

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

NATÁ NADHER REZENDE FEITOZA

**ENSINO DE FÍSICA E EDUCAÇÃO ESPECIAL: ATIVIDADES
EXPERIMENTAIS INCLUSIVAS E SUAS CONTRIBUIÇÕES**

ITAJUBÁ-MG

2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

NATÃ NADHER REZENDE FEITOZA

**ENSINO DE FÍSICA E EDUCAÇÃO ESPECIAL: ATIVIDADES
EXPERIMENTAIS INCLUSIVAS E SUAS CONTRIBUIÇÕES**

Dissertação apresentada à banca examinadora do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências (PPGEC) da Universidade Federal de Itajubá - Linha de pesquisa: Processos Formativos e Práticas Pedagógicas

Área de Concentração: Educação em Ciências

Orientadora: Profa. Dra. Denise Pereira de Alcântara Ferraz

ITAJUBÁ-MG

2024

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe, Elena Rezende, e ao meu pai, Waldir Feitoza, por todo apoio que tenho recebido desde a graduação até o mestrado e o que está por vir. Obrigado por estarem ao meu lado e por possibilitarem que eu invista em minha carreira.

Agradeço à minha irmã, Rebecka Thaís, pelo apoio e ao mesmo tempo pela pressão para que eu possa buscar o melhor de mim. Obrigado pelo amparo e por estar ao meu lado.

Agradeço, em especial, à minha professora e orientadora Dra. Denise Pereira de Alcantara Ferraz, pelo apoio, paciência, dedicação e por tudo o que me ensinou. Obrigado por me receber e me incluir no grupo de pesquisa, agradeço a oportunidade de estudar o que gosto com a ajuda de pessoas tão capacitadas.

Agradeço à banca, à professora Dra. Marcela Alves de Abreu e ao professor Dr. Thiago Costa Caetano. Muito obrigado pela dedicação de tempo, todo o esforço dedicado à nossa pesquisa, indicações de correções e por fazer este trabalho ser melhor.

Agradeço ao Grupo de Estudos e Pesquisas Interdisciplinares em Educação em Ciências e Inclusão pela oportunidade de poder participar das discussões, apresentações e do convívio com pessoas que contribuíram e contribuem para a minha formação de professor/pesquisador.

Agradeço toda organização do Espaço InterCiências pela abertura dada e a ajuda com disponibilidade de tempo e espaço. Também agradeço aos alunos da graduação oriundos do InterCiências, que foram receptivos às atividades desenvolvidas.

Agradeço ao Núcleo de Educação Inclusiva da Universidade Federal de Itajubá pelo apoio ao disponibilizar a impressora em braille para o uso. Obrigado pela confiança e por acreditar na nossa prática.

Agradeço à diretoria do Centro de Apoio e Integração do Deficiente de Itajubá pela disponibilidade de tempo, indicando participantes voluntários do próprio centro e, assim, promovendo experiências de aprendizado.

Agradeço ao Cursinho Assistencial Centro de Cultura e Inteligência pelo espaço, confiança e apoio dado à pesquisa. Obrigado por disponibilizar a participação dos alunos e também agradeço, principalmente, aos alunos pela colaboração com a pesquisa.

Agradeço a todos que participaram, motivaram a realização dos estudos e contribuíram de alguma forma com essa pesquisa. Eu e o texto carregamos de alguma forma todos os que me ensinaram e participaram da minha educação, obrigado por isso.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo investigar possibilidades de aplicação de uma atividade prático-experimental inclusiva em um ambiente não-formal de ensino, tendo como lente teórica a Didática Multissensorial e a teoria Histórico-cultural de Vygotsky. Partindo de um trabalho anterior, foi construído um experimento sobre absorção de luz por objetos de cores distintas, com o emprego de inscrições em braille e fitas táteis para a leitura e identificação de cada cor por pessoas não videntes. Tratando-se de uma pesquisa qualitativa, este trabalho foi desenvolvido em três etapas: uma entrevista semiestruturada com o professor responsável pelo centro de ciências da Universidade Federal de Itajubá, denominado InterCiências, onde ocorreu a pesquisa; uma validação prática com duas pessoas com deficiência; e, a aplicação final em uma turma teste. A primeira etapa buscou investigar a funcionalidade do experimento quanto aos seus conceitos físicos e o contexto em que foi empregado, além de descrever o histórico do InterCiências sobre acessibilidade e suas demandas. No segundo momento da pesquisa, foi investigada a aplicabilidade do experimento para uma pessoa com deficiência visual, no que diz respeito a facilidade de leitura tátil e o tempo médio necessário para uma interpretação adequada da proposta experimental. Por fim, a última fase voltou-se para a usabilidade do experimento em um ambiente inclusivo, buscando favorecer o Ensino de Física para alunos com e sem deficiência, ou seja, sem o uso de atividades separadas e promovendo a possibilidade de interação entre um público mais diverso. Os resultados das três etapas indicaram potencial do experimento ao ser utilizado por pessoas com deficiência visual e sem deficiência visual, no que diz respeito à aprendizagem, possibilidade de identificação e reconstrução de concepções alternativas nos alunos. Em relação ao tempo para interpretação das cores escritas em braille pela pessoa com deficiência visual em comparação com os alunos normovisuais, quando a comparação é feita com alguém experiente na escrita braille a discrepância é de cerca de cinco segundos, o que demonstra possibilidade de uma interação e inclusão efetiva em um contexto de ensino.

Palavras-chave: Ensino de Física. Educação Especial. Atividade Prático-Experimental. Ensino Não-Formal.

ABSTRACT

This study aimed to investigate possibilities for the application of an inclusive practical-experimental activity in a non-formal educational setting, using Multisensory Didactics and Vygotsky's Cultural-Historical theory as theoretical frameworks. Building upon previous work, an experiment on light absorption by objects of different colors was devised, employing Braille inscriptions and tactile strips for reading and identifying each color by visually impaired individuals. As a qualitative research endeavor, this study unfolded in three stages: a semi-structured interview with the professor in charge of the science center at the Federal University of Itajubá, named InterCiências, where the research took place; a practical validation involving two persons with disabilities; and a final application with a test group. The first stage sought to assess the functionality of the experiment concerning its physical concepts and the context in which it was employed, as well as to describe InterCiências' accessibility history and its demands. In the second phase, the experiment's applicability for visually impaired individuals was investigated, focusing on tactile readability and the average time needed for proper interpretation of the experimental proposal. Lastly, the last phase examined the experiment's usability in an inclusive environment, aiming to enhance Physics Education for students with and without disabilities, without resorting to separate activities and promoting the possibility of interaction among a more diverse audience. The results from the three stages indicated the experiment's potential for use by both visually impaired and sighted individuals in terms of learning, identification, and reconstruction of alternative conceptions in students. Regarding the time taken to interpret the Braille-written colors by visually impaired individuals compared to sighted students, when compared to someone experienced in Braille writing, the discrepancy is approximately five seconds, demonstrating the possibility of effective interaction and inclusion in an educational context.

Keywords: Physics Education. Special Education. Practical-Experimental Activity.
Non-Formal Education.

SUMÁRIO

Prefácio.....	11
Introdução.....	13
1. Revisão Bibliográfica.....	18
2. Referencial Teórico.....	24
2.1 Modelos de compreensão da deficiência.....	24
2.2 Didática Multissensorial.....	29
2.3 Ensino em Espaços Não-formais.....	31
2.4 Experimentação no Ensino de Física.....	35
2.5 Ensino de Física na Perspectiva Inclusiva.....	38
2.6 A teoria histórico-cultural.....	42
3. Trajetória da Construção Experimental.....	47
3.1 Percalços da elaboração experimental.....	50
3.2 Estado final do experimento.....	53
4. Procedimentos Metodológicos.....	56
4.1 Descrição dos Participantes da Pesquisa.....	59
4.2 Análise dos Dados.....	60
4.3 Espaço InterCiências.....	62
5. Resultados e Discussões.....	65
5.1. Entrevista com o professor Responsável pelo InterCiências.....	65
5.2. Validação da Acessibilidade e Usabilidade do Experimento.....	70
5.3 Teste prático do experimento em uma turma.....	73
6. Considerações Finais.....	84
Referências.....	87

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Experimento de absorção de calor por diferentes cores.....	37
Figura 2. Absorção da luz por objetos de cores diferentes.....	39
Figura 3. Estágio inicial do material construído.....	41
Figura 4. Mudança da lâmpada para uma de maior potência e uso do abajur móvel.....	42
Figura 5. Anteparos com o nome das cores em braile.....	43
Figura 6. Experimento montado dentro do EIC.....	44
Figura 7. Exemplo de experimentos na sala de óptica do EIC.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Relação entre os resultados e número de teses e dissertações identificadas.....	11
Tabela 2. Teses e dissertações incluídas no processo de filtragem.....	11
Tabela 3. Diferentes concepções sobre a deficiência.....	19
Tabela 4. Concepção de aprendizagens no ensino com experimentação no contexto escolar.....	30
Tabela 5. Propostas para evitar dificuldades comunicacionais em aulas de óptica..	34
Tabela 6. Oito principais características para uma boa percepção de um objeto, segundo a teoria da <i>Gestalt</i>	38

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

EF: Ensino de Física

EI: Educação Inclusiva

SNEF: Simpósio Nacional de Ensino de Física

EPEF: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física

ENPEC: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências

DM: Didática Multissensorial

ENF: Espaço Não-formal

EIC: Espaço InterCiências

PAEE: Público Alvo da Educação Especial

PET: Projeto de Educação Tutorial

Prefácio

Me recordo do primeiro contato que tive com a educação, mesmo que de forma tímida, encontrei-me maravilhado com discussões a respeito da Física e, em especial, da astronomia. Foi durante o último ano do ensino médio que tive a oportunidade de fazer um curso pré-vestibular da Unifei, chamado de Curso Assistencial Theodomiro Santiago (CATS) e lá tive a oportunidade de ter contato com alunos que estavam estudando astronomia em um evento de observação. Pensando sobre o passado, percebo que ainda não compreendia o Ensino Física como uma área de pesquisa, mas desejava conseguir explicar e encantar os outros assim como os professores do CATS.

No ano seguinte, em 2017, entrei no curso de Licenciatura em Física e pulando os percalços sofridos ao longo da graduação, em 2019 tive a oportunidade de participar de uma Iniciação Científica que mudou a minha visão sobre o que é Ciência. Mesmo ocorrendo em uma linha diferente da presente pesquisa - educação ambiental - considero importante para a minha construção, pois as orientações do professor Luciano Fernandes Silva e discussões com o grupo de pesquisa, percebi o quão amplo e complexo é a Ciência, e descobri que não existia apenas a Ciência Exata.

Apesar do ânimo de um iniciante no ensino e o vislumbre com a possibilidades de pesquisa em Ciências Humanas, o estágio de observação me colocou com a realidade das escolas que frequentei durante todo o ensino médio e percebi que não estava tão preparado quanto pensava. Entre as dificuldades identificadas, a inabilidade para a inclusão era a que mais destacava-se, pois mesmo fazendo a disciplina obrigatória e optativa, ainda estava longe de me sentir satisfeito com minha prática docente ou ao menos sentir que estava no caminho de melhora.

Ao mesmo tempo que o autodiagnóstico de meu déficit profissional ocorria, comecei a compreender o ensino de física por meio de atividades prático-experimentais como uma excelente via para diversificar e tornar mais atrativas as minhas aulas. Logo, a junção dos dois temas ocorrem em 2020 como objeto de pesquisa no meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) e com a ajuda da orientação de minha orientadora do TCC e da presente dissertação, a professora

Dra. Denise Pereira de Alcântara Ferraz, e devido ao contexto da pandemia de COVID-19, realizamos uma pesquisa de revisão bibliográfica acerca da relação entre o EF e atividades experimentais adaptadas nos principais eventos de EF do Brasil.

Durante a pandemia ocorreu a segunda parte do estágio, no qual era responsável pela regência durante o período de ensino remoto. Na regência ficaram claras as contradições da minha preparação profissional, em razão do desestímulo pregado em sala ao ocorrer a tentativa de trazer atividades diversificadas, simuladores ou experimentos remotos para as aulas, os alunos público alvo da educação especial eram deixados de fora, visto que participavam de atividades apenas com os professores de apoio e separados dos demais estudantes. Mesmo contrariado, minhas atividades como estagiário eram limitadas, não havia muita autonomia com os alunos e como era o segundo semestre de 2021 em um ano de pandemia, as atividades foram aceleradas para a conclusão do estágio. No final de 2021 apresentei meu TCC, como última disciplina para formação, sendo uma experiência muito positiva, que me motivou ainda mais a querer continuar a pesquisar.

Com o fim da pandemia e minha entrada no Mestrado em Educação em Ciências em 2022, finalmente tivemos a oportunidade de colocar em prática, tudo o que foi construído e estudado ao longo desses anos. Resumindo minha trajetória, fui de alguém que compreendia que o Ensino de Física demandava apenas aprofundamento de conteúdos da Física para alguém que percebeu a necessidade de melhora e por sorte, tive a oportunidade de receber orientações de pessoas que estavam em uma etapa superior em relação a mim. Aprendi e devo continuar o processo eterno de aprendizagem.

Introdução

As atividades experimentais no Ensino de Física (EF) podem ser de grande valor para a prática docente, sejam em espaços formais de ensino ou em espaços não-formais. Um dos fatores que indicam o potencial dessas atividades experimentais é a possibilidade de erro, de compreender de maneira mais complexa a questão ao ter contato com suas variáveis e fora de um ambiente idealizado, o que indica uma possibilidade mais efetiva de alcançar o conhecimento científico almejado de maneira mais concreta (Malheiro, 2016). Por tratar-se de um tema frequente em trabalhos acadêmicos oriundos da área da Educação em Ciências, é importante que uma maior atenção seja empregada para a compreensão de sua produção e, em especial, no que se refere à Educação Inclusiva (EI).

Portanto, a presente pesquisa faz parte de um movimento iniciado no trabalho final de graduação do mesmo autor, cujo objetivo foi catalogar trabalhos publicados em eventos do campo do Ensino de Física (EF), em especial aqueles voltados para a articulação de atividades experimentais para o ensino de física e a inclusão de pessoas com deficiência. A escolha de relacionar o EF com atividades experimentais inclusivas surge de uma motivação pessoal como docente de física, do contexto local de contato com um espaço não-formal que apresenta atividades prático-experimentais para exposição e da identificação de relatos de atividades experimentais adaptadas oriundas de professores de Física e Ciências nos principais eventos de EF do Brasil. Com a pesquisa finalizada, foi feita a construção de um catálogo de experimentos de física adaptados para alunos com algum tipo de deficiência, que servem como base para a elaboração das atividades experimentais adaptadas no presente trabalho.

Ao todo, foram catalogadas 60 atividades experimentais provenientes dos acervos de três eventos: Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) e o Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Os trabalhos selecionados foram organizados em conteúdo focado e no tipo de deficiência abordada, sendo o conteúdo de “dinâmica” um dos mais privilegiados pelos trabalhos e a deficiência visual como interesse predominante. Na classificação dos tipos de deficiência focadas em relação ao

número total de trabalhos, a deficiência visual é um dos temas relevantes e frequentes entre os trabalhos catalogados.

Com a conclusão do trabalho de graduação e os resultados alcançados, a presente pesquisa buscou utilizar os experimentos relatados por professores e professoras de Física como fonte para a elaboração de atividades experimentais adaptadas em um contexto de ensino não-formal. Logo, a presente pesquisa conta com a construção de dois experimentos sob a perspectiva inclusiva, e focando-se na deficiência visual, visto a predominância dos números de pesquisas e atividades que se voltam para o mesmo tema.

Outro fator importante para a dedicação à deficiência visual nas adaptações de atividades experimentais está na consolidação da chamada Didática Multissensorial (DM), área propagada por pesquisadores, como por exemplo, o professor e pesquisador Éder Pires de Camargo¹. O ensino de ciências e, em especial, o EF, favorece uma perspectiva exclusivamente visual, tornando a educação pouco acessível a pessoas com deficiência visual, além de também dificultar o aprendizado de alunos sem deficiência visual por falta de uma diversificação da abordagem utilizada (Ferreira, Camargo e Santos 2011).

Nas ciências, a didática multissensorial dá a oportunidade aos alunos de conhecerem os fenômenos por diversos sensores possíveis, dessa forma os alunos têm a oportunidade de tocar, sentir o gosto, ver, ouvir e cheirar, sempre que possível, os materiais multissensoriais, dando assim a possibilidade de alunos com e sem deficiências terem uma melhor assimilação dos exemplos e exercícios propostos pelo professor. (Ferreira, Camargo e Santos, 2011, p. 53)

Como no texto supracitado, a DM favorece a percepção das atividades e experiências de ensino por meio de outros sentidos, podendo não apenas favorecer a aprendizagem de uma forma geral, mas possibilitar que sujeitos anteriormente excluídos façam parte dos processos de ensino e aprendizagem de maneira inclusiva. Os resultados da pesquisa de Ferreira, Camargo e Santos (2011, p. 55) apontam que além de não indicar prejuízo para os demais alunos, a DM possibilitou a participação de alunos com deficiência visual de maneira satisfatória. Como não há nenhum fator que indique resultados diferentes em um ambiente não-formal de ensino, espera-se que a presente pesquisa possa ampliar as produções da área Espaços Não-Formais (ENF) de Ensino.

¹ O professor Éder Pires de Camargo é doutor em educação pela Unicamp e atualmente é livre docente pela Universidade Estadual Paulista, Júlio Mesquita, Campus de Ilha Solteira.

Para um melhor entendimento dos conceitos espaço não-formal e espaço formal recorreremos à seguinte definição: o espaço formal “é a escola, com todas suas dependências [...]”, visto que “o espaço formal diz respeito apenas a um local onde a Educação ali realizada é formalizada, garantida por Lei e organizada de acordo com uma padronização nacional” (Jacobucci, 2008, p. 56); enquanto os espaços não-formais são aqueles que oferecem alguma possibilidade de ensino fora da escola, como museus, centro de ciências e outros. Como o conceito de ENF é bastante amplo, utiliza-se a indicação da autora Jacobucci (2008, p. 56) ao distinguir espaços institucionalizados e não institucionalizados, esclarecendo que o contexto da presente pesquisa ocorre em um espaço não-formal de ensino institucionalizado, por ser um centro de ciências parte da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). O centro de ciências em questão é o espaço da investigação aqui relatada e é chamado de Espaço InterCiências (EIC).

O EIC desempenha suas atividades com experimentos itinerantes, que são transportados para escolas da cidade de Itajubá e região e também possui estrutura física localizada no campus da UNIFEI de Itajubá aberta a visitas. Portanto, o espaço serve como um promotor de interações entre experimentos e alunos, em sua maioria do ensino público, oriundos de escolas da região e conta com a presença de, pelo menos, um mediador que guia os visitantes, papel normalmente desempenhado por alunos da graduação de Licenciatura em Física e Matemática.

Com a promoção da interação do público com os experimentos em um ENF, o pesquisador fez a escolha de usar como referencial a Teoria Histórico-Cultural idealizada por Vygotsky. Ao tratar do processo de desenvolvimento intelectual do indivíduo, Vygotsky fundamenta o conceito de Mediação, que será abordado mais detalhadamente em capítulo subsequente. Logo, o objeto mediador do ensino e aprendizagem será o experimento exposto no EIC.

A mediação, segundo o referencial escolhido, é descrita como “[...] o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação.” (Oliveira, 2008, p. 26). O processo de mediação, além de destacar o uso da memória de experiências passadas, desloca a atenção para o instrumento produtor da mediação entre o indivíduo e o objeto, sem deixar de lado o processo de interação entre o ambiente, indivíduo e sociedade.

Concomitantemente com a perspectiva inclusiva e a oportunidade de acesso aos ambientes de cultura e educação, o uso da Teoria Histórico-Cultural corrobora

com a visão de uma educação dentro da perspectiva inclusiva, como já defendida pela DM. Assim sendo, a presente pesquisa apresenta a construção de um experimento multissensorial sobre absorção de radiação por diferentes cores, preparado para o contexto não-formal de ensino.

Como objetivo central, busca-se compreender quais as possibilidades de implementação de uma proposta prática-experimental inclusiva baseada na DM em um contexto não-formal de ensino. Destarte, os objetivos específicos são: 1. Identificar dificuldades e possibilidades quanto à implementação do experimento no ambiente não-formal e 2. Analisar a acessibilidade e usabilidade do experimento sob a perspectiva inclusiva.

Quanto à organização dos capítulos, o primeiro capítulo apresenta uma revisão bibliográfica construída a partir de dissertações e teses que apresentam o tema ensino inclusivo por meio de instrumentos táteis ou que relaciona a educação inclusiva com ambientes não-formais de ensino e aprendizagem. O segundo capítulo é de referencial teórico contando com subitens que tratam dos modelos de compreensão da deficiência, da didática multissensorial, do ensino em espaços não-formais, da experimentação no ensino de física, do EF na perspectiva da educação inclusiva e a teoria histórico-cultural, respectivamente. No terceiro capítulo, é apresentado em detalhes a construção e modificações da atividade prática-experimental. O quarto capítulo apresenta os procedimentos metodológicos, com a estrutura utilizada na entrevista com o professor responsável pelo EIC e o processo de aplicação da atividade experimental, com os devidos detalhes procedimentais. Os resultados estão apresentados no quinto capítulo, trazendo trechos da entrevista com as devidas discussões. Por fim, a conclusão exposta no sexto capítulo manifesta interpretações e referências acerca dos dados presentes no capítulo anterior.

Observa-se que não há um movimento organizado no EIC quanto ao aumento da acessibilidade, o que pode ser por falta de demanda ou por falta artifícios de compensação que garantam a inclusão. Justifica-se o foco na deficiência visual devido a dependência da percepção visual e auditiva no EF tradicional, sendo essa a causa central da dificuldade para a inclusão em abordagens de ensino, visto que o uso de palavras que são intrínsecas ao sentido visual, e demandam um histórico de memórias e experiências visuais do aluno são

presentes em conceitos físicos ensinados - em especial, ao lidar com o ensino de óptica (Camargo, 2012).

O próximo capítulo apresenta a revisão bibliográfica voltada para teses e dissertações que de alguma forma relacionam o EF com atividades experimentais inclusivas. O baixo número de trabalhos indica a importância da existência de novos trabalhos de pós-graduação que tratam desse tema, ainda mais dentro do recorte do ensino não-formal.

1. Revisão Bibliográfica

Para compor a revisão bibliográfica, foram utilizadas duas fontes distintas: os periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e o Repositório Institucional da UNESP como fonte complementar, pois foi identificado uma divergência de resultados entre as fontes na fase prévia de pesquisa. Em ambos portais, a filtragem foi voltada apenas para dissertações e teses.

Tabela 1. Número de resultados encontrados e posteriormente selecionados para cada termo pesquisado.

Acesso CAFe do periódicos CAPES		
Termo pesquisado	Número de resultados	Trabalhos selecionados
espaço não-formal	19	1
“ensino” AND “física”	96	1
Repositório Institucional da UNESP		
“ensino de Física” AND “inclusão”	76	2

Fonte: periódicos da CASP e repositório UNESP.

As pesquisas identificadas durante o processo de filtragem foram incluídas baseadas no critério de utilidade para a investigação aqui descrita. Assim sendo, trabalhos que apresentam alguma relação com atividades experimentais adaptadas ou espaços não-formais de ensino foram incluídos para melhor análise.

Entre os trabalhos selecionados, houve um número considerável de resultados, mas uma baixa taxa de inclusão, o que indica o escasso número de teses e dissertações que se voltam para o tema. O contexto encontrado indica a necessidade de pesquisas que relacionam a atividades experimentais com inclusão de pessoas com deficiência, uma vez que há uma valorização dos experimentos por parte dos docentes de ciências (Reginaldo, Sheid e Gullich, 2012).

Tabela 2. Teses e dissertações selecionadas no processo de filtragem.

Título da dissertação ou tese	Autoria	Ano de
-------------------------------	---------	--------

		publicação
Popularização da ciência e inclusão de surdos: um estudo sobre espaços museais acessíveis	Gabriela Sehnem Heck	2021
Percepção espacial de deficiente visual por meio da modelagem matemática	João Francisco Staffa da Costa	2014
O ensino de ondas sonoras para alunos com deficiência auditiva utilizando um kit experimental sensitivo e uma sequência didática	Mariana Rubira Gomes	2018
Desenvolvimento e aplicação de uma maquete sobre as leis de Kepler para inclusão de alunos com deficiência visual no ensino de física	Antônio da Silva Mendonça	2015

Fonte: periódicos da CASP e repositório UNESP.

O primeiro trabalho analisado, intitulado “Popularização da ciência e inclusão de surdos: um estudo sobre espaços museais acessíveis” foi o que mais apresentou convergências com o tema de pesquisa, por focar na inclusão e, em especial, em um espaço não-formal. A dissertação aqui destacada é oriunda do Rio Grande do Sul, elaborada pela autora Gabriela Sehnem Heck na Pontifícia Universidade Católica (PUC).

A pesquisa de Heck (2021) investiga, por meio de revisão de publicação e entrevistas semiestruturadas, como espaços museais e centro de ciências lidam com a inclusão de surdos. Entre as categorias de análise adotadas pela autora, a que mais apresenta relação com a presente investigação foi nomeada de “Medidas de Acessibilidade”, por voltar-se para ações que promovam a acessibilidade aos espaços. Portanto, a categoria aqui destacada corrobora com a visão de ações de compensação, ou seja, ações que promovam a equidade e inclusão, indo desde produção de conteúdos acessíveis, até o atendimento especializado.

Além da importância direcionada à capacitação dos funcionários responsáveis pelos espaços não-formais, Heck (2021, p.109) destaca que materiais adaptados são essenciais na inclusão e promoção da acessibilidade:

Dessa forma, a produção e disponibilização de materiais adaptados para a Libras também são atitudes que ampliam a inclusão e acessibilidade dos

visitantes Surdos à exposição, promovendo uma visitação autônoma, independente de algum funcionário para fazer a mediação.

É valiosa a perspectiva de autonomia, visto que atos para a acessibilidade esperada não devem ser no sentido pejorativo do conceito de assistencialismo, mas sim em consonância com o conceito de compensação e autonomia do indivíduo. Claro que o papel do mediador(a) nos ENF de ensino é valioso e não deve ser liquidado, visto que tanto para visitantes típicos, quanto para atípicos, o mediador servirá para guiar e garantir que os conceitos apresentados sejam devidamente elaborados. Sendo o monitor relacionado à educação e divulgação científica, espera-se que sua formação disponha do preparo para o ensino e também a inclusão, assim como na formação docente.

O segundo trabalho presente na Tabela 2 intitulado de “Percepção espacial de deficiente visual por meio da modelagem matemática” é uma dissertação de autoria de João Francisco Staffa da Costa, defendida em 2014, também pela PUC do Rio Grande do Sul.

Mesmo que o trabalho de Costa (2014) seja voltado para a Geografia, foi incluído na análise por apresentar relação com a deficiência visual e a percepção espacial, muito presente no Ensino de Física. Pois, mesmo que com o enfoque na modelagem matemática, foram utilizadas maquetes cartográficas táteis para identificar as percepções dos não videntes diante do estímulo palpável, aproximando-se da perspectiva da didática multissensorial voltada para o ensino de Geografia. A modelagem matemática está presente em todo o processo de elaboração dos materiais táteis e também na presente pesquisa, por apresentar os processos de apropriação dos conceitos físicos que se deseja ensinar, elaboração da atividade experimental adaptada e validação, com os possíveis aperfeiçoamentos.

A segunda dissertação aqui listada é muito relevante não apenas em sua pesquisa prática, mas também teórica. Ao trazer o conceito de percepção segundo a filosofia e psicologia cognitiva. Em especial, Costa (2014, p.39-80), ao tratar da percepção, segundo a psicologia, destaca que:

Na vertente psicológica, a percepção possui duas características intrínsecas: organização e interpretação de estímulos a partir das experiências anteriores de cada pessoa. Pode-se inferir, portanto, que o quê e como é percebido, pode variar para cada pessoa, na medida em que esta interpretação depende das experiências pessoais. (Costa, 2014, p.77)

A vertente supracitada não é contrária ao referencial de aprendizagem adotado, visto que para Vygotsky, a memória e as interações do indivíduo com o meio são fundamentais no seu desenvolvimento cognitivo, ainda mais quando essa interação é promovida por mediação (Oliveira, 2008). Cada indivíduo é distinto e traz sua subjetividade em cada interação, portanto, a percepção não depende apenas do funcionamento ou não dos sentidos, mas também da subjetividade derivada do sujeito, ou ainda mais: ao não ser possível perceber o meio em sua totalidade, sendo sua relação mediada pelos sentidos, a percepção é impregnada pela seletividade.

Costa (2014) destaca a teoria da *Gestalt* na seletividade do que é perceptível, uma vez que a interpretação do mundo pelo meio tátil ocorre na leitura de partes menores até a compreensão do todo. Isso posto, o instrumento mediador da percepção do não vidente com o conceito estudado deve seguir certo crivo na sua elaboração: as oito características principais para a percepção tátil segundo a *Gestalt*.

Em conclusão, o trabalho de Costa (2014, p. 141-142) é significativo por estabelecer orientações para a elaboração de materiais táteis, especialmente ao tratar de escalas cartográficas, que demandam maior precisão. Como, por exemplo, a necessidade de simplificação e padronização das inscrições táteis do material, evitando materiais ásperos ou inscrições complexas.

A terceira dissertação incluída possui o título de “O ensino de ondas sonoras para alunos com deficiência auditiva utilizando um kit experimental sensitivo e uma sequência didática”, foi publicada em 2018 por autoria da Mariana Rubira Gomes e é um trabalho de mestrado profissional voltado para o Ensino de Física oriundo da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente, em São Paulo.

O trabalho de Gomes (2018) apresenta um kit experimental voltado para o estudo de ondas sonoras adaptado para pessoas com deficiência auditiva, com a utilização de uma sequência didática para fundamentar sua aplicação e com a abordagem focada na visão e sentido tátil. Em razão da sequência e atividades experimentais serem incluídas em contexto de ensino amplo, ou seja, voltado para alunos com e sem deficiência auditiva, o trabalho aqui incluído corrobora com a proposta da educação especial na perspectiva inclusiva, ao propor atividades

adaptadas que sustentem a compensação e promovam um ensino inclusivo. É ainda mais justificada a integração dessa dissertação ao corpus de revisão bibliográfica por ter uso do mesmo referencial teórico da presente pesquisa: o desenvolvimento humano segundo a perspectiva de Vygotsky.

Em conformidade com o referencial adotado pela presente pesquisa, Gomes (2018, p.24-27), destaca a importância de alterar o foco do ensino para os meios de maior potencial de aprendizagem e desenvolvimento do indivíduo, destarte, os alunos com deficiência auditiva, por exemplo, não devem ser limitadas apenas à comunicação comum (fala), mas deve ser explorada sua forma de maior potencial: escrita e linguagem de sinais. Logo, a maneira que o ensino ocorre deve refletir os potenciais dos alunos em sua diversidade, de modo a alcançar e contemplar o maior número de pessoas possível.

Gomes (2018, p.81) conclui que não é apenas rico utilizar múltiplas abordagens sensoriais, mas também é necessário:

Como proporcionar a aprendizagem das ondas sonoras a alunos de uma sala de ensino médio em que estão inseridas pessoas surdas? Obter resposta a essa pergunta aparenta ser algo difícil. No entanto, quando se compreende que as pessoas, com deficiência ou não, adquirem conhecimento de maneiras distintas, nota-se uma maior facilidade de responder ao questionamento. Percebe-se então que são necessárias estratégias diferenciadas para se trabalhar certos conteúdos de forma que o aluno possa aprender de maneira efetiva e significativa. No caso do ensino das ondas sonoras para pessoas surdas, é preciso explorar outros sentidos como a visão e o tato. Ibid. p.81

O quarto e último trabalho incluído é uma dissertação de mestrado profissional, intitulado de “Desenvolvimento e aplicação de uma maquete sobre as leis de Kepler para inclusão de alunos com deficiência visual no ensino de física” , por autoria de Antônio da Silva Mendonça, defendido em 2015 pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), em Presidente Prudente/SP.

A dissertação de Mendonça (2015) volta-se para as três leis de Kepler, utilizando uma maquete tátil como mediador para os conceitos físicos ensinados para alunos com deficiência. Novamente, o contexto de execução do trabalho é o ambiente escolar formal, o que não minimiza a importância desse trabalho para o corpus bibliográfico.

Como fundamentação teórica para o conceito de desenvolvimento humano e formação de conceitos, Mendonça (2015, p.38-51), baseia-se em Vygotsky, em

conceitos como Mediação, Signos e Compensação Social. Outra vez o potencial é destacado e a aprendizagem é mediada por um instrumento, que serve como ponte entre o indivíduo e o conceito estudado.

Constatou-se que o tato é um dos meios que podem propiciar construção de conhecimentos da Física aos alunos cegos, com baixa visão e, porque não dizer também, alunos videntes. Portanto, atividades que estimulem esse sentido podem e devem ser mais exploradas nas salas de aulas. Experiências visuais não são a única maneira de construção do conhecimento, desta maneira, a importância de atividades não visuais deve ser debatida e receber uma maior atenção por parte dos educadores. (Mendonça, 2015, p.88)

O trabalho supracitado, apesar de não executado em um contexto diverso, onde tenha presença de alunos típicos e atípicos, contribui com a visão da DM, ao questionar a abordagem sensorial única predominante na prática educacional.

Por fim, é notória uma maior presença de trabalhos voltados para o contexto escolar formal, em comparação com dissertações em que o foco está em espaços não-formais, mas a atenção volta-se para o referencial adotado pelos trabalhos que utilizam uma abordagem distinta da visual para o ensino de conceitos físicos: em todos é privilegiada a perspectiva sociointeracionista de Vygotsky. Com apenas um dos trabalhos selecionados contendo a temática do ENF, é evidente a pouca produção acadêmica que investiga o ensino inclusivo em um ambiente não-formal.

2. Referencial Teórico

2.1 Modelos de compreensão da deficiência

Ao abordar o tema da inclusão da educação em espaços não-formais de educação, deve-se ressaltar que na presente pesquisa o foco é a inclusão do Público Alvo da Educação Especial (PAEE), visto que o conceito de inclusão é muito amplo e diverso. Segundo a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva Inclusiva (2008), o PAEE pode ser definido por alunos com deficiência, transtornos globais de desenvolvimento e altas habilidades/superdotação (Brasil, 2008).

É necessário que seja bem definida em qual concepção sobre a deficiência a presente pesquisa foi elaborada, já que as diferentes perspectivas influenciam como se entende as questões acerca da inclusão e a superação das barreiras sociais. As perspectivas acerca dos modelos de compreensão da deficiência são distintas e coexistem na sociedade, refletindo nas políticas, literatura acadêmica e no senso comum (Tenório, Ferraz e Pinto, 2015; Diniz, 2007; Leite e Lacerda, 2018). Logo, é necessária uma compreensão sólida para fundamentação e para evitar desalinhamentos teóricos.

A compreensão sobre a deficiência, em geral, bem como a compreensão sobre as pessoas com deficiência, em particular, tem se modificado no decorrer da História, num processo contínuo de mudanças dos valores e dos conseqüentes paradigmas que permeiam e caracterizam a relação das sociedades com esse segmento populacional. (Aranha, 2003, p. 10)

Conforme acima citado, a compreensão acerca da deficiência acompanha o contexto no qual o indivíduo está inserido, o que corrobora com a teoria sociocultural de Vygotsky. Para Vygotsky, o desenvolvimento ocorre por meio da interação entre o sujeito e o meio social, sendo esta interação a priori, ou seja, primeiro o contexto sociocultural influencia o processo de desenvolvimento intelectual, para que depois o conhecimento internalizado possa aflorar e influenciar o meio (Leite e Lacerda, 2018, p. 432).

Diniz (2007) evidencia a distinção entre dois modelos diferentes de compreensão da deficiência: o modelo médico e o modelo social, porém, há pelo menos mais dois modelos que podem ser destacados: o místico e o pós-social. Enquanto o modelo místico entende a deficiência através de lentes metafísicas e

espirituais, interpretando os fenômenos como causados por intervenção divina ou possessões demoníacas (Aranha, 2003, p.10-11), o modelo pós-social compreende a interseccionalidade das relações sociais e culturais.

Compreender a deficiência através de uma perspectiva interseccional permite um maior discernimento sobre a dinâmica social, colocando à luz “[...] outros sistemas de opressão como o sexismo, o racismo, a LGBTfobia e o classismo.” (Gesser, Bock e Mello, 2020, p.22). Porém, antes de incluir os estudos e conceitos mais recentes, é importante definir melhor outros modelos de compreensão sobre a deficiência, que ainda estão presentes no atual contexto sociocultural.

O modelo médico entende a deficiência como um desvio à norma que deve ser corrigida, ou seja, focada no corpo. Consequentemente, o modelo médico reforça uma visão estritamente biológica, levando à responsabilização da pessoa com deficiência (PCD) frente às dificuldades vivenciadas e entendidas como resultantes da deficiência. Por outro lado, o modelo social, iniciado na década de 1960, no Reino Unido pela Liga dos Lesados Físicos Contra a Segregação (Upias) se opunha ao modelo médico, propondo definições para lesão e deficiência; “[...] a lesão seria um dado corporal isento de valor, ao passo que a deficiência seria o resultado da interação de um corpo com lesão em uma sociedade discriminatória.” (Diniz, 2007, p. 8), ou seja, a lesão não possui influência de uma construção social preconceituosa ou não, sendo simplesmente um fato biológico, enquanto a deficiência é compreendida como construída no contexto sociocultural. Isso posto, ao significar a deficiência como uma interação resultante de uma sociedade discriminatória, o peso da exclusão da pessoa com deficiência é transposto do indivíduo para a sociedade como um todo, desbancando a culpabilização da PCD.

Em concordância com o modelo social, mas três décadas antes da organização das Upias no Reino Unido, Vygotsky defende que a “defectologia infantil”, termo utilizado pelo autor na época, deveria ser enfrentada como um problema social e não simplesmente pela perspectiva médica. Partindo da convicção da educação de base social e política, Vygotsky assume a possibilidade de uma movimentação: a educação na perspectiva da defectologia infantil deveria partir de uma visão fundamentada na caridade social para a educação social (Abreu e Periva, 2022, p. 43 e p. 48). Destarte, sendo o desenvolvimento do indivíduo indissociável do contexto sociocultural, as limitações no acesso são oriundas desse mesmo contexto e devem ser desconstruídas.

Claro que o modelo social surgiu em um novo paradigma em contraposição ao modelo médico, mas ao focar na educação, que é um direito básico, há influência nas políticas da concepção da deficiência como barreiras oriundas da conjuntura social frente ao atípico (Garcia e Michels, 2011). Como, por exemplo, a própria Política Nacional de Educação Especial (BRASIL, 2008, p. 6-11), ao evidenciar e estabelecer políticas que compreendem a inclusão do PAEE dentro de uma perspectiva social de classe comum, com os devidos mecanismos de compensação.

Não distante dos estudos de Diniz (2007), sobre o modelo médico e o modelo social, Leite e Lacerda (2018) ao proporem uma escala sobre as concepções de deficiência destacam quatro concepções distintas: orgânica, psicossocial, histórico-cultural e metafísica.

Tabela 3. Diferentes concepções sobre a deficiência.

orgânica	interpreta a deficiência como um atributo inerente ao indivíduo, adotando como referência o desvio de um padrão orgânico de normalidade, ou a presença de uma falha ou limite que acarreta um mau funcionamento de determinado organismo. As providências para alterar esse déficit se esgotam no indivíduo que a apresenta.
psicossocial	interpreta a deficiência como uma condição orgânica diferenciada, associada a fatores causais de natureza social, emocional, econômica e/ou educacional que influenciam a constituição humana. Aqui, a deficiência decorre de fatores inerentes ao indivíduo e ambientais, mas, para interpretá-la, é necessário centralizar a análise no sujeito que a apresenta.
histórico-cultural	interpreta a deficiência como dinâmica, relacional e processual com base na associação entre indivíduo e contexto sociocultural, que ocasiona um desenvolvimento humano diferenciado, ajustável em função das expectativas e de atitudes dirigidas a ele. A deficiência decorre de uma disfunção biológica que acarreta limitação e, como consequência, uma barreira social. É significada historicamente no contexto de sua ocorrência.
metafísica	interpreta a deficiência como algo que transcende a condição humana,

	<p>podendo estar atrelada a causas espirituais e/ou religiosas, ou a fatores sobrenaturais. Desse modo, ela é fenômeno posto, que pouco depende da atuação do homem. Mesmo sabendo que o termo metafísica pode remeter a outro universo de definições, ele foi adotado nesta escala em função de estudos sobre a deficiência que o consideram mais próprio para referir o modo de pensar a deficiência numa perspectiva metafísica, a partir de uma matriz espiritual, “e a considera uma manifestação de desejos ou castigos divinos, gerando a segregação das pessoas com deficiência e contribuindo para o surgimento de sentimentos de caridade e compaixão em relação a elas”, pontuação resgatada por Carvalho-Freitas e Marques (2007, p. 74).</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Leite e Lacerda (2018, p. 436).

A primeira concepção, nomeada de orgânica, é alinhada com o entendimento da deficiência através do modelo médico, corroborando com a visão simplificada da deficiência como mau funcionamento que deve ser corrigido, colocando sobre a PCD o infortúnio de suas exclusões vividas. Essa concepção da deficiência coloca o que é considerado padrão como foco, em detrimento do que é considerado fora da norma, colocando a correção como o cerne da questão. Claro que a crítica ao modelo médico não é uma crítica aos tratamentos ou contrário ao desenvolvimentos da área de reabilitação, é necessário bom senso ao interpretar as considerações embasadas pelo modelo social.

A segunda linha da tabela traz a concepção psicossocial sobre a deficiência, ampliando a categoria para fatores externos à lesão no corpo. Olhando para a deficiência de maneira mais complexa do que a perspectiva orgânica, a percepção psicossocial compreende o indivíduo em interação com o seu meio, com os fatores não apenas orgânicos, mas também com pesos de áreas do campo social, emocional e educacional.

Já na terceira descrição, tem-se a concepção histórico-cultural alinhada à teoria de Vygotsky. Um ponto muito interessante da concepção histórico-cultural é a barreira social imposta contra as PCD em seu contexto histórico, ou seja, as limitações são de origem social e atreladas ao contexto cultural da sociedade. Assim

sendo, o contexto sociocultural é predominante na discriminação ou não do indivíduo com deficiência.

Por fim, a interpretação metafísica da deficiência está ligada à mística, que vai além da materialidade. Normalmente com explicações espirituais ou até mesmo com a ideia da existência de um destino ou sina.

Ao abordar a deficiência através da lente da perspectiva histórico-cultural, Vygotsky, em sua época, se opôs ao preformismo, perspectiva que entende o indivíduo desde sua concepção apresenta suas potencialidades já desenvolvidas e determinadas. Em sua proposta, Vygotsky é contrário à educação especial, por se tratar de uma escola comum, prolongada no tempo e abreviada no material didático. O avanço então ocorre com uma educação que foque nas “particularidades positivas da criança”, a qual é nomeada de educação social: “a fim de torna-se uma escola da educação social, que não se adapta a deficiência, mas logra esforços para vencê-las” (Abreu e Periva, 2022, p. 47-50).

Com a influência histórico-cultural, compreende-se que a deficiência é significada de acordo com o contexto experienciado. Destarte, a deficiência não possui significado universal e será concebida da mesma forma em qualquer realidade. Exemplos na realidade são apresentados por Abreu e Pederiva (2022, p. 50), como a ilha de Martha’s Vineyard, em Massachusetts, que ao vivenciar um contexto de surdez em boa parte da sociedade local, cuja reação foi de aprendizagem e uso de linguagem de sinais como parte da alfabetização e desenvolvimento comum. Já em terras brasileiras, é relatado a vivência do povo Urubu Kaapor, cujo grande número de casos de surdez fez com que fosse desenvolvido um sistema de linguagem por sinais específico, que é conhecido por toda a comunidade.

Nos exemplos supracitados, a deficiência é concebida pelo meio como uma forma de existência, além de não ser considerada uma característica do indivíduo, apenas, mas incluir o seu meio sociocultural na análise. Ao apresentar os exemplos do povo Urubu Kaapor e da ilha Martha’s Vineyard, conclui-se como a influência do contexto sociocultural altera a conjuntura; “O que pode ser considerado uma utopia socialista de Vigotski materializa-se nestes contextos [...]” (Abreu e Periva, 2022, p. 50).

Em meio ao movimento para uma maior inclusão da pessoa com deficiência na sociedade, surgem perspectivas como o Desenho Universal para Aprendizagem

(Zerbato e Mendes, 2018), que inspira o campo da educação para caminhos possíveis para a inclusão e é fundamental como ideário base para a Didática Multissensorial (DM). No próximo item, a DM é apresentada como uma alternativa de ensino.

2.2 Didática Multissensorial

Partindo da compreensão histórico-cultural da deficiência, entende-se a função do contexto histórico e cultural para a efetiva inclusão ou não da pessoa com deficiência nesse meio, portanto, faz-se necessária uma mobilização à inclusão. Ao pensarmos no contexto escolar do ensino de física, por exemplo, as atividades, materiais e abordagens são voltados para estudantes videntes, tendo um enfoque majoritariamente visual-auditivo (Guridi, Darim e Crittelli, 2020; Ferreira, Camargo e Santos, 2011).

A perspectiva histórico-cultural não é contrária à concepção social de deficiência, ao estabelecer que é direito da PCD e dever da sociedade estabelecer acesso aos bens sociais, principalmente em relação ao conhecimento científico e outros conhecimentos que também são construídos historicamente pela humanidade. Assim sendo, é válido pensar uma educação que seja realmente inclusiva no sentido mais amplo, ou seja, quebrando barreiras sociais e arquitetônicas para qualquer pessoa com ou sem deficiência (Guridi, Darim e Crittelli, 2020).

Propondo uma alternativa para o ensino convencional, Soler (1999) apresenta a Didática Multissensorial (DM), que utiliza-se de todos os sentidos para a promoção de uma didática mais inclusiva e diversa. A proposta da DM não foca em adaptações de materiais e métodos de ensino para os alunos com deficiência, mas sim em uma reformulação da prática para ambos, de forma a servir ao aluno com e sem deficiência.

Um material didático desenvolvido de acordo com o aluno que possui alguma deficiência pode ser aplicável também aos demais estudantes da sala de aula; porém, no processo inverso não ocorre o mesmo devido a adaptações que devem ser feitas nos materiais já prontos.(Guridi, Darim e Crittelli, 2020, p. 176).

Ao investigar o processo de idealização e desenvolvimento de atividades de Ensino de Física (EF) para alunos sem e com deficiência visual, Camargo (2012, p. 263) reforça a necessidade de interação e de um contexto que não seja integrado e sim inclusivo, ou seja, práticas voltadas para a participação efetiva do aluno com deficiência dentro do contexto de ensino que está sendo apresentado. Portanto, a interação proposta por uma atividade adaptada normalmente não é a mesma que é concebida num contexto inclusivo, visto que ao ter atividades que sejam pensadas para todos possibilita que a correlação não seja apenas do indivíduo com o objeto, mas também com os demais participantes.

A proposta da DM ser uma didática para todos não é por acaso, pois se inspira no Desenho Universal (DU). O DU propõe que na elaboração de qualquer material, seja idealizado considerando o uso universal: qualquer indivíduo que for utilizar o material ou serviço criado sob o paradigma do DU, conseguirá desempenhar as funções esperadas com êxito. No caso da adaptação de atividades, caso o material, práticas e ensino “[...] tivessem sido elaboradas seguindo o princípio do desenho universal, as adaptações não seriam necessárias.” (Guridi, Darim e Crittelli, 2020, p. 176).

Dessa forma, a DM é alinhada à proposta de Vygotsky ao propor a construção de um ambiente e ensino que seja desde sua origem pensado de maneira inclusiva, sem separar a educação especial da educação “tradicional”. Como a interação entre o sujeito e o meio pode ser mediada por instrumentos, e esses instrumentos que são atravessados por uma espécie singular de interação - seja tátil, visual, auditiva ou qualquer outra forma - o instrumento deve possibilitar a interação de todos, caso o objetivo seja construir uma educação inclusiva.

O esforço para a construção de um ensino inclusivo não é válido apenas para o PAEE, mas favorece a todos, como destaca Guridi, Darim e Crittelli (2020, p. 178):

Do ponto de vista do ensino, é importante ressaltar que a quebra do estigma da inclusão na sala de aula pode ser favorecida por meio dessa abordagem, uma vez que ela é uma proposta inclusiva por si só, ou seja, ela foi idealizada com essa concepção, a de que todos os estudantes podem se beneficiar de uma abordagem multissensorial em uma sala de aula regular.

Os autores supracitados não estão isolados ao afirmarem a possibilidade de uma didática inclusiva ser positiva para todos: Hehir *et al* (2016) apresentam uma série de estudos e revisões que indicam resultados positivos ou neutros para os

alunos sem deficiência que participarem de uma sala inclusiva. Ao pensar no contexto não-formal de ensino, é análogo que a inclusão seja positiva ou neutra para os visitantes sem deficiência. Enquanto as ações para a inclusão garante que as PCD tenham acesso aos conhecimentos dos ENF, para as pessoas sem deficiência essas práticas podem funcionar como um facilitador para a aprendizagem.

Para facilitar a compreensão e aprofundamento da pesquisa, o item posterior foca no contexto em que a atividade experimental foi elaborada: o contexto não-formal de ensino. Desta forma, apresentou-se conceitos e definições sobre espaços não-formais e sobre a prática do ensino pensado para o contexto não-formal.

2.3 Ensino em Espaços Não-formais

Ao investigar as concepções e definições construídas sobre os Espaços Não-formais (ENF) de ensino e aprendizagem, encontra-se abundância no que pode ser considerado um ENF. Seguindo a lógica, o ENF é o oposto do que é considerado um espaço formal e, a educação formal comumente é aquela que ocorre no ambiente escolar, de nível básico ou superior. Dessa forma, o ENF pode ser definido como ensino que ocorre fora do ambiente formal, seja em ambientes institucionalizados - como museus, zoológicos, centro de ciências, centros religiosos e outros - ou não-institucionalizados - teatros, shows, locais de entretenimento e outros. De maneira geral, Jacobucci (2008, p.55-57) define ENF institucionais como aqueles que possuem equipes com o objetivo de desenvolver atividades, enquanto os não-institucionalizados não possuem equipe ou pessoas que foram responsabilizadas pelo desenvolvimento do ensino.

Quadro 1. Esquema sobre as definições de espaços formais e ENF.



Fonte: Jacobucci (2008, p. 57).

Mesmo os ENF como museus e centro de ciências possuindo atividades, entretenimento e exposições para o público, no Brasil ainda é fraco a adesão do público para visitas e também o número de espaços que se voltam para essa atuação. Com o início da chegada da família real ao Brasil, no início do século XVIII, as primeiras exibições de obras serviam ao propósito de exibir objetos considerados de valor para a coroa, cujo objetivo para a sustentação está no agrado da elite local, com a mimetização do que era considerado cultural e luxuoso na Europa - como jornais, escolas de artes, bibliotecas e outros espaços culturais (JACOBUCCI, 2008, p. 59).

Já no século XX, com incentivos e projetos governamentais, os museus e centros de ciências começaram a multiplicar em número. A relação entre os ENF e a Educação Formal então é estabelecida graças a incentivos oriundos do poder público e tornam-se um aliado, principalmente ao ensino de ciências:

Devido a essa relação do ensino de ciências no Brasil com os centros de ciências, é nítida a aproximação da escola e do professor desses locais, ora chamados de centros, ora de museus, de espaços não-formais ou de núcleos de divulgação científica, numa variedade de termos que sintetizam um local aberto à popularização da ciência através de mostras, exposições, atividades, cursos e muitos outros atrativos para o público visitante se aproximar do conhecimento produzido pela ciência (JACOBUCCI, 2008, p. 62).

Além do aumento quantitativo dos ENF no Brasil, após o ano de 1995, Bizerra (2009) identificou um aumento de pesquisas sobre aprendizagem em espaços museais. Existem diferentes concepções sobre aprendizagem expostas pelos autores oriundos da revisão e análise feita por Bizerra, na qual os autores apresentam distinções consideradas positivas para a aprendizagem no contexto de um museu: como o ensino voluntário, que considera um fator positivo para a aprendizagem o visitante participar da atividade educacional por vontade própria e não por obrigação de frequentar ambientes escolares, como ocorre no ensino formal.

Outro fator destacado nas pesquisas sobre aprendizagem em museus é a mediação, sendo estabelecida por meio de interações interpessoais ou entre o indivíduo e o objeto (Bizerra, 2009). Compreender a aprendizagem em um contexto não-formal é um desafio, visto que há divergências entre os autores, porém com uma ampla literatura que reforça a importância de ENF na aprendizagem e, principalmente, como meio de transmissão do conhecimento científico, inserindo os espaços dentro de uma construção sociocultural.

Seguindo as possibilidades de compreender a aprendizagem, destaca-se a definição de Bizerra (2009, p. 60) ao definir a aprendizagem e atividade de aprendizagem:

[...] a aprendizagem é assumida como o processo de articulação inter e intrapsíquica, com internalização e externalização do conhecimento humano historicamente construído que, ao ser realizado pelo sujeito, constitui a ele mesmo e, simultaneamente, à cultura humana. Já a atividade de aprendizagem é considerada como um tipo especial de atividade humana organizada para a otimização desse processo, ou seja, voltada para a reprodução pelos indivíduos do que foi produzido socialmente, visando o desenvolvimento psíquico. Ibid. p.60

Isto posto, os centros de ciências ou museus são ambientes que possuem intenção, ou seja, são pensados e operacionalizados com a intenção que algo seja ensinado, sendo caracterizados como espaços de aprendizagem. Os objetos, materiais e artefatos oriundos dos ENF servem ao propósito de mediar a aprendizagem entre o indivíduo e o conhecimento construído socialmente.

A atividade de aprendizagem, diferentemente de outras atividades, é dirigida para a modificação e o desenvolvimento do aprendiz. Ao se relacionar ativamente com determinado conteúdo, ele pode adquirir habilidades e conhecimentos e re-produzir o que a sociedade produziu historicamente. Essa reprodução não é simplesmente uma cópia dos elementos culturais, mas sim sua re-elaboração pelo indivíduo, contextualizados em uma atividade específica. Diferentemente de outras atividades que promovem a transformação do mundo pelo sujeito, a atividade de aprendizagem tem como significação a transformação do próprio sujeito (Bizerra, 2009, p. 74).

É possível estabelecer paralelos entre os Centros de Ciências e os Museus, por apresentarem atividades interativas, exposições e por ambos serem ENF institucionalizados. Com esses lugares sendo estabelecidos como incubidos da exposição e armazenamento de materiais para pesquisas/exposições, mas também assumem como principal o da alfabetização científica (Gruzman e Siqueira, 2007). A relação dos Centros de Ciências com a alfabetização científica fica mais evidente nos esforços para que pontes sejam estabelecidas entre esses espaços e a escola, o que também é recorrente no contexto da pesquisa aqui relatada, visto que o EIC possui como público principal escolas públicas e privadas de Itajubá e região.

É importante destacar a importância dos ENF como contribuição para a divulgação da ciência, além de seu papel dentro da educação. Indo além, os ENF são positivos para a formação do profissional da educação, como indicado por Monteiro *et al* (2014, p. 346-347), os centros de ciências e museus são espaços ricos “[...] para avaliar a qualidade da formação de licenciados em física.” e conclui que seu uso pode favorecer não apenas a avaliação, mas também uma melhor formação.

Assim, o projeto pedagógico, de um curso efetivamente interessado na articulação teoria e prática, deve ter como aspecto primordial a valorização das atividades práticas realizadas em espaços não formais. Nesse sentido, os estágios supervisionados nesses ambientes precisam ser incluídos no desenho curricular dos cursos de licenciatura. (Monteiro *et al*, 2014, p. 347)

Em especial, ao tratar dos espaços institucionalizados, fica evidente a importância do monitor ou professor para um resultado mais efetivo na mediação do conhecimento. Logo, é importante ressaltar que ao evidenciar a importância da autonomia frente ao uso e construção do conhecimento, seja do estudante com ou sem deficiência, não estamos corroborando com o fim ou limitação do papel dos mediadores.

O item subsequente aborda a experimentação no ensino de Física, trazendo um breve histórico sobre as possíveis influências para o uso e valorização da experimentação no EF. Também apresentando diferentes concepções acerca do uso da atividade experimental no ensino.

2.4 Experimentação no Ensino de Física

No Ensino de Ciências (EC) e em especial, no Ensino de Física (EF), há uma forte valorização das atividades experimentais, mesmo que de forma pouco reflexiva, os experimentos são geralmente bem vistos (Galiazzi *et al*, 2001; Reginaldo, Sheid e Güllich, 2012). Dentro de uma perspectiva experimental para o ensino, existem inúmeras possibilidades para uma abordagem, seja com um enfoque mais voltado para a investigação e autonomia estudantil ou até mesmo em uma vertente totalmente expositiva e pouco flexível.

Ao refletir sobre o EF, é considerado um marco importante o início de um movimento que buscava impulsionar o EC nos Estados Unidos da América (EUA), o que foi motivado por um contexto de guerra fria. No final da década de 1950, a corrida espacial entre União Soviética (URSS) e EUA, e, sobretudo devido ao lançamento do *Sputnik* pela URSS, fez com que os EUA tomassem providências quanto ao estímulo da produção científica em seu país, na década de 1950 - com projetos como o *Physical Science Study Committee (PSSC)*, *Harvard* e o *Biological Science Curriculum Study (BSCS)*. Esses projetos trazem um enfoque bastante prático-experimental, por basear-se na visão de “formar futuros cientistas”, com o foco nas ciências naturais (Pereira e Moreira, 2017; Gaspar, 2014).

Adaptações e tentativas de reproduções dos projetos foram empregadas no Brasil, o que exigia uma estrutura laboratorial e profissionais treinados para esse tipo de abordagem. Em especial no EF, projetos como *Havard* e PSSC foram mais populares e a partir da década de 1970 o Brasil: Física Auto-Instrutiva (FAI) e o Projeto de Ensino de Física (PEF). Os projetos brasileiros aqui citados colocam o aluno no papel central frente às atividades, ao seu próprio ensino e consequentemente ao laboratório didático.

O PSSC foi bem sucedido no seu objetivo, mas não por completo, visto que não conseguiu alcançar tudo o que era esperado, não apresentando o impacto

previsto nos índices educacionais. Entretanto, não pode ser considerado totalmente ineficaz, como defendido por Gaspar (2014, p. 24):

Apesar de ser breve o tempo de vida, pode-se dizer que as contribuições do PSSC à melhoria do ensino de Física nos países em que foi adotado foram bastante relevantes. A primeira dessas contribuições, de consequências quase imediatas, foi a introdução de um modo de ensinar Física diferente do tradicional, que predominava havia mais de um século. Além disso, as mudanças propostas no projeto norte-americano desencadearam um saudável movimento de renovação do ensino de Ciências, sobretudo de Física, com o surgimento de outros projetos semelhantes. Gaspar, 2014, p. 24.

Como destacado por Pereira e Moreira (2017, p. 267), a imposição de uma abordagem prático-experimental “[...] decorre da legitimação da experimentação como a busca por desvelar a natureza, a ciência da experiência.” Portanto, há uma influência do pensamento de que devido a ciência natural ser desenvolvida em laboratório, também deve ser ensinado em um, porém, existe potencial em atividades prático-experimentais para o ensino de ciências, não como uma obrigação ou única forma possível de ensino, mas como uma forma de motivar e diversificar, seja o ensino em si ou a forma de linguagem privilegiada, como a possibilidade de introduzir a DM por meio de atividades experimentais.

Muitas vezes o planejamento das atividades experimentais é bastante delimitado quanto às possibilidades de exploração, podendo ser por parte da influência dos projetos supracitados, cujas as atividades possuem descrições fechadas com uma perspectiva bastante laboratorial. Logo, é comum encontrar críticas às atividades prático-experimentais quanto ao seu caráter inflexível e reprodução de receitas (Borges e Gomes, 2005). Mesmo com o discurso da autonomia estudantil, muitas vezes a experiência do ensino por meio da atividade prático-experimental se resume a reprodução de uma série de passos e um resultado já restrito desde a sua origem.

Ao investigar a fundamentação teórica das atividades experimentais presentes na escola, Higa e Oliveira (2012, p. 77) apresentam três concepções de aprendizagem diferentes:

Tabela 4. Concepção de aprendizagens no ensino com experimentação no contexto escolar.

Primeiro modelo	Segundo modelo	terceiro modelo
<p>“[...] a transmissão-recepção de conhecimentos já elaborados, com aulas teóricas separadas das aulas práticas. Nessas aulas práticas, os estudantes são concebidos como sujeitos passivos, receptores dos conhecimentos que o professor possui. Procuram-se verificar leis e teorias, que não são questionáveis. A teoria, o livro didático e o docente são autoridades e tomados como critério de verdade.”</p>	<p>“[...] a experimentação concebida como estratégia de descoberta, se apoia no modelo de aprendizagem que toma o estudante como um indivíduo capaz de reconstruir o conhecimento científico de forma individual e autônoma, através da interação com o meio. O conhecimento é fruto da elaboração individual baseada no senso comum, fruto de um processo indutivo.”</p>	<p>“[...] a experimentação é a base para a introdução do estudante nos processos da ciência, tem como objetivo desenvolver no aluno a habilidade do “fazer ciência”. Aulas teóricas são destinadas a transmitir os conteúdos, enquanto as atividades práticas são destinadas a introduzir os alunos nos “métodos da ciência”. Supõe-se a existência de um “método científico”, baseado num conjunto de etapas ou regras de procedimentos, um algoritmo do qual é possível se abstrair o conteúdo conceitual.”</p>

Fonte: HIGA e OLIVEIRA (2012, p. 77).

É possível fazer relações entre o primeiro modelo com o conceito de educação bancária investigado por Paulo Freire (2018), ao perceber que os estudantes eram percebidos como um receptáculo de conteúdos ministrados pelo professor, sem a preocupação com a retenção desses conteúdos. Nesse caso, as atividades experimentais se resumem a apenas uma forma de comprovar a teoria, sem espaço para questionamentos, diálogos ou construção de um senso que não seja absoluto.

A segunda concepção de aprendizagem por meio da experimentação foca bastante na autonomia do estudante, apresentando um contraste com o primeiro modelo, porém há críticas relacionadas à individualidade, visto que autores como Vygotsky (1997) compreendem a aprendizagem como uma elaboração social e conjunta. Ao lidar com o ensino de ciências, é esperado que o conhecimento construído seja o de base científica, enquanto o senso comum pode ser um excelente ponto de partida para a construção de um conceito científico sólido, é válido ter cautela com as possíveis e prováveis concepções alternativas internalizadas nos alunos.

O terceiro modelo de compreensão descrito na Tabela 4 pode ser associado com uma visão mais cartesiana da ciência, com um método bem definido e com

regras universais. Assim, a experimentação é entendida como o principal meio de confirmar a veracidade do conhecimento dito científico e pode ocasionar em uma visão mais positivista da ciência, além da possibilidade de concluir que apenas as ciências construídas sob bases experimentais são autênticas.

Mesmo com críticas acerca da visão do papel da experimentação, que pode ser relacionado fortemente ao primeiro modelo da Tabela 4, ao interpretar as atividades experimentais como uma validação para teoria exposta, ainda há autores que indicam fatores positivos, como Araújo e Abib (2003, p. 190):

Assim, mesmo as atividades de caráter demonstrativo, amplamente utilizada pelos autores pesquisados e que visam principalmente a ilustração de diversos aspectos dos fenômenos estudados, podem contribuir para o aprendizado dos conceitos físicos abordados na medida em que essa modalidade pode ser empregada através de procedimentos que vão desde uma mera observação de fenômenos até a criação de situações que permitam uma participação mais ativa dos estudantes, incluindo a exploração dos seus conceitos alternativos de modo a haver maiores possibilidades de que venham a refletir e reestruturar esses conceitos. Araújo e Abib, 2003, p. 190.

O próximo item soma o ensino de física ao ensino inclusivo, expondo a perspectiva inclusiva segundo a legislação, dificuldades para execução de um EF mais inclusivo e destacando alternativas encontradas na literatura para sanar essas dificuldades. Sendo as dificuldades principais voltadas para dificuldades comunicacionais, este item estabelece interface com a Didática Multissensorial ao promover como alternativa a quebra da abordagem focada no visual-auditivo.

2.5 Ensino de Física na Perspectiva Inclusiva

Como destacado no capítulo anterior, os profissionais atuantes no ensino de física valorizam bastante as atividades experimentais (Galiazzi *et al*, 2001), o que pode ser devido a influência dos projetos de ensino mencionados anteriormente e/ou como o fazer das ciências naturais foi relacionado com uma prática empírico-experimental. Entretanto, é válido compreender se essas perspectivas e práticas também estão presentes no ensino de Física dentro de uma perspectiva inclusiva, visto que soluções para a inclusão de PCD utilizando-se de materiais e

práticas adaptadas podem surgir, o que é criticado por Vygotsky em sua época por não explorar as potencialidades do educando.

Não há aqui uma crítica ou proibição de práticas adaptadas para a educação especial, mas ao conceber o ensino por meio do Desenho Universal (DU) e consequentemente promover a DM, torna-se incabível o uso de práticas diferentes para públicos distintos. A Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência definiu DU no artigo terceiro, parágrafo segundo como “ concepção de produtos, ambientes, programas e serviços a serem usados por todas as pessoas, sem necessidade de adaptação ou de projeto específico, incluindo os recursos de tecnologia assistiva”(BRASIL, 2015). Destarte, o ensino deixa de ser por meio de adaptações que dividem a prática entre alunos PAEE e alunos não PAEE e passa a ser realmente inclusivo.

Ao refletir sobre a Educação Inclusiva (EI), é importante salientar como engloba a educação especial (EE) e ainda é mais ampla, visto que a inclusão diz respeito a todos, enquanto especial foca nas pessoas com deficiência ou até mesmo no Público Alvo da Educação Especial (PAEE). Camargo (2017, p.2) destaca a diferença entre essas definições:

Uma questão de pano de fundo nos é imposta: quais são os estudantes foco da educação inclusiva? A resposta é: todos. Quer dizer, ela se estende aos alunos, público-alvo da educação especial (BRASIL, 2013a), e àqueles que não são público-alvo dessa modalidade de ensino: os alunos brancos, negros, de distintos gêneros, índios, homossexuais, heterossexuais etc. Ou seja, aos seres humanos reais, com foco prioritário aos excluídos do processo educacional. De forma contraditória, a cultura atual, principalmente a ocidental, tenta moldá-los e “formá-los” como seres homogêneos. Como consequência, os que não se enquadram nos referidos padrões e segundo as regras de normalização forjadas socialmente, recebem vários adjetivos: “anormais”, “deficientes”, “incapazes”, “inválidos”, etc.

Assim, o EF inclusivo deve ser capaz de ensinar de maneira efetiva não apenas os alunos que são PAEE, mas todos os alunos presentes na realidade social que compartilhamos. Porém, há uma distância entre o que é teorizado na literatura e o que é encontrado no contexto escolar, apresentando pouco impacto das pesquisas na prática do ensino regular (Moreira, 2018).

Além dos desafios habituais enfrentados no EF e no ensino de uma maneira geral, ao ensinar Física encontram-se algumas especificidades. Moreira (2018, p. 6-7) indica uma série de dificuldades para o EF, desde a necessidade de uma reforma na formação de professores de Física, até a falta de problemas reais como

tema de contextualização. Enquanto dentro de uma perspectiva inclusiva, Camargo (2012, p. 57) apresenta dificuldades e viabilidades encontradas na investigação da prática docente de licenciandos de Física:

Em decorrência dos processos de fragmentação e agrupamento, identifiquei quatro classes de dificuldades de inclusão e seis de viabilidades. Essas classes são as seguintes: (a) dificuldades: comunicação, segregação, experimento e operação matemática; (b) viabilidades: comunicação, apresentação de modelos, utilização de materiais, experimento, operação matemática e apresentação de hipóteses.

O trabalho supracitado identifica as dificuldades e viabilidades na prática do ensino dos conteúdos de óptica durante a disciplina de estágio para futuros professores de Física, dificuldades principalmente em relação a comunicação entre os licenciandos e os alunos com deficiência visual. Os obstáculos presentes na comunicação são nítidos, principalmente ao adentrar em significados que parecem indissociáveis de representações visuais, como característica de cores e a ideia de raio de luz, por exemplo (Camargo, 2012, p. 59).

[...] uma característica peculiar da presente linguagem é a de que o licenciando, durante o processo de veiculação de informações, recorre às “imagens visuais mentais” dos fenômenos ópticos. Isso implica dizer que objetos, situações, experiências etc. abordados durante a aula não se encontram presentes ou externamente registrados. Por esse motivo, essa linguagem não utiliza o apoio de recursos instrucionais para projetar algum tipo de imagem ou situação. Na verdade, essas imagens e situações se encontram projetadas nas “cabeças” dos alunos videntes. (Camargo, 2012, p. 61)

O relato de Camargo evidencia a postura dos licenciandos diante de uma turma com alunos com deficiência visual, o que implica em uma conjuntura de um ensino centrado na comunicação visual-auditiva, provocando uma construção de conhecimento pouco produtiva, em especial para estudantes com deficiência visual. Pode-se cogitar que a realidade relatada não é homogênea, mas vários outros trabalhos denunciam o ensino elaborado sob vias exclusivamente visuais e/ou auditivas (Soler, 1999; Ferreira, Camargo e Santos, 2011; Guridi, Darim e Crittelli, 2020).

A problemática no EF está novamente na formação, agora devido não somente à falta de física no currículo ou o vácuo de articulação de temas da ciência e tecnologia da atualidade - como indicado por Moreira (2018) anteriormente - mas também por inabilidade de lidar com vias de comunicação não habituais. É evidente

que para um professor ou uma professora vidente, reconstruir e repensar o seu modo de comunicação não é uma tarefa simples, dado que a estrutura semântica-sensorial da linguagem é construída envolta em um meio predominantemente visual/auditivo.

As dificuldades apresentadas para a inclusão de pessoas com deficiência no EF não devem ser levadas como barreiras intransponíveis e justificar o abandono do ideal da inclusão, pois trata-se de uma questão digna de atenção, mesmo e por causa de sua complexidade. Camargo, Nardi e Verazsto (2008) trazem seis alternativas para contornar as dificuldades comunicacionais, que serão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5. Propostas para evitar dificuldades comunicacionais em aulas de óptica.

Alternativa para dificuldades comunicacionais	detalhamento da proposta
1) Identificação da estrutura semântico-sensorial dos significados veiculados	Identificar e refletir sobre os exemplos e palavras utilizados para explicar determinado tema, visto que determinados termos vinculados às representações visuais podem ser substituídos por palavras relacionadas a outros sentidos - como tátil, auditivo e até mesmo o equilíbrio - evitando palavras que possuem seu significado indissociável da percepção visual.
2) Conhecimento da história visual do aluno	O conhecimento acerca da história visual do aluno é muito importante para estabelecer possíveis caminhos, como destacado na segunda possibilidade para minimizar a barreira comunicacional, saber se o educando é cego desde nascença ou não, por quanto tempo foi vidente, caso tenha sido em algum momento da vida, se possui baixa visão ou registro da época em que era vidente são informações preciosas para compreender como o aluno hipoteticamente interpreta o significado das palavras utilizadas.
3) Construir de forma sobreposta registros táteis e visuais de comportamentos ópticos de significados vinculados às representações visuais	Construir um instrumento tátil que possa ser utilizado para mediar o conhecimento do conteúdo e a compreensão do aluno com deficiência visual, viabilizando também a interação entre ele, o professor e colegas de turma.
4) Abordagem dos múltiplos significados de um fenômeno óptico	Discorrer e apresentar os distintos significados para os fenômenos ensinados, passando por explicações diferentes e significados ligados a outras percepções, recorrendo a aspectos históricos, sociais e tecnológicos. Ciente dos devidos limites a utilização de analogias pode ser explorada.

5) Destituição da estrutura empírica audiovisual interdependente	Não utilizar no ensino apresentações com estrutura empírica audiovisual interdependente, ou seja, que dependa de códigos auditivos que estão associados a experiência visual
6) Exploração das potencialidades comunicacionais das linguagens constituídas de estruturas empíricas de acesso visualmente independente (tátil-auditiva interdependente, fundamental auditiva e auditiva e visual independentes)	“utilizando-se maquetes e outros materiais possíveis de serem tocados, vinculam-se os mencionados significados a representações táteis, e por meio da estrutura mencionada, esses significados tornam-se acessíveis aos alunos cegos ou com baixa visão.”

Fonte: CAMARGO, NARDI e VERAZSTO (2008, p. 10-11)

O trabalho supramencionado é voltado especificamente para o ensino de óptica para a inclusão de alunos com deficiência visual, mas sua especificidade não o torna inelegível para a reflexão geral acerca do EF inclusivo. A óptica pode ser um grande desafio, visto que seu estudo normalmente depende bastante da percepção visual, tornando-se um tema adverso para uma abordagem que não seja fundamentada no sentido visual-auditivo, o que também justifica o foco na inclusão da pessoa com deficiência visual.

Por fim, o próximo e último item discorre a respeito da teoria histórico-cultural de Vygotsky, expondo conceitos importantes para a sua teoria a respeito do desenvolvimento humano e como os estudos do psicólogo russo compreendem a aprendizagem.

2.6 A teoria histórico-cultural

Em um contexto de pós-revolução na União Soviética, Vygotsky (1896-1934) iniciou seus estudos que fundamentaram o que é chamado atualmente de Teoria Histórico-Cultural (THC) do desenvolvimento humano, ou seja, uma teoria para compreender o que tornou a raça humana o que é ela hoje em dia e toda a trajetória para isso. Para o autor, a espécie humana apresenta características que distinguem os humanos de outros animais, chamadas de funções psicológicas superiores. A causa para o desenvolvimento de funções superiores nos humanos estava na interação entre indivíduos da mesma espécie, assim dizendo, vindo de origem sociocultural (Pereira, 2022, p. 59).

Ao introduzir a THC, Barbosa, Miller e Mello (2016) destacam o desenvolvimento do conhecimento humano construído ao longo da História, ao evidenciar que o conhecimento é acumulado e transmitido (de maneira não linear, mas evidenciando a importância da interação sociocultural para o desenvolvimento) para a próxima geração em um processo sócio-histórico. A comunicação é então ponto central ao possibilitar o desenvolvimento e estabelecer interação entre os sujeitos sociais.

O processo de humanização acontece com a apropriação, pelo homem, da experiência sócio-histórica. Os conhecimentos que são adquiridos durante o desenvolvimento das faculdades e das propriedades humanas vão-se acumulando ao longo do processo histórico vivido pelos homens e são transmitidos de uma geração a outra. Essas aquisições são fixadas em produtos da atividade humana, cristalizam-se como objetivações resultantes da ação do homem sobre a natureza ou algum produto deixado pelas gerações anteriores. Nesse movimento, o homem transforma seu meio e, ao mesmo tempo, transforma a si mesmo. (Barbosa, Miller e Mello, 2016, p. 9).

O processo de ensino e aprendizagem na THC ocorre com e por meio da interação com o outro, logo, sendo crucial a participação de um “interlocutor mais experiente do que o sujeito da atividade no desenvolvimento de suas condutas superiores.” Na escola, por exemplo, o interlocutor pode ser interpretado como o professor ou outros alunos mais experientes, que ao interagir com o indivíduo, o estimula a absorver e interiorizar, destacando a aprendizagem como fonte do desenvolvimento (Barbosa, Miller e Mello, 2016, p. 10). Em um contexto de ensino não-formal, a interação do visitante com outros visitantes e com os funcionários do local, frente a interação com atividades, torna-se papel central do ensino e aprendizagem.

Assim sendo, toda ação humana pressupõe uma mediação, seja por signos, como a linguagem, por exemplo, ou por meio de instrumentos. No caso da prática-experimental proposta no presente trabalho, tanto a mediação por signos - como por meio da escrita braille - ou por intermédio de instrumento, pela interação com o aparato e todos os sinais sensoriais recebidos ao realizar a atividade experimental.

Fica nítido a importância do pertencimento para o desenvolvimento da criança, como destacado por Vygotski (1991, p. 60), a priori o indivíduo “se torna capaz de subordinar seu comportamento às regras de uma brincadeira de grupo” e

apenas posteriormente “surge a auto regulação voluntária do comportamento como uma função interna.” Assim sendo, aprende-se com outros e os outros também aprendem com outros, de maneira sucessiva no que é chamado sociedade, cujo pilar é estabelecido pelo contexto sócio-histórico da época, transpassado pelas convenções construídas e desconstruídas pela cultura.

Partindo de uma compreensão particular, não é uma definição de racionalidade ou irracionalidade que distingue a humanidade dos demais animais do planeta Terra, mas sim a diferença cultural que se manifesta de diferentes maneiras na mesma espécie, demonstrando um caráter não programável por instintos básicos. O desenvolvimento da linguagem, por exemplo, é envolto em um contexto sociocultural e é válido refletir que um indivíduo ao desenvolver-se isolado da sociedade, sofrerá dificuldades para desenvolver fala e escrita, afastando-se do que pode ser considerado como humanidade. Sozinho, as funções consideradas superiores não são desenvolvidas, tampouco são concebidas como uma oportunidade real.

Um primata pode aprender bastante através do treinamento, usando as suas habilidades motoras e mentais; no entanto, não se pode fazê-lo mais inteligente, isto é, não se pode ensiná-lo a resolver, de forma independente, problemas mais avançados. Por isso, os animais são incapazes de aprendizado no sentido humano do termo; o aprendizado humano pressupõe uma natureza social específica e um processo através do qual as crianças penetram na vida intelectual daquelas que as cercam. (Vygotski, 1991, p. 59).

Portanto, para Vygotsky os primatas não humanos são impossibilitados de demonstrar aprendizagem análoga à humana por não possuírem zona de desenvolvimento proximal, mesmo que tentem por meio da imitação. No caso da investigação a respeito da imitação presente nos primatas para o uso de ferramentas - como galhos e similares - foi concluído que na imitação feito por esses animais, havia êxito nas atividades que eram copiadas com o mesmo grau de dificuldade, mas com o aumento da complexidade e abstração necessária, torna-se infrutífera a tentativa do animal de imitar o que foi visto para obter uma solução (Vygotski, 1991, p. 59).

Além do conceito de zona de desenvolvimento proximal, Vygotsky estabelece o conceito de funções psicológicas inferiores e funções psicológicas superiores; às inferiores são aquelas de origem biológico e involuntário, como instinto de atenção involuntária, reações reflexivas e memória sensorial; já as funções superiores são

de origem histórico-cultural, como a fala, pensamento, memória, formação de conceitos, emoção e outros (Souza e Andrada, 2013).

Para Vygotsky o desenvolvimento, assim sendo, a aprendizagem ocorre antes do início do período escolar ou pré-escolar formal, mas anteriormente em um processo sociocultural:

A zona de desenvolvimento proximal define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentemente em estado embrionário. Essas funções poderiam ser chamadas de “brotos” ou “flores” do desenvolvimento, ao invés de “frutos” do desenvolvimento. O nível de desenvolvimento real caracteriza o desenvolvimento mental retrospectivamente, enquanto a zona de desenvolvimento proximal caracteriza o desenvolvimento mental prospectivamente. (Vigotski, 1998, p. 113)

Dessa forma, compreende-se a zona de desenvolvimento proximal como um conceito que estabelece a distância para alcançar o desenvolvimento real, ou seja, para que o indivíduo possa resolver determinado problema de maneira independente. Continuando, Vygotsky destaca o desenvolvimento independente possibilitado pela zona de desenvolvimento proximal:

Propomos que um aspecto essencial do aprendizado é o fato de ele criar a zona de desenvolvimento proximal; ou seja, o aprendizado desperta vários processos internos de desenvolvimento, que são capazes de operar somente quando a criança interage com pessoas em seu ambiente e quando em operação com seus companheiros. Uma vez internalizados, esses processos tornam-se parte das aquisições do desenvolvimento independente da criança. (Vygotski, 1991, p. 60-61).

O desenvolvimento humano é dependente da mediação, seja por meio de instrumentos ou/e signos, como a linguagem, por exemplo. A invenção da fala e da escrita revolucionou a comunicação da humanidade, possibilitando uma maior sobrevivência dos conhecimentos aprendidos e até mesmo no campo cultural, como aquilo que está escrito - e foi escrito pelas gerações passadas - é considerado algo sagrado em muitas culturas. Dentro do meio científico fica evidente a importância da escrita e comunicação entre pares para o desenvolvimento de um conhecimento mais sólido, visto que a ação de validação e comunicação entre pares é essencial para a Ciência.

Oliveira (2008) destaca a importância do conceito de mediação para a teoria de Vygotsky:

O processo de mediação, por meio de instrumentos e signos, é fundamental para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, distinguindo o homem dos outros animais. A mediação é um processo essencial para tornar possível as atividades psicológicas voluntárias, intencionais, controladas pelo próprio indivíduo. (Oliveira, 2008, p. 33).

A mediação não se resume apenas a linguagem, que é oriunda dos signos, mas também é desempenhada por instrumentos. No trabalho, que é um ponto de análise da teoria Histórico-Cultural, há transformação humana em contato com a natureza e, principalmente, transformação mediada por instrumentos ou desenvolvimento de tecnologias. A humanidade interage e molda o mundo por meio de instrumentos, sem destacar a importância da comunicação para esse desenvolvimento, visto que tudo ocorre por meio de signos - imagens ou palavras.

Assim, quando o cérebro humano aprende um conceito, usa a mediação das palavras ou a própria linguagem. Não há como pensar se não utilizarmos, sempre, palavras ou imagens. Por isso, em vez da linguagem, podemos falar de uma mediação semiótica. (Martins e Moser, 2012, p. 10).

Assim sendo, a comunicação torna-se chave principal para o desenvolvimento diferenciado da raça humana (Oliveira, 2008, p. 42). O desenvolvimento ocorre na interação com o outro em um contexto histórico-cultural, sendo essa interação mediada por instrumentos e signos. A mediação não provoca o aprendizado por si próprio, mas sim potencializa os resultados e pode revolucionar a forma como determinada atividade é desempenhada, como no exemplo do salto com vara, que o desenvolvimento de novas varas de materiais distintos possibilitam um resultado acima do esperado (Martins e Moser, 2012, p. 12).

Para Vygotsky, a aprendizagem desempenha o papel de experiência do indivíduo, ocorrendo por interações externas, ou seja, não é ligado necessariamente ao desenvolvimento, mas utiliza-se dele para a sua construção (Vygotski, 1991). Com as contribuições da THC é possível estabelecer a importância do contexto sociocultural para o desenvolvimento da criança, o que não deve ser alterado no caso da criança com deficiência. Logo, movimentos que buscam uma integração e indo além: uma inclusão social das pessoas com deficiência em todas as atividades e processos de ensino formais e não formais, demonstra-se uma forma potencialmente rica para promover o desenvolvimento dessas pessoas.

3. Trajetória da Construção Experimental

O experimento selecionado faz parte do acervo de artigos selecionados pelo trabalho de conclusão de curso, resultado de uma revisão bibliográfica nos principais eventos de Ensino de Física e Ciências do Brasil e realizado anteriormente à presente pesquisa. Destarte, o experimento aqui reproduzido já foi criado e utilizado por outros autores, porém, cada elaboração fundamentada em diferentes perspectivas possuem suas especificidades.

Abordando a emissão de calor por irradiação da luz sob objetos opacos de diferentes cores, o experimento escolhido para reprodução volta-se para conceitos que normalmente demandam o uso da visão em suas atividades práticas e ao mesmo tempo um campo de estudo abundante de atividades experimentais no ensino tradicional, como exposto na Figura 1.

Figura 1. Experimento de absorção de calor por diferentes cores.



Fonte: Ribeiro e Oliveira (2011).

O trabalho selecionado apresenta uma atividade experimental que possibilita sua leitura por meio do sentido tátil, possibilitando que os alunos com deficiência visual façam parte das atividades, não de maneira integrada, mas inclusiva. Ribeiro e Oliveira (2011) descrevem sua proposta como de baixo custo.

Para maior rigor na construção do experimento, foram utilizadas as principais características para uma boa percepção do objeto, apresentadas pela teoria da *Gestalt* com descrição de Costa (2014, p. 78):

Tabela 6. Oito principais características para uma boa percepção de um objeto, segundo a teoria da *Gestalt*.

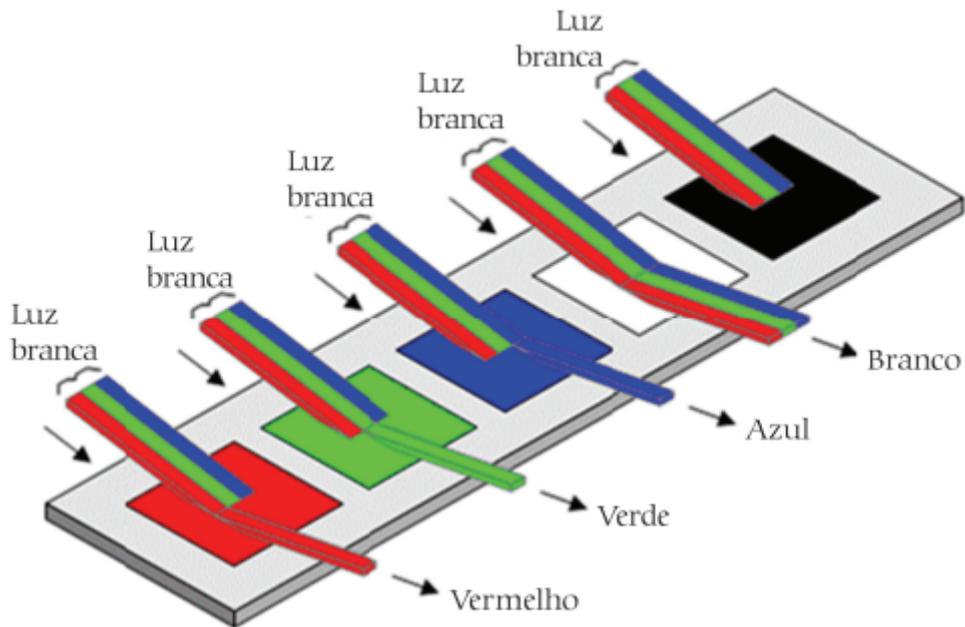
Característica	Descrição retirada do trabalho supracitado
figura-fundo	qualquer imagem ou objeto que se observa possui figura e fundo, conforme focamos o olhar. Em materiais específicos para cegos, pode-se considerar que a parte em alto relevo e braile é considerada figura e o restante, fundo
constância perceptiva	trata-se da invariabilidade do tamanho e da forma das coisas, independente do ângulo e da distância em que são observados. No caso de materiais para deficientes visuais, esta característica é importante, pois qualquer variação pode provocar equívocos na leitura das informações.
fechamento	trata-se da tendência que as pessoas dotadas do sentido da visão possuem de completar imagens ou situações incompletas, baseando-se em hipóteses do que trata determinado objeto ou situação e na expectativa de futuro. No caso do cego, esta característica parece não se enquadrar na percepção de forma uma vez que a interrupção em alguma representação para o cego representa o término de determinada informação.
agrupamento	tendência de agrupar formas semelhantes
regularidade	tendência de simplificação de representações. Essa característica parece ser importante para a percepção do cego. Quanto mais simples forem as representações, menor o risco de haver ambiguidade e falta de compreensão das informações extraídas do meio pelo deficiente visual.
continuidade	mesmo em representações abertas, tende-se a continuar as representações que estão incompletas. Esta não parece ser uma característica que ocorre na percepção de um cego.
proximidade	tende-se a considerar o quão próximos estão os elementos uns dos outros e percebê-los no mesmo agrupamento
simetria	trata-se da característica do espelhamento, em que há a existência de um eixo de simetria.

Fonte: Costa (2014, p. 78).

Assim sendo, foi elaborado um experimento similar ao apresentado por Ribeiro e Oliveira (2011), que está apresentado na Figura 2. O tema principal que embasa a elaboração da atividade experimental é a radiação, em específico, a

absorção de radiação por objetos de cores diferentes. Outros conceitos podem ser ensinados por intermédio da proposta experimental, como, por exemplo, a relação entre o calor absorvido e características físicas de materiais diferentes, porém, o foco está na absorção da radiação por materiais de diferentes cores.

Figura 2. Absorção da luz por objetos de cores diferentes.



Autoria: Cavalcante, Baladon e Teixeira (2016).

Como apresentado na Figura 2, a cor observada pela interpretação visual de pessoas videntes ocorre devido a cor da luz incidente sobre o material ser branca - o espectro de luz visível é composto por várias cores, como a luz vermelha, laranja, amarela, verde, azul, índigo e violeta - e o material refletir luz em comprimento de onda (cor) que não foi absorvida. Por exemplo, um material de cor verde ao receber a luz branca, absorve as radiações nas faixas azul e vermelho, refletindo apenas a luz verde, que será absorvida e interpretada pelos olhos do observador.

É evidente o apelo a recursos e palavras altamente dependentes da experiência visual do aluno para o ensino do conceito de absorção e reflexão de cores por objetos diferentes, portanto, ao elaborar uma atividade prática-experimental envolvendo o tema, justifica-se o foco no recurso tátil, visto que também é possível participar da atividade como sendo alguém vidente ou não.

O objetivo é que o estudante alvo da atividade - vidente ou não - consiga estabelecer a relação entre cor de objetos e radiação refletida, conseguindo perceber que a matéria é capaz de absorver radiação e refletir, dependendo de sua cor. Destarte, o experimento é orientado para estabelecer comparações entre anteparos de cores diferentes, com o mesmo tempo de exposição à fonte calorífica.

Para explanar a proposta, apresenta-se um plano de execução experimental:

1. Posicionar o anteparo preto e o branco com a face principal voltada contra a fonte de luz por pelo menos um minuto - utilizar as marcações métricas na mesa para que ambos estejam à mesma distância da fonte e recebam a mesma quantidade de calor. Após a exposição, desligue a lâmpada para que não interfira e por meio da sensação térmica ao tatear o EVA. Algum anteparo está com uma maior temperatura?
2. Seguindo a mesma instrução do item 1, troque os anteparos preto e branco, pelo vermelho e azul. Após a exposição à fonte calorífica, algum está com uma temperatura maior?
3. Repetir o processo com pares de anteparos de cores diferentes.
4. Após a realização dos passos anteriores, responda: sendo o material que constitui os anteparos o mesmo para as seis cores, o que pode ocasionar a diferença de temperaturas entre eles?

Com a comparação em pares, espera-se facilitar a percepção de que cores diferentes apresentam absorções diferentes. Foi testado e como já era esperado, a diferença entre as temperaturas é facilmente perceptível quando compara-se a cor preta com a branca, logo, sendo destacada no plano. Em menor intensidade também é possível perceber a diferença de temperatura entre a cor azul e vermelha, o que indica uma característica física na faixa de emissão de radiação pela fonte.

O objetivo do plano de execução não é prender o mediador da atividade em um roteiro de predestinação, mas sim de evidenciar possibilidades para a devida funcionalidade da proposta experimental.

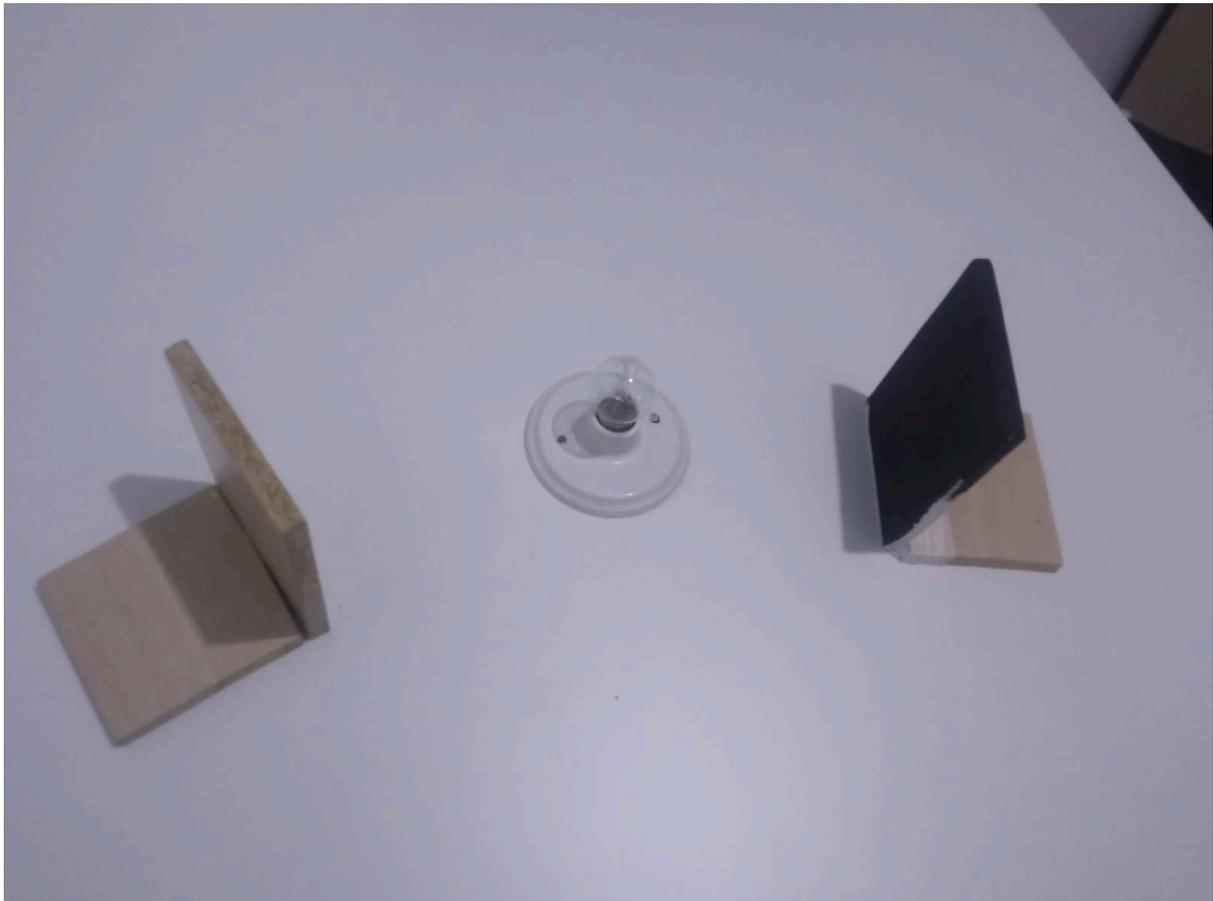
3.1 Percalços da elaboração experimental

O experimento final construído não é idêntico ao descrito anteriormente, por ter passado por mudanças e estar inserido em um contexto diferente - exposição em

um ENF. Portanto, é apresentado o processo de construção do material multissensorial concomitante com suas mudanças.

Seguindo do trabalho de Ribeiro e Oliveira (2011), como inspiração, foi elaborado um experimento similar, mas desde sua idealização com algumas diferenças: para o anteparo que receberá o calor da fonte central (como ilustrado na Figura 2) foi elaborado contendo uma base retangular de madeira, dando maior sustentação e estabilidade, permitindo que não tombe ao toque.

Figura 3. Estágio inicial do material construído.



Fonte: o autor.

Como apresentado na Figura 3, o experimento foi montado em uma base de madeira quadrada, com 1,5 metros de lado. Os anteparos, que também são constituídos de madeira, são revestidos por papel e são pintados com tinta guache, ficando posicionados idealmente com sua área frente perpendicular aos raios de luz da lâmpada. Bem no centro da base de madeira há uma lâmpada incandescente fixa, que servirá de fonte de calor.

Nessa primeira versão do experimento, foi perceptível a baixa potência da lâmpada halógena escolhida e com o baixo calor gerado para o anteparo, foi necessário uma reformulação dos materiais utilizados. O papel como revestimento para o anteparo foi escolhido devido ao seu baixo calor específico.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (1)$$

Na equação (1) acima, Q é a quantidade de calor, normalmente medida em calorias; m é a massa, comumente medida em gramas; c é o calor específico, medido em caloria por grama por grau Celsius e ΔT é a variação da temperatura, em graus Celsius.

Na equação fundamental da calorimetria citada acima, quanto maior o calor específico, menor será sua variação de temperatura (Young e Freedman, 2008, p. 191). Logo, buscou-se construir o experimento com materiais de menor calor específico possível, para que ocorra a maior variação de temperatura possível, o suficiente para a percepção sensorial de uma pessoa.

A lâmpada halógena de 42 W não foi suficiente para gerar calor para uma boa percepção tátil e, ao ser posicionada no meio da base, dispersava bastante os raios de luz, cuja maior concentração dos raios de luz era perpendicular ao chão e voltado para cima. Assim sendo, o experimento sofreu mudanças: lâmpada halógena trocada por uma lâmpada infravermelha de secagem de 250 W e no lugar central foi instalado um abajur móvel para poder focar a luz emitida pela fonte nos anteparos escolhidos.

Figura 4. Mudança da lâmpada para uma de maior potência e uso do abajur móvel.



Fonte: o autor

Com a nova lâmpada e suporte móvel para poder movimentá-la, o experimento ficou muito mais efetivo e foi possível perceber as diferenças de temperatura nos anteparos por meio da sensação térmica. Assim, é possível focar a lâmpada apontando para os anteparos, que podem ser colocados à mesma distância da fonte de calor.

É possível notar na figura 4 que os anteparos não possuem mais o revestimento de papel, mas agora é feito de Etileno Acetato de Vinila (EVA) por apresentar maior facilidade para absorver e perder calor (COSTA *et al*, 2017). Enquanto, segundo Silva (2019), o papel possui calor específico de $0,32 \frac{cal}{g \cdot K}$, a espuma de EVA possui calor específico de $0,24 \frac{cal}{g \cdot K}$, apresentando características mais adequadas ao experimento.

3.2 Estado final do experimento

No estágio final, já com o anteparo revestido de EVA e uma fonte de calor mais potente, foi possível maior eficiência na percepção do aumento de temperatura na espuma de EVA. Com a ajuda do Núcleo de Educação Inclusiva (NEI) da UNIFEI, que disponibilizou o uso da impressora em braile, os nomes das cores foram colocados em cada anteparo para ajudar na identificação tátil.

Figura 5. Anteparos com o nome das cores em braile.



Fonte: o autor.

Por questões de comparação, cinco anteparos de cores diferentes foram construídos: preto, branco, vermelho, azul e amarelo. No topo do anteparo foi colocado o nome das cores impressas em braille, para que qualquer pessoa com deficiência visual ou não consiga participar do experimento.

Para diversificar as formas de interpretação tátil, na base do experimento também há um material tátil diferente para cada cor - que pode ser visualizado melhor na Figura 6 a seguir. No anteparo preto, uma tira retangular de plástico liso foi colado na base traseira do experimento, voltada para cima; no branco, foi colocado uma tira de lixa áspera; no vermelho, utilizou-se uma tira de EVA com textura macia e espessa; no amarelo, foi usado um material com bolinhas como tira tátil, material este similar ao que constitui luvas de motociclista; e; por fim, no anteparo azul; uma tira com cortes transversais. A variação dos meios para leitura tátil justifica-se na tentativa de tornar o experimento acessível também para visitantes com deficiência visual que ainda não possuem domínio do sistema braille de escrita.

Figura 6. Experimento montado dentro do EIC.



Fonte: o autor.

A Figura 6 apresenta o experimento já montado dentro do EIC, com seus devidos anteparos e servindo como um teste inicial de funcionamento. Em seu teste,

a troca da lâmpada por uma mais potente demonstrou resultados positivos, facilitando a diferenciação da temperatura das cores expostas à lâmpada. Ao colocar os anteparos em pares para comparação, como esperado, a diferença entre a cor branca e preta é a mais facilmente perceptível, enquanto a comparação entre o vermelho e azul, por exemplo, é menos evidente, porém ainda considerável.

Figura 7. Estado final da atividade prático-experimental.



Fonte: o autor.

Para facilitar a locomoção do aparato experimental, a base que sustentava a lâmpada e os anteparos foi eliminada, sobrando apenas a luminária articulada com os cinco anteparos de cada cor, como apresentado na Figura 7. A praticidade favorece o caráter itinerante, que é característica comum entre a maioria dos experimentos expostos no InterCiências.

Mesmo a última versão do experimento ser facilmente transportada, por exigir apenas uma tomada e mesa para posicionar o instrumental, é aconselhável utilizar os anteparos em pares para o melhor posicionamento em relação à lâmpada.

É importante salientar que a adaptação do experimento tátil não é pensada como uma atividade específica para a pessoa com deficiência, mas construída em uma perspectiva de inclusão, ou seja, baseado no desenho universal. Logo,

espera-se que o experimento seja útil para utilização de alunos com e sem deficiência.

4. Procedimentos Metodológicos

Esta pesquisa se caracteriza como uma pesquisa do tipo qualitativa, que de acordo com Godoy (1995, p. 21), por envolver fenômenos que são indissociáveis de seus contextos, demandam uma análise integrada para melhor compreensão. Destarte, no caso da pesquisa qualitativa envolvendo pessoas, o pesquisador é o instrumento, ao ir a campo com o objetivo de levantar pontos de vistas pertinentes para a sua investigação.

Segundo esta perspectiva, um fenômeno pode ser melhor compreendido no contexto em que ocorre e do qual é parte, devendo ser analisado numa perspectiva integrada. Para tanto, o pesquisador vai a campo buscando "captar" o fenômeno em estudo a partir da perspectiva das pessoas nele envolvidas, considerando todos os pontos de vista relevantes. Vários tipos de dados são coletados e analisados para que se entenda a dinâmica do fenômeno. (Godoy, 1995, p. 21).

O primeiro passo da pesquisa foi a realização de uma entrevista semi-estruturada com o professor responsável pelo Espaço InterCiências (EIC) com o objetivo de validar a funcionalidade do experimento e levantar a possibilidade do uso do experimento dentro de uma perspectiva inclusiva, ou seja, a exposição da atividade experimental aqui elaborada para alunos com e sem deficiência. Justifica-se a escolha do funcionário devido a sua longa experiência na área e por estar há mais de dez anos trabalhando com o InterCiências.

O uso da entrevista semi-estruturada como instrumento para a produção de dados justifica-se devido a sua flexibilização, em que, por meio da mediação posta pela linguagem, pode-se construir significados para compreender valores e opiniões do sujeito entrevistado. No caso da presente pesquisa, a entrevista foi escolhida como instrumento de produção de dados, tomando como fonte alguém inserido no contexto do EIC, o que torna relevante sua interpretação da situação, aumentando a confiabilidade dos resultados, de acordo com Fraser e Gondim (2004, p. 140):

Outra vantagem é a flexibilização na condução do processo de pesquisa e na avaliação de seus resultados, visto que o entrevistado tem um papel ativo na construção da interpretação do pesquisador. Esta seria uma modalidade de triangulação (confiabilidade), pois, ao invés de o pesquisador sustentar suas conclusões apenas na interpretação que faz do que o entrevistado diz, ele concede a este último a oportunidade de legitimá-la. Este é um dos aspectos que caracteriza o produto da entrevista qualitativa como um texto negociado.

A entrevista ocorreu após a interação com a atividade experimental proposta, em que ocorreram os devidos testes com os diferentes anteparos. Assim sendo, além do material transcrito da entrevista, há interações que corroboram com a presente investigação anteriores ao momento da entrevista, que também serão anunciadas nas discussões no capítulo a seguir.

Para facilitar a condução, algumas perguntas guias foram elaboradas para melhor condução da entrevista com o professor responsável pelo EIC:

1. O experimento está adequado ao conceito físico que desejamos investigar?
2. Há algo que poderia ser feito para melhorar o experimento?
3. Além da absorção e emissão de luz (radiação), existe margem para investigar outro conceito físico com o experimento?
4. A atividade prático-experimental condiz com os experimentos do EIC?
5. Existe histórico de pessoas com deficiência que visitaram o EIC?
6. Há alguma adaptação no EIC ou planejamento para maior acessibilidade?
7. Quanto aos alunos sem deficiência, o experimento seria válido para o uso?
8. Quais são as características que uma boa prática-experimento deve apresentar? É possível que isso seja alcançado com um experimento que não apresente uma abordagem somente visual-auditiva?
9. O quão importante são as práticas experimentais para o Ensino de Física? E para o Ensino de Física Inclusivo?

As perguntas centrais são voltadas para a efetividade da proposta experimental, além da validação no que diz respeito à coerência do experimento em seu contexto de uso. Outras indagações relevantes levantadas foram orientadas para compreender questões como a aplicabilidade, o histórico de visitas do EIC, a possibilidade do uso da proposta dentro de uma perspectiva inclusiva no contexto não-formal, identificar a movimentação para o aumento da acessibilidade do InterCiências no futuro e reflexões acerca do papel da experimentação no EF.

A entrevista semi-estruturada foi escolhida principalmente devido a sua flexibilidade, visto que as perguntas não são fixas e engessadas, servindo como uma estrutura para conduzir a conversa entre o pesquisador e o entrevistado. Assim sendo, as perguntas não foram feitas na ordem e nem com as mesmas palavras, já que o roteiro serviu ao propósito de identificar questões que deveriam ser abordadas durante a interação.

Em segunda instância, a investigação contou com validação de uma pessoa com deficiência visual, com o objetivo de investigar a efetividade do experimento quanto a sua interpretação tátil e funcionalidade. De maneira análoga aos passos descritos no Capítulo 3, o experimento foi apresentado utilizando os anteparos em pares, comparando, inicialmente, a temperatura dos anteparos de cor preta e branca e em outro momento a cor azul e vermelha será exposta a fonte calorífica para devidas comparações de temperatura.

O objetivo central da segunda validação foi possibilitar a identificação do nível de acessibilidade, portanto, buscou-se responder às seguintes perguntas:

Qual o tempo de exposição necessário para que a diferença de temperatura nos anteparos seja perceptível por meios táteis?

Dentro do tempo estipulado, é possível uma fácil leitura e diferenciação entre os anteparos? Considerando o uso da inscrição impressa em libras e as fitas táteis.

Com a segunda validação, conclui-se que o experimento é viável para uma aplicação voltada para alunos com deficiência visual, que, em conjunto com a validação técnica do funcionário do InterCiências, corroboram bases sólidas para a fase final da investigação.

A última etapa da pesquisa foi voltada para a prática, ocorrendo dentro de um ambiente com a participação de alunos com e sem deficiência.

O uso do experimento ocorreu dentro de uma perspectiva que buscou ampliar a acessibilidade e buscar o uso universal, isto é, a possibilidade da criação de uma atividade para um ambiente inclusivo, onde qualquer pessoa possa realizar e participar de atividades envolvendo seus pares - ou seja, interação com outros estudantes. Logo, o experimento construído não constitui uma adaptação para a Educação Especial (EE), no qual as atividades adaptadas são separadas para o PAEE, enquanto os alunos considerados “tradicionais” participam de outras atividades, mas sim uma proposta inclusiva para o Ensino de Física (EF).

De maneira geral, as duas primeiras etapas foram voltadas para alinhamentos conceituais, melhoria da aplicabilidade para públicos videntes ou não e efetividade do experimento em si, enquanto na última fase utiliza-se do estado final para consumir uma atividade prático-experimental inclusiva. O foco na acessibilidade para pessoas com deficiência visual justifica-se pelo referencial construído oriundo dos estudos da Didática Multissensorial (DM), que evidencia a dependência do EF das percepções táteis-auditivas. Assim sendo, um experimento

que abre interpretações além das construídas pelo toque e audição, apresenta um alcance muito mais abrangente.

Como forma de registro de dados, utilizou-se a gravação do áudio em todas as etapas da pesquisa, ou seja, na entrevista com o responsável pelo InterCiências, na validação com uma pessoa com deficiência visual e na interação final com um público diversificado.

Devido ao fato de envolver pessoas, mesmo que apenas por meio de respostas e interações inofensivas, a presente dissertação passou pelos devidos processos de autorização pelo conselho de ética. O Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) está disponível na Plataforma Brasil pela identificação: 75825323.5.0000.5094.

No próximo item está a descrição dos participantes da pesquisa, com as características consideradas relevantes para o objetivo do estudo. A descrição foi feita mantendo a garantia de anonimidade dos participantes.

4.1 Descrição dos Participantes da Pesquisa

A primeira etapa contou com a participação do responsável pelo InterCiência, que é físico de formação e também professor de física, com mais de 40 anos de experiência no EF. O professor responsável pelo EIC, que é formalizado como coordenador do InterCiências, apresenta uma grande paixão por atividades prático-experimentais para o EF e a divulgação científica, o que justifica a sua atuação à frente do EIC.

O coordenador possui bastante experiência com atividades experimentais, o próprio acervo do InterCiências é em parte elaborado pelo professor ou com orientação dele e também é realizado a manutenção dos experimentos já presentes. Devido a essa expertise, foi muito positiva a colaboração voluntária do docente responsável pelo EIC no que diz respeito a harmonia do experimento criado com o contexto do espaço e a validação técnica da atividade prático-experimental.

A validação tátil do experimento ocorreu com a participação voluntária de duas colaboradoras oriundas do CAIDI (Centro de Apoio e Integração do Deficiente de Itajubá). A primeira voluntária é diretora do CAIDI e professora de braille, sendo uma senhora que desde nascença é cega. Já a segunda é aluna da primeira, que

ao perder a visão há mais de dois anos faz aulas de braille para conseguir voltar a ler.

Ambas voluntárias oriundas do CAIDI possuem a idade entre cerca de 40 e 60 anos e apresentaram características muito positivas quanto às expectativas de participação da atividade experimental, como histórico pessoal e facilidade de expressão interpessoal. Como a diretora é bastante experiente em braille, sendo até professora de escrita braille, e a sua aluna está iniciando há pouco tempo nos estudos, foi de grande ajuda essas participações na validação da atividade prático-experimento, pois tornaram os resultados mais ricos ao expressar os dois pontos do desenvolvimento da escrita.

Na terceira etapa, contou-se com a participação de um grupo de 5 alunas e um aluno de um curso pré-vestibular assistencial, que participaram da atividade em trios para facilitar a interação entre indivíduos e evitar que ocorra contato com os anteparos por mais de três pessoas por vez, devido às dimensões do objeto.

Sendo duas alunas com 17 anos de idade - ainda cursando o terceiro ano do Ensino Médio (EM) - e o restante com idade igual ou superior a 18 anos. Como é um curso pré-vestibular voltado para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), os alunos precisam estar cursando o terceiro ano ou já ter se formado no EM para poder participar do curso. Entre as três alunas e um aluno com mais de 17 anos, todos são recentes egressos do EM.

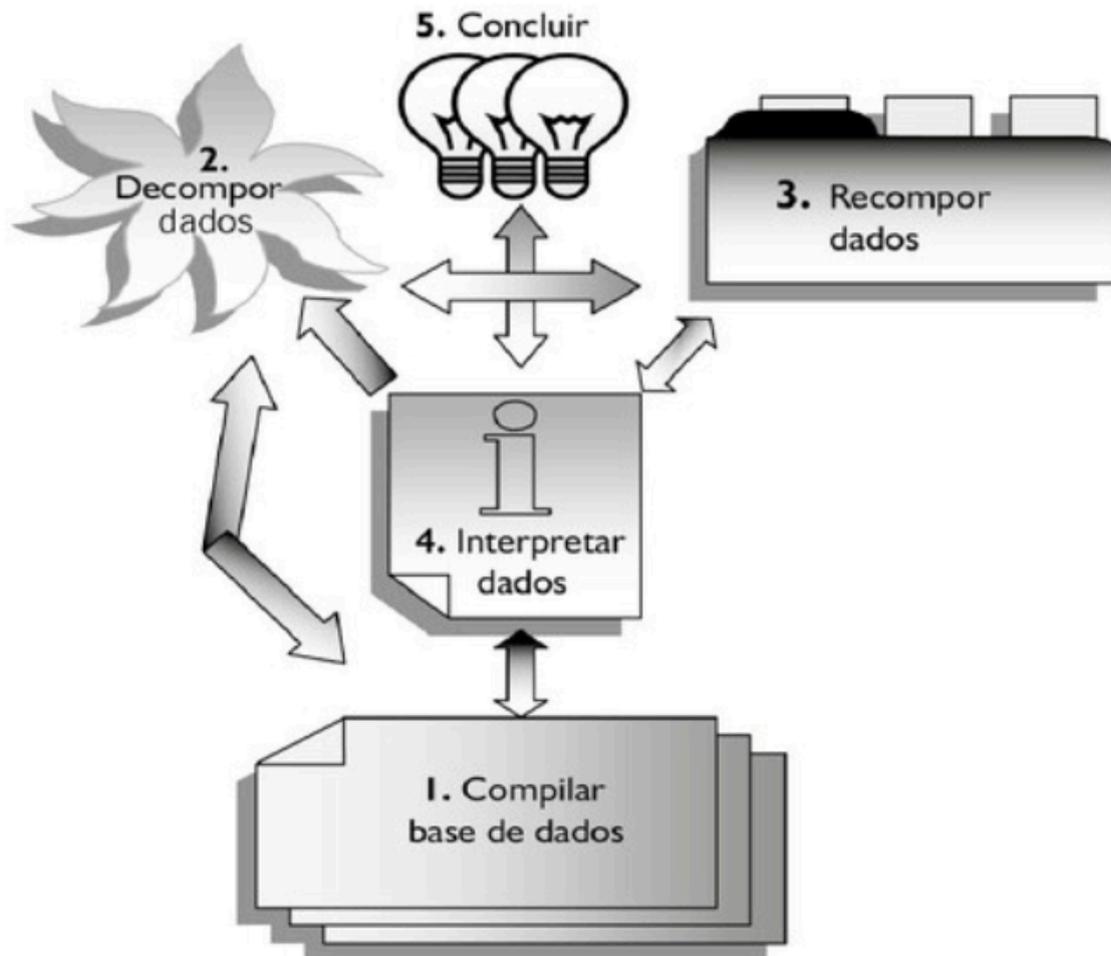
Entre o grupo de alunos supracitados, nenhum possui algum tipo de deficiência visual, mas é justificado a relevância de uma etapa prática com esse grupo para a pesquisa devido às características da turma, ao representar uma faixa de idade mais baixa e possuir contato atual ou recente com a educação básica por meio do ensino público. Assim sendo, o perfil da turma escolhida na terceira etapa encaixa com o público comum do EIC, visto que a grande parte das visitas são realizadas por escolas de Itajubá e região.

4.2 Análise dos Dados

Com os resultados oriundos da transcrição dos áudios gravados nas três etapas da pesquisa, empregou-se a análise segundo Yin (2016), cujas orientações são dadas em cinco fases: A) compilar; B) decompor; C) recompor; D) interpretar e

E) concluir. A ordem de apresentação das etapas da análise não conclui uma determinação crescente e estática para a interpretação dos resultados, mas sim uma orientação.

Figura 8. As fases da análise e inter-relações.



Fonte: Yin (2016, p. 159).

A primeira fase, chamada de analítica, buscou compilar dados para a formação de uma base ordenada, assim sendo, os dados são classificados cuidadosamente. No caso da presente pesquisa, a classificação dos resultados é disposta de acordo com a ordenação dos dados de cada par correspondente de cor, ou seja, ordenar a comparação do uso dos pares preto e branco, vermelho e azul e, por fim, amarelo e vermelho.

Na segunda fase, ocorre a decomposição dos dados, em que não há um critério fixo para o procedimento, mas fica pode ser realizado de acordo com as necessidades identificadas pelo pesquisador. Decompor os dados permite uma

codificação dos componentes oriundos da segunda fase, podendo ser replicado várias vezes para alcançar os códigos desejados, o que fica exemplificado na seta bidirecional na Figura 8.

De maneira bastante articulada com a segunda e a quarta fases Yin (2016) apresenta a fase da recomposição, em que se volta para os componentes decompostos da etapa anterior para um rearranjo dos dados em grupamentos até estabelecer ordem diferente da composição original - como realocar uma transcrição com outra de outro momento, para facilitar a fundamentação da interpretação.

A quarta fase utilizou-se da composição e recomposição dos dados ordenados para estabelecer uma narrativa que favoreça a melhor interpretação dos resultados. O movimento de interpretação pode gerar novas perspectivas para composição dos dados, o que promove novas interpretações e interpretações mais aprofundadas acerca do tema estudado.

Em última instância, a quinta fase, chamada de conclusão, buscou destacar e extrair conclusões relacionadas diretamente à quarta fase. Assim, a conclusão foi construída baseada no que foi interpretado dos dados, relacionando-se com todas as etapas por meio da interpretação.

Os dados analisados na presente pesquisa são oriundos da transcrição de gravações em áudio dos encontros que provocaram interações com a atividade prático-experimental. Destarte, os dados são analisados seguindo as cinco fases da análise de Yin (2016), de maneira não linear, ou seja, sem seguir a sequência numérica apresentada e possibilitando uma repetição de uma mesma fase em momentos diferentes.

As transcrições das gravações são destacadas em itálico, para melhor diferenciação e apresentação.

4.3 Espaço InterCiências

Para maior detalhadamente do contexto em que este trabalho foi realizado, resguarda-se uma descrição do Espaço InterCiências (EIC), que serviu de palco para a realização das atividades, entrevistas e interações.

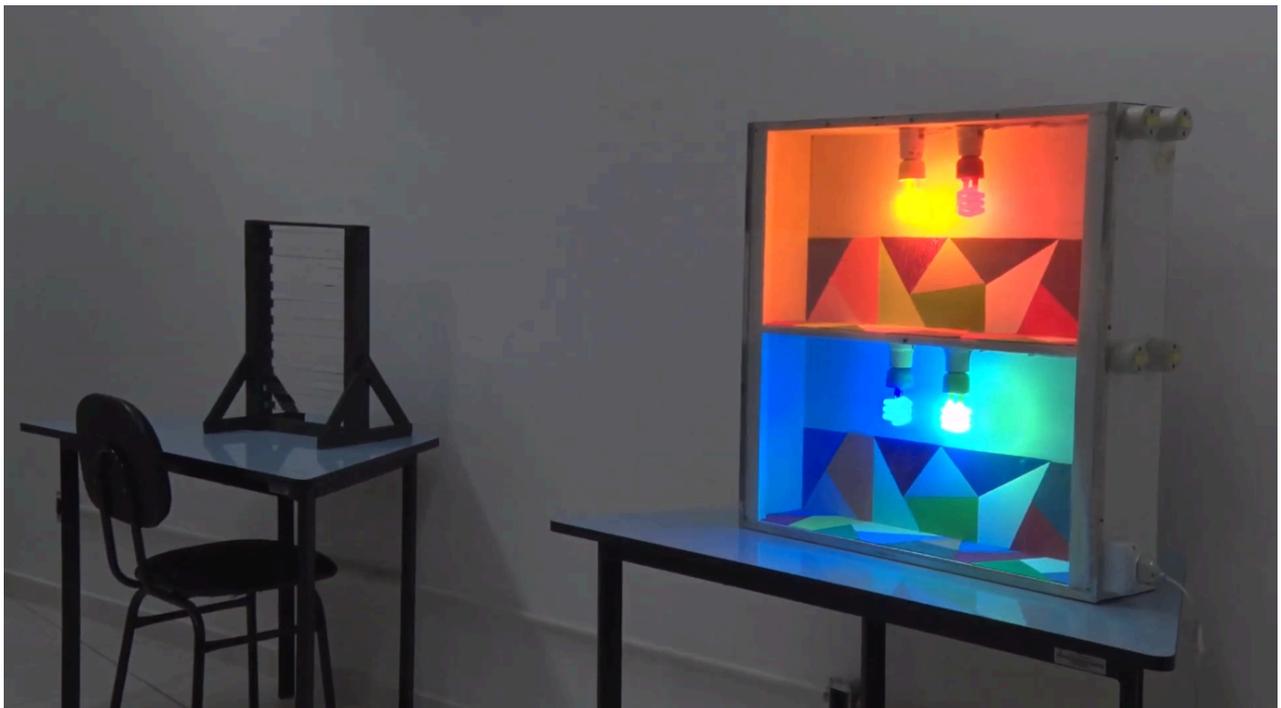
O EIC é um centro de ciências com foco em atividades e experimentos de astronomia, física e matemática. O espaço é localizado no campus da cidade de Itajubá, da Universidade Federal de Itajubá (Unifei). Além de sua dependência física

que recebe visitas de escolas e pessoas de Itajubá e região, o EIC também conta com atividades itinerantes, levando os experimentos até escolas, praças e/ou eventos.

Dentre as definições previamente apresentadas, o EIC é considerado um espaço não-formal de ensino institucionalizado, pois conta com uma equipe de graduandos do Programa de Educação Tutorial (PET) e está sob responsabilidade da instituição UNIFEI.

Fundado em 2011 e gerido por professores dos cursos de licenciatura em Física e Matemática, com liderança de um professor da Unifei, o EIC fica aberto às terças e quintas-feiras durante o período da manhã e da tarde, ficando disponível para visitação durante os horários de funcionamento. Com salas destinadas a temas específicos, o EIC possui experimentos sobre mecânica, astronomia, fenômenos elétricos e magnéticos, óptica e matemática.

Figura 9. Exemplo de experimentos na sala de óptica do EIC.



Fonte: vídeo de divulga o do EIC.

Ao longo da visita - que pode ser previamente marcada por escolas públicas e particulares - o visitante tem a oportunidade de interagir com as atividades das salas, contando com a media o dos monitores (alunos da gradua o pertencentes

ao PET) ou professores do projeto. Assim sendo, o EIC serve como projeto de extensão, fornecendo experiência e um espaço de pesquisa para os alunos da Unifei e um ambiente de ensino e divulgação científica para a população.

Como um ENF institucionalizado, o papel do mediador no EIC é muito importante para conduzir o andamento da visita e estabelecer os objetivos da interação, além de prezar pela boa manutenção e manuseio correto dos objetos.

5. Resultados e Discussões

5.1. Entrevista com o professor Responsável pelo InterCiências

Os resultados obtidos são oriundos da entrevista realizada com um funcionário do EIC, que serão apresentadas a seguir em itens de análise. O primeiro item diz respeito a como o experimento é recebido no EIC e quais as possibilidades de melhora; no segundo item, evidencia-se o papel do interciências enquanto centro de ciências e a relação da experimentação para o ensino não-formal e, por último, o terceiro item traz a acessibilidade do EIC, com suas devidas discussões.

Validação do experimento

Ao longo da entrevista e no momento de conversa anterior à entrevista, surgiram pontos interessantes que podem melhorar a funcionalidade da proposta experimental apresentada no presente trabalho, além da obtenção de falas acerca da aplicação do experimento no contexto do EIC.

O experimento possui pontos a serem melhorados, que ficam evidentes nos trechos colhidos na entrevista. Sobre o que poderia ser melhorado no experimento, foi respondido:

“Levantar, diminuir ele que tá muito grande. Levantar os objetos. Pra ele poder ficar... a altura, né, da lâmpada direitinho. Aquelas coisas que a gente estava falando para poder ficar...e imaginar... testar principalmente com pessoa com deficiência visual, né. Porque a gente que vê, percebe que funciona, mas o tempo que um deficiente visual vai levar para conseguir colocar na... nos dois objetos pra ver qual tá quente, isso é importante saber pra poder ele ver a diferença, né.”

A respeito do tamanho do experimento, realmente sua dimensão pode ser um problema, dado que a base de madeira quadrangular possui um metro e meio de lado, transportar a estrutura demanda bastante esforço. Igualmente, a proposta de “levantar os objetos” é interessante para uma melhora significativa do experimento e está se referindo ao anteparo - como indicado na Figura 6, que pode ser levantado por algum objeto, como uma caixa, por exemplo, para obter um posicionamento dos anteparos de maneira mais frontal contra os raios de luz.

O retorno sobre possibilidades de melhora é importante para um melhor alinhamento do experimento com seu contexto de vigência, visto que ele pode ser útil para o acervo, mas com suas devidas considerações:

“Ah sim, ele pode... Eu acho que ele pode se adaptar até bem mais pra gente levar pras escolas, né. Porque, propriamente dito, porque aqui os alunos não têm muita paciência pra ficar esperando as coisas acontecer, né. Já querem chegar, olhar e vai para outro e vai... Mas quando você leva o experimento pras escolas as pessoas têm mais tendência de olhar como funciona do que... quando você leva para praça, né. Claro que tem aqueles que querem passar e ir embora, mas aqui o pessoal quer coisa mais imediata, né.”

O trecho acima é resultado da pergunta sobre a possibilidade do experimento aqui apresentado fazer parte do acervo do EIC. Uma questão interessante levantada pelo entrevistado é a necessidade de que uma atividade voltada para um ambiente de divulgação científica seja rápida e chamativa, para que a adesão do público à atividade seja maior. Os anteparos são feitos com um material com calor específico baixo justamente para agilizar o tempo necessário para perceber diferença de temperatura entre as cores, porém, é válido pensar que o contexto demanda maior instantaneidade.

Para complementar as informações apresentados, foi perguntado sobre a quantidade de visitas em comparação com movimentos do próprio InterCiências para visitar escolas e praças:

“Mais visita. Levar experimento a gente leva nas escolas, né. E... leva nas praças. Praça é umas... quatro, cinco vezes por ano. As escolas são mais vezes, entendeu? Ah... Elas são mais procuradas do que a praça em si.”

Portanto, não é algo negativo a facilidade do experimento de ser transportado para as escolas e praças, visto que com a redução da base de madeira, é necessário apenas dos anteparos e da lâmpada para sua execução. O que também pode facilitar a aplicação e reprodução do experimento no ambiente formal ou não-formal.

O papel do InterCiências e a experimentação no EF

Como apresentado anteriormente sobre o papel da experimentação no EF, também fica evidente a valorização das atividades prático-experimentais nas respostas transcritas. Ao perguntar sobre a importância da experimentação:

“Ah, com certeza, né. Desperta a curiosidade, a atenção da pessoa vê aquilo que ele aprende nos bancos escolares e o fato acontecendo, né?! É igual a óptica quando você tá lá sentado e o professor fala: ‘lente convergente converge o raio’ e você nunca viu um negócio desse, né?! Aqui ele tem chance de ver o que de fato essas coisas acontecem, né?! Isso ajuda a entender... as pessoas consolidarem, né, o conhecimento, né, obtido em sala de aula e até desenvolver alguns outros abordando... utilizando outras coisas que nós temos aqui. Então, acredito que ensinar física e manter a experimentação junto é muito importante, né. Faz uma diferença grande do que você só ficar sentado... Como... Quase foi minha formação... divagando sobre física. É bom, mas juntar as duas acho que é bacana.”

A experimentação é vista como um elemento motivador para o EF, refletindo não apenas no ensino básico, mas também na formação superior. Há também uma certa compreensão da experimentação como um recurso de verificação da teoria que é ensinada, para validar como verdadeiro.

O Interciências, portanto, funciona de acordo com a tríade pesquisa, ensino e extensão, sendo a extensão o “carro chefe” do EIC, de acordo com o entrevistado. Destarte, o Programa de Educação Tutorial (PET) é visto como fundamental para a atuação do Espaço, pois de acordo com o entrevistado “ sem o PET não existe o InterCiências.”

A respeito do relato sobre dificuldades para elaboração de experimentos para o InterCiências, é divergente a posição sobre o que seria mais difícil para o EIC e o que seria mais difícil na construção de experimentos acessíveis. Para o EIC:

“Pra gente aqui é termodinâmica. Porque é aquilo que eu falei, aqui a gente tinha... um experimento pra gerar energia via vapor, só que aí o cara tem que esperar a água ferver, né. O cara não esperava a água ferver. Ninguém tem interesse.”

A dificuldade de experimentos sobre termodinâmica evidencia novamente a necessidade de experimentos orientados ao contexto não-formal de recorrer ao apelo estético e ser de rápida reprodução, com o intuito de não perder a atenção dos visitantes. Além de “os outros experimentos da termodinâmica não atende esse

requisito interativo e fácil de chegar e observar”, segundo as respostas do entrevistado.

Enquanto o tema de maior dificuldade para o EIC é a termodinâmica, a dificuldade de experimentos acessíveis são o de óptica. Ao ser perguntado sobre óptica ser o mais difícil para adaptar, foi respondido:

“Óptica sim. Ali da astronomia do jeito que tá também não dá não.”

Como na sala de astronomia a principal atividade é uma simulação computacional, torna-se obrigatório o uso da visão para conseguir interagir com a tela e explorar temas como o sistema solar, por exemplo. O descompasso entre as dificuldades relatadas pode indicar uma falta de movimentação em relação a acessibilidade empregada aos experimentos do InterCiências, o que será confirmado em seguida.

Não apenas o InterCiências é favorecido com o PET, mas existe uma relação recíproca entre as partes:

“Ah, aqui eles aprendem... a lidar com o povo de forma geral, eles aprendem a trabalhar com o ensino não formal, né. Que vocês aprendem, né, o ensino formal e não formal. Essas coisas todas... Eles aprendem a participar de eventos em praça públicas.”

Corroborando com o trabalho de Monteiro *et al* (2014), o trecho supramencionado apresenta a importância do InterCiências, que é um centro de ciências e espaço não-formal de ensino, para a formação dos alunos oriundos do PET. Assim sendo, a formação de professores com momentos de atuação no ENF é vista como uma significativa aquisição profissional: *“então a formação é completa no sentido ‘petiano’. Que se faz ensino, pesquisa e extensão e aqui, o carro forte é da extensão.”*

Porém, é relevante para o presente trabalho levantar como a atuação desses profissionais ocorre em relação à inclusão de PCD no ambiente de ensino, seja no ensino formal ou não-formal. Assim sendo, o terceiro e último item descreve a acessibilidade no EIC presente na fala do entrevistado e a atuação dos alunos do PET no que é considerado inclusão.

A acessibilidade no InterCiências

Em relação à acessibilidade ao ambiente do EIC, há um certo padrão arquitetônico nas estruturas físicas do centro, mas que não estão totalmente de acordo com o DU:

“Aqui em termo de acessibilidade, independente se é deficiente visual ou não, ela é boa, porque é tudo aberto, o banheiro é adaptado, tudo...”

De acordo com a transcrição acima, o EIC possui acessibilidade em parte de sua estrutura, entretanto, em relação a outros quesitos, ainda falta, como por exemplo, o piso tátil, que está instalado apenas em certas partes do campus: *“Piso tátil aqui dentro não.”* A falta de movimentação para maior acessibilidade ao centro de ciências pode ser por falta de público, visto que ao perguntar sobre visitas de alunos PAEE ao EIC, tudo indica uma presença menor:

“Cadeirante vez ou outra tem, né. Mas o grosso dos problemas de deficiência são autistas. Já tivemos pessoas aqui que vieram da esqueci o nome... aí você põe o nome direito... daquele pessoal que trabalha com deficiência visual vieram aqui uma vez. Eu fui lá... Mas aqui foi muito mais interessante do que ir lá, porque por incompetência não soube trabalhar direito com eles. Mas é muito raro... visual então é...deixa eu ver... digamos, desde que voltou da pandemia não teve nenhum.”

A visita indicada pelo trecho acima é do Centro de Apoio e Integração do Deficiente de Itajubá (CAIDI). Sobre o pouco número de público, é relevante perguntar se há pouco devido ao baixo número de alunos com deficiência ou devido ao baixo nível de acessibilidade. O EIC disponibiliza a opção de indicar se a visita marcada pela escola contará ou não com alunos do PAEE, entretanto, com maior divulgação e iniciativas pode ocorrer uma maior inclusão no InterCiências.

Novamente, os alunos do PET são relevantes ao InterCiências ao também garantir a mediação com os diferentes públicos:

“Dependendo... é o que falei... dependendo da deficiência, o que manda... O que faz ser adaptável são os petianos. Os petianos acabam ficando treinados para apresentar os experimentos de diferentes formas, dependendo da idade, da escolaridade, são um público escolar ou não, né... Se são pessoas que têm deficiência ou não. Então esse tipo de coisa a gente faz mais como trabalho dos petianos desenvolve, mas ter coisas voltadas não adianta divulgar que não tem e se tiver vai fazer um.”

Reitera-se a importância de ambientes de divulgação científica não-formal integrados à formação do licenciando, como fica evidente pelo trabalho

desenvolvido no InterCiências e de habilidades e competências exigidas na execução da mediação entre público e conhecimento científico. Porém, ao abordar a acessibilidade dos experimentos, encontram-se certas limitações já previstas pela Didática Multissensorial (DM), como a dificuldade de comunicação entre uma proposta visual-auditiva para pessoas com deficiência visual:

“Ah, tudo, é... Depende da deficiência, né. O problema visual acredito que poucos possam ser adaptados. Ah... porque... Esse aqui por exemplo de cores, não tem como pessoa com deficiência visual observe. Aquela sala nada disso, né. Na mecânica sim, na mecânica você pode brincar de alavanca, ele vai entender, né. O experimento de mecânica você consegue mais fácil, esses aqui da óptica eu duvido, que você consiga do jeito que eles estão, para a pessoa com deficiência visual funcionar, é... Vai ver o que? Não tem jeito.”

O trecho acima corrobora com as dificuldades apresentadas por Camargo (2012) quanto a impossibilidade de inclusão com experimentos dependentes unicamente da visão. É evidente que a inclusão da pessoa com deficiência visual é um desafio para o EF, visto que a área é construída sob uma perspectiva fundamentalmente visual, o que justifica a escolha de um experimento sobre absorção de luz e o foco na deficiência visual.

Como evidenciado pelo autor supracitado, a inclusão por uma perspectiva não unicamente visual demanda um esforço maior, ainda mais para assuntos como a óptica, visto que é, de maneira similar ao trabalho do autor, o tema mais desafiador para o entrevistado. Conseguir repensar estruturas que são intrinsecamente relacionadas à visão demonstra-se um obstáculo árduo, mas não intransponível.

Em conversas externas com o entrevistado, também foi comentado sobre como a formação em Física Licenciatura não capacita para lidar com as questões inclusivas e quanto ao sentimento de falta de preparação. Concordo com Monteiro *et al* (2014) sobre como a formação do professor de Física deve ter algum momento voltado para o ENF, como durante o estágio, por exemplo, mas acrescento que a inclusão pode ser uma questão transversal em toda a formação e, principalmente, quando diz respeito a espaços não-formais, por sua relação íntima com a divulgação científica e extensão.

5.2. Validação da Acessibilidade e Usabilidade do Experimento

A segunda parte da pesquisa foi focada na acessibilidade e na usabilidade do experimento, partindo de contribuições da percepção de duas pessoas cegas sobre a proposta prático-experimental. Com ajuda do Centro de Apoio e Integração do Deficiente de Itajubá (CAIDI), duas pessoas contribuíram para a segunda fase da pesquisa: a diretora do CAIDI, que é cega desde criança e uma pessoa que perdeu a visão há poucos anos. É importante o histórico visual, pois possuir alguma experiência de vidente pode alterar a percepção com a realidade, visto que já ter sido normovisual no passado é diferente de nunca ter visto cor ou luz ao longo da vida.

Para facilitar a identificação dos trechos, a diretora será chamada de Dora², que é uma pessoa com cega desde o nascimento e a aluna que está aprendendo braille será chamada de Toph³, que perdeu a visão há cerca de dois anos.

Seguindo a comparação dos anteparos por pares, definiu-se um tempo fixo de exposição à fonte calorífica de no mínimo 1 minuto e no máximo 1 minuto e 30 segundos, para que não ocorra uma diminuição da atenção devido ao tempo de execução da atividade. Primeiramente, houve a comparação entre as temperaturas preto e branco após um tempo de exposição à fonte de luz de 1 minuto e 10 segundos e apresentado para o teste de interpretação tátil; posteriormente, foi exposto os anteparos azul e vermelho por 1 minuto e 10 segundos e, por fim, foram utilizadas as cores azul e amarelo, com um tempo de exposição de 1 minuto.

Tabela 7. Contabilização do tempo necessário para interpretação em braille.

Cores expostas em comparação	Tempo de exposição à fonte luminosa	Tempo necessário para interpretação da cor
branco e preto	1 minuto e 10 segundos	30 segundos (preto) 20 segundos (branco)
vermelho e azul	1 minuto e 10 segundos	10 segundos (vermelho) 1min e 22s (azul)

² Dora é inspirado em Dorinha, uma personagem cega criada por Maurício Araújo de Sousa em 2004 para a revista Turma da Mônica.

³ Toph Beifong é uma guerreira cega e uma das personagens principais da animação Avatar: A Lenda de Aang, criada por Michael Dante DiMartino e Bryan Konietzko.

azul e amarelo	1 minuto	13 segundos (azul) 16 segundos (amarelo)
----------------	----------	---------------------------------------------

Fonte: o autor.

A tabela apresenta os tempos contabilizados para a interpretação da cor em cada anteparo - tempo para a devida leitura da inscrição em braille. É relevante ressaltar a diferença nos tempos em cores diferentes, já que a identificação de algumas letras que compõem determinada cor podem ser complexas em comparação a outras. Como a voluntária que participou da validação perdeu a visão há poucos anos e é iniciante no uso do braille, ainda não reconhece certas letras do alfabeto, dominando do “a” até ao “j”. Já a Dora que está ensinando a Toph a interpretar os sinais em braille, conseguiu identificar todas as cores em menos de 10 segundos, demonstrando mais experiência.

Ao expor os anteparos branco e preto para a voluntária após o tempo de absorção da fonte luminosa, foi perguntado para Toph se havia diferença de temperatura entre os anteparos:

“Esse aqui. Nossa, está bem quente mesmo... Preto.”

“O preto ficou mais quente.”

Como um resultado positivo para a identificação, em um breve momento após a proclamação das respostas acima, a aluna ainda respondeu sobre a percepção da diferença entre as temperaturas *“Sim, deu. Agora já está resfriando. Mas ainda tá bem diferente.”* O que demonstra uma diferença considerável na temperatura perceptível nos anteparos branco e preto, mesmo em algum tempo após a exposição.

Por outro lado, o teste realizado com as cores azul e vermelho demonstrou resultados negativos, pois não foi possível perceber a diferença entre a temperatura em cada anteparo segundo ambas participantes, como fica representado pela fala de Toph:

“Eu acho que o vermelho, ele esquentou mais (demorou mais 10 segundos para identificar o vermelho). Parece que os dois tão... Dá impressão que tá do mesmo jeito, da mesma temperatura. Tá... Não quente igual o preto tava, sabe?! Mas iguais.”

O resultado explicitado acima difere do esperado, visto que no teste inicial com o professor responsável pelo InterCiências o anteparo azul foi indicado como

apresentando uma maior temperatura em comparação com o vermelho, ao aplicar o mesmo tempo de exposição. A diferença pode estar em múltiplos fatores, desde a subjetividade de um indivíduo envolvido pela teoria ou até mesmo falha humana na execução do experimento.

Já o longo tempo para a leitura da escrita com a palavra “azul” em braille pode ser devido à dificuldade de compreender a letra “z”, como fica destacado nas falas de Dora que o alfabeto ainda não é de total domínio da usuária (Toph): *“Como o ‘z’ é diferente” e “A gente trabalhou bem o ‘a’ ao ‘j’, porque com a pontuação do ‘a’ ao ‘j’ a gente dá sequência do resto do alfabeto, né.”*

Por outro lado, a terceira exposição contando com os anteparos azul e amarelo demonstrou um resultado positivo: “É o azul.”, foi respondido ao perguntar sobre qual estava com uma temperatura maior. O que indica que para possíveis melhores resultados entre as comparações táteis, pode-se utilizar as configurações preto e branco, azul e amarelo ou alternando as cores mais escuras (preto e azul), com as mais claras (branco e amarelo).

É possível compreender a diminuição do tempo necessário para a interpretação das cores inscritas nos anteparos como uma adaptação prática à atividade, visto que a palavra “azul” já tinha sido identificada no segundo teste e pode ter levado a construção de uma memória tátil para a identificação das letras necessárias para a leitura. Considerando que a pessoa voluntária é iniciada em braille e que a professora que já domina o braille estava conseguindo interpretar tudo em menos de 10 segundos, é uma indicação muito relevante para a inclusão, visto que o tempo de interpretação e resposta é relevante para a interação entre indivíduos.

Para as pessoas com deficiência visual que ainda não dominam a escrita braille, há como alternativa as fitas táteis com texturas distintas em cada anteparo de cor diferente, porém, o uso exigirá um tempo maior de execução em comparação a uma pessoa vidente, visto que depende da memória para distinguir e relacionar determinada fita com cada cor.

5.3 Teste prático do experimento em uma turma

Na última etapa, o experimento foi aplicado em uma turma teste, para que os resultados fossem comparados com os dados oriundos da aplicação na segunda etapa - onde ocorreu a validação por duas pessoas cegas. A turma foi composta por alunos do terceiro ano do ensino médio ou alunos recém egressos do terceiro ano, que estavam em fase de preparação para o pré-vestibular. Contando com 6 alunos, a turma foi dividida em dois trios para facilitar a interação entre os alunos e garantir praticidade na aplicação da atividade. Para facilitar a identificação, os alunos foram nomeados de A até F.

De maneira similar à etapa anterior, a aplicação buscou identificar os tempos necessários para interpretação tátil da temperatura em cada cor e o tempo para sua interpretação, com o objetivo de estabelecer um padrão de comparação que possa inferir possibilidades de interação entre indivíduos normovisuais ou não. Assim sendo, a aplicação foi feita com a comparação dos anteparos em pares, onde cada par foi exposto à fonte de luz de maneira equidistante e padronizada, de forma que ambos anteparos receberam aproximadamente a mesma quantidade de calor.

Tabela 8. Contabilização do tempo médio necessário para interpretação pela turma normovisual.

Cores expostas em comparação	Tempo de exposição à fonte luminosa	tempo médio de interpretação
preto e branco	1 minuto	6,5 segundos
vermelho e azul	1 minuto	5 segundos
vermelho e amarelo	1 minuto	3 segundos

Fonte: o autor.

Como a turma teste utilizada em comparação com a etapa anterior foi composta por alunos videntes, o tempo de interpretação refere-se ao tempo necessário para identificar qual anteparo está com maior temperatura, visto que a identificação da cor é praticamente instantânea. O tempo apresentado na terceira coluna da Tabela é a média entre os valores dos dois trios que contribuíram na terceira etapa.

Ao utilizar os anteparos preto e branco houve uma interação similar às outras etapas, ao observar a resposta da aluna A para a sua colega ao interagir com os anteparos após o minuto de exposição: *“Esse preto está mais quente, né?”* e sobre

a diferenciação da temperatura entre as cores, ela respondeu: *“É que tá... Considerável.”* e a aluna B complementou: *“Bem morninho.”*

Em segundo momento, após a exposição das cores vermelho e azul à fonte calorífica, encontrou-se um resultado similar ao da segunda etapa, mas uma indicação mais clara de que a cor azul estava em uma temperatura maior, mesmo sendo *“Bem pouquinho a diferença”* entre os dois anteparos, segundo a aluna F. Antes da realização da atividade com as cores vermelho e azul, as alunas acreditavam que *“O vermelho vai ficar mais quente”*, porém, após a realização da atividade todos perceberam que foi o azul que ficou mais quente, o que causou surpresa entre os alunos.

Por fim, a comparação entre as cores vermelho e amarelo indicou que a composição entre as cores são potencialmente válidas para execução da atividade, como em um comentário da aluna D com a aluna E *“Tá vendo?! O vermelho é mais quente.”* De maneira inesperada, a aluna B, enquanto discordava de seu trio, afirmou que a comparação entre vermelho e amarelo, foi mais dissociável do que a entre preto e branco: *“Pra mim não. Pra mim foi agora no vermelho.”*

Ao refazer o experimento, a aluna B identificou que realmente a maior diferença de temperatura era perceptível entre o preto e branco, o que pode ter sido influenciado por inúmeros fatores. A interação entre os integrantes dos trios e entre os próprios trios é identificada como positiva, visto que os alunos levantaram hipóteses para o resultado apresentado pela aluna B: *“A hipótese é o que eu sei, ué. A sensação térmica do preto é bem maior que no branco.”*, argumentou a aluna E e *“Ela deve ter sentido errado”*, complementou a aluna F. É possível perceber argumentos no sentido da dificuldade de estabelecer medidas objetivas por meio de um sentido subjetivo, o que é positivo em uma aula de ciências.

Mesmo não sendo possível determinar em absoluto o motivo da diferença encontrada pela aluna B, a discussão torna-se relevante para o enriquecimento da atividade. O resultado pode ser explicado pela subjetividade da aluna ou até mesmo devido ao fato de que as cores preto e branco são realizadas primeiro, enquanto a lâmpada ainda está fria, logo, é válido para um bom resultado a comparação entre os pares e a possibilidade de repetição, visto que o tempo necessário para sua execução é curto.

5.4 Análise

Seguindo as cinco fases de análise de Yin (2016), anteriormente apresentadas, foi construída uma narrativa com base na interpretação dos dados. Para facilitar a identificação das transcrições diretas dos resultados, optou-se por utilizar o texto em negrito e o itálico, para o devido destaque. Os alunos participantes da terceira etapa serão nomeados de A até F, também haverá trechos da segunda etapa com a aluna e professoras cegas que participaram da validação do experimento, que para efeito de memória, serão nomeadas como Toph e Dora, respectivamente, e, por fim, incluem-se transcrições da primeira etapa realizada com o Professor Responsável pelo InterCiências (PRIC).

Acessibilidade e usabilidade

Utilizando-se de conceitos mais comuns no meio digital, define-se acessibilidade e usabilidade em uma perspectiva voltada para o Espaço InterCiências: a acessibilidade diz respeito a estabelecer condições de que todos possam acessar o ambiente, ou seja, frequentar o espaço físico sem barreiras arquitetônicas e/ou sociais; enquanto usabilidade diz respeito à capacidade de estabelecer qualquer pessoa como usufrutuário pleno do espaço em todas as suas dimensões de atuação, isto é, poder participar e usufruir de todas as atividades presentes no InterCiências (GODOY, FERREIRA e CINELLI, 2019).

Em termos de acessibilidade estrutural, o Espaço InterCiências (EIC) segue os padrões, segundo o que foi identificado pelo Professor responsável pelo EIC: ***“Aqui em termo de acessibilidade, independente se é deficiente visual ou não, ela é boa, porque é tudo aberto, o banheiro é adaptado, tudo...”*** Porém, em termos de usabilidade do Espaço ainda não há nenhum movimento coordenado, apesar de uma ou outra atividade adaptada que não estão mais presentes no EIC.

O fato de não se considerar também a usabilidade no projeto, pode ocasionar um movimento de responsabilização dos alunos pertencentes ao EIC, o que fica evidente na fala do PRIC:

O que faz ser adaptável são os petianos. Os petianos acabam ficando treinados para apresentar os experimentos de diferentes formas, dependendo da idade, da escolaridade, são um público escolar ou não, né... Se são pessoas que têm deficiência ou não. Então esse tipo de coisa a gente faz mais com trabalho dos petianos desenvolve, mas ter coisas voltadas não adianta divulgar que não tem e se tiver vai fazer um.

Pode ser positivo possuir uma experiência ampla dos alunos do PET (programa de educação tutorial), mas inferências acerca do tema demandaria outras pesquisas, com focos diferentes. Assim sendo, a atenção volta-se para a fala final do professor responsável, que destaca um fator importante para o movimento de inclusão para pessoas com deficiência no EIC: a falta de demanda.

Isto denota que a maior dificuldade para uma inclusão de qualidade é a dificuldade em lidar com atividades que dependem de interações visuais. É previsível a deficiência visual ser considerada desafiadora para a inclusão, como destacado no trabalho de Camargo (2012) e isso fica ainda mais evidente na fala do PRIC:

O problema visual acredito que poucos possam ser adaptados. Ah... porque... Esse aqui por exemplo de cores, não tem como pessoa com deficiência visual observe. Aquela sala, nada disso, né. Na mecânica sim, na mecânica você pode brincar de alavanca, ele vai entender, né. O experimento de mecânica você consegue mais fácil, esses aqui da óptica eu duvido, que você consiga do jeito que eles estão, para a pessoa com deficiência visual funcionar, é... Vai ver o que? Não tem jeito. Vai ver esquentar uma lâmpada, mais nada. O experimento não esquentar... não é lâmpada quente, né.

O professor responsável pelo EIC estava se referindo ao experimento das cores (experimento posicionado à direita na Figura 7), que consiste na exposição de duas imagens idênticas coloridas, em que cada cabine que abriga lâmpadas de cores diferentes e ao serem ligadas possibilitam perceber que a cor observada é devido a luz absorvida ou não pelo objetivo. Mesmo ambos os experimentos tratarem acerca do mesmo tema, a abordagem do experimento da Figura 7 é baseado totalmente na experiência visual, impossibilitando que seja realizado por pessoas com deficiência visual.

A fala supracitada justifica a escolha do foco da pesquisa na deficiência visual, corroborando também com a argumentação de Camargo, Nardi e Veraszto (2008) a respeito da característica do ensino tradicional fundamentar-se unicamente pelo meio visual e auditivo. As interações e atividades desenvolvidas em sala são majoritariamente focadas em uma interação visual-auditiva, mesmo em caso de uso das tecnologias digitais.

Contexto operacional e demanda

O contexto em que ocorre o ensino pode influenciar sua lógica de operação, como indicado pelo PRIC, em um ambiente não-formal de ensino uma atividade prático-experimental **“tem que ser um experimento que... a pessoa chega e consegue interagir com ele e que mostra o resultado rápido.”** Assim sendo, no EIC fica evidente a necessidade de experimentos atrativos e breves, para **“que ele (o público) não tenha que ficar perdendo tempo dele vendo, porque se não ele não fica.”**

A lógica sociocultural da contemporaneidade faz-se presente no contexto encontrado e promove interações breves, que podem ser simplesmente inerentes ao contexto não-formal de um centro de ciências ou proveniente da lógica de operação construída socialmente. Como pode ser sugerido ao refletir acerca de contextos atuais fora do ensino, como por exemplo em produções cinematográficas atuais, que se preocupam com o tempo de tela ou na forma em que o conteúdo mais popular nas redes sociais são apresentados dentro de até no máximo um minuto.

Com a necessidade de um conteúdo breve, a deficiência visual é a que mais pode ser deixada de lado, como pode indicar a fala do PRIC sobre a importância de fácil interação dos experimentos do InterCiências e **“que seja visual... O impacto visual é muito importante”**. O impacto visual realmente parece ser o mais rápido e fácil de ser obtido entre as outras opções sensoriais, como indicado pelos resultados da segunda etapa com a Toph e professora Dora relação ao tempo necessário para interpretação do experimento, entretanto, a diferença demonstrou-se baixa e em comparação com alguém já experiente em braille, a disparidade de tempo é ainda mais ínfima.

Aqui (no InterCiências) aparece mais... é... a gente sempre coloca (na ficha de visita das escolas) e dificilmente tem pessoas com deficiências diferentes da do autismo. Então, acho que nunca... bom, também depois de tantos anos acho se aconteceu uma ou duas vezes com deficiência visual foi muito. (relato do PRIC, grifo nosso).

Como na transcrição supracitada, o EIC fornece ao realizar a ficha de visitação a opção de preencher caso a turma que irá participar da visita possua alunos PAEE, mas como indicado pelo professor responsável, dificilmente houve presença de alunos com deficiência. Portanto, a questão desenrola-se como uma

falta de demanda das escolas da região ao não declarar intenção de levar alunos com deficiência visual ao InterCiências.

Segundo o censo da educação básica de 2016, do total dos alunos da educação especial matriculados em escolas especializadas e regulares, aproximadamente 8% são cegos, surdocegos ou têm baixa visão. Mesmo não sendo uma parcela desprezível, há motivos maiores para buscar a inclusão de atividades para o público não vidente: a diversificação da abordagem, que pode ser positiva para um público mais geral o possível (Camargo, 2012).

Em um estudo recente realizado em um espaço de educação não-formal em São Paulo, ao investigar os desafios de alunos com surdocegueira foi identificado a necessidade de ações:

No caso dos espaços visitados, todos deveriam possuir, previamente, profissionais adequados para o atendimento a pessoas com deficiências sensoriais. Por outro lado, os monitores constataram que a visita das alunas com surdocegueira serviu como norteadora para que os profissionais do museu percebessem o que precisavam melhorar para receberem futuramente novos públicos com as mesmas condições (Crittelli *et al*, 2020, p. 128)

Logo, a reflexão a respeito da demanda pode levar a indagações sobre a falta de movimentos para a inclusão para a usabilidade, como por exemplo se o real motivo da falta de ações para a compensação do público com deficiência visual é devido a falta de procura ou uma falta de acolhimento para essa parcela de visitantes. Ao mesmo tempo que é importante para os profissionais responsáveis pelo espaço a presença de pessoas com deficiência para gerar mobilização e aprendizado, o ambiente não é atrativo para que esse público sintam-se pertencente.

O argumento sobre a falta de demanda para a baixa movimentação para aumento da acessibilidade e usabilidade do EIC pode ser válido, mas vale considerar a possibilidade de não ser uma questão de demanda e sim um apagamento do público não-vidente. Como destacado pelos estudos da teoria Histórico-cultural, o contexto sociocultural influencia e é prévio ao desenvolvimento, logo, em um conjuntura sociocultural que não é pensada para incluir pessoas com deficiência, essas podem ser afastadas sem ao menos que os responsáveis pela instituição não-formal de ensino possam ter ciência de sua existência. Assim sendo, o movimento da inclusão deve preocupar-se em desconstruir não apenas barreiras arquitetônicas e construir atividades de compensação para a educação, porém, também levar em conta barreiras sociais. O Público Alvo da Educação Especial

(PAEE) também se entende como público da educação não-formal ou apenas como público da educação especial formal? Essa pergunta não é possível ser respondida devido à complexidade e ao fato de que cada pessoa poderia apresentar uma resposta diferente, mas é necessário que questionamentos sobre pertencimento sejam levantados.

Ao entrar em contato com a diretoria do CAIDI (Centro de Apoio e Integração do Deficiente de Itajubá), houve manifestação da intenção de interação entre o público do CAIDI com a universidade. A fala da Dora - que participou da segunda etapa, cujo objetivo foi a validação da parte tátil do experimento e é a pessoa responsável pela liderança do CAIDI - sobre a construção da atividade prático-experimental, também indica uma indignação quanto à ausência de iniciativas **“Ainda bem. Tem que fazer, né. Porque hoje tá num...”**

Mesmo com o CAIDI sendo voltado apenas para o público adulto, não torna ilegítimo a vontade de uma aproximação com os ambientes de educação.

O Experimento como Mediador

Seguindo o conceito de Vygotsky relativo a mediação da aprendizagem (Oliveira, 2008), pode-se conceber a atividade prático-experimental como o instrumento que possibilita essa mediação. Compreende-se que a mediação é a base para o desenvolvimento, potencializando o aprendizado por meio da interação (Vygotski, 1991).

Ao fazer a validação da segunda etapa com Toph, percebe-se em sua fala a constatação feita por meio do experimento, ao interagir com os anteparos branco e preto após o tempo de exposição à luz: **“É o preto, ele absorve mais. Olha como ainda tá quente”** e ao comentar com Dora sobre como percebia isso nas roupas, Dora indaga **“É verdade isso mesmo?”**

Para Toph, que foi normovisual durante muitos anos, sua experiência interfere na compreensão da atividade, mas ao interagir com Dora que é cega desde nascença, o experimento apresenta uma possibilidade de construir aquilo que foi aprendido “naturalmente” por Toph. Provavelmente ao usar tecidos mais escuros e claros, o indivíduo irá associando sua sensação térmica com o tipo de tecido e cor do tecido que está usando, o que é mais difícil de ocorrer para uma pessoa cega.

Destarte, a atividade prático-experimental permitiu que Toph relate memórias sobre o que vivenciou enquanto vidente, relacionando a sensação térmica com a cor das suas roupas e, ao mesmo tempo, possibilitou que Dora realizasse a mesma relação de associação sem possuir experiências como normovisual. É válido que as associações devem ser pensadas com cautela e apresentadas com segurança, pois podem gerar um entendimento errado ou uma simplificação exacerbada da realidade, portanto, é preciso deixar claro a relação entre tipos de materiais e absorção de calor, pois o experimento é construído com apenas um material - o EVA - para que fique fixo o mesmo calor específico em todos os anteparos.

A atividade prático-experimental não apenas possibilitou a aprendizagem de um conceito físico que era desconhecido por vias práticas para Dora, mas também ajudou no aprendizado dos alunos videntes. O experimento e sua aplicação em trios intercalados possibilitou uma maior interação entre as alunas e o aluno da terceira etapa.

O experimento em si não é o único instrumento promotor da mediação, a interação entre os alunos é essencial para a estimulação da aprendizagem. Durante a terceira etapa com os trios, o aluno C afirmou que ao comparar as cores vermelho e amarelo, o amarelo ficaria com uma temperatura maior após um minuto de exposição à fonte de luz: **“O amarelo vai ser o mais quente.”** Mas ao interagir com os anteparos e os colegas concluiu, foi confrontado com os resultados pela aluna F: **“Viu? É o vermelho!”**

As interações não ficam apenas em provocações amigáveis entre os alunos, mas também em hipóteses coletivas criadas para tentar solucionar uma questão vivenciada no experimento: como realizamos primeiro com as cores preto e branco, e, posteriormente refazendo com as outras cores, os alunos indicaram que a diferença de temperatura era mais evidente entre vermelho e azul do que entre preto e branco. Mas já nas etapas finais com a conclusão enunciada pelo aluno C de que **“Quanto mais escura a cor, mais ela absorve, quanto mais claro, mais ela reflete.”**, houve uma inconsistência, pois deveria ser mais perceptível a diferença de temperatura entre branco e preto do que entre vermelho e azul.

Ao refazer o experimento novamente com os anteparos branco e preto, a aluna A relatou que **“O preto ele está mais quente.”** e ao ser perguntada sobre a diferença de temperaturas em comparação com os anteparos azul e vermelho, ela concordou que o preto e vermelho apresentavam uma diferença de temperatura

mais evidente, o que fica evidente na fala da colega F **“A diferença é menor do que as outras (vermelho e azul), não tem tanta diferença igual esse aqui (falando sobre os anteparos branco e preto)”**.

Em elaborações, a aluna F trouxe sua proposta: **“A hipótese é o que eu sei, ué. A sensação térmica do preto é bem maior que no branco.”** Mesmo sem resolver a inconsistência identificada, a fala da aluna E demonstra a tentativa de internalização da atividade executada com os colegas e é logo auxiliada pela colega F **“Ela deve ter sentido errado.”**

Potencial de aprendizagem

O resultado quanto ao conceito físico abordado pela atividade foi promissor, mesmo baseado na sensação térmica - o que pode ser considerada uma medida subjetiva e pouco precisa - ainda foi possível alcançar todas as respostas esperadas.

Além dos resultados positivos quanto às respostas recebidas nas interações práticas, ainda houve possibilidade de identificar falas dos alunos que indicam um entendimento errado, que pode ter sido construído no estudo de outras disciplinas. Durante o teste com as cores vermelho e azul, antes de realizar a atividade a aluna B afirmou que **“O vermelho vai ficar mais quente.”** e a aluna F fez coro **“Eu acho que vai ser vermelho.”** Entretanto, logo depois ao fazer o contato com as cores perceberam que o azul ficou com uma temperatura maior, mas o que pode ter levado à essa resposta? Não é possível afirmar com certeza as razões, mas discutir resultados esperados e inesperados com os alunos são positivos, considerando a surpresa uma boa indicação.

Na própria fala da aluna B após a constatação de que o azul estava com uma temperatura maior pode indicar a origem de sua resposta: **“Vermelho é quente e azul é cor fria.”** O erro encontrado ocorre pode ser devido a confusão causada pelo estudo das cores quentes e cores frias, pois, normalmente as cores quentes são chamadas assim por transmitir sensação de calor e alegria, enquanto as cores frias transmitem sensação de tranquilidade, o que não representa o mesmo resultado a respeito do estudo físico da absorção e reflexão de luz branca por objetos de cores diferentes. Mesmo sendo uma analogia oriunda dos estudos das cores na disciplina de Artes, pode gerar concepções alternativas dos alunos ao misturar estudos

diferentes que compartilham a mesma nomenclatura e é necessário que esse processo de comparação seja realizado para identificação do erro, possibilitando uma melhor aprendizagem dos conceitos físicos e também dos conceitos subjetivos de Artes.

Assim sendo, a aluna B, ao interagir com o experimento, teve a oportunidade de relatar o que foi estudado e constatar que um conhecimento prévio não necessariamente é suficiente ou corresponde com o fenômeno estudado. A atividade proposta não deve colocar-se como uma contraposição aos outros conhecimentos construídos, mas como uma chance de destacar a complexidade e ramificações do conhecimento.

De maneira similar, mas por motivos desconhecidos, o aluno C, ao participar da comparação dos anteparos amarelo e azul previamente, afirmou que o amarelo seria o que ficaria com a maior temperatura: **“O amarelo vai ser o mais quente.”** Mas logo após a atividade, ao perceber que o azul ficou com uma maior temperatura, concluiu que **“Quanto mais escuro mais calor, quanto mais claro mais reflete”** e reformulou depois: **“Quanto mais escura a cor, mais ela absorve. Quanto mais claro, mais ela reflete.”**

O trecho destacado acima pode indicar a consolidação do conhecimento que a atividade prático-experimental busca desencadear. Entretanto, é necessário ter cautela com generalizações e simplificações causadas. É positivo que o conhecimento seja relacionado com algo do cotidiano, como na fala da aluna D ao afirmar que a diferença de temperatura **“É por causa da cor. É que nem usar camiseta preta no dia de sol... Você morre.”**. Novamente, é necessário cautela e deixar claro as condições da atividade, como o fato de que todos os anteparos são feitos do mesmo material e por isso possuem o mesmo calor específico, assim sendo possível a comparação entre as cores.

6. Considerações Finais

A presente pesquisa utiliza-se de uma proposta de atividade experimental voltada para pessoas com deficiência visual, partindo da desconstrução de proposta de ensino baseada unicamente na visão e audição, em sentido de uma abordagem mais diversificada sensorialmente. Como indicado nos estudos de Camargo (2012), os conceitos científicos ensinados que são baseados que demandam memórias visuais - como cores, raio de luz e reflexão - destacam-se por sua dificuldade para a inclusão de pessoas com deficiência, o que justifica o foco dessa atividade prático-experimental na deficiência visual e o conteúdo do experimento escolhido ser acerca da teoria das cores.

Iniciando com o objetivo central de compreender as possibilidades de implementação de uma proposta prático-experimental inclusiva baseada na Didática Multissensorial (DM) em um contexto não-formal de ensino, o presente trabalho destaca a construção e aperfeiçoamento da atividade experimental em questão. Destarte, o maior desafio encontrado não está na construção do aparato experimental, mas sim na sua implementação.

Ao investigar acerca da acessibilidade e usabilidade no Espaço InterCiências (EIC), que é o centro de ciências onde ocorre a pesquisa, foi possível identificar um desalinhamento dos dois conceitos. Enquanto a acessibilidade é garantida pela estrutura física do EIC, a usabilidade das atividades prático-experimentais é promovida de maneira singular e isolada, sem constância e continuidade. Assim sendo, a implementação esbarra com o desafio de conseguir estabelecer permanência no InterCiências, visto que atividades adaptadas ou construídas sobre o viés da compensação são descontinuadas.

Junto com o déficit da usabilidade, surge a questão da falta de demanda como causadora dessa insuficiência. Porém, o número de alunos com deficiência visual do censo escolar de 2016 não é desprezível (cerca de 8% do total de alunos da educação especial) e mesmo que seja o caso, a adaptação multissensorial demonstrou potencial para favorecer os alunos com deficiência visual e sem deficiência visual.

A ausência de procura por visitas por pessoas com deficiência visual pode ser interpretada como uma questão de demanda, mas também como uma barreira

sociocultural, que é a perspectiva do presente trabalho. A falta de movimentação para a construção de um ambiente que acolha esse público pode causar baixa procura, visto que o pertencimento pode ser um fator crucial na inclusão.

Quanto à capacidade de compensação da atividade experimental construída, a disparidade de tempo de uma pessoa cega em comparação com um grupo teste só ocorreu para alguém que estava começando a aprender a ler em braille. Em média, o tempo necessário para a interpretação das informações por pessoa cega ainda inexperiente em braille é de cerca de um minuto a mais do que do grupo teste, entretanto, a diferença cai para 5 segundos quando é analisado o tempo de uma pessoa cega já experiente em braille. Como esperado, a experiência do indivíduo altera a sua interação com o experimento e varia a fluidez com que as articulações comunicacionais são estabelecidas, podendo favorecer a comunicação entre sujeitos normovisuais ou não.

Utilizar-se de uma abordagem sensorial foi positivo ao despertar a possibilidade de identificação de concepções alternativas nos alunos a respeito das cores dos objetos, como o pensamento que o vermelho é quente e o azul frio, o que não corresponde com a realidade da absorção e reflexão da luz branca em objetos. Assim, além de promover a diversificação no ensino, a proposta prático-experimental foi vitoriosa na sua execução ao suscitar entre os alunos hipóteses e discussões sobre os resultados experienciados por eles.

Espera-se que esse estudo possa contribuir com a construção do conhecimento a respeito da inclusão no Ensino de Física no contexto não-formal, principalmente em relação a possibilidades de novas pesquisas. Além da proposta experimental apresentada, a investigação destaca o caráter universal de sua aplicação, podendo servir para o ensino e aprendizagem de um público mais diverso. A universalidade é uma meta, mesmo que inalcançável, pois tornar a atividade mais acessível para o maior número de pessoas possíveis pode não ser possível em todas as situações, mas o foco na deficiência visual e em um conceito da óptica demonstra a possibilidade de compensação na maioria delas.

A própria modificação do experimento pode causar o surgimento de concepções alternativas nos alunos, devido a limitações e simplificações, que também são comuns no próprio ensino de ciências. Mesmo não sendo possível identificar nenhuma concepção alternativa causada pela proposta nas três etapas da pesquisa, é importante o papel do profissional da educação ao mediar a

construção do conhecimento, sem criar uma ingenuidade nos alunos quanto às simplificações da realidade para fins didáticos.

Ficou evidente a importância dos alunos da licenciatura em física e matemática no funcionamento do EIC e como o InterCiências é rico para a formação desses alunos. Assim, uma investigação focada na formação desses futuros professores e professoras quanto às habilidades e competências frente ao trabalho com alunos da educação especial em um contexto não-formal, indica um bom caminho para pesquisas futuras. Enquanto o ensino formal, em sua especificidade, lida com o PAEE, os centros de ciências e divulgação científica também devem se atentar a esse público.

Referências

ABREU, F. S. D.; PERIVA, P. L. M. Deficiência e Teoria Histórico-Cultural: por que se voltar a Vigotski é ainda necessário? in: ABREU, F. S. D. *et al.* Diversidade e Inclusão: o que a Teoria Histórico-Cultural tem a contribuir? Curitiba: editora CRV, 2022.

ARANHA, M. S. F. Trabalho e Emprego: instrumento de construção da identidade pessoal e social. Brasília, 2003. Disponível em: <<https://l1nq.com/ygxWY>> Acesso em: 10 jul de 2023.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n. 2, 2003.

BARBOSA, M. V.; MILLER, S.; MELLO, S. A. Teoria Histórico-Cultural: questões fundamentais para a educação escolar. São Paulo: Cultura Acadêmica Editora, 2016.

BIZERRA, A. F. Atividade de aprendizagem em museus de ciência. Orientadora: Martha Marandino. Tese (Doutorado) - Doutorado em Educação, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2009.

BORGES, A. T.; GOMES, A. D. T. Percepção de estudantes sobre desenhos de testes experimentais. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 22, n. 1, p. 71-94, 2005.

BRASIL. Política Nacional de Educação Especial. Brasília, 2008.

BRASIL. Lei 13.146: Lei Brasileira de Inclusão das Pessoas com Deficiência. 2015.

CAMARGO, E. P.; NARDI, R.; VERASZTO, E. V. A comunicação como barreira à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de óptica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 30, n. 3, 2008.

CAMARGO, E. P. Inclusão social, educação inclusiva e educação especial: enlaces e desenlaces. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 23, n. 1, p. 1-6, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/HN3hD6w466F9LdcZqHhMmVq/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em: 18 jul. 2023.

CAMARGO, E. P. Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de física. SP: Editora UNESP. 2012. Disponível em: <<https://static.scielo.org/scielobooks/zq8t6/pdf/camargo-9788539303533.pdf>> Acesso em: 10 jul. 2023.

CAVALCANTE, M.; BALATON, M.; TEIXEIRA, A. C. Estudos das cores com arduino scratch e tracker. *Física na Escola*, v. 14, n. 1, 2016.

COSTA, R. F. *et al.* Desempenho e eficiência térmica de forros de cobertura composto de EVA + resíduos para instalações avícolas. Vol. 38, n. 46. *Revista Espacios*, 2017. Disponível em: <<https://www.revistaespacios.com/a17v38n46/a17v38n46p10.pdf>> Acesso em: 10 jul. 2023.

COSTA, J. F. S. Percepção espacial de deficiente visual por meio da modelagem matemática. Orientadora: Maria Salett Biembengut. Dissertação (Mestrado) - pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2014.

CRITTELLI, B. *et al.* Os desafios para os alunos com surdocegueira em um espaço de educação não-formal in: CAMARGO, E. P. Inclusão escolar dos alunos público-alvo da educação especial: pesquisas em ensino de física, química, biologia e astronomia. Editora Cultura Acadêmica, São Paulo, 2020.

DINIZ, D. O que é deficiência. São Paulo: Brasiliense, 2007.

FERREIRA, D. S.; CAMARGO, E. P.; SANTOS, J. A. A didática multissensorial das ciências como metodologia para o ensino de física e a inclusão de pessoas com deficiência. An. Sciencult. Paranaíba, v. 3, n.1, p. 49-55, 2011.

FRASER, M. T. D; GONDIM, S. M. G. Da fala do outro ao texto negociado: discussões sobre a entrevista na pesquisa qualitativa. Paidéia (Ribeirão Preto), Ribeirão Preto, v. 14, n. 28, p. 139-152, Ago. 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-863X2004000200004> . Acesso em 12 fev. 2024.

FREIRE, P. Pedagogia do oprimido. Paz & Terra. Rio de Janeiro/São Paulo: 65ª edição, 2018.

GALIAZZI, M. C. *et al.* Objetivos das Atividades Experimentais no Ensino Médio: A pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. Ciência & Educação, v.7, n.2, 2001.

GARCIA, R. M. C.; MICHELS, M. H. A Política de Educação Especial no Brasil (1991-2011): uma análise da Produção do GT15 – Educação Especial da ANPED. Revista Brasileira de Educação Especial, v. 17, p. 105-124, 2011.

GASPAR, A. Atividades experimentais no ensino de física: uma nova visão baseada na teoria de Vigotski. LF editorial, 2014.

GESSER, M.; BLOCK, P.; MELLO, A. G. ESTUDOS DA DEFICIÊNCIA: interseccionalidade, anticapacitismo e emancipação social. *in*: GESSER, M.; BÖCK, G. L. K.; LOPES, P. H. ESTUDOS DA DEFICIÊNCIA: anticapacitismo e emancipação social. Editora CRV, Curitiba, Brasil, 2020, p. 17-35.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. Revista de Administração de Empresas, v.35, n.3, 1995, p. 20-29. Disponível em <<https://doi.org/10.1590/S0034-75901995000300004>> Acesso em: 12 de fev. de 2024.

GODOY, L.; FERREIRA, M. G. G.; CINELLI, M. J. Usabilidade e acessibilidade: heurística de usabilidade em projetos destinados a pessoas com deficiência. Revista Projética, Londrina, v. 10, n. 1, p. 9-24, 2019.

GOMES, M. R. O Ensino de Ondas Sonoras para Alunos com Deficiência Auditiva Utilizando um Kit Experimental Sensitivo e uma Sequência Didática. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, São Paulo, 2018.

GRUZMAN, C.; SIQUEIRA, V. H. F. O papel educacional do Museu de Ciências: desafios e transformações conceituais. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias v. 6, Nº 2, p. 402-423, 2007. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART10_Vol6_N2.pdf> Acesso em: 20 jul. 2023.

GURIDI, V. M.; DARIM, L. P.; CRITTELLI, B. Reflexões acerca da didática multissensorial aplicada ao ensino de ciências para pessoas com deficiência. REVISTA DE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA, v. 32, Número Extra. 2020. Disponível em: <<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/30990/31652>> Acesso em 10 jul. 2023.

JACOBUCCI, D. F. C. Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica. Uberlândia, v. 7, 2008.

LEITE, L. P.; LACERDA, C. B. F. A construção de uma escala sobre as concepções de deficiência: procedimentos metodológicos. Psicol. USP, v. 29, n. 3, p. 432-441, 2018. Disponível em <<https://doi.org/10.1590/0103-65642018109>> Acesso em: 13 fev. de 2024.

MARTINS, O. B.; MOSER, A. Conceito de mediação em Vygotsky, Leontiev e Wertsch. Revista Intersaberes, v. 7, n. 13, 2012.

MALHEIRO, J. M. S. Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades. ACTIO, Curitiba, v. 1, n. 1, p.108-127, 2016. Disponível em: <[10.3895/actio.v1n1.4796](https://doi.org/10.3895/actio.v1n1.4796)> Acesso em: 06 de mar. de 2024.

MENDONÇA, A. S. Desenvolvimento e aplicação de uma maquete sobre as Leis de Kepler para a inclusão de alunos com deficiência visual no Ensino de Física. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente/SP, 2015.

MONTEIRO, M. A. A. *et al.* Avaliação de monitorias realizadas em um centro de ciências. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas, v. 36, n. 3, 2014.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. Estudos Avançados, 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ea/a/3JTLwqQNsfWPqr6hjzyLQzs/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em: 18 jul de 2023.

OLIVEIRA, M. K. Vygotsky Aprendizado e Desenvolvimento Um Processo Sócio-Histórico. Editora Scipione, 4ª edição, 2008.

HECK, G. S. Popularização da ciência e inclusão de surdos: um estudo sobre espaços museais acessíveis. Dissertação (Mestrado) - pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, RS, 2021.

HEHIR, T. *et al.* Os Benefícios da Educação Inclusiva para Estudantes com e sem Deficiência. SP: Instituto Alana, 2016.

HIGA, I.; OLIVEIRA, O. B. A experimentação nas pesquisas sobre o ensino de Física: fundamentos epistemológicos e pedagógicos. Educar em Revista, Curitiba, n. 44, p. 75-92, 2012. Disponível em: <<http://educa.fcc.org.br/pdf/er/n44/n44a06.pdf>> Acesso em: 13 de jul. 2023.

PEREIRA, M. C.; MOREIRA, M. C. A. Atividades prático-experimentais no ensino de Física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 34, n. 1, p. 265-277, 2017.

PEREIRA, K. R. C. O legado vigotskiando à Educação Inclusiva - algumas reflexões in: ABREU, F. S. D. *et al.* Diversidade e Inclusão: o que a Teoria Histórico-Cultural tem a contribuir? Curitiba: editora CRV, p. 55-69, 2022.

REGINALDO, C. C.; SCHEID, N. J.; GÜLLICH, R. I. C. O ensino de ciências e a experimentação. In: ANPED SUL SEMINÁRIO DE PESQUISA DA REGIÃO SUL, IX, 2012. Anais [...]. Caxias do Sul, RS, 2012.

RIBEIRO, L.; OLIVEIRA, A. Experimento de baixo custo no ensino de absorção de calor sob a perspectiva inclusiva. In: XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física. Manaus, AM, jan. 2011. Programação do XIX Snef. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0341-1.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2023.

SILVA, D. M. Calor Específico de uma substância. PrePara Enem, 2019. <<https://www.preparaenem.com/fisica/calor-especifico-uma-substancia.htm>> Acesso em: 18 ago. 2023.

SOLER, M. A. Didáctica multissensorial de lãs ciencias: um nuevo método para alumnos ciegos, deficientes visuales, y también sin problemas de visión. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, 1999.

SOUZA, V. L. T.; ANDRADA, P. C. Contribuições de Vigotski para a Compreensão do Psiquismo. Estudos de Psicologia, Campinas, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-166X2013000300005>> Acesso em: 14 fev. 2024.

TENÓRIO, Robinson Moreira; FERRAZ, Maria do Carmo Gomes; PINTO, Jucinara de Castro Almeida. Eficácia e equidade: indicadores de qualidade da educação básica no Brasil. Projeto Equidade no Ensino Superior. Faculdade de Educação – FACED, 2015.

VIGOTSKI, L. S. A Formação social da mente. 6ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

VYGOTSKI, L. S. A Formação Social da Mente. Livraria Martins Fontes, São Paulo, 4ª edição, 1991.

VYGOTSKI, L. S. Obras Escogidas V: fundamentos de defectologia. Madrid: Visor, 1997.

YIN, R. K. Pesquisa qualitativa do início ao fim. Porto Alegre, RS: Penso, 2016.

ZERBATO, A. P.; MENDES, E. G. Desenho universal para a aprendizagem como estratégia de inclusão escolar. Educação Unisinos, 2018. Disponível em <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449657611004>> Acesso em: 13 fev. 2024.

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário da pesquisa **“ENSINO DE FÍSICA E EDUCAÇÃO INCLUSIVA: atividades experimentais adaptadas e suas contribuições”**. Leia com calma, atenção e tempo o presente termo. Tal estudo é importante, pois o ensino inclusivo, cujo público alvo encontram-se alunos com ou sem deficiência, demanda que ações de compensações sejam estudadas e implementadas para o alcance da equidade entre oportunidades de ensino, ainda mais para o Ensino de Física, que possui desafios próprios devido ao ensino tradicional ocorrer sob um viés visual-auditivo, o que acaba excluindo alunos com deficiência visual. A presente pesquisa tem por objetivo compreender as possibilidades da implementação de uma proposta prático-experimental de um experimento acessível em um ambiente não-formal de ensino, no caso em questão o Espaço InterCiências da UNIFEI.

PARTICIPAÇÃO NO ESTUDO

A sua participação no estudo referido será da seguinte forma: participar interagindo com o experimento, que consiste em uma fonte de calor (uma lâmpada) que irá esquentar objetos de materiais idênticos, mas com cores diferentes. Os objetos de cores diferentes serão expostos à fonte de calor em pares e o papel dos participantes consiste basicamente em utilizar seus meios táteis e sua sensação térmica para investigar a diferença ou não da temperatura entre os objetos de cores distintas.

RISCOS

Os riscos envolvidos nessa pesquisa são riscos mínimos, que podem envolver desconforto ou constrangimento com o desenvolvimento de alguma das atividades. No entanto, esses riscos buscarão ser minimizados por meio de algumas medidas:

- Os dados coletados ficarão sob guarda somente do pesquisador, não será permitido que outras pessoas acessem a transcrição dos dados coletados.
- Não será permitido fotos ou vídeos dos participantes, apenas a gravação do áudio no momento de interação e transcrição posterior, que ficará sob domínio do pesquisador.
- A identidade de todos os participantes será preservada e seus nomes não serão expostos.
- A fonte calorífica utilizada não ficará ligada por mais de 2 minutos em cada etapa da atividade prático-experimental (para não causar desconforto nos participantes devido ao calor) e a exposição geral não passará de 30 minutos, ou seja, o tempo

total necessário para execução da atividade será limitado para evitar falta de atenção e/ou aborrecimento nos participantes.

Todas as etapas da pesquisa serão explicadas de forma clara e objetiva, buscando sempre respeitar os valores, dignidade e integridade física dos estudantes, além de que a pesquisa não pretende fazer julgamentos.

BENEFÍCIOS

A pesquisa possivelmente trará benefícios, tais como possibilitar a participação em um ambiente diverso, podendo contribuir e ser beneficiado por uma perspectiva multissensorial de ensino, assim sendo, compreender conceitos físicos por meio de uma via tátil-sensorial, sobre os quais você poderá esclarecer dúvidas a qualquer momento.

SIGILO E PRIVACIDADE

Como participante de pesquisa, sua privacidade será respeitada, seu nome e qualquer outro dado que possa te identificar serão mantidos em sigilo. Os pesquisadores se responsabilizam pela guarda e confidencialidade das informações, bem como a não exposição dos dados de pesquisa, preservando assim o anonimato destes dados, durante todas as fases da pesquisa. Os dados obtidos serão utilizados para outros fins que não seja o explícito neste termo.

AUTONOMIA

Será garantida assistência a você de forma imediata, integral e gratuita, durante, após e/ou na interrupção da pesquisa. Assim como o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos sobre o estudo e suas consequências, ou seja, tudo o que queira saber antes, durante e depois de sua participação. Você terá o acesso aos resultados da pesquisa a qualquer momento e sempre que solicitar, exceto se houver justificativa metodológica para tal (caso a informação venha a interferir nos métodos ou no desfecho da pesquisa), apreciada e aprovada pelo Sistema CEP/CONEP. Você tem plena liberdade de se recusar a ingressar no estudo ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem precisar se justificar e sem penalização alguma por parte dos pesquisadores ou da instituição. Além disto, você tem o direito de se retirar do estudo a qualquer momento e não querer disponibilizar mais qualquer tipo de informação ao pesquisador responsável e à sua equipe.

RESSARCIMENTO E INDENIZAÇÃO

Caso você tenha qualquer despesa decorrente da participação na pesquisa, tais como transporte, alimentação, entre outros, haverá ressarcimento dos valores gastos da seguinte forma: ressarcimento por meio de depósito bancário em conta corrente e preferencialmente por transferência via pix.

De igual maneira, caso ocorra algum dano decorrente de sua participação no estudo, você tem o direito de buscar a indenização conforme determina a lei.

CONTATO

O pesquisador envolvido com o referido projeto é Natã Nadher Rezende Feitoza, vinculado ao Instituto de Física e Química da Universidade Federal de Itajubá, RG: 12.664.712, CPF: 016.498.226-42, com ele você pode manter contato pelo telefone: (35) 99926-3257 e pelo email natanadher.re@gmail.com

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é composto por um grupo de pessoas que trabalham para garantir que seus direitos como participante de pesquisa sejam respeitados. O grupo tem a obrigação de avaliar se a pesquisa foi planejada e se está sendo executada de maneira ética.

Se você achar que a pesquisa não está sendo realizada de tal forma ou que está sendo prejudicado de alguma maneira, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da FEPI, coordenado pelo Prof. Me. Leonardo José Rennó Siqueira e situado na Av. Dr. Antônio Braga Filho, número 687, Bairro Varginha, pelo telefone (35) 3629-8400 ramal 430, ou pelo e-mail cep@fepi.br.

CONSENTIMENTO

Entendi todas as informações presentes neste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e tive a oportunidade de discutir as informações relacionadas à pesquisa. Todas as minhas perguntas foram respondidas e eu estou satisfeito com as respostas. Entendo que receberei uma via assinada e datada deste documento e que outra via assinada e datada será arquivada pelo pesquisador responsável do estudo. Você poderá solicitar o acesso ao registro do consentimento sempre que necessário.

Por fim, fui orientado a respeito do que foi mencionado neste termo e compreendo a natureza e o objetivo do estudo, manifesto meu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico a receber ou a pagar por minha participação.

Li e concordo em participar da pesquisa.

Dados do Participante de Pesquisa	
Nome:	
Telefone:	
E-mail:	

Itajubá, _____ de _____ de _____.

Assinatura do Participante da Pesquisa

Assinatura do Pesquisador

USO DE IMAGEM

Autorizo o uso do meu áudio para fins da pesquisa, sendo seu uso restrito a transcrição da gravação realizada.

Assinatura do participante de pesquisa

Assinatura do Pesquisador

APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MENORES DE 18 ANOS OU INCAPAZES LEGALMENTE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MENORES DE 18 ANOS OU MAIORES DE 18 ANOS INCAPAZES LEGALMENTE

Seu/Sua filho(a) está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar do estudo Ensino de Física e Educação Inclusiva: atividades experimentais adaptadas e suas contribuições. Leia com calma, atenção e tempo o presente termo. Tal estudo é importante, pois o ensino inclusivo, cujo público alvo encontram-se alunos com ou sem deficiência, demanda que ações de compensações sejam estudadas e implementadas para o alcance da equidade entre oportunidades de ensino, ainda mais para o Ensino de Física, que possui desafios próprios devido ao ensino tradicional ocorrer sob um viés visual-auditivo, o que acaba excluindo alunos com deficiência visual. A presente pesquisa tem por objetivo o de compreender as possibilidades da implementação de uma proposta prático-experimental de um experimento acessível em um ambiente não-formal de ensino, no caso em questão o Espaço InterCiências da UNIFEI.

PARTICIPAÇÃO NO ESTUDO

A sua participação no estudo referido será da seguinte forma: participar interagindo com o experimento, que consiste em uma fonte de calor (uma lâmpada) que irá esquentar objetos de materiais idênticos, mas com cores diferentes. Os objetos de cores diferentes serão expostos à fonte de calor em pares e o papel dos participantes consiste basicamente em utilizar seus meios táteis e sua sensação térmica para investigar a diferença ou não da temperatura entre os objetos de cores distintas.

RISCOS

Os riscos envolvidos nessa pesquisa são riscos mínimos, que podem envolver desconforto ou constrangimento com o desenvolvimento de alguma das atividades. No entanto, esses riscos buscarão ser minimizados por meio de algumas medidas:

- Os dados coletados ficarão sob guarda somente do pesquisador, não será permitido que outras pessoas acessem a transcrição dos dados coletados.
- Não será permitido fotos ou vídeos dos participantes, apenas a gravação do áudio no momento de interação e transcrição posterior, que ficará sob domínio do pesquisador.
- A identidade de todos os participantes será preservada e seus nomes não serão expostos.
- A fonte calorífica utilizada não ficará ligada por mais de 2 minutos em cada etapa da atividade prático-experimental (para não causar desconforto nos participantes

devido ao calor) e a exposição geral não passará de 30 minutos, ou seja, o tempo total necessário para execução da atividade será limitado para evitar falta de atenção e/ou aborrecimento nos participantes.

Todas as etapas da pesquisa serão explicadas de forma clara e objetiva, buscando sempre respeitar os valores, dignidade e integridade física dos estudantes, além de que a pesquisa não pretende fazer julgamentos.

BENEFÍCIOS

A pesquisa possivelmente trará benefícios, tais como possibilitar a participação em um ambiente diverso, podendo contribuir e ser beneficiado por uma perspectiva multissensorial de ensino, assim sendo, compreender conceitos físicos por meio de uma via tátil-sensorial, sobre os quais você poderá esclarecer dúvidas a qualquer momento.

SIGILO E PRIVACIDADE

Como participante de pesquisa, sua privacidade será respeitada, seu nome e qualquer outro dado que possa te identificar serão mantidos em sigilo. Os pesquisadores se responsabilizam pela guarda e confidencialidade das informações, bem como a não exposição dos dados de pesquisa, preservando assim o anonimato destes dados, durante todas as fases da pesquisa. Os dados obtidos não serão utilizados para outros fins que não seja o explícito neste termo.

AUTONOMIA

Será garantida assistência a você de forma imediata, integral e gratuita, durante, após e/ou na interrupção da pesquisa. Assim como o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos sobre o estudo e suas consequências, ou seja, tudo o que queira saber antes, durante e depois de sua participação. Você terá o acesso aos resultados da pesquisa a qualquer momento e sempre que solicitar, exceto se houver justificativa metodológica para tal (caso a informação venha a interferir nos métodos ou no desfecho da pesquisa), apreciada e aprovada pelo Sistema CEP/CONEP. Você tem plena liberdade de se recusar a ingressar no estudo ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem precisar se justificar e sem penalização alguma por parte dos pesquisadores ou da instituição. Além disto, você tem o direito de se retirar do estudo a qualquer momento e não querer disponibilizar mais qualquer tipo de informação ao pesquisador responsável e à sua equipe.

RESSARCIMENTO E INDENIZAÇÃO

Caso você tenha qualquer despesa decorrente da participação na pesquisa, tais como transporte, alimentação, entre outros, haverá ressarcimento dos valores gastos da seguinte forma: ressarcimento por meio de depósito bancário em conta corrente e preferencialmente por transferência via pix.

De igual maneira, caso ocorra algum dano decorrente de sua participação no estudo, você tem o direito de buscar a indenização conforme determina a lei.

CONTATO

O pesquisador envolvido com o referido projeto é Natã Nadher Rezende Feitoza, vinculado ao Instituto de Física e Química da Universidade Federal de Itajubá, RG: 12.664.712, CPF: 016.498.226-42, com ele você pode manter contato pelo telefone: (35) 99926-3257 e pelo email natanadher.re@gmail.com

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é composto por um grupo de pessoas que trabalham para garantir que seus direitos como participante de pesquisa sejam respeitados. O grupo tem a obrigação de avaliar se a pesquisa foi planejada e se está sendo executada de maneira ética.

Se você achar que a pesquisa não está sendo realizada de tal forma ou que está sendo prejudicado de alguma maneira, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da FEPI, coordenado pelo Prof. Me. Leonardo José Rennó Siqueira e situado na Av. Dr. Antônio Braga Filho, número 687, Bairro Varginha, pelo telefone (35) 3629-8400 ramal 430, ou pelo e-mail cep@fepi.br.

CONSENTIMENTO

Entendi todas as informações presentes neste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e tive a oportunidade de discutir as informações relacionadas à pesquisa. Todas as minhas perguntas foram respondidas e eu estou satisfeito com as respostas. Entendo que receberei uma via assinada e datada deste documento e que outra via assinada e datada será arquivada pelo pesquisador responsável do estudo. Você poderá solicitar o acesso ao registro do consentimento sempre que necessário.

Por fim, fui orientado a respeito do que foi mencionado neste termo e compreendo a natureza e o objetivo do estudo, manifesto meu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico a receber ou a pagar por minha participação.

Li e concordo em participar da pesquisa.

Dados do Participante de Pesquisa	
Nome:	
Telefone:	
E-mail:	

Dados do responsável pelo participante de pesquisa	
Nome:	
Telefone:	

Itajubá, _____ de _____ de _____.

Assinatura do Participante da Pesquisa

Assinatura do Pesquisador

Assinatura do Responsável pelo Participante da Pesquisa

USO DE IMAGEM

Autorizo o uso do meu áudio para fins da pesquisa, sendo seu uso restrito a transcrição da gravação realizada.

Assinatura do participante de pesquisa

Assinatura do Pesquisador

Assinatura do Responsável pelo Participante de Pesquisa

APÊNDICE C - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa “**ENSINO DE FÍSICA E EDUCAÇÃO INCLUSIVA: atividades experimentais adaptadas e suas contribuições**”. Leia com calma, atenção e tempo o presente termo. O motivo que leva a estudar esse assunto é a necessidade de repensar propostas de ensinamentos que sejam eficazes em um ambiente diverso, promovendo a interação e o ensino de alunos com e sem deficiência em um ambiente inclusivo. Nesse estudo pretende-se investigar as possibilidades e limitações de uma atividade experimental acessível em um ambiente inclusivo, que ao propor uma diversificação tátil-sensorial (não apenas dependendo da visão, mas sendo possível realizar a proposta por meio da sensação do toque e da sensação térmica) pode-se estabelecer uma atividade em comum com alunos com e sem deficiência.

Para participar deste estudo, você deve interagir com o experimento, que consiste em uma fonte de calor (uma lâmpada) que irá esquentar objetos de materiais idênticos, mas com cores diferentes. Os objetos de cores diferentes serão expostos à fonte de calor ao mesmo tempo e o papel dos participantes consiste basicamente em utilizar seus meios táteis e sua sensação térmica para investigar a diferença ou não da temperatura entre os objetos de cores distintas.

Você foi escolhido(a) para participar porque se encaixa por ser um estudante do ensino tradicional, ou seja, é o público principal do Espaço InterCiências, que oferece convites de visitas para escolas de Itajubá e região, contando com um espaço localizado na Unifei com experimentos sobre Física e Matemática.

Você será esclarecido(a) em qualquer aspecto que quiser e estará livre para participar ou recusar-se, de forma que você pode assentir seu consentimento por meio de sua assinatura ou também por meio de uma gravação de vídeo evidenciando o assentimento. Para participar deste estudo, o seu responsável deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (para menores de 18 anos ou maiores de 18 anos incapazes legalmente). Você ou o seu responsável poderão retirar o consentimento ou interromper sua participação a qualquer momento sem qualquer prejuízo à vocês.

Tal participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que você está sendo recepcionado. O pesquisador garante que tratará sua identidade e seus dados com padrões de sigilo.

Os riscos envolvidos nessa pesquisa são riscos mínimos, que podem envolver desconforto ou constrangimento com o desenvolvimento de alguma das atividades. No entanto, esses riscos buscarão ser minimizados por meio de algumas medidas:

- Os dados coletados ficarão sob guarda somente do pesquisador, não será

permitido que outras pessoas acessem os questionários coletados.

- Não será permitido fotos ou vídeos dos participantes, apenas a gravação do áudio no momento de interação e transcrição posterior, que ficará sob domínio do pesquisador.
- A identidade de todos os participantes será preservada e seus nomes não serão expostos.
- A fonte calorífica utilizada não ficará ligada por mais de 2 minutos em cada etapa da atividade prático-experimental (para não causar desconforto nos participantes devido ao calor) e a exposição geral não passará de 30 minutos, ou seja, o tempo total necessário para execução da atividade será limitado para evitar falta de atenção e/ou aborrecimento nos participantes.

Todas as etapas da pesquisa serão explicadas de forma clara e objetiva, buscando sempre respeitar os valores, dignidade e integridade física dos estudantes, além de que a pesquisa não pretende fazer julgamentos.

A pesquisa possivelmente trará benefícios, tais como possibilitar a participação em um ambiente diverso, podendo contribuir e ser beneficiado por uma perspectiva multissensorial de ensino, assim sendo, compreender conceitos físicos por meio de uma via tátil-sensorial, sobre os quais você poderá esclarecer dúvidas a qualquer momento.

Será garantida assistência a você de forma imediata, integral e gratuita, durante, após e/ou na interrupção da pesquisa. Assim como o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos sobre o estudo e suas consequências, ou seja, tudo o que queira saber antes, durante e depois de sua participação. Você terá o acesso aos resultados da pesquisa a qualquer momento e sempre que solicitar, exceto se houver justificativa metodológica para tal (caso a informação venha a interferir nos métodos ou no desfecho da pesquisa), apreciada e aprovada pelo Sistema CEP/CONEP. Você tem plena liberdade de se recusar a ingressar no estudo ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem precisar se justificar e sem penalização alguma por parte dos pesquisadores ou da instituição. Além disto, você tem o direito de se retirar do estudo a qualquer momento e não querer disponibilizar mais qualquer tipo de informação ao pesquisador responsável e à sua equipe.

Caso você tenha qualquer despesa decorrente da participação na pesquisa, tais como transporte, alimentação entre outros, haverá ressarcimento dos valores gastos da seguinte forma: transferência bancária preferencialmente via pix ou depósito em conta corrente. De igual maneira, caso ocorra algum dano decorrente de sua participação no estudo, você tem o direito de buscar a indenização conforme determina a lei.

Os resultados estarão à sua disposição quando a pesquisa for finalizada. Seu nome ou qualquer material que indique sua participação não serão liberados sem a

permissão de seu responsável. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de cinco anos, e, depois desse período, serão destruídos.

O pesquisador envolvido com o referido projeto é Natã Nadher Rezende Feitoza, vinculado ao Instituto de Física e Química da Universidade Federal de Itajubá, RG: 12.664.712, CPF: 016.498.226-42, com ele você pode manter contato pelo telefone (35) 99926-3257 e pelo email natanadher.re@gmail.com

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é composto por um grupo de pessoas que trabalham para garantir que seus direitos como participante de pesquisa sejam respeitados. O grupo tem a obrigação de avaliar se a pesquisa foi planejada e se está sendo executada de maneira ética.

Se você achar que a pesquisa não está sendo realizada de tal forma ou que está sendo prejudicado de alguma maneira, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da FEPI, coordenado pelo Prof. Me. Leonardo José Rennó Siqueira e situado na Av. Dr. Antônio Braga Filho, número 687, Bairro Varginha, pelo telefone (35) 3629-8400 ramal 430, ou pelo e-mail cep@fepi.br.

Este termo de assentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Eu, _____, fui informado(a) sobre os objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e que o meu responsável poderá modificar a decisão se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Itajubá, ____ de _____ de _____.

Assinatura do participante

Assinatura do(a) pesquisador(a)

Anexo I - Transcrição da Entrevista