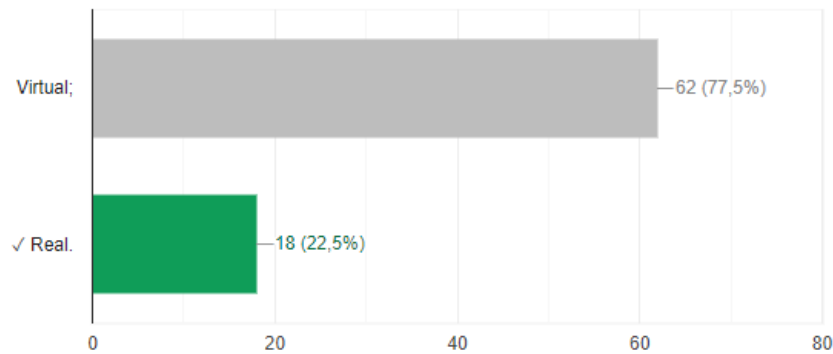


Figura 9. Gráfico das repostas da questão 1.

Fonte: *Google Forms*.

Entretanto, não houve muitos acertos, pois somente 18 estudantes acertaram, enquanto outros 62 erraram. Portanto, foi mais da metade que errou, um tanto preocupante, principalmente por ter sido pontuado e usado um exemplo semelhante durante a explicação.

Apesar disso, foi questionado a possível causa para tamanha quantidade de erros e como os conceitos ópticos são facilmente confundidos por serem complexos, foi possível afirmar que a causa dos erros sejam uma confusão nas palavras. As palavra “virtual” em si, remete algo que não é real e como nas telas do cinema o que está projetado é um filme, logo podem ter deduzido não ser real, assim essa possível assimilação das palavras seja o que levou a confusão dos estudantes. Será possível observar que esse problema se repete nas próximas questões e que isso não será motivo de desânimo ou falha nas metodologias, mas que essa adversidade pode também ser reaproveitada de forma útil para o aprendizado.

2) No experimento da Pirâmide “Holográfica” a imagem foi projetada.

Portando, a imagem é:

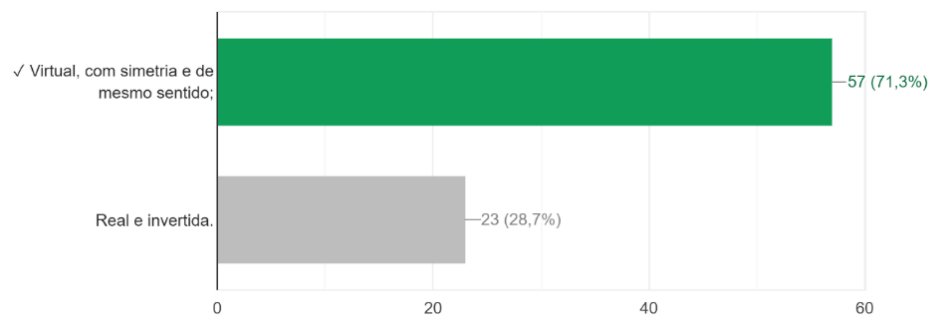


Figura 10. Gráfico das repostas da questão 2.

Fonte: *Google Forms*.

Nessa questão, as alternativas para serem marcadas eram: Virtual, com simetria e de mesmo sentido; Real e invertida. Diferente da anterior, as alternativas foram um pouco mais detalhadas com intuito de facilitar a compreensão e com intuito de que fizessem comparação entre as questões, reforçando que esses detalhes conceituais foram discutidos em sala e com bastante ênfase, nada nas questões postas não foram deixadas de ser abordadas na aula.

Comparando com a questão anterior, houve um número maior de acertos, com 57 acertos e 23 erros. Como foi disponibilizado mais detalhes, acredita-se que os estudantes realmente fizessem comparações entre as questões e buscassem a alternativa mais possível, que se reafirmam com a quantidade de acertos. Também ressaltando que ao utilizar a palavra “projetada” na questão para determinar uma ação de reflexão pode gerar confusão nos estudantes, o professor deve ter muitos cuidados para não cometer erros como estes e gerar uma confusão maior.

3) Dos objetos a seguir, assinale apenas os que possuem imagens Virtuais:

Nessa questão foram dispostos diversos exemplos para serem marcados, sendo eles: cinema; projetor; colher; espelho plano; tela do smartphone. A escolha dessa questão foi pensando em cada objeto que possuíam tais fenômenos ópticos, discutido em sala.

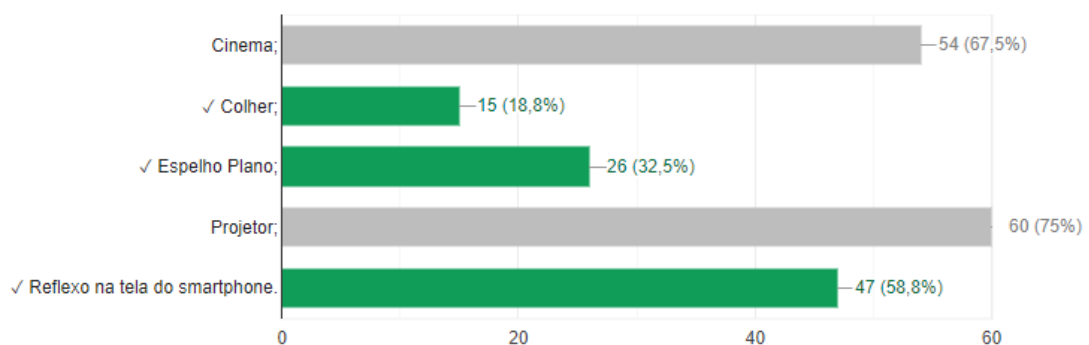


Figura 11. Gráfico das repostas da questão 3.
Fonte: *Google Forms*.

É observado uma melhora nos acertos, porém os mesmo erros das alternativas anteriores se repetem também nessa questão. Um dos problemas mais recorrentes na Física, é o uso e a assimilação que algumas palavras possuem, que muitas vezes podem causar confusão na explicação de alguns conceitos.

Essa é uma das possíveis situações que explique essa taxa de erro dos estudantes, já que nas alternativas não foi abordado nada além do que foi discutido nas aulas. Assim sendo, os alunos tenham assimilado a palavra real com aquilo que é tangível a eles, ao invés da virtual que explica exatamente o que é o fenômeno Físico, o fato mais plausível para tais erros. Entretanto, mesmo que esses erros não aparentam ser muito vantajosos para o professor, na questão de afetividade das teorias de aprendizagem, eles contribuem para uma perspectiva mais sincera do aprendizado verdadeiro, aquele onde para aprender é necessário ter erros.

Uma perspectiva fundamental no ensino de Física é que o que é estudado não é uma verdade absoluta, ou seja, o aprendizado está em constante evolução e adaptação. Sendo assim, aprender está dentro dessa vertente, ou seja, os erros devem e são necessários como parte do aprendizado. Assim fica fácil identificar onde os estudantes estão tendo uma maior dificuldade e buscar adaptar de forma que fique mais fácil a aprendizagem ou até mesmo desenvolver um projeto para que eles mesmo possam descobrir e aguçar seu senso científico e investigativo referente aos conteúdos que mais achem complicados, com a mediação correta os estudantes vão passar a se sentir confortáveis com seus próprios erros e vão estar dispostos a aprender com maior atenção e curiosidade.

Além disso, os dados obtidos com a experimentação permitiram destacar a importância dessas atividades nas aulas de Física, pois foi notório o aumento do interesse deles pelo assunto durante a aula prática. Sendo que esse foi um dos problemas pontuados. Podendo citar um momento durante as aulas no qual um estudante da 2º série não estava muito disposto a fazer o experimento, alegando que o tal era simples e bobo e que aquilo não teria como ser usado em outra área. Após esse posicionamento do estudante foi esclarecido para ele sobre o museu de Ciência e Tecnologia da Secretaria de Estado da Cultura de São Paulo, que usou essa mesma Pirâmide “Holográfica” para expor algumas obras (BLUMER, 2016), o que fez ele mudar sua postura de indiferença para mais interessada.

Todavia, acredita-se que esta atividade prática atingiu seu objetivo principal de facilitar a aprendizagem com uma metodologia mais significativa, com foco não no conteúdo em si e sim na metodologia a ser trabalhada. Podendo analisar na prática também o crescimento na participação e na interação dos estudantes quanto a construção do experimento.

4.2. HQ's

A aplicação ocorreu durante o decorrer do semestre 2022/1. Diferente da anterior, essa atividade tem como principal objetivo estimular o senso investigativo dos estudantes, de forma que eles elaborem uma pesquisa científica para compreensão do fenômeno físico escolhido por eles, fenômeno este presente no tema Termologia. Além do desenvolvimento na aplicação, fazendo discussões e debates sobre sua HQ.

Sendo assim, os estudantes vão ter uma participação maior na atividade do que o professor, pois o mesmo será apenas o mediador da atividade. Portanto, a análise será feita de forma qualitativa, voltada para o empenho durante o desenvolvimento da atividade e na participação dos estudantes quanto a construção das HQ's. Posto isso, a análise será feita através da observação do professor e pelas HQ's que vão ser entregues pelos estudantes.

4.2.1. Habilidades da BNCC

- **(EM13CNT301)** Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica;
- **(EM13CNT302)** Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental;
- **(EM13CNT303)** Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

4.2.2. *Materiais recomendados*

- Papel Vergê A4 Palha;
- Aplicativo para desenho digital: *Sketchbook* e *Infinite Painter*;
- Aplicativo para imagens de inspiração/referência: *Pinterest*;
- Aplicativo para computador: Krita.

Durante a aplicação dessa segunda atividade, as aulas já haviam voltado totalmente presenciais, mas ainda com as medidas preventivas. Portanto, sua aplicação ocorreu em duas aulas de 45 min para cada uma das duas turmas de 2º ano, tendo um intervalo de tempo de uma semana de cada aula. Sendo a primeira aula utilizada para a apresentar e discutir o que são as HQ's, debatendo o que os estudantes compreenderam delas e sendo abordado suas principais características.

Após essa discussão inicial, abriu-se um debate através das HQ's presentes no Apêndice C e D, onde os estudantes foram questionados do que estavam ocorrendo na história, com debates se o que estava ocorrendo estava de acordo com a realidade, independente das suas afirmações, foram desafiados a justificar suas perspectivas, o que mostrou uma surpreendente participação da parte dos estudantes.

Depois dessa discussão, foi proposto a atividade, em grupo com até 4 pessoas, sendo orientado como poderiam estar elaborando, ressaltando as características fundamentais das HQ's, como: os primeiros passos para elaborar; onde pesquisar; e quais materiais usar. O tema geral proposto foi Termologia, com os temas específicos sugeridos: Temperatura; Trocas de Calor; Propagação do Calor; Energia Interna; Trabalho; 1ª Lei da Termodinâmica; 2ª Lei da Termodinâmica; Gases e Dilatação Térmica. Os grupos foram orientados a reunir logo na primeira aula para darem início no projeto de suas histórias, o professor estava presente em cada grupo para auxiliar, respondendo cada dúvida que ia surgindo.

Além disso, foi criado uma sala no *Classroom* exclusivamente para essa atividade, na sala foram postos:

1. As quatro HQ's elaboradas pelo autor deste trabalho, elas seriam como orientação, incentivo e inspiração para os estudantes;
2. O slide da aula para facilitar e auxiliar na compreensão da atividade proposta, devido a solicitação das duas turmas;

3. Contato do professor, pois o mesmo estaria orientando, até mesmo além do ambiente da sala de aula, qualquer dúvida que os estudantes viessem a ter;
4. Questionário destinado para responderem em casa, disponível no Apêndice E

Como o intervalo de tempo das aulas foi de uma semana, os grupos teriam esse período para criarem suas histórias. Foi proposto que na segunda aula após este período, que cada grupo iria trazer sua HQ e apresentá-la para toda a turma, apresentando o tema escolhido e explicando o que ocorre em suas histórias.

4.2.3. Análise dos dados

A análise será feita em duas vertentes, onde a primeira será centrada na recepção dos estudantes com a abordagem da atividade através de um questionário feito no *Google Forms* e a segunda será feita de forma qualitativa através das apresentações dos estudantes e da entrega das HQ's. O questionário foi respondido por 39 alunos do 2º ano.

Questões referentes ao uso de histórias em quadrinhos em sala:

- 1) Você lê ou já leu alguma história em quadrinhos (HQ), mangás, gibis etc.?**

Como é dito no trabalho, o professor deve falar a linguagem do estudante, usando aquilo que é comum a eles a seu favor durante as aulas, posto isso a preocupação com esta questão é em verificar se os estudantes estão realmente familiarizados com as HQ's. Dos 39 alunos, 35 já leram enquanto apenas 4 que não. Mesmo que este estudo seja um estudo de caso, já é possível ter uma noção que os estudantes realmente conhecem, assim facilitando para ao professor em estar usando tal recurso pela familiaridade.

- 2) Se sim, qual(is)?**

Caso os estudantes respondessem "sim" para a questão anterior eram direcionados para essa questão, assim permitindo ter uma visão mais ampla de quais HQ's os estudantes estavam mais acostumados a ler. Tal fato permite também o professor saber quais as melhores HQ's de trabalhar em sala de aula, a histórias comentadas com os estudantes são as seguintes:

- *Batman*;
- Boruto;
- *Dragon Ball*;
- *Heartstopper*;
- Meu Amigo Dahmer;
- Romeu e Julieta;
- *The Walking Dead*;
- Turma da Mônica.

3) Você gosta de histórias em quadrinhos?

Novamente, a preocupação nessa questão se dá ao fato da aceitação dos estudantes, pois caso a maioria dos estudantes não gostem deste recurso, pode gerar problemas maiores como aversão e desânimo quanto ao conteúdo que será trabalhado na sala de aula. Portanto, o número de estudantes que gostam precisa ser bastante superior ao dos que não gosta, o que pode ser visto nas próprias respostas dos estudantes, onde 33 estudantes responderam que gostam enquanto somente 6 não gostam.

4) Dê uma nota de 0 a 10, quanto você classificaria o seu interesse em participar de uma aula que usasse histórias em quadrinhos para aprender Física?

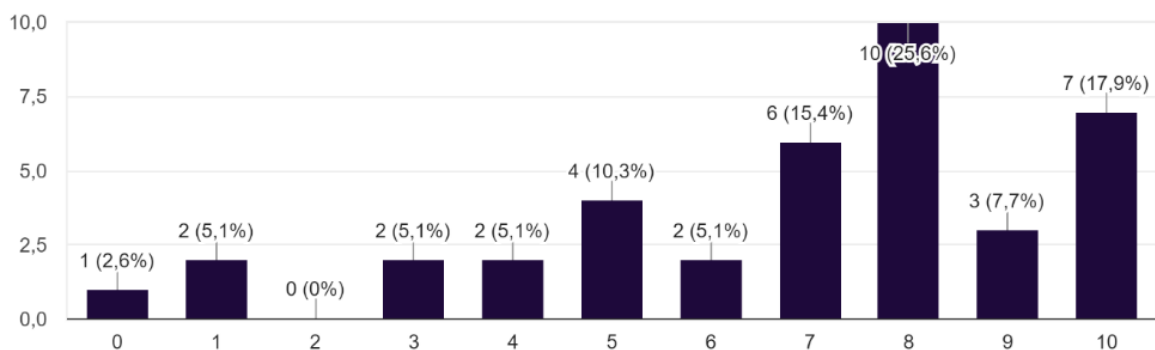


Figura 12. Gráfico das repostas da questão 4.
Fonte: *Google Forms*.

Levar em conta a opinião dos estudantes em relação ao seu interesse em participar de uma aula que usasse histórias em quadrinhos para aprender Física é muito relevante, fazendo assim com que seja possível ter uma percepção mais ampla quanto a sua vontade em participar da aula com este recurso.

Note com o gráfico que apenas 7 estudantes pontuaram notas abaixo de 5, possivelmente sendo os mesmo que afirmaram não gostar das HQs, enquanto 28 pontuaram notas acima de 5 e por fim apenas 4 estudantes marcaram nota 5. Veja que ainda o número de alunos que demonstram interesse ainda é mais significativo dos que não apresentam, novamente o professor pode tentar mudar a perspectiva desses mesmos estudantes que não gostam.

Portanto, usar recursos como este no ensino tem seu potencial, mesmo que uma parcela dos estudantes não demonstre interesse, tendo que ter cuidado em atrair mais da metade dos estudantes. Para os que não demonstraram interesse, cabe ao professor buscar métodos que atraiam estes, sejam complementando com outro tipo de atividade ou inovando com algo diferente do que estão acostumados.

5) Você já leu alguma história em quadrinhos que falam de fenômenos científicos?

Como as HQ's são usadas mais na perspectiva de entretenimento, a questão surge da curiosidade se além do entretenimento os estudantes já leram alguma história que abordasse temas científicos presentes na disciplina. As respostas dos estudantes foram surpreendentes, pois 30 estudantes responderam que sim e apenas 9 não.

Assim, fica evidente que quando o professor usar histórias com temas científicos em suas aulas, provavelmente não estará usando algo incomum para eles. Tais questões, assim como as anteriores, são fundamentais de serem feitas, pois como é um estudo de caso, permite que um professor que tenha um interesse futuro em trabalhar tal atividade em sala de aula se atente em fazê-las antes de aplicar sua aula, porque assim ele já terá uma percepção do potencial que a atividade terá na sala de aula que pretende trabalhar.

6) Se sim, qual(is)?

Assim como a alternativa "b", caso os estudantes respondessem "sim" para a questão anterior eram direcionados para essa questão, assim permitindo ter uma visão mais amplas de quais HQ's abordam conteúdos científicos e quais os estudantes está mais acostumado a ler. Assim, permitindo o professor ter uma gama de opções mais amplas para estar fundamentando sua aula e ainda ter uma gama de opções maior para recomendar para seus estudantes.

Entretanto, para tal questão já era esperado que a maioria dos estudantes não recordassem de quais HQ's abordassem temas científicos, mas com as respostas já foi possível ter uma percepção, sendo elas:

- Aula (elaborados pelos autor);
- DC – *Batman e Flash*;
- Marvel;
- Turma da Mônica.

A Turma da Mônica foi a resposta mais em comum pelos estudantes, mas que suas histórias abordam diversos temas educacionais, sejam sociais ou no ramo das ciências, isso já é conhecimento comum aos educadores. Portanto, vamos destacar para as respostas Marvel (mesmo que os estudantes não tenham especificado quais tramas) e DC (respondido pelos estudantes como *Batman e Flash*), esse destaque se dá ao fato de que mesmo que a diretriz dessas HQ's sejam o entretenimento, elas também abordam temas científicos.

De forma mais ilustrativa, o personagem *Flash* possui poder de super velocidade, em termos científicos podemos retomar ao conhecimento científico da “dilatação do tempo”, onde o tempo é relativo, pois de acordo com a teoria da relatividade restrita, o tempo flui mais lentamente com o aumento da velocidade (CARRON; GUIMARÃES, 1997, p.648). Tal fenômeno é explicado na própria HQ personagem, mesmo que a ideia de uma pessoa ter uma habilidade sobre-humana como super velocidade seja além da realidade e entrar no campo da imaginação, não impede de o professor trabalhar tal meio em suas aulas. Podendo ir além também, pois como existem múltiplas situações nos quadrinhos que podem se mostrar equivocadas conceitualmente, assim permitindo também que o professor trabalhe esses equívocos através de correções embasadas cientificamente, sendo assim um meio de aprendizagem e exercício de formação do conhecimento.

Por fim, também teve estudante que respondeu que as HQ's com conhecimentos científicos que leu foi somente aquelas apresentadas durante a primeira aula. Aqui o professor deve se atentar em estimular que esses estudantes busquem leituras além daquelas apresentadas em sala e direcione essa leitura para as HQ's que ele sabe que serão mais vantajosas para sua sala de aula, assim como a leitura de HQ's é mais objetiva e divertida que livros para a maioria dos estudantes

potencialmente surgirá mais efeito que se ele estivesse recomendado algum livro científico.

- **Análise das apresentações dos estudantes e da entrega das HQ's:**

Das 10 HQ's apresentadas pelos estudantes, somente 4 foram selecionadas para serem discutidas no presente trabalho, tal fato se deve pelos temas presentes nelas serem relevantes para discussões e para contribuição na pesquisa levantada.

1) Escalas termométricas:

A HQ presente no Apêndice F, retrata o tema escalas termométricas, onde um personagem explica para outro que não sabia o que são essas escalas. De forma simples e rápida o personagem o explica o que elas são e quais se tem (Celsius, Kelvin e Fahrenheit). Ao observar os desenhos logo se percebe que são simples, mas o conteúdo ali é relevante.

A HQ em questão foi selecionada para discussão porque este conteúdo escolhido pelo grupo de estudantes que a criaram, foi um dos conteúdos ministrados pelo professor de Física nas aulas anteriores as da aplicação da atividade de criar HQ em questão, portanto os estudantes conseguiram relacionar o conteúdo das aulas anteriores com a presente atividade, assim usando um recurso já ensinado em sala e o aplicando em uma atividade. Assim, pode-se afirmar que os estudantes conseguiram aprender o conteúdo já ensinado pelo professor, sendo essa HQ um meio de validação dessa afirmação, o que se reafirmou com a apresentação do grupo, pois explicaram para toda a turma e ainda afirmaram lembrar do conteúdo ensinado pelo professor.

2) Sensação térmica:

A HQ presente no Apêndice G, retrata o tema sensação térmica, onde um personagem questiona o porquê de na semana anterior estar num clima de sol e na semana seguinte estar nevando. O outro personagem responde que tal fato é devido a sensação térmica e explica o que é a sensação térmica.

Note que o estudante levantou uma questão e tentou explicá-la, porém a sua explicação não justifica sua questão, pois para responder de forma correta o personagem deveria ter afirmado que essas mudanças climáticas ocorrem pela influência de uma combinação de fatores, sendo eles os principais: a

continentalidade e maritimidade, as correntes marinhas, as massas de ar, altitudes e latitudes. O que ocorreu foi que o grupo se confundiu ao tentar explicar, pois a sensação térmica na verdade é a forma como os nossos sentidos percebem a temperatura do ambiente, sendo muitas vezes maior ou menor do que realmente é.

Avaliando tal erro, é possível levantar a questão: este erro atrapalha no aprendizado e na aplicação da atividade? Não, pois em qualquer disciplina é comum os estudantes confundirem temas de conteúdos semelhantes ou até mesmo trocarem sentidos das palavras. Cabe ao professor identificar os possíveis erros e trabalhá-los, neste por exemplo, o professor poderia estar usando a HQ para mostrar a diferença entre sensação térmica e mudanças climáticas no momento de apresentação do grupo ou em um outro momento reforçar os conceitos presentes incorretos e corretos. Utilizando assim, o erro como um mecanismo de trabalho potencialmente relevante e não como um empecilho de aprendizagem.

Além disso, vale destacar que o grupo foi criativo ao usar um recurso que nem mesmo foi sugerido e pensado, onde através de recortes de uma animação montaram uma sequência de imagens para criar sentido na história e ainda utilizaram o recurso *powerpoint* para auxiliar na montagem final da HQ.

3) Frederico ensinando a fazer um “forno solar caseiro”:

A HQ presente no Apêndice H, retrata o tema de criação de um “forno solar caseiro”, onde o personagem Frederico aproveita que o dia está ensolarado para realizar um experimento envolvendo temperatura, escolhendo portanto um forno que funciona através da luz solar. O personagem explica como será feito tal experimento e como ele irá funcionar por meio do Sol.

A HQ chama a atenção porque o estudante optou por escolher um tema no qual será trabalhado nas aulas a seguir depois desta aplicação. O professor de Física solicitou aos estudantes para criarem um “forno solar caseiro” e depois eles iriam investigar como cada estudante montou o seu e discutir o fenômeno físico no experimento e analisar se alguns são mais eficientes que outros. O aluno que criou a HQ logo se adiantou e utilizou um material que ainda seria usado, mostrando assim que o estudante possui a capacidade de estudar de forma autodidática, ou seja, estudando o que ainda nem foi aplicado e ensinado por seu professor.

Outro ponto importante, a proposta desta atividade foi em grupo de até 4 pessoas, pois o intuito era estimular e incentivar que os estudantes trabalhassem em

grupo, exercendo assim na atividade o princípio interacionista de Vygotsky. Contudo, o estudante que criou esta HQ solicitou para fazer individualmente e foi permitido, pois o professor deve respeitar que alguns estudantes não conseguem realizar algumas atividades por ter a suas próprias justificativas, assim cabe o professor propor a atividade e não obrigar que os estudantes a sigam literalmente. Caso o professor force o estudante a participar pode ter consequências, como: a falta de participação na atividade e até conflitos entre os estudantes. Tendo sempre que priorizar os cuidados e se colocar no lugar do estudante, de forma mais humanizada.

4) Mantendo a temperatura:

A HQ presente no Apêndice I, não retrata diretamente o tema físico como as anteriores, pois mostra dois personagens, um menino e uma menina, num dia bem caloroso ouvindo rádio e eles escutam que a previsão da próxima semana será de bastante frio, ao chegar na próxima semana a frente fria realmente veio. O menino comenta estar com frio e a menina o orienta da seguinte forma: “Vai se vestir para manter sua temperatura corporal.”.

Para algumas pessoas o fenômeno físico passaria despercebido, mas para compreender melhor é necessário a explicação para complementar, assim como o grupo apresentou na sala de aula. O que ocorreu na história que merece destaque é o fato de a menina afirmar para o menino se agasalhar para **manter** a temperatura e não para **umentar** a sua temperatura, isso porque é de senso comum achar que se agasalhar bem irá aumentar sua temperatura quando o que ocorre na verdade é que de acordo com a termodinâmica, todos os corpos tendem a entrar em equilíbrio térmico, realizando constantemente trocas de energia, ou seja, trocas de calor com o ambiente.

De forma mais lúdica, em dias mais frios o nosso corpo, por ter maior temperatura em relação ao ambiente, tende a ceder calor para o ambiente e em dias mais quentes o ambiente, por estar com maior temperatura em relação ao corpo, tende a ceder mais calor para o corpo (ATKINS; DE PAULA, 2018, p.226). Assim, ao usar um agasalho em dias mais frios é no intuito de se conservar a própria temperatura corporal, evitando cedê-la para o ambiente.

Como consequência das análises realizadas das HQ's, é possível afirmar que a atividade conseguiu concluir seus principais objetivos, pois o principal foco em abordar essa atividade foi em conseguir fazer com que os estudantes desenvolvam

um caráter mais investigativo e instigador de discussões e debates. Portanto, trabalhado de forma mais ativa e significativa, facilitando a aprendizagem; podendo analisar na prática também o crescimento na participação e na interação dos estudantes quanto na construção da HQ.

Além disso, os dados obtidos com a atividade permitiram destacar a capacidade dos estudantes de realizarem relações dos conteúdos ministrados em aula com a atividade realizada e ainda com o seu cotidiano de forma independente, ou seja, sendo capaz e protagonista em sua atividade. Assim, na prática, trabalhando a forma de aprendizagem significativa de Ausubel conhecida como superordenada, na qual um conhecimento passa a subordinar vários outros, passando a assimilar os conceitos que já existiam mas eram menos desenvolvidos (MOREIRA; MASSONI, 2015, p.19).

Além de ter sobretudo trabalhado o princípio interacionista de Vygotsky, como a atividade foi realizada em grupos pela maioria dos estudantes, exigindo um trabalho em equipe. A ZDP de Vygotsky, esteve presente, pois o professor esteve orientando e dando dicas sobre o processo de pesquisa e de construção das HQ's, mediando e orientando todo o processo da atividade. De modo que, esta atividade prática atingiu os objetivos da pesquisa levantada neste trabalho.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho surgiu da necessidade em fazer mudanças significativas no processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Física. Uma mudança que ocorresse de forma que fosse possível transformar os estudantes, na maneira que eles estão presentes no seu próprio processo de aprendizagem, exercendo um papel investigativo e mais ativo na educação.

Portanto, trabalhar metodologias mais modernas como a de David Ausubel e a de Lev Vygotsky apresentadas, proporcionam uma aprendizagem mais inovadora e pertinente na disciplina de Física. Destacando que a gama de metodologias vão muito além das apresentadas neste trabalho, cabendo o educador escolher, estudar e trabalhar qual mais se adequa a realidade de seus estudantes e da instituição em que se busca trabalhar, mas atentando-se sempre em transformar positivamente suas aulas e seus estudantes.

Além disso, as atividades elaboradas e aplicadas apresentaram resultados satisfatórios, mesmo que a pesquisa seja um caso específico, permite pensar numa perspectiva mais ampla e inovadora num futuro, nessa mesma instituição ou em outras. Pensando sempre em solucionar situações problemas que forem surgindo e interferindo no fluxo contínuo de aprendizagem dos estudantes.

Destacando que é fundamental que os professores já se engajem logo no seu processo de formação na graduação no estudo de metodologias inovadoras, pois o seu ambiente de formação é mais favorável e amplo para tais discussões, com perceptivas não somente individuais mas em coletivo com seus respectivos colegas e professores. Permitindo que o licenciando melhore seu próprio desempenho nas ações pedagógicas, fazendo com que não fique dependente somente de livros didáticos, que fuja de linhas tradicionais para linhas de conhecimento mais construtivas. Transformando o jeito que suas aulas podem afetar seus futuros estudantes, na forma como pensam e agem perante o conhecimento e a sociedade.

De acordo com as pesquisas realizadas, foi observado que a necessidade de inovação na educação não é de agora, sendo antiga. Posto isso, a educação deve ser considerada sempre em fluxo constante, onde ela está se adaptando e evoluindo lado a lado com cada geração que vai surgindo.

Além disso, nas atividades aplicadas foi possível mostrar na prática que usar meios de comunicações mais comuns aos estudantes, como a ficção científica

apresentada neste trabalho tendem somente a contribuir como uma ferramenta de aprendizagem se devidamente trabalhada, sendo tanto como recurso atrativo nas atividades, como também meio de discussões conceituais.

Portanto, constatou-se que o uso de metodologias ativas aplicadas através de atividades práticas combinadas com a ficção científica é uma ferramenta com potencial significativo, mais sem descartar a forma tradicional de ensino, ou seja, ainda com explicações teóricas e resoluções de exercícios, pois esse método de ensino ainda é fundamental para a construção do conhecimento. Neste caso, os experimentos são vistos como uma aliada em potencial, ou seja, uma junção da teoria com a prática no intuito de complementar e estender ainda mais a possibilidade de aprender e ensinar, podendo destacar a sua importância como uma ferramenta de ensino alternativa e acessível que contribui consideravelmente.

Assim, com essas informações, compreende-se a importância do projeto desenvolvido, onde a busca por inovação e a prática de novas metodologias e novos recursos na aprendizagem está crescendo no ambiente escolar, mostrando que sua execução é sim possível de realização. A pesquisa obteve resultados satisfatórios e qualitativos, tornando-se uma alternativa válida e coerente para as atuais exigências no ensino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

3B Scientific. Treinamento e Simulação de Habilidades para Educação Médica. Disponível em: <<https://www.3bscientific.com.br/index.html>>. Acesso em: 5 jun. 2021.

ARAÚJO, Gustavo da Cunha; COSTA, Maurício Alves da; COSTA, Evânio Bezerra. As histórias em quadrinhos na educação: possibilidades de um recurso didático-pedagógico. **Revista Eletrônica de Ciências Humanas, Letras e Artes**, v. 1, n. 2, p. 26-36, 2008.

ATKINS, Peter; DE PAULA, Julio; Físico-química, Vol. 1, 10. ed. – Rio de Janeiro: LTC, 2018.

AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, v. 1, 2003.

_____. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune and Stratton, 1963.

BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018 e-PUB.

BARCELLOS, E. E., MERCALDI, M., PINHEIRO, O. J., & JÚNIOR, G. B. **Holografia: Inovação e Metáfora de Interatividade na Comunicação e na Representação Ótica**. Blucher Design Proceedings, v. 2, n. 2, p. 569-582, 2015.

BIDERMAN; CAMARGO, Maria Tereza. **Dicionário Didático** 3.ed. – São Paulo: Edições SM, 2009.

BLUMER Art Interativa. Bayer - Pirâmide Holográfica. **Telas Transparentes**. Disponível em: <<http://blumertelastansparentes.blogspot.com/2016/10/bayer-patrocina-piramide-holografica-no.html>>. Acesso em: 19 dez. 2021.

BRASIL. Constituição 1988. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 1988.

_____. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

_____. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio – Ciência da Natureza**. Brasília: Ministério da Educação, 1997.

BROTHERS assistem desfile C&A antes de festa na noite desta sexta-feira, 5/3. **Gshow**. Disponível em: <<https://gshow.globo.com/realities/bbb/bbb21/ep/festa-cea/noticia/brothers-assistem-desfile-canda-antes-de-festa-na-noite-desta-sexta-feira-53.ghtml>>. Acesso em: 08 out. 2021.

CAPPELLETTO, E. **O Vê de Gowin conectando teoria e experimentação em Física Geral: Questões didáticas, metodológicas e epistemológicas relevantes ao processo**. Porto Alegre, 2009. 297p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-

Graduação em Ensino de Física Mestrado Acadêmico em Ensino de Física – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CARRON, Wilson; GUIMARÃES, Osvaldo. **As Faces da Física**: volume único. São Paulo: Moderna, v. 1, 1997.

CHICÓRA, Tatiele; CAMARGO, Sérgio. **As histórias em quadrinhos no Ensino de Física: uma análise das produções acadêmicas**. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2017.

DA, A. **Tirinhas para ensino de física: Calorimetria**. Disponível em: <<https://artedafisicapibid.blogspot.com/2019/11/HQs-na-formacao-de-professores-de-fisica.html>>. Acesso em: 19 nov. 2021.

DEBALD, Blasius Silvano; GOLFETO, Norma Viapiana. **Protagonismo Estudantil e Metodologias Ativas de Aprendizagem em Tempos de Transformação na Educação Superior**. Revista Pleiade, v. 10, n. 20, p. 5–11, 2016.

EDITORIAL, Equipe. Arte rupestre: o que é e quais são suas características?. **Arteref**, 2021. Disponível em: <<https://arteref.com/movimentos/o-que-e-a-arte-rupestre-e-quais-sao-as-suas-caracteristicas/>>. Acesso em: 19 nov. 2021.

GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS. DECRETO nº 9.637, de 17 de março de 2020. Enfrentamento do COVID-19. [S. l.], 17 mar. 2020.

HORTA, José Silvério Baía. **O hino, o sermão e a ordem do dia: regime autoritário e a educação no Brasil (1930-1945)**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1994.

JÚNIOR, C. A. O. M.; PIETROCOLA, M. **Atuação de professores formados em licenciatura plena em Ciências**. Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia, v. 4, n. 1, p. 175-198, 2011.

KitsLab. Disponível em: <<https://www.kitslab.com.br/>>. Acesso em: 5 jun. 2021.

LIBÂNIO, José Carlos. Psicologia educacional: uma avaliação crítica. **Psicologia Social: o homem em movimento**, v. 13, p. 154-158, 1984.

Loja Roster - Microscópios, Modelos Anatômicos e Equipamentos Laboratoriais. Disponível em: <<https://www.lojaroster.com.br/>>. Acesso em: 5 jun. 2021.

MARTINS, João Carlos. **Vygotsky e o papel das interações sociais na sala de aula: reconhecer e desvendar o mundo**. Série Idéias, v. 28, p. 111-122, 1997.

MORAN, José. **Mudando a educação com metodologias ativas**. Coleção mídias contemporâneas. Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens, v. 2, n. 1, p. 15-33, 2015.

MOREIRA, J. A.; HENRIQUE, S.; BARROS, D. **Transitando de um ensino remoto emergencial para uma educação digital em rede, em tempos de pandemia**. Dialogia, 34, 351-364, 2020.

_____. Aprendizagem Significativa: da visão clássica à visão crítica (Meaningful learning: from the classical to the critical view). In: **Conferência de encerramento do V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Madrid, Espanha, setembro de. sn, 2006.**

_____. **Desafios no ensino da física.** Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 43, suppl. 1, e20200451, 2021.

_____. Linguagem e aprendizagem significativa. In: **Conferência de encerramento do IV Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Maragogi, AL, Brasil. 2003.**

_____. **O Que É Afinal Aprendizagem Significativa?** Instituto de Física, UFRGS. Porto Alegre, abr. 2010.

_____; MASSONI, Neusa Teresinha. **Interfaces entre teorias de aprendizagem e ensino de ciências/física.** Porto Alegre, Instituto de Física/UFRGS, v. 26, n. 6, 2015.

_____; MASSONI, Neusa Teresinha. **Textos de apoio ao professor de física.** 2017. Porto Alegre: UFRGS, 2015.

NASCIMENTO, Maria Isabel Moura. **Instituições escolares no Brasil colonial e imperial.** 2007.

NETO, José Augusto da Silva Pontes. **Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel: perguntas e respostas.** Série-Estudos - Periódico do Mestrado em Educação da UCDB. Campo Grande-MS, n. 21, p.117-130, jan./jun. 2006.

NICOLA, Jéssica Anese; PANIZ, Catiane Mazocco. **A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de biologia.** Infor, Inov. Form., Rev. NEaD-Unesp, São Paulo, v. 2, n. 1, p.355-381, 2016. ISSN 2525-3476.

OLIVEIRA, João Ferreira; LIBÂNIO, José Carlos; TOSCHI, Mirza Seabra. **Educação escolar: políticas, estrutura e organização.** 10. ed. rev. e ampl. - São Paulo: Cortez, 2012.

PAULA, Túlio da Silva. **Qualidade da infraestrutura das escolas públicas do ensino fundamental no Brasil.** Brasília : UNESCO, 2019. 122 p.

PEREIRA, Cilene; BLANES, Simone. Movimento antivacina é grave ameaça ao controle da Covid-19 no mundo. **Veja.** Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/saude/movimento-antivacina-e-grave-ameaca-ao-controle-da-covid-19-no-mundo/>>. Acesso em: 13 dez. 2021.

PIASSI, Luís Paulo de Carvalho. **A ficção científica como elemento de problematização na educação em ciências.** Ciência & Educação (Bauru), v. 21, p. 783-798, 2015.

_____; PIETROCOLA, Maurício. **Ficção científica e ensino de ciências: para além do método de 'encontrar erros em filmes'.** Educação e pesquisa, v. 35, p. 525-540, 2009.

Planeta Pedagógico. Disponível em: <<https://www.planetapedagogico.com.br/>>. Acesso em: 5 jun. 2021.

RAMA, Angela; VERGUEIRO, Waldomiro. **Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula**. Editora Contexto, 2008.

REBORDÃO, José Manuel. **Holografia: Física e aplicações**. Ciências, pp. 18-34. Lisboa: Universidade de Lisboa, 1989.

REDAÇÃO. BBB21: saiba como foi feito o desfile “virtual” no reality. **DCI Digital**. Disponível em: <<https://www.dci.com.br/dci-mais/bbb-21/bbb21-saiba-como-foi-feito-o-desfile-virtual-no-reality/102697/amp/>>. Acesso em: 20 jul. 2021.

RIDLEY, Mark. **Evolução**. Artmed Editora, 2009.

Rio Link. TRAY TECNOLOGIA. Disponível em: <<http://www.riolink.com.br/>>. Acesso em: 5 jun. 2021.

SAVIANI, Dermeval. **Escola e Democracia**. 25 ed. São Paulo: Cortez: Autores Associados, 1991.

SCHIVANI, Milton; SOUZA, Gustavo Fontoura de; PEREIRA, Emanuel. **Pirâmide “holográfica”: erros conceituais e potencial didático**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 40, 2017.

SCHRAER, Rachel; GOODMAN, Jack. Ivermectina: como falsa ciência criou crença de remédio milagroso contra covid. **BBC News Brasil**. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-58827372>>. Acesso em: 13 dez. 2021.

SEDUC. **Governo de Goiás entrega laboratórios de Física e Biologia para Cepis**. Disponível em: <<https://site.educacao.go.gov.br/noticias/449-governador-ronaldo-caiado-faz-a-entrega-de-laboratorios-de-fisica-e-biologia-para-os-centros-de-ensino-em-periodo-integral-do-ensino-medio.html#:~:text=A%20visita%20do%20governador%20Ronaldo,escolas%20de%2050%20munic%C3%ADpios%20goianos.>>. Acesso em: 10 out. 2021.

SILVA, J. C. X.; LEAL, C. E. DOS S. **Proposta de Laboratório de Física de Baixo Custo Para Escolas da Rede Pública de Ensino Médio**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 39, n. 1, 13 out. 2016.

SOUZA, Eduardo Oliveira Ribeiro; VIANNA, Deise Miranda. **Reflexões sobre o uso de histórias em quadrinhos para promover o discurso na aula**. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC. Águas de Lindóia, SP, 2013.

STAR Wars: Episode IV - A New Hope. Direção de George Lucas. EUA: Lucasfilm Ltd., 1977. Streaming: Disney+. (121 min.).

TESTONI, Leonardo André; ABIB, M. L. V. S. **A utilização de histórias em quadrinhos no ensino de física**. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, v. 4, 2003.

VALADARES, Jorge. A teoria da aprendizagem significativa como teoria construtivista. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 1, p. 36-57, 2011.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo, Martins Fontes, 1984.

wSkiTs. Kits, Brinquedos, Robótica, Educativos, Ciência, Sustentáveis, Lego Mindstorms, Brinquedo diferente. Disponível em: <<https://www.wskits.com.br/>>. Acesso em: 5 jun. 2021.

ZIBAS, Dagmar M. L.; FERRETTI, Celso J.; TARTUCE, Gisela Lobo B. P. **Micropolítica Escolar E Estratégias Para O Desenvolvimento Do Protagonismo Juvenil**. Cadernos de Pesquisa, v. 36, n. 127, jan./abr. 2006.

ZÔMPERO, Andreia Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. **Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens**. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

APÊNDICE A. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL DO EXPERIMENTO

O experimento é formado por um conjunto de materiais que estão listados a seguir:

- Folha de acetato ou papel de transparência;
- 1 Folha branca ou milimetrada;
- Fita adesiva transparente;
- Smartphone;
- Marcador;
- Tesoura;
- Régua;
- Lápis.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Inicialmente reúna todos os materiais necessários para o experimento. Reunir todos os materiais necessários. Depois comece fazendo as marcações do trapézio em numa folha em branco ou no papel milimetrado, usando uma régua faça a base maior com 8 cm, no centro marque uma altura de 6 cm e para base menor faça com 1,6 cm, seguindo as medidas postas conforme ilustrado na Figura 1.

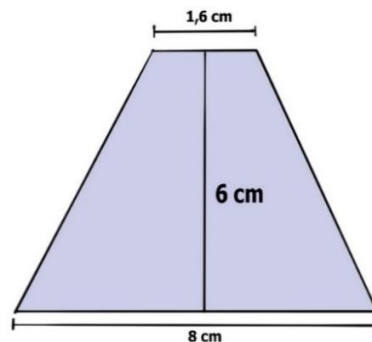


Figura 1. Trapézio e suas medidas.
Fonte: Autoria própria.

Após desenhar o trapézio, recorte usando uma tesoura, tendo assim um molde que servirá para fazer as marcações na folha de acetato. Com o molde do trapézio e ajuda do marcador, faça 4 marcações na folha de acetato como ilustrado na Figura 2.

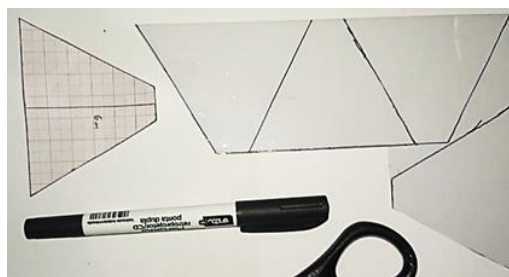


Figura 2. As 4 marcações feitas no acetato.
Fonte: Autoria própria.

Feita as 4 marcações, recorte os 4 trapézios marcados no acetato. Com atenção nas linhas demarcadas, pois é necessário que todos tenham formatos iguais como ilustrado na Figura 3.

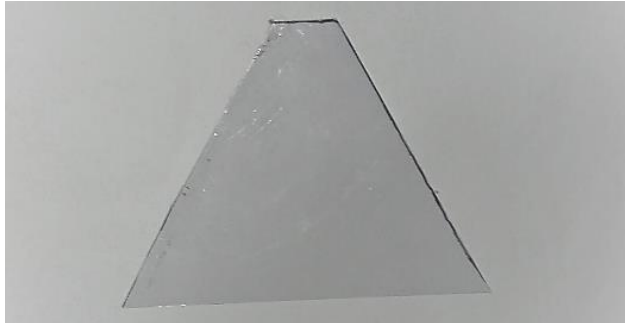


Figura 3. Molde cortado.
Fonte: Autoria própria.

Após recortar os 4 modelos de trapézio marcados no acetado, use a fita adesiva transparente, recortando 4 pequenos pedaços de fita e juntando as laterais do trapézio (ver Figura 4) até que forme um modelo sólido (ver Figura 5).

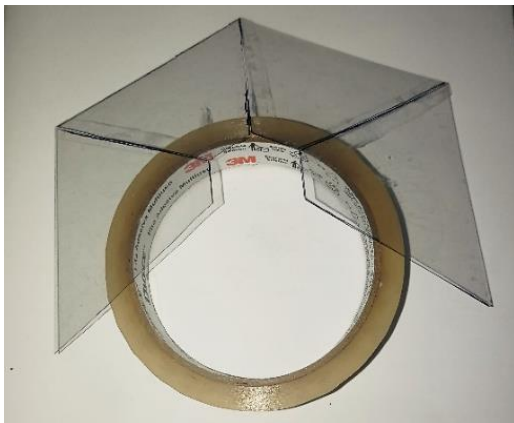


Figura 4. Laterais unidades do trapézio.
Fonte: Autoria própria.

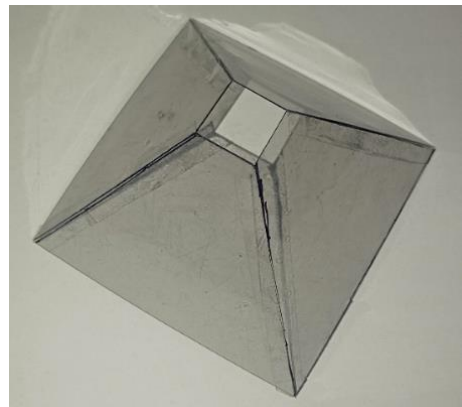


Figura 5. Modelo sólido.
Fonte: Autoria própria.

Com o experimento pronto, utilize o smartphone para acessar o vídeo “Holograma” Compilado de vídeos” (Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=_Tz1ZfVqZeE). Ponha o smartphone em uma superfície plana e lisa. Antes de dar início ao vídeo certifique-se que o brilho da tela do celular esteja no máximo para melhor visualização. Assim que o vídeo carregar, coloque-o em modo tela cheia, posicionando a base menor da pirâmide no centro da tela onde está a marcação com X no vídeo, para que fique conforme a Figura 6.

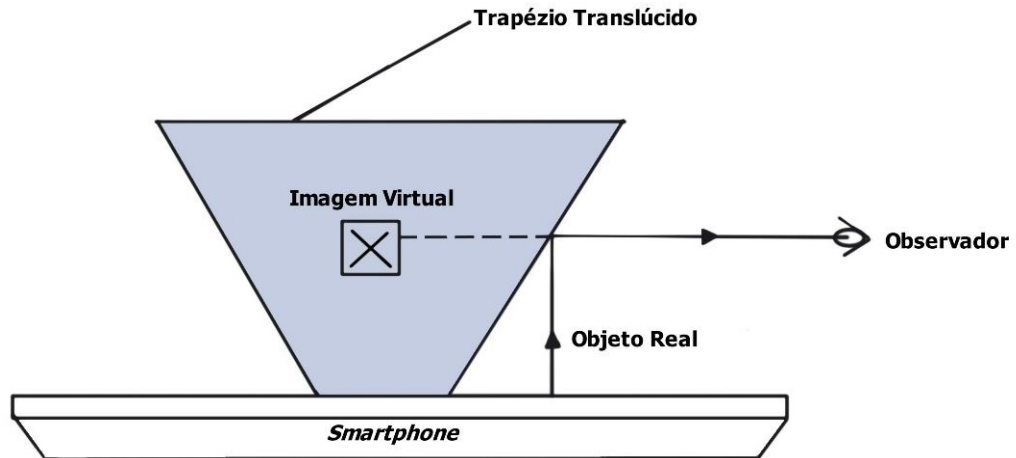


Figura 6. Esquema geral do experimento.
Fonte: Autoria própria.

De forma que só aguardar o vídeo se iniciar e verá o experimento em ação, aparecendo imagens conforme ilustra a Figura 7.



Figura 7. Compilação de imagens do resultado do experimento.
Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE B. QUESTIONÁRIO DA AULA EXPERIMENTAL DA PIRÂMIDE HOLOGRÁFICA

1) Série:

- a) 2º ano;
- b) 3º ano.

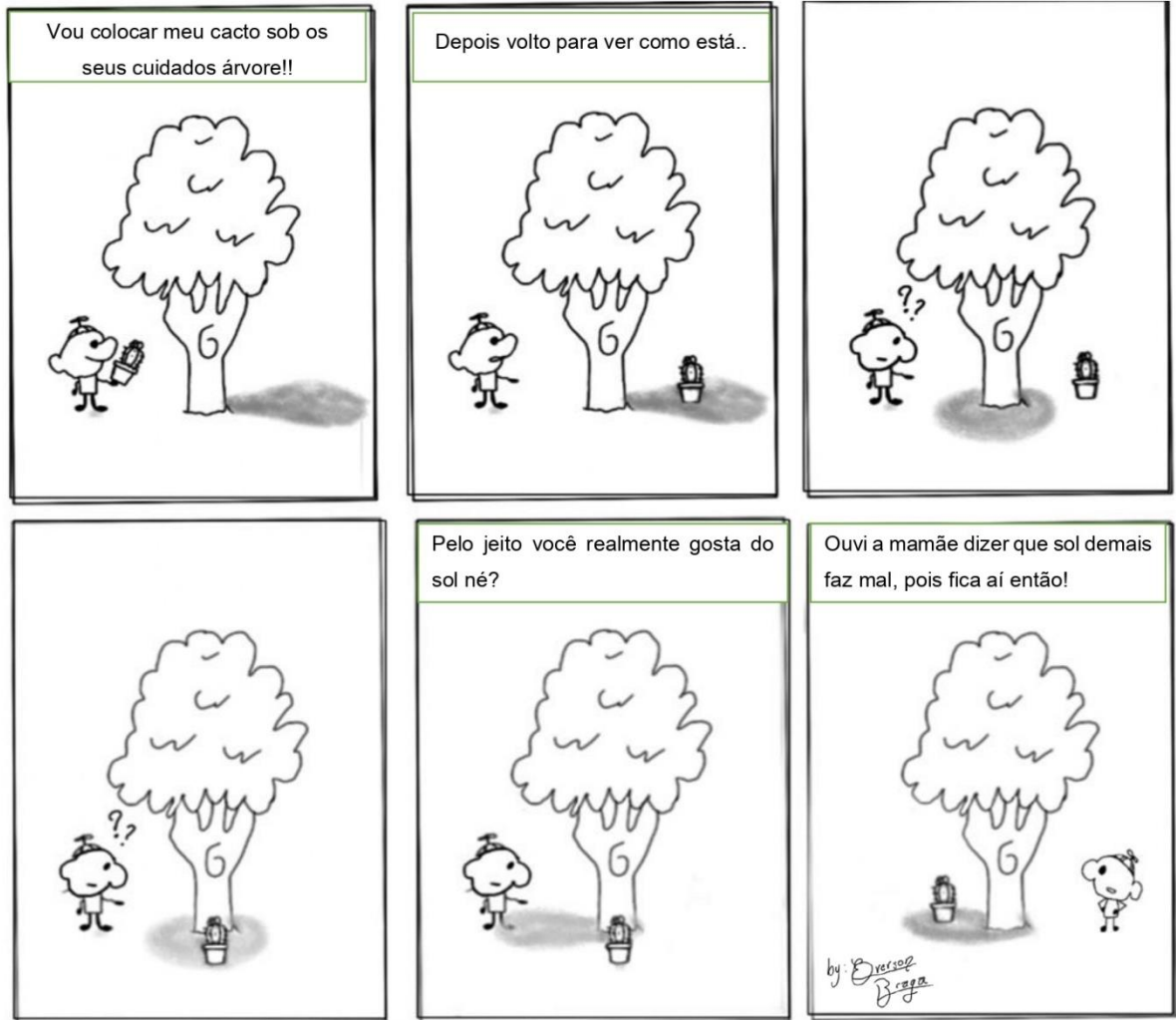
Questões referentes a participação da aula prática:

- 1) O que você achou da aula experimental?
- 2) Você teve alguma dificuldade na execução do experimento? Caso seja sim, qual dificuldade teve?
- 3) Você acredita que os experimentos auxiliam na aprendizagem e conseguem contribuir para uma aprendizagem mais divertida? Por quê?
- 4) O que poderíamos melhorar para a próxima aula experimental?

Questões referentes aos conceitos físicos discutidos na aula experimental:

- 1) O filme “Homem-Aranha: Sem Volta Para Casa” estreia em dezembro. Com base nos conceitos que aprendeu na aula experimental. Que tipo de imagem é formada na tela do cinema?
 - a) Virtual;
 - b) Real.
- 2) No experimento da Pirâmide “Holográfica” a imagem foi projetada. Portanto, a imagem é:
 - a) Virtual, com simetria e de mesmo sentido;
 - b) Real e invertida.
- 3) Dos objetos a seguir, assinale apenas os que possuem imagens Virtuais:
 - a) Cinema;
 - b) Colher;
 - c) Espelho plano;
 - d) Projetor;
 - e) Reflexo na tela do smartphone.

APÊNDICE C. HQ SOBRE SOMBRA E PENUMBRA



Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE D. HQ SOBRE LENTES CONVERGENTES

The Addams Family
by *Diego Braga*

Aproveitando que o dia está ensolarado para brincar...

Justamente, mas só com ele posso testar um experimento que aprendi no livro de Física.

Wednesday, o que você está fazendo?

Mas você odeia dias de sol?!

O que seria esse experimento?

Em uma lupa como essa, as lentes são convergente, onde o centro é mais espesso que as extremidades. Quando a luz passa por uma lente convergente, a lente refrata a luz em direção aos eixos.

Sendo assim, a lupa forma a imagem de um objeto que incida luz sobre ela. Nesse caso, temos a imagem do Sol, concentrada num único ponto de luz, chamado de Foco. Com a concentração de energia, é possível se queimar uma folha de papel ou outros objetos fáceis de queimar.

REFERÊNCIAS

DE ALMEIDA, Guilherme. Como queimar um papel à luz de Sírío. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 30, n. 2, p. 440-448, 2013.

HAMANN, R. Sol e lentes de aumento: uma soma incendiária. *Mega Curioso*. 2013. Disponível em: <<https://www.megacurioso.com.br/sol/35838-sol-e-lentes-de-aumento-uma-soma-incendiaria--video-.htm>>. Acesso em: 24 dez. 2021.

SILVA, Domiciano Correa Marques da. "Conhecendo uma lupa"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/conhecendo-uma-lupa.htm>. Acesso em 24 de dezembro de 2021.

Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE E. QUESTIONÁRIO DA AULA COM HQ'S

- 1) Turma:
 - a) 2° D;
 - b) 2° E.

Questões referentes ao uso de histórias em quadrinhos em sala:

- 1) Você lê ou já leu alguma história em quadrinhos (HQ), mangás, gibis etc.?
 - a) Sim;
 - b) Não.

- 2) Se sim, qual(is)?

- 3) Você gosta de histórias em quadrinhos?
 - a) Sim;
 - b) Não.

- 4) Dê uma nota de 0 a 10, quanto você classificaria o seu interesse em participar de uma aula que usasse histórias em quadrinhos para aprender Física?

- 5) Você já leu alguma história em quadrinhos que falam de fenômenos científicos?
 - a) Sim;
 - b) Não;

- 6) Se sim, qual(is)?

- 7) Você é a favor de aulas que utilizem outros recursos didáticos como método de ensino aprendizagem em Física?
 - a) Sim;
 - b) Não.

APÊNDICE F. HQ ESCALAS TERMOMÉTRICAS



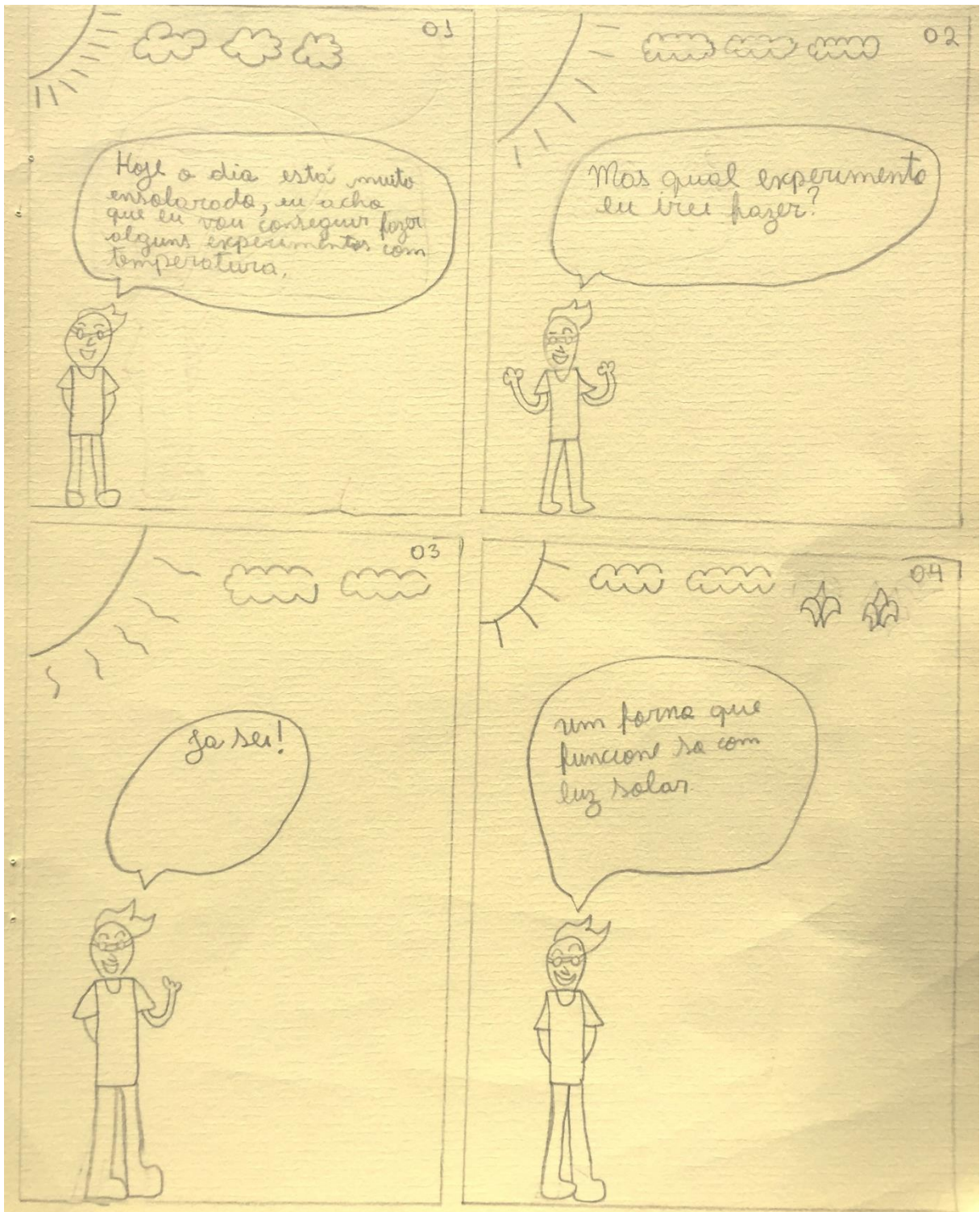
Fonte: Autoria própria.

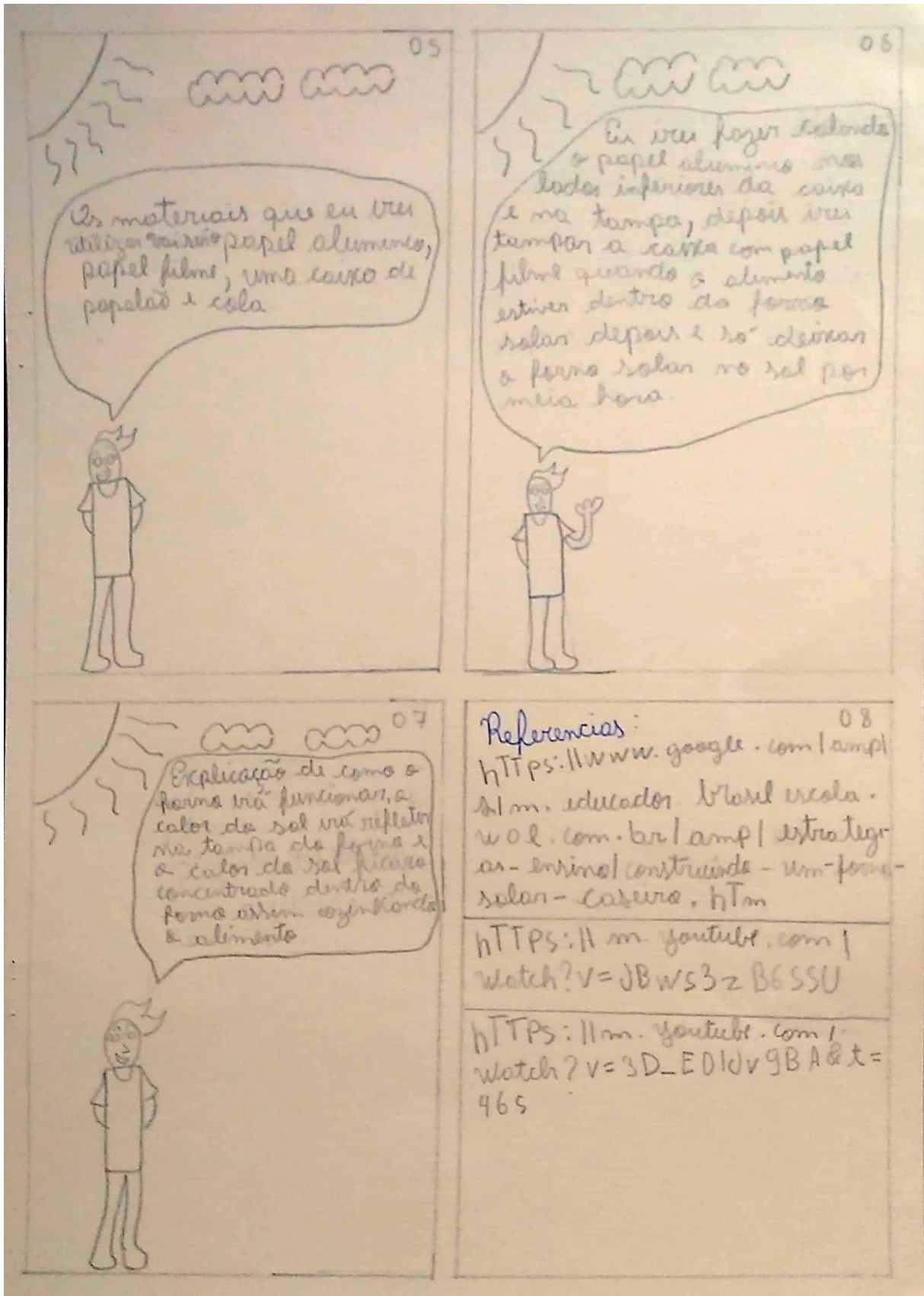
APÊNDICE G. HQ SENSAÇÃO TÉRMICA



Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE H. HQ FREDERICO ENSINANDO A FAZER UM "FORNO SOLAR CASEIRO".





APÊNDICE I. HQ MANTENDO A TEMPERATURA



Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE J. TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE PUBLICAÇÃO DE PRODUÇÃO ACADÊMICA

RESOLUÇÃO n°038/2020 – CEPE

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante Everson da Silva Braga Filho do Curso de **Licenciatura plena em Física**, matrícula 2019.1.0018-0029-8, telefone: (62) 9 84538385, e-mail everson.braga.filho@gmail.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **Ensino de Física: uma aprendizagem inovadora e mais significativa** gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 15 de junho de 2022.

Assinatura do(s) autor(es): Everson da Silva Braga Filho

Nome completo do autor: Everson da Silva Braga Filho

Assinatura do professor-orientador: Francisco Osório

Nome completo do professor-orientador: Francisco Aparecido Pinto Osório