

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



FÍSICA SENSORIAL: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE TERMOLOGIA A VIDENTES E DEFICIENTES VISUAIS

CAMILO JOSÉ GONZAGA GONÇALVES

**MANAUS - AMAZONAS
2019**

FÍSICA SENSORIAL: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE TERMOLOGIA A VIDENTES E DEFICIENTES VISUAIS

CAMILO JOSÉ GONZAGA GONÇALVES

Dissertação apresentada ao curso do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física do Instituto Federal do Amazonas em parceria com a Universidade Federal do Amazonas como requisito obrigatório para obtenção do grau de mestre em ensino de Física.

Orientadora: Profa. Dra. Soraya Farias Aquino

MANAUS - AMAZONAS

2019

INSTITUTO FEDERAL DO AMAZONAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Título da dissertação: FÍSICA SENSORIAL: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE
TERMOLOGIA A VIDENTES E DEFICIENTES VISUAIS

Autor: Camilo José Gonzaga Gonçalves

Defesa em 13/12/2019

Conceito Obtido: A

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Soraya Farias Aquino – Orientadora
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM

Prof. Dr. Thiago Lobo Fonseca
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro - IFRJ

Prof. Dr. Minos Martins Adão Neto
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à minha mãe Teresa, meu pai José Carlos, minha irmã Carla Thaís e minha madrastra Débora Júlia por me darem todo o suporte necessário para a minha educação e formação desde as séries iniciais até essa atual desejada formação. À minha namorada, Jhennyfer Soares por estar ao meu lado dando forças e suporte emocional em todas as dificuldades encontradas durante o curso de mestrado.

Agradeço também à minha orientadora, professora Dra. Soraya Aquino, dessa dissertação que acreditou em minha proposta desde o princípio, deu suporte acadêmico em cada orientação indicando textos, ajustes e correções.

A todo corpo docente das duas instituições, UFAM e IFAM, por todos os conhecimentos repassados a mim e para a turma. Mesmo não sendo sempre fácil, porém sabemos que a Física é assim.

Agradeço ainda à turma 2017 inteira, ainda mais aos finalistas, Edmilson, Luana, Josias, Fredson, Ronildo, Sara, Tatiane e Wilson, nos apoiamos, nos desesperamos, mas rimos e rimos muito, mesmo em desespero nas pré-provas tomando café no Zezinhu's. Se foi possível concluir este curso foi graças às manhãs, tardes e noites nas salinhas de estudo saindo com mais dúvidas de quando entramos. De cada um posso levar a amizade, determinação, luta, persistência, seriedade, superação, alegria e malandragem, fomos todos guerreiros!

RESUMO

A Física no ensino médio é, por muitos, taxada como matéria difícil e isso desperta em alguns alunos aversão à disciplina. A dificuldade na compreensão pode se dar ao fato da falta de domínio do conteúdo e, assim, do formalismo matemático. Tais fatores são ainda maiores se pensarmos no ensino de deficientes visuais, pela falta de referência nos momentos de contextualização e aplicação no cotidiano. A proposta de ensino presente nesse trabalho visa abordagem conceitual de Termologia para Ensino Médio com recursos educacionais táteis em 3D (maquetes) de baixo custo que podem compensar a falta de visão de alunos cegos ou com baixa visão (se houver algum em sala de aula), mas que pode ser usado sem nenhuma limitação para alunos regulares. Pois através deles é possível demonstrar interações moleculares presentes em imagens nos livros didáticos de forma manuseável e interativa. Os materiais foram usados com pessoas cegas e videntes em diferentes ocasiões, os resultados qualitativos e quantitativos após a aplicação deles apontam para bom rendimento e aproveitamento, e assim, se tornam relevantes para a construção do conhecimento quando usado como apoio aos materiais didáticos comuns.

Palavras-chave: ensino de Física, Termologia, deficiência visual.

ABSTRACT

Physics in high school is, by many, rated as difficult subject and this arouses in some students an aversion to discipline. The difficulty in understanding may be due to the lack of mastery of content and thus of mathematical formalism. These factors are even greater if we consider the teaching of the visually impaired, due to the lack of reference in the context of contextualization and application in daily life. The teaching proposal present in this work aims at a conceptual approach of High School Thermology with low cost tactile 3D educational resources (mockups) that can compensate for blind or low vision students' lack of vision (if there are any in the classroom) but which can be used without any limitation for regular students. For through them it is possible to demonstrate molecular interactions present in images in textbooks in a manageable and interactive way. The materials were used with blind people and seers on different occasions, the qualitative and quantitative results after their application point to good performance and utilization, and thus become relevant for the construction of knowledge when used as support for common teaching materials.

Keywords: Physics teaching, Thermology, visual impairment.

LISTA DE ABREVIATURAS

SIGLA	SIGNIFICADO	PÁGINA
Enem	Exame Nacional do Ensino Médio	14
CPVI	Centro de Pesquisa da Visão Integrativa	16
CIDID	Classificação Internacional de Deficiência, Incapacidade e Desvantagens	17
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	17
MEC	Ministério da Educação	17
OMS	Organização Mundial da Saúde	17
APUFPR	Associação dos Professores da Universidade Federal do Paraná	18
UnB	Universidade de Brasília	18
SNPDP	Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência	19
LIBRAS	Linguagem Brasileira de Sinais	23
UEPA	Universidade do Estado do Pará	23
UFAM	Universidade Federal do Amazonas	23
SI	Sistema Internacional	35
PEVI	Práticas Educativas de Vida Independente	61

LISTA DE FIGURAS

NUMERAÇÃO	FIGURA	PÁGINA
Figura 1	Olho humano	17
Figura 2	Manchete sobre o Instituto Montessoriano Álvaro Maia	22
Figura 3	Grade curricular do Curso de Ciências Naturais com Habilitação em Física da UEPA	23
Figura 4	Grade curricular do Curso de Licenciatura em Física da UFAM	24
Figura 5	Temperatura, interação e agitação molecular	26
Figura 6	Estrutura molecular dos sólidos	26
Figura 7	Estrutura molecular dos líquidos	27
Figura 8	Estrutura molecular dos gases	27
Figura 9	Mudanças de estados físicos com as correspondentes transferências de energia	28
Figura 10	Fusão do gelo	29
Figura 11	Vaporização da água	29
Figura 12	Sublimação do gelo seco	30
Figura 13	Comparação entre °F e °C	31
Figura 14	Coeficientes de dilatação linear	32
Figura 15	Dilatação térmica	34
Figura 16	Fluxo de calor	35
Figura 17	Convecção em fluidos	37
Figura 18	Brisas terrestre e marítima	37
Figura 19	Irradiação entre Sol e Terra	38
Figura 20	Condução da pessoa cega	43
Figura 21	Materiais dispostos na mesa	43
Figura 22	Estados físicos no livro didático.....	44
Figura 23	Estados físicos adaptados	44
Figura 24	Pedagoga da própria instituição detectando os estados físicos	45
Figura 25	Mudanças de estado físico no livro didático	45
Figura 26	Mudanças de estado físico adaptadas	45

		
Figura 27	Aluno cego do 2º ano do Ensino Médio na maquete “a” sentindo as variações de estado físico da matéria.	46
Figura 28	Comparação entre Celsius e Fahrenheit no livro didático	47
Figura 29	Comparação entre Celsius e Fahrenheit adaptada ...	47
Figura 30	Estudante cega de direito na maquete “b”	48
Figura 31	Dilatação linear no livro didático	48
Figura 32	Dilatação linear adaptada	49
Figura 33	Aluno cego do fundamental na maquete “c”	49
Figura 34	Dilatação superficial no livro didático	50
Figura 35	Dilatação superficial adaptada	50
Figura 36	Aluna cega do fundamental na maquete “d”	51
Figura 37	Dilatação volumétrica no livro didático	51
Figura 38	Dilatação volumétrica adaptada	52
Figura 39	Aluno cego do 7º ano na maquete “e”	52
Figura 40	Sentido do calor no livro didático	53
Figura 41	Sentido do calor adaptado	53
Figura 42	Aluna cega de pedagogia na maquete “f”	54
Figura 43	Condução térmica no livro didático	54
Figura 44	Condução térmica adaptada	55
Figura 45	Pré-universitária cega na maquete “g”	55
Figura 46	Convecção térmica no livro didático	56
Figura 47	Convecção térmica adaptada	56
Figura 48	Aluno cego do 5º ano na maquete “h”	57
Figura 49	Irradiação térmica no livro didático	58
Figura 50	Irradiação térmica adaptada	58
Figura 51	Aluno cego do 9º ano na maquete “i”	59
Figura 52	Alunos do PEVI	62
Figura 53	Avaliação da intervenção pelos alunos	74

LISTA DE QUADROS

NUMERAÇÃO	QUADRO	PÁGINA
Quadro 1	Defeitos da visão	17
Quadro 2	Condutibilidade térmica	36

LISTA DE GRÁFICOS

NUMERAÇÃO	GRÁFICO	PÁGINA
Gráfico 1	Percentual de cegos alfabetizados e analfabetos, incluindo aptidão com o sistema Braille.....	18
Gráfico 2	Nível de escolaridade dos cegos no Brasil.....	18
Gráfico 3	Escolaridade dos participantes.....	41
Gráfico 4	Aptidão em Braille.....	42
Gráfico 5	Resultado das respostas antes da intervenção metodológica.....	63
Gráfico 6	Resultado das respostas após a intervenção metodológica.....	64
Gráfico 7	Comparação das respostas anteriores e posteriores à intervenção.....	65
Gráfico 8	Questão 1: Quais são os estados físicos da matéria?	66
Gráfico 9	Questão 2: Quais características diferem para cada estado físico de uma mesma substância?	66
Gráfico 10	Questão 3: Preencha corretamente com os nomes dados para cada mudança de estado físico.....	67
Gráfico 11	Questão 4: Comente sobre a diferença entre 70°C e 70°F.....	67
Gráfico 12	Questão 5: Relacione três imagens com suas respectivas dilatações térmicas.....	68
Gráfico 13	Questão 6: O que é calor?	68
Gráfico 14	Questão 7: Relacione o tipo de propagação de calor com a o tipo de material envolvido.....	69
Gráfico 15	Questão 1: Qual o nível de conhecimento que tinha antes da intervenção?	70
Gráfico 16	Questão 3: Qual o nível de conhecimento depois da intervenção?	70
Gráfico 17	Total de acertos antes e depois.....	71
Gráfico 18	Questão 2: Como avalia a intervenção da atividade na assimilação do conteúdo?	72
Gráfico 19	Questão 4: Como classificam os materiais	72

apresentados na intervenção?

Gráfico 20

Questão 5: Esses materiais adaptados podem
auxiliar no aprendizado? 73

SUMÁRIO

ITEM	PÁGINA
INTRODUÇÃO	
Problemas da Pesquisa	14
Hipóteses	14
Objetivos	14
Geral	14
Específicos	14
Justificativa	14
CAPÍTULO 1 – Informações sobre deficiência visual no Brasil e a Física	
1.1_ A visão humana, a deficiência visual, abordagem quantitativa de deficientes no Brasil, e Amazonas	16
1.2_ Relação entre as teorias de aprendizagem e deficiência visual	19
1.3_ O ensino de Física e os deficientes visuais	21
CAPÍTULO 2. A Termologia como área do conhecimento de Física	
2.1 Conceitos de Termologia no nível Superior	25
2.1.1 Estados Físicos da Matéria	25
2.1.2 Mudanças de Estados Físicos	27
2.1.3 Escalas Termométricas	30
2.1.4 Dilatação Térmica dos Sólidos	31
2.1.5 Calor	34
2.1.6 Mecanismos de Transferência de Calor	35
CAPÍTULO 3 – Propostas de sequência didática para o ensino de Termologia aos deficientes visuais e videntes.	
3.1_ Aplicação para deficientes visuais	40
3.1.1 Metodologia Empregada	42
3.1.2 Sobre a Estratégia de Ensino	43
3.1.3 Análise quantitativa e qualitativa da aplicação das propostas para o ensino de Termologia.....	59
3.2_ Aplicação para alunos videntes	62
Considerações Finais	75
Referências	76
Apêndice A: Sequência Didática	79
Anexo 1: Questionário	102

INTRODUÇÃO

Como professor, minha jornada acadêmica sempre esteve voltada ao “como ensinar”. Agora trabalhando na área de Física, essa preocupação continua, tendo sempre como foco a busca por novas metodologias para atrair os alunos e assim despertar o interesse na disciplina e por consequência, a compreensão dos mesmos e melhorias nas notas.

Enquanto estudante ainda na graduação, tivemos a oportunidade de ser leitor e transcritor da prova do Enem para candidatos cegos durante 2 anos. A primeira função consistia em ler toda prova, e quando chegava a parte de física, percebíamos que o candidato, que apenas escutava, ficava totalmente disperso, às vezes, mesmo antes de terminar de ler o enunciado, o aluno já me dizia qualquer alternativa, claramente um “chute”, significando o seu desconhecimento do assunto.

Retornando agora aos estudos como aluno de mestrado, nossa proposta de pesquisa é justamente baseada no que foi exposto. Usar dessa oportunidade e pesquisar sobre como posso ajudar no ensino de física para alunos deficientes visuais. Aqui, o relato apresentado está voltado especificamente para a termologia, pois, até o momento, nada foi encontrado sobre o tema em questão, o que torna essa investigação necessária.

Nossa proposta tem por objetivo geral, adaptar as imagens presentes nos livros didáticos de física, referentes a alguns conceitos da Termologia para maquetes e recursos táteis; e como objetivos específicos, aprimorar o conhecimento pessoal e profissional sobre deficiência visual; revisar a bibliografia de trabalhos já realizados sobre o ensino de Física a deficientes e acrescentar essa produção; tornar público o produto gerado a partir dessa experiência; aprimorar o conhecimento de Física aos alunos participantes da atividade.

Utilizamos para o desenvolvimento dessa proposta a Teoria Sociocultural, a partir do conceito de aprendizagem mediada de Vygotsky, que reforça a ideia da necessidade de compensação da falta de visão com o aprimoramento de outros sentidos, como tato e a audição.

Essa proposta pretende a partir da confecção de materiais alternativos de baixo custo, fazer a representação de conceitos básicos da Termologia para deficientes visuais, de tal forma que tais ferramentas possam contribuir para a

aprendizagem.

Os materiais didáticos aqui apresentados visaram uma experiência tátil com o uso do alto relevo e a mudança de temperatura. Também reforçamos a experiência sonora, com a explanação do conteúdo, de maneira que o aluno conseguisse relacionar o que era apresentado oralmente com a experiência tátil.

Capítulo 1

Informações sobre deficiência visual no Brasil e a Física

Antes de iniciar o detalhamento de nossa experiência e apresentar seus resultados, se faz necessário estabelecer algumas definições referentes ao tema e compreender de forma simples o funcionamento da visão humana a partir da estrutura morfológica de seus componentes e, a partir daí, poderemos compreender um pouco mais sobre a deficiência visual. Na sequência passamos a descrever dados quantitativos referentes ao contingente de deficientes visuais no Brasil e em Manaus, além de termos um maior embasamento teórico sobre o ensino ao público cego no Brasil. Por fim, enunciamos as ferramentas utilizadas no ensino de cegos em Manaus, mais especificamente a utilizada por nós, na escola *lócus* da aplicação da experiência.

1.1 A visão humana, a deficiência visual e a abordagem quantitativa de deficientes no Brasil, e Amazonas.

A visão humana pode ser considerada como o sentido mais importante para a relação entre o indivíduo e o mundo exterior. Para Cavaliheiro (2012, p.1), há a caracterização das pessoas em três níveis de percepção visual:

- Vidente – quem não possui nenhum tipo de limitação visual que necessite de material adaptado¹;
- Baixa visão – indivíduo portador de limitação visual a ponto de necessitar de materiais super-ampliados e óculos especiais;
- Cego – pessoa com necessidade obrigatória do recurso Braille.

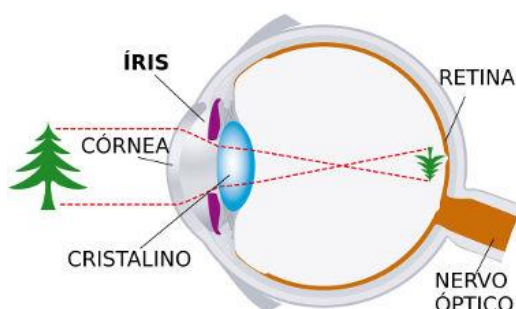
Em um artigo publicado no site do Centro de Pesquisa da Visão Integrativa - CPVI², para enxergarmos, o processo pode ser descrito como uma imagem atravessando a córnea em forma de luz, que, ao entrar em nossos olhos, passa pela pupila (íris) que regula a intensidade luminosa, incide no cristalino e foca na retina. Na retina existem milhões de células fotossensíveis que transformam a luz em

¹ É comum o uso do termo vidente para os que enxergam, entre a comunidade cega.

² http://www.cpci.com.br/materias/Como_funciona_o_olho_humano

pulsos elétricos e assim podem ser percebidos pelo cérebro através do nervo ótico transformando essa luz em visão. Isso se encontra exemplificado na figura a seguir:

Figura 1 - Olho humano



Fonte: Mundo Educação³.

“Uma deficiência é qualquer perda ou anormalidade da estrutura ou função psicológica, fisiológica ou anatômica”, de acordo com a Classificação Internacional de Deficiências, Incapacidades e Desvantagens (CIDID) criada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (1993, *apud* Fundação Dorina). E ainda, para a visão, usa-se “deficiência visual” quando há a perda total ou parcial, podendo ser congênita (desde o nascimento) ou adquirida (em um choque, por exemplo).

No caderno sobre deficiência visual distribuído pelo Ministério da Educação – MEC (2000) estão listadas algumas causas dos defeitos da visão:

Quadro 1 - Defeitos da visão.

Nome	Causa
Retinopatia da prematuridade	Imaturidade da retina em partos prematuros ou excesso de oxigênio na incubadora.
Catarata congênita	Rubéola ou infecções na gestação.
Glaucoma congênito	Hereditário ou infecções.
Degeneração retiniana	Diabetes, descolamento da retina ou traumatismos oculares.

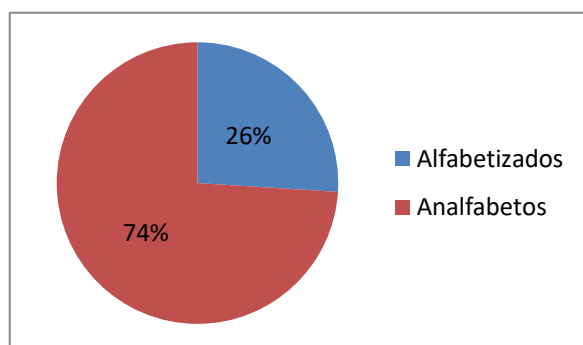
Fonte: Deficiência visual / Marta Gil (org.). – Brasília : MEC. Secretaria de Educação a Distância, 2000. 80 p. 8. [modificado]

De acordo com dados do último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010), no Brasil cerca de 18,60% da população possui deficiência visual. Entretanto, o acesso à educação dos deficientes visuais ainda é

³ <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/olho-humano-um-instrumento-optico.htm>

um grande desafio. A Universidade de Brasília (UnB *apud* Associação dos Professores da Universidade Federal do Paraná (APUFPR) em 2015 fez um levantamento do quantitativo de cegos por nível de escolaridade, e o resultado, podemos acompanhar pela sequência de gráficos.

Gráfico 1 - Percentual de cegos alfabetizados e analfabetos, incluindo aptidão com o sistema Braille:

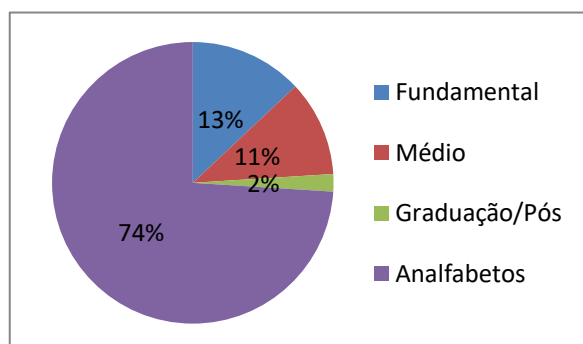


Fonte: UnB *apud* APUFPR (2015). [adaptado]

A educação de cegos no Brasil é comprometida, como visto no gráfico, pois grande parte (74%), não sabem ler ou escrever, são analfabetos, e por isso, a aptidão em Braille é totalmente comprometida. Apenas uma minoria (26%) é alfabetizada, porém o estudo não mostra se todos tem a aptidão em Braille com fluência.

Seguindo o resultado acima, dentro dos 26% dos cegos alfabetizados, têm-se as divisões por nível de escolaridade.

Gráfico 2 - Nível de escolaridade dos cegos no Brasil



Fonte: UnB *apud* APUFPR (2015). [adaptado]

Ainda que a parcela de 26% dos deficientes seja alfabetizada, o nível de escolaridade básica corresponde a 24% sendo 13% para o ensino fundamental,

11% para o médio, e apenas 2% corresponde às pessoas com nível superior.

Para o censo de 2010 (BRASIL, 2010), de acordo com a Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência - SNPDP, no Amazonas há cerca de 791 mil pessoas com algum tipo de deficiência. Dessas, quase 652 mil pessoas possuem deficiência visual e são classificadas entre, aproximadamente: 530 mil pessoas com “alguma dificuldade”; 113 mil como “grande dificuldade”; 8,2 mil como “não conseguem de modo algum”.

Os deficientes visuais amazonenses passaram a ter acesso a livros em Braille, em 1999, quando foi criada a Biblioteca Braille do Amazonas, no prédio da Biblioteca Pública do Estado. Em 2008 a biblioteca foi ampliada e transferida para o bloco C do Sambódromo onde se encontra até hoje, funcionando de segunda a sexta-feira, das 8h às 17h. Essas e outras informações podem ser consultadas no site da Secretaria de Cultura do Estado do Amazonas.

1.2 Relação entre as teorias de aprendizagem e a deficiência visual

Quando falamos sobre cegos ou pessoas com baixa visão é necessário ter uma atenção especial a como transpor e adaptar os conceitos provenientes das áreas de conhecimento e competências a este tipo de público. Precisamos ficar atentos ao fato de que, como afirmam Sá, Campos e Silva (2007, p. 13),

“Os conteúdos escolares privilegiam a visualização em todas as áreas de conhecimento, de um universo permeado de símbolos gráficos, imagens, letras e números. Assim, necessidades decorrentes de limitações visuais não devem ser ignoradas, negligenciadas ou confundidas com concessões ou necessidades fictícias.”

O ensino para deficientes visuais demanda adaptação de recursos didáticos, seja para simular algo longe ao contato, como estrelas e planetas, ou para modelar fenômenos naturais. Sá, Campos e Silva (2007, p. 32) enumeram algumas formas de modelagem:

- Maquetes: permitem a noção de dimensão ou assimilação de formatos;
- Mapas: com as fronteiras em alto relevo, permitem a ilustração pelo tato;
- Sorobã: uma espécie de ábaco que permite a fixação das contas;

- Livro didático adaptado: o texto original transcrito em Braille e imagens representadas por descrição.

Layton e Lock (2001, *apud* Cunha e Enumo, p. 39) destacam que crianças com deficiência visual têm suas dificuldades de aprendizagem negligenciadas com a justificativa de terem limitação visual. Ainda eles, para caracterizar a dificuldade de aprendizagem em uma criança cega são necessários avaliar três aspectos:

“se a criança tem recebido intervenção adequada para compensar seu nível de funcionamento visual; se essa intervenção está de acordo com as necessidades da criança; se tem sido fornecido suporte/orientação (conhecimento, competências e estratégias) para os professores da criança com dificuldade visual”. Cunha e Enumo (2003, p. 40) *apud* Layton e Lock (2001).

Dos teóricos do ensino-aprendizagem, o que mais referencia a educação de deficientes visuais é Lev Semionovich Vygotsky. Para Vygotsky (1997) a relação homem-sociedade se dá através da vivência, e, na busca de atender suas próprias necessidades básicas, o mesmo acaba se transformando. Esse pensamento se encaixa perfeitamente na situação, quando o deficiente visual vai à procura de ferramentas e técnicas para aprender.

Toda criança tem capacidade de aprender e as diferenças para o aprendizado de uma com deficiência e outra sem são os limites impostos pela sociedade. Nesse aspecto, para a educação de deficientes visuais é necessário entender que o cidadão vai aprender em seu próprio tempo, e cada um terá sua peculiaridade.

El pensamiento colectivo es la fuente principal de compensación de las consecuencias de la ceguera. Desarrollando el pensamiento colectivo, eliminamos la consecuencia secundaria de la ceguera, rompemos en el punto más débil toda la cadena creada en torno del defecto y eliminamos la propia causa del desarrollo incompleto de las funciones psíquicas superiores en el niño ciego, esplegando ante él (VYGOTSKY, 1997, p.230).

Como escrito acima, Vygotsky (1997) diz que a educação do cego será aperfeiçoada se considerarmos o pensamento coletivo como forma de compensar tal deficiência, já que o raciocínio e a elaboração de conhecimento não são totalmente relacionados à visão, e sim ao conjunto. Dessa forma, a perda de visão pode ser compensada com o aprimoramento de outros sentidos: tátil e auditivo são os fundamentais.

O afirmado por Ferrel (1996, *apud* Cunha e Enumo, 2003, p. 40): “a deficiência em si não afeta o *que* a criança é capaz de aprender cognitivamente, mas sim o *como* a criança irá aprender”. Isso nos leva à necessidade de adaptar materiais para compensar a falta da visão, quando pensamos em estratégias de ensino para o público deficiente visual, mais especificamente sobre o ensino de Física.

1.3 O ensino de Física aos deficientes visuais

O início da educação de cegos no Brasil, segundo o Museu Casa de Benjamin Constant (2013), se deu no ano de 1854, ainda no reinado do imperador D. Pedro II e a inauguração do “Imperial Instituto dos Meninos Cegos” cujo objetivo era ensinar a ler, escrever e efetuar operações matemáticas básicas, para que o jovem deficiente visual pudesse exercer uma profissão independente.

O blog local “Manaus ontem – hoje – sempre”⁴ evidencia que em Manaus, essa atenção aos deficientes visuais começou ainda no ano de 1943 com a fundação do Instituto Montessoriano Álvaro Maia, pelo sociólogo amazonense desembargador André Vidal de Araújo, com o objetivo de tornar crianças deficientes em cidadãos úteis à sociedade. Vejamos a seguir a nota de um jornal de 1960, que informa sobre a importância desse instituto para o Amazonas:

⁴ <http://manausontemhojesempre.blogspot.com/2014/08/instituto-montessoriano-alvaro-maia.html>

Figura 2 - Manchete sobre o Instituto Montessoriano Álvaro Maia.



Fonte: Instituto Durango Duarte⁵.

Para alunos portadores de alguma deficiência o ensino tende a ser muito comprometido, pois, muitas vezes o professor não está apto a atender tal necessidade. Camargo (2004, p. 23) expressa uma série de indagações feitas por um professor surpreso com um aluno deficiente visual em sua sala, como: "O que fazer?", "Como essa pessoa vai desenvolver essa atividade?", "Como ele vai fazer para copiar a matéria?", "Será que ele tem capacidade para aprender?", "Não seria melhor ele estudar numa escola especializada onde só existam alunos deficientes visuais como ele?".

Diante do exposto, as políticas educacionais têm apontado para a inclusão prevista na Lei Nº 13.146, de 6 de Julho de 2015, Art. 28, parágrafo II, onde ressalta ao poder público o "aprimoramento dos sistemas educacionais, visando a garantir condições de acesso, permanência, participação e aprendizagem, por meio da oferta de serviços e de recursos de acessibilidade que eliminem as barreiras e promovam a inclusão plena" (BRASIL, 2015). Isso significa que os alunos deficientes não podem ser separados dos demais, e que as aulas devem ocorrer no mesmo espaço, com a participação de ambos. Assim, fica claro que as escolas especializadas só podem atender às necessidades especiais por um breve período e que professores e escolas devem estar preparados para atenderem também aos alunos com deficiências – auditiva, visual, etc.

⁵ <http://idd.org.br/acervo/instituto-montessoriano/>

Não desprezando as demais disciplinas do currículo escolar e a necessidade em atender as especificidades de alunos com deficiências, incluindo a visual, o Ensino de Física para esse público se torna difícil, a começar pelos laboratórios nas escolas que são raridades. No resultado do Censo Escolar (2016, p. 6 e 7) pode-se constatar que no Brasil há laboratórios de ciências em apenas 25,2% no Ensino Fundamental e em pouco mais de 51,3% em escolas de Ensino Médio.

Na graduação não é comum haver preocupação na forma de lecionar a alunos deficientes visuais. Como se pode observar nas matrizes curriculares das licenciaturas promovidas pela Universidade do Estado do Pará - UEPA, instituição de formação do pesquisador (figura 3), e pela Universidade Federal do Amazonas - UFAM (figura 4), estado onde a atividade foi aplicada, até fazem inclusão de Língua Brasileira de Sinais - LIBRAS a deficientes auditivos, mas nada existe que relacionado a deficientes visuais.

Figura 3 - Grade curricular do Curso de Ciências Naturais com Habilitação em Física da UEPA.

MÓDULO	CÓDIGO	DISCIPLINAS	CH				CR	
			T	P	L	E	T	P
1º Módulo		NÚCLEO BÁSICO						
	DMEI 0905	Matemática Aplicada às Ciências Naturais I	80				4	0
	DCNA 0943	Tendências Educacionais para o Ensino de Ciências		80			4	0
	DCNA 0944	Tecnologia de Informação Aplicada à Educação	60				3	0
	DFCS 1100	Metodologia Científica	60				3	0
	DILT 1115	Língua Portuguesa e Comunicação	60				3	0
	DCNA 0945	Introdução a Geociências	60				3	0
TOTAL PARCIAL:			320	80	0	0	20	20
TOTAL GERAL:			400				20	
2º Módulo	DMEI 0906	Matemática Aplicada às Ciências Naturais II	80				4	0
	DCNA 0946	Temas de Biologia I	40		40		2	1
	DCNA 0947	Temas de Física I	40		40		2	1
	DCNA 0948	Temas de Química I	40		40		2	1
	DEEG 0715	Didática para o Ensino de Ciências	60				3	0
	DPSI 0415	Psicologia da Aprendizagem	80				4	0
		TOTAL PARCIAL:	340	0	120	0	17	3
TOTAL GERAL:			460				20	
MÓDULO	CÓDIGO	DISCIPLINAS	CH				CR	
			T	P	L	E	T	P
3º Módulo		NÚCLEO BÁSICO						
	DCNA 0949	Práticas Integradoras I		80			4	0
	DCNA 0950	Temas de Biologia II	40		40		2	1
	DCNA 0951	Temas de Física II	40		40		2	1
	DCNA 0952	Temas de Química II	40		40		2	1
	DCNA 0953	Epistemologia e História da Ciência I	60				3	0
	DCNA 0954	Tecnologias Educacionais para o Ensino de Ciências	60				3	0
TOTAL PARCIAL:			180	140	120	0	16	3
TOTAL GERAL:			440				19	
MÓDULO	CÓDIGO	DISCIPLINAS	CH				CR	
			T	P	L	E	T	P
4º Módulo		NÚCLEO BÁSICO						
	DCNA 0955	Práticas Integradoras II		80			4	0
	DCNA 0956	Temas de Biologia III	40		40		2	1
	DCNA 0957	Temas de Física III	40		40		2	1
	DCNA 0958	Temas de Química III	40		40		2	1
	DCNA 0959	Epistemologia e História da Ciência II	60				3	0
	DEES 0329	Políticas Educacionais	60				3	0
TOTAL PARCIAL:			240	80	120	0	16	3
TOTAL GERAL:			320				16	
TOTAL DO 5º AO 8º MÓDULO:			1500				75	
TOTAL DO CURSO:			3440				172	

MÓDULO	CÓDIGO	DISCIPLINAS	CH				CR	
			T	P	L	E	T	P
5º Módulo		NÚCLEO ESPECÍFICO						
	DCNA 0960	Estágio Supervisionado I: Vivências em Espaços Não Formais				100	5	0
	DMEI 0907	Probabilidade e Estatística Aplicada	60				3	0
	DCNA 0908	Matemática Aplicada a Ciências III	80				4	0
	DCNA 0961	Os Princípios da Mecânica Clássica	80				4	0
	DCNA 0962	Recursos pedagógicos para o Ensino de Ciências		60			3	0
	DCNA 0963	Tópicos de Ensino de Física I	40				2	0
TOTAL PARCIAL:			260	60	0	100	21	0
TOTAL GERAL:			420				21	
6º Módulo	DCNA 0964	Estágio Supervisionado II: Vivências no Ensino Fundamental				120	6	0
	DCNA 0965	Recursos Pedagógicos para o Ensino de Física		60			3	0
	DCNA 0966	TCC I: Redação científica e elaboração de projeto	40				2	0
	DCNA 0967	Calor e Termodinâmica	60				3	0
	DCNA 0968	Tópicos de Ensino de Física II	40				2	0
	DCNA 0969	Métodos Matemáticos para Física	80				4	0
		TOTAL PARCIAL:	220	60	0	120	20	0
TOTAL GERAL:			400				20	
7º Módulo		NÚCLEO ESPECÍFICO						
	DCNA 0970	Estágio Supervisionado III: Vivências no Ensino Médio (Parte I)				100	5	0
	DCNA 0971	Introdução à Astronomia e Astrofísica	60				3	0
	DCNA 0972	O Desenvolvimento da Teoria Eletromagnética	80				4	0
	DCNA 0973	TCC II: Levantamento e interpretação de informações	60				3	0
	DCNA 0974	A Construção da Física Moderna e Contemporânea I	60				3	0
		TOTAL PARCIAL:	260	0	0	100	18	0
TOTAL GERAL:			360				18	
8º Módulo	DCNA 0975	Estágio Supervisionado IV: Vivências no Ensino Médio (Parte II)				80	4	0
	DCNA 0976	A Construção da Física Moderna e Contemporânea II	60				3	0
	DCNA 0977	TCC III: Análise, elaboração textual e socialização de resultados	60				3	0
	DCNA 0978	Tópico de Ensino de Física III	40				2	0
	DEES 0330	Língua Brasileira de Sinais	80				4	0
		TOTAL PARCIAL:	240	0	0	80	16	0
TOTAL GERAL:			320				16	
TOTAL DO 5º AO 8º MÓDULO:			1500				75	
TOTAL DO CURSO:			3440				172	

Fonte: UEPA⁶.

⁶ <http://www.uepa.br/sites/default/files/cienciasnaturais.pdf> [modificada]

Figura 4 - Grade curricular do Curso de Licenciatura em Física da UFAM.

PERÍOD	CÓD.	NOME DA DISCIPLINA	CRÉD.	CARGA HORÁRIA			PRÉ-REQUISITO
				TEOR	PRAT	TOTAL	
OBRIGATORIAS							
1	FET024	METODOLOGIA DO TRABALHO CIENTIFICO	4	60		60	
1	IEF813	PRÁTICA DE ENSINO EM FÍSICA GERAL I	1		30	30	
1	IEF991	FÍSICA GERAL I	6	90		90	
1	IEF992	LABORATÓRIO DE FÍSICA GERAL I	1		30	30	
1	IEM011	CÁLCULO I	6	90		90	
1	IEM012	ÁLGEBRA LINEAR I	4	60	0	60	
2	FEF012	PSICOLOGIA DA EDUCAÇÃO I	4	60		60	
2	IEF802	FÍSICA GERAL II	6	90		90	IEF991 SEM BLOCO
2	IEF812	LABORATÓRIO DE FÍSICA GERAL II	1		30	30	IEF991 BLOCO 1
2	IEF814	PRÁTICA DE ENSINO EM FÍSICA GERAL II	1		30	30	IEF991 BLOCO 1
2	IEM021	CÁLCULO II	6	90		90	IEM011 BLOCO 1
2	IEQ001	QUÍMICA GERAL	4	60		60	
3	FEF022	PSICOLOGIA DA EDUCAÇÃO II	4	60		60	FEF012 BLOCO 1
3	IEC081	INTRODUÇÃO A CIÊNCIA DOS COMPUTADORES	4	60		60	
3	IEE001	PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA	4	60		60	IEM011 BLOCO 1
3	IEF815	FÍSICA GERAL III	6	90		90	IEF991 SEM BLOCO
3	IEF816	LABORATÓRIO DE FÍSICA GERAL III	1		30	30	IEF992 BLOCO 1
3	IEF817	PRÁTICA DE ENSINO EM FÍSICA GERAL III	2	15	30	45	IEF991 BLOCO 1
3	IEM141	EQUAÇÕES DIFERENCIAIS ORDINÁRIAS	4	60		60	IEM021 BLOCO 1
4	FEA009	LEGISLAÇÃO DO ENSINO BÁSICO	4	60		60	
4	IEF033	FÍSICA-MATEMÁTICA I	4	60		60	IEM141 BLOCO 1
4	IEF818	FÍSICA GERAL IV	6	90		90	IEF815 BLOCO 1
4	IEF819	LABORATÓRIO DE FÍSICA GERAL IV	1		30	30	IEF815 BLOCO 1
4	IEF820	PRÁTICA DE ENSINO EM FÍSICA GERAL IV	2	15	30	45	IEF815 BLOCO 1
5	FET121	DIDÁTICA GERAL	4	60		60	FEF012 BLOCO 1
5	IEF151	MECÂNICA CLÁSSICA I	4	60		60	IEF033 BLOCO 1
5	IEF312	FÍSICA MODERNA I	4	60		60	IEF991 BLOCO 1
5	IEF822	LABORATÓRIO DE FÍSICA MODERNA I	1		30	30	IEF818 BLOCO 1
6	IEF322	FÍSICA MODERNA II	4	60		60	IEF312 BLOCO 1
6	IEF325	TERMODINÂMICA	4	60		60	IEF802 BLOCO 1
6	IEF824	PRÁTICA DO ENSINO DE FÍSICA MODERNA	3	15	60	75	IEF312 BLOCO 1
6	IEF825	LABORATÓRIO DE FÍSICA MODERNA II	1		30	30	IEF822 BLOCO 1
7	IEF826	ELETROMAGNETISMO	6	90		90	IEF033 BLOCO 1
7	IEF827	ESTÁGIO SUPERVISIONADO I	8	45	150	195	IEF818 BLOCO 1
7	IEF829	INFORMÁTICA NO ENSINO DE FÍSICA	2		60	60	FET121 BLOCO 1
7	IHP123	LÍNGUA BRASILEIRA DE SINAIS B	4	60		60	IEF820 BLOCO 1
7	IHP164	PORTUGUÊS INSTRUMENTAL	4	60		60	IEF824 BLOCO 1
7	IEF818	FÍSICA GERAL III	6	90		90	IEF991 SEM BLOCO

PERÍOD	CÓD.	NOME DA DISCIPLINA	CRÉD.	CARGA HORÁRIA			PRÉ-REQUISITO
				TEOR	PRAT	TOTAL	
8	IEF143	HISTÓRIA DA FÍSICA	4	60		60	IEF312 SEM BLOCO
8	IEF500	MONOGRAFIA	5		150	150	IEF312 SEM BLOCO
8	IEF828	ESTÁGIO SUPERVISIONADO II	8	30	180	210	IEF827 SEM BLOCO
	ENADE0	ENADE - INGRESSANTE					
	ENADE0	ENADE - CONCLUINTE					
TOTAL				148	1770	900	2670
OPTATIVAS							
	APC001	SALDO DE CRÉDITOS (Aprov. e Equivalência)					
	FEF018	ESCOLA, CURRÍCULO E CULTURA	4	60		60	FET121 SEM BLOCO
	FEF075	PLANEJAMENTO E AVALIAÇÃO DO ENSINO	5	75		75	FET121 SEM BLOCO
	IEC082	CÁLCULO NUMÉRICO	4	60		60	IEC081 SEM BLOCO
	IEF040	UNIVERSO	4	60		60	
	IEF066	FÍSICA MATEMÁTICA II	4	60		60	IEF033 SEM BLOCO
	IEF076	TRANSIÇÃO DE F. FENOMENOS CRITICOS	4	60		60	IEF322 SEM BLOCO
	IEF130	LABORATÓRIO DE FÍSICA III	1		30	30	
	IEF133	INTRODUÇÃO A RELATIVIDADE RESTRITA	4	60		60	
	IEF161	MECÂNICA CLÁSSICA II	4	60		60	IEF151 SEM BLOCO
	IEF210	ESTADO SÓLIDO I	4	60		60	IEF322 SEM BLOCO
	IEF220	ÓTICA FÍSICA	4	60		60	IEF818 SEM BLOCO
	IEF332	MECÂNICA ESTATÍSTICA	4	60		60	IEF312 SEM BLOCO
	IEF342	MECÂNICA QUÂNTICA I	4	60		60	IEF322 SEM BLOCO
	IEF352	MECÂNICA QUÂNTICA II	4	60		60	IEF342 SEM BLOCO
	IEF362	FÍSICA NUCLEAR	4	60		60	IEF322 SEM BLOCO
	IEF501	FÍSICA E SOCIEDADE	2	30		30	
	IEF610	TEMAS DE FÍSICA PARA CIÊNCIAS NATURAIS	3	30	30	60	IEF818 SEM BLOCO
	IEF830	INSTRUMENTAÇÃO CIENTÍFICA	2		60	60	IEF822 SEM BLOCO
	IEF996	INTRODUÇÃO A FÍSICA	2	30		30	
	IEF997	MECÂNICA BÁSICA	6	90		90	IEM011 BLOCO 1
	IEF998	FÍSICA EXPERIMENTAL I	1		30	30	
	IEM022	ÁLGEBRA LINEAR II	4	60		60	IEM012 SEM BLOCO
	IEM110	MATEMÁTICA ELEMENTAR I	4	60		60	
	IEM146	INTRODUÇÃO AS FUNÇÕES DE UMA VARIÁVEL	5	75		75	IEM021 SEM BLOCO
	IHE130	INGLÊS INSTRUMENTAL I	4	60		60	
	IHP164	PORTUGUÊS INSTRUMENTAL	4	60		60	
TOTAL				95	1350	150	1500

Fonte: UFAM⁷.

O problema é ainda maior quando pensamos no livro didático. Durante essa pesquisa não foi encontrado nenhum livro didático de física oficial distribuído pelo MEC destinado ao deficiente visual (em Braille). Até nas páginas disponibilizadas pela instituição não foi possível encontrar algum link para download ou mesmo visualização de materiais do tipo. É uma constatação de que não existe disponibilidade de fácil acesso.

Isso reforça ainda mais a necessidade de trabalhos voltados a esse público, como forma de inclusão.

⁷ <https://ecampus.ufam.edu.br/ecampus/gradesCurriculares/report> [modificada]

Capítulo 2

A TERMOLOGIA COMO ÁREA DE CONHECIMENTO DE FÍSICA

Para tratarmos do tema ao qual nos dispusemos a desenvolver, saímos em busca de aprofundamentos que nos dessem suporte teórico. Sobre a Termologia, os dois livros mais usados nas graduações em Física, são Halliday (2016) e Young (2003). Ambos definem a temperatura como o principal conteúdo desse ramo. O foco desse trabalho é trabalhar o conceito, o formalismo matemático é evitado ao máximo, por conta disso, outra literatura explorada aqui é o livro de Física conceitual Hewitt (2002). Pontualmente, serão os referenciais teóricos usados nessa fundamentação pela linguagem simplista e de fácil entendimento.

2.1 Conceitos de Termologia no Ensino Superior

A **Termologia** é um dos ramos Físicos mais empregados no cotidiano, pois, a todo instante a sensação térmica e os fenômenos térmicos são usados ou observados pelos seres vivos. As aplicações da termologia segundo Halliday (2016) vai desde a utilização corriqueira, como conservar alimentos, ou receios quanto a objetos quentes, até a aplicação na tecnologia, como na engenharia automotiva, engenharia de alimentos, na meteorologia, na agronomia e biomedicina. Tudo se inicia conceituando os estados físicos da matéria e temperatura.

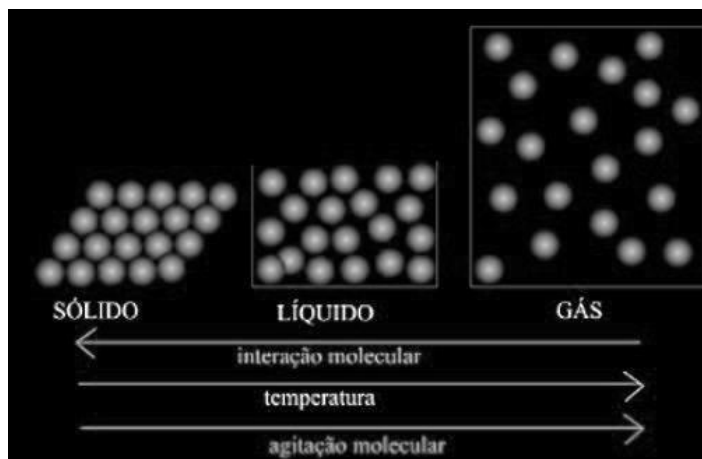
2.1.1 Estados Físicos da Matéria

Halliday (2016) conceitua a existência da matéria em três estados físicos: sólido, líquido e gasoso. É em cima desses estados físicos que ele desenvolve sua teoria para a compreensão da Termologia.

Já Hewitt (2002) associa esses estados diretamente com a velocidade dos átomos e moléculas, o primeiro com menor rapidez e, em forma crescente, o terceiro com velocidades altíssimas. Ele cita o seguinte exemplo: “bata uma pequena moeda com um martelo e ela acabará se aquecendo”. Ele ainda (Hewitt (2002, p. 268),) relaciona a energia cinética das moléculas com a energia térmica do corpo composto

por elas. Para ele os choques mecânicos potencializam colisões moleculares diminuindo as forças de interação, e (assim, elevam a temperatura do corpo) isso faz com que a temperatura do corpo seja elevada.

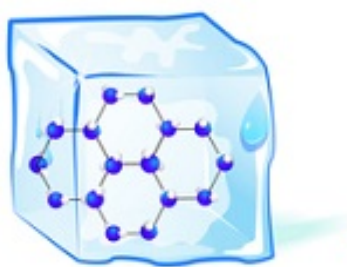
Figura 5 - Temperatura, interação e agitação molecular.



Fonte: Instituto de Física da UFRGS⁸

- *Estado Sólido:* o conceito descrito por Young (2003) remete à vibração das moléculas em torno de pontos de equilíbrio descrevendo o movimento harmônico simples. Essa estrutura permite o agrupamento de átomos e moléculas atraídas mutuamente resultando rigidez ao corpo.

Figura 6 - Estrutura molecular dos sólidos.



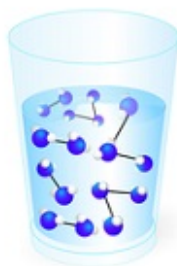
Fonte: Mundo Educação⁹.

- *Estado Líquido:* Halliday (2016) remete à maleabilidade do material resultante de interações mais fracas (em relação ao sólido) entre moléculas e átomos com mais energia e movimento, bem como sobre a capacidade do líquido tomar a forma do fundo do recipiente onde é colocado.

⁸ <http://www.if.ufrgs.br/~leila/fase.htm>

⁹ <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/mudacas-fases.htm> [modificada]

Figura 7 - Estrutura molecular dos líquidos.



Fonte: Mundo Educação⁷.

- *Estado Gasoso*: Halliday (2016) discorre sobre a estrutura definida pelo recipiente ocupando-o completamente, praticamente não há interação entre os átomos e moléculas por causa da energia altíssima. Já Young (2003, p. 149) detalha o movimento, “a molécula de um gás se move em linha reta até que ela colida com outra molécula ou com a parede do recipiente”.

Figura 8 - Estrutura molecular dos gases.



Fonte: Mundo Educação⁷.

2.1.2 Mudanças de Estados Físicos

Ou transições de fase, para Young (2003, p. 116). Ele explica que “para uma dada pressão, a transição de fase ocorre para uma temperatura definida, sendo usualmente acompanhada por uma emissão ou absorção de calor”. Ou seja, a quantidade de calor (Q) necessária para ocorrer as transições de fase podem ser calculadas conforme a massa (m) e o calor de latência (L) da substância. Será positiva se fornecer calor ou negativa se retirar calor, conforme a equação abaixo:

Onde:

$$Q = \pm m \cdot L \quad (\text{eq.1})$$

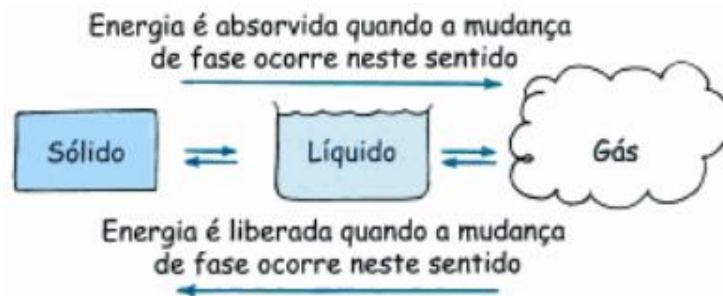
Q em Joule

m em Kg

L em J/Kg

Isso também pode ser observado na figura abaixo:

Figura 9 - Mudanças de estados físicos com as correspondentes transferências de energia.



Fonte: Hewitt (2002, p. 305)

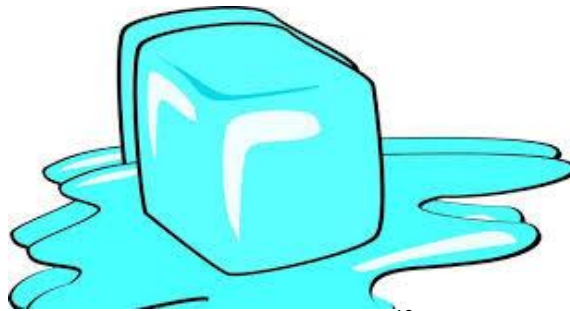
Entre as mudanças do estado físico, podemos encontrar:

- Fusão: é a passagem do sólido para o líquido devido ao acréscimo de energia ao corpo. Como evidencia Hewitt (2002, p. 304) “se bastante calor for absorvido, as forças atrativas das moléculas não serão mais capazes de mantê-las ligadas”. Isso pode ser observado no gelo (observa-se em um) gelo derretendo: O calor latente de fusão do gelo ($L_f = 3,34 \cdot 10^5 \text{ J/Kg}$) é o calor necessário para derreter 1 kg de gelo, ou seja, é necessário fornecer a seguinte quantidade de calor (eq.1):

$$Q = 1 \cdot 3,34 \cdot 10^5$$

$$Q = 3,34 \cdot 10^5 \text{ J}$$

Figura 10 - Fusão do gelo.



Fonte: Guia Estudo¹⁰.

- A Solidificação é a ação inversa disso, tendo 1 kg de água congelando ($L_s = -3,34 \cdot 10^5 \text{ J/Kg}$), temos que retirar a quantidade de calor (eq.1):

$$Q = 1 \cdot (-3,34 \cdot 10^5)$$

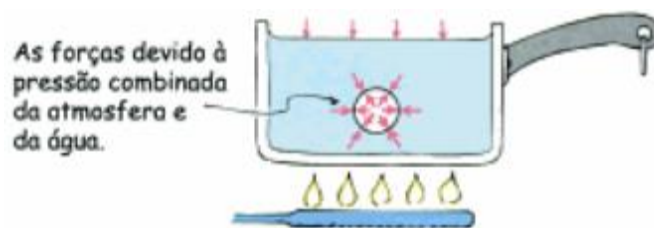
$$Q = -3,34 \cdot 10^5 \text{ J}$$

- **Vaporização:** é a mudança do estado líquido ao gasoso, Hewitt (2002, p. 302) descreve esse processo relacionando o aumento da temperatura do líquido inteiro, formando bolhas empurradas para fora do líquido por empuxo, “se a pressão aumentar, as moléculas do vapor se tornarão mais rápidas”. Exemplo desse processo é a água fervendo em uma panela. De modo análogo ao anterior, tendo 1 kg de água e querendo-se vaporiza-lo ($L_v = 2,256 \cdot 10^6 \text{ J/Kg}$) seria necessário, usando eq.1, a seguinte quantidade de calor:

$$Q = 1 \cdot 2,256 \cdot 10^6$$

$$Q = 2,256 \cdot 10^6 \text{ J}$$

Figura 11 - Vaporização da água.



Fonte: Hewitt (2002, p. 302).

¹⁰ <https://www.guiaestudo.com.br/ponto-de-fusao>

- A Condensação é o processo inverso disso, tendo 1 kg de vapor de água, para transformar em líquido ($L_c = -2,256 \cdot 10^6 \text{ J/Kg}$), pela eq.1:

$$Q = 1 \cdot (-2,256 \cdot 10^6)$$

$$Q = -2,256 \cdot 10^6 \text{ J}$$

- *Sublimação*: é a passagem direta do sólido ao líquido, e vice-versa é chamada de *Sublimação*, pode ser atribuída à “fumaça” de um gelo seco, ou na formação de granizo. Não foi encontrada nas literaturas a forma de calcular a quantidade de calor nessa transição de fase.

Figura 12 - Sublimação do gelo seco.



Fonte: Brasil Escola¹¹.

2.1.3 Escalas Termométricas

São criadas a partir de um fenômeno térmico reprodutível, geralmente usa-se a fusão e ebulição da água que requer menos energia e custo para realizar. De acordo com Young (2003), fora do meio científico usa-se muito a escala Celsius (°C) proposta pelo astrônomo sueco Anders Celsius (1701 – 1744), indicando 0°C para a fusão e 100°C para a ebulição da água.

Porém, há uma escala muito comum nos Estados Unidos, lá usa-se a escala Fahrenheit (°F) proposta pelo físico alemão Daniel Fahrenheit (1686 – 1736), marcando 32°F para a fusão e 212°F para a ebulição da água, como podemos encontrar na produção de Hewitt (2002).

Caso queira-se transformar as temperaturas, Halliday (2016, p. 420) propõe:

¹¹ <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/gelo-seco-sublimacao.htm>

Onde:

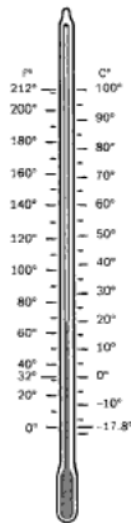
$$T_F = \frac{9}{5}T_C + 32 \quad (\text{eq.2})$$

T_F é a temperatura em Fahrenheit

T_C é a temperatura em Celsius;

Pela fórmula, Hewitt (2002) ilustra como pode ser feita a comparação entre temperaturas iguais em unidades diferentes:

Figura 13 - Comparação entre °F e °C.



Fonte: Hewitt (2002, p. 269).

Usando a eq.2, como exemplo da utilização dela, definindo a temperatura média do corpo humano como 37°C, o valor dessa temperatura na escala Fahrenheit é:

$$T_F = \frac{9}{5} \cdot 37 + 32$$

$$T_F = 66,6 + 32$$

$$\boxed{T_F = 98,6 \text{ °F}}$$

2.1.4 Dilatação Térmica dos Sólidos

Ao aquecer um material, há adição de energia às moléculas e “com a energia adicional, os átomos se afastam mais uns dos outros” Halliday (2016, p. 423), ou seja, “suas moléculas ou átomos passam, em média, a oscilar mais rapidamente e tendem a se afastar umas das outras”, Hewitt (2002, p. 273), ocasionando a dilatação da substância, o inverso pode ser chamado de contração térmica. Cada material possui sua taxa de variação de tamanho, chamada de *coeficiente de dilatação linear*, conforme algumas listadas por Young (2003, p.109):

Figura 14 - Coeficientes de dilatação linear.

COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR	
MATERIAL	$\alpha [K^{-1} \text{ ou } (^{\circ}C)^{-1}]$
Alumínio	$2,4 \times 10^{-5}$
Latão	$2,0 \times 10^{-5}$
Cobre	$1,7 \times 10^{-5}$
Vidro	$0,4-0,9 \times 10^{-5}$
Invar (liga de ferro-níquel)	$0,09 \times 10^{-5}$
Quartzo (fundido)	$0,04 \times 10^{-5}$
Aço	$1,2 \times 10^{-5}$

Fonte: Young (2003, p. 109)

A dilatação térmica pode ser classificada em:

- *Dilatação linear* caso haja alteração de tamanho em uma dimensão.

Calculada com:

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T \quad (\text{eq.3})$$

Onde:

ΔL é a dilatação linear¹²

α é o coeficiente de dilatação linear

L_0 é o comprimento inicial

ΔT é a variação de temperatura¹³

L é o comprimento final

Exemplo (Young 2003, p. 110): Um agrimensor usa uma fita de aço que possui um comprimento exatamente igual a 50000 m a uma temperatura de 20°C. Qual é o comprimento da fita em um dia de verão quando a temperatura é igual a 35°C?

Usando a eq.3 e adotando valor do aço da figura 14, temos:

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$$

$$(L - L_0) = \alpha L_0 (T_f - T_i)$$

$$(L - 50000) = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 50000 \cdot (35 - 20)$$

$$(L - 50000) = 60000 \cdot 15 \cdot 10^{-5}$$

$$(L - 50000) = 900000 \cdot 10^{-5} = 9$$

$$L = 9 + 50000$$

¹² $\Delta L = (L - L_0)$: Diferença entre comprimentos final e inicial.

¹³ $\Delta T = (T_f - T_i)$: Diferença entre temperaturas final e inicial.

$$L = 50009 \text{ m}$$

- *Dilatação superficial* para alteração de medidas em duas dimensões.

Calculada com:

$$\Delta S = 2\alpha S_0 \Delta T \text{ (eq.4)}$$

Onde:

ΔS é a dilatação superficial¹⁴

α é o coeficiente de dilatação linear

S_0 é a área inicial

ΔT é a variação de temperatura

S é a área final

Exemplo: Uma chapa de aço com área inicial de 2000 m² quando sujeito a uma temperatura de 10°C. Qual é a área da chapa em um dia de verão quando a temperatura é igual a 50°C?

Usando a eq.4 e adotando valor do aço da figura 14, temos:

$$\Delta S = 2\alpha S_0 \Delta T$$

$$(S - S_0) = 2\alpha S_0 (T_f - T_i)$$

$$(S - 2000) = 2 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 2000 \cdot (50 - 10)$$

$$(S - 2000) = 4800 \cdot 40 \cdot 10^{-5}$$

$$(S - 2000) = 192000 \cdot 10^{-5} = 1,92$$

$$S = 1,92 + 2000$$

$$S = 2001,92 \text{ m}^2$$

- *Dilatação volumétrica* nomeia a dilatação ocorrida em três dimensões.

Calculada com:

¹⁴ $\Delta S = (S - S_0)$: Diferença entre áreas final e inicial.

Onde:

ΔV é a dilatação volumétrica¹⁵

β é o coeficiente de dilatação volumétrica¹⁶

V_0 é o volume inicial

ΔT é a variação de temperatura

V é o volume final

$$\Delta V = \beta V_0 \Delta T \quad (\text{eq.5})$$

Exemplo: Uma caixa de alumínio possui o volume de 1000 cm³ quando a temperatura é igual a 20°C. Qual o volume quando a temperatura passa a ser 60°C? Usando a eq.5 e adotando valor do alumínio da figura 14, temos:

$$\Delta V = \beta V_0 \Delta T$$

$$(V - V_0) = 3\alpha V_0 (T_f - T_i)$$

$$(V - 1000) = 3 \cdot 2,4 \cdot 10^{-5} \cdot 1000 \cdot (60 - 20)$$

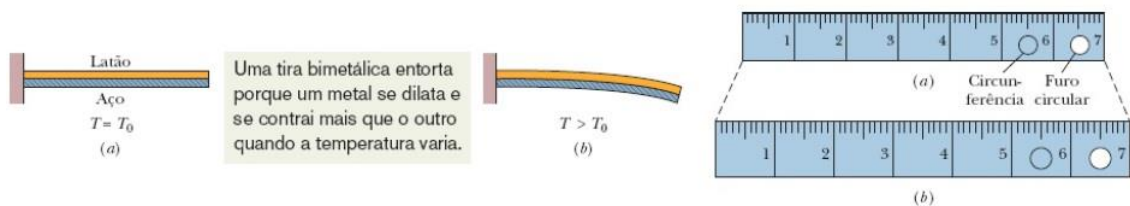
$$(V - 1000) = 7200 \cdot 40 \cdot 10^{-5}$$

$$(V - 1000) = 288000 \cdot 10^{-5} = 2,88$$

$$V = 2,88 + 1000$$

$$\boxed{V = 1002,88 \text{ cm}^3}$$

Figura 15 - Dilatação térmica.



Fonte: Halliday (2016, p. 424 e p. 426) [modificada].

2.1.5 Calor

Hewitt (2002, p. 281) “o calor se transfere dos objetos mais quentes para os mais frios”. Vários corpos com temperaturas diferentes tendem a trocar energia térmica até atingirem o equilíbrio térmico, como reforça o Young (2003. P. 113) “a

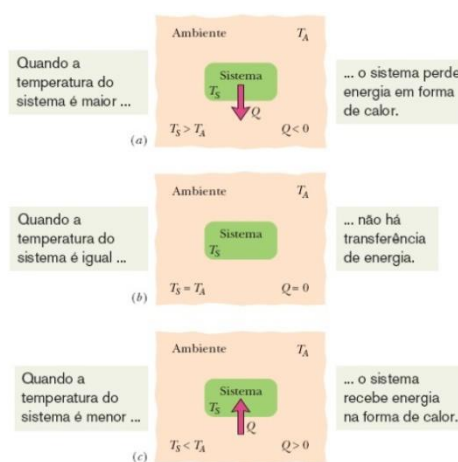
¹⁵ $\Delta V = (V - V_0)$: Diferença entre volumes final e inicial.

¹⁶ $\beta = 3\alpha$

transferência de energia produzida apenas por uma diferença de temperatura denomina-se transferência de calor ou fluxo de calor”. Como já foi utilizada anteriormente, a unidade de calor no Sistema Internacional (SI) a unidade de quantidade de calor é Joule, porém existe a possibilidade de relacioná-la com Caloria. Para relacionar as duas:

$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$$

Figura 16 - Fluxo de calor.



Fonte: Halliday (2016, p. 430)

2.1.6 Mecanismos de Transferência de Calor

Definido o calor, agora há a diferenciação das formas como elas podem ocorrer, dependendo principalmente do estado físico ou materiais envolvidos.

- *Condução térmica*: nela “os elétrons e átomos da panela vibram intensamente por causa da alta temperatura a que estão expostos, essas vibrações são transferidas para o cabo por colisões entre os átomos”, Halliday (2016, p. 450). Hewitt (2002, p. 281) exemplifica, “mantenha a extremidade de uma agulha de ferro em um a chama. Logo ela ficará quente demais para que se possa segurá-la”. Em seguida faz a relação entre elétrons livres e condutibilidade de energia térmica, definindo os metais como condutores (alta condutibilidade) ou isolantes (baixa condutibilidade) térmicos, que pode ser vista pelo quadro proposto por Young (2003, p.122):

Quadro 2 - Condutividade térmica.

SUBSTÂNCIA	CONDUTIVIDADE TÉRMICA $k(W/m \cdot K)$
Prata	406,0
Alumínio	205,0
Aço	50,2
Madeira	0,12 – 0,04
Ar	0,024
Isopor	0,01

Fonte: Young 2003, p. 122 [modificado].

A taxa de transferência de calor em relação ao tempo na condução pode ser definida por:

$$H = \frac{dQ}{dt} \quad (1)$$

Young (2003, p. 122), “a taxa de transferência de calor é proporcional à área da reta da barra e a diferença de temperatura é inversamente proporcional ao comprimento da barra, introduzindo uma constante de proporcionalidade”, temos:

Onde:

H é a taxa de calor

k é a condutividade térmica

A é a área da seção do material

L é o comprimento do material

T_H é a temperatura mais quente

T_C é a temperatura mais fria

$$H = kA \frac{(T_H - T_C)}{L} \quad (\text{eq.6})$$

Exemplo: Uma caixa de isopor usada para manter bebidas frias em um piquenique possui área total (incluindo a tampa) igual a 0,80 m² e a espessura da parede igual a 2,0 cm. Ela está cheia de água, gelo e latas de Omni-cola a 0°C. Qual é a taxa do fluxo de calor para o interior da caixa se a temperatura da parede externa for igual a 30°C?

Usando a eq. 6 e o valor do isopor do quadro 2, temos:

$$H = 0,01 \cdot 0,80 \frac{(30 - 0)}{0,020}$$

$$H = 0,4 \cdot 30$$

$$H = 12 \text{ J/s}$$

- **Convecção térmica:** ocorre nos fluidos (líquidos e gases) nela “envolve o movimento de massa” afirma Hewitt (2002, p. 282). A parte fluida mais próxima da fonte térmica dilata ficando menos densa, assim, leve; já a parte mais distante continua densa, assim, pesada, “o fluido mais frio escoar para tomar o lugar do fluido mais quente que sobe, e o processo pode continuar indefinidamente”, Halliday (2016, p. 454). Nas obras consultadas não foram encontradas fórmulas matemáticas sobre o conceito.

Figura 17 - Convecção em fluidos.

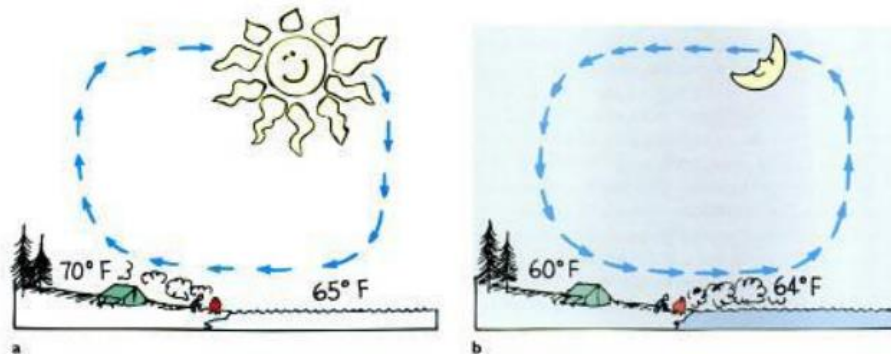


FIGURA 16.3 (a) Correntes de convecção no ar. (b) Correntes de convecção em um líquido.

Fonte: Hewitt (2002, p. 282) [modificada]

Outro aspecto levantado por Hewitt (2002) é que naturalmente o fenômeno da convecção térmica ocorre, por exemplo, nas brisas marítimas (figura 16.a) e terrestres (figura 16.b). Devido a maior facilidade de o solo variar sua temperatura em relação à água, durante o dia a massa de ar acima da cidade é quente e sobre a água é fria, conseqüentemente a brisa será da água ao solo. E durante a noite, o solo esfria rapidamente e a água continua quente, invertendo o sentido da brisa.

Figura 18 - Brisas terrestre e marítima.



Fonte: Hewitt (2002, p. 284)

- **Irradiação térmica:** Halliday (2016, p. 454) indica que “um sistema e o ambiente também podem trocar energia através de ondas eletromagnéticas”, ele completa afirmando que “o calor do Sol chega até nós através do vácuo”. Hewitt (2002) especifica ainda mais ao detalhar:

“essa energia não passa através da atmosfera por condução, pois o ar é um mau condutor. Também não passa por convecção, pois essa só tem início quando a Terra já está aquecida. Também sabemos que no espaço vazio não é possível haver transmissão de energia solar por convecção ou condução”. Hewitt (2002, p. 284).

Figura 19 - Irradiação entre Sol e Terra



Fonte: Hewitt (2002, p. 286).

A formalização matemática do fluxo de calor na irradiação varia também conforme (1). Agora, como definido em Young (2003, p. 126) é proporcional a área, aumenta conforme à temperatura absoluta elevada à quarta potência, a emissividade da superfície e uma constante:

Onde:

H é a taxa de calor

A é a área submetida à radiação

e é a emissividade do material

T é a temperatura do corpo emissor

σ é a constante de Stefan-Boltzmann¹⁷

$$H = Ae\sigma T^4 \quad (\text{eq.7})$$

Exemplo: Young (2003) [modificado]: Uma placa quadrada de aço com área de 0,010m² é aquecida em uma forja de ferreiro até uma temperatura de 1073 K. Sabendo que a emissividade é igual a 0,60. Qual é a taxa total de energia transmitida por radiação?

Observação: a placa emite para os dois lados, a área sendo $2 \cdot 0,010 = 0,020 \text{ m}^2$, assim:

$$H = 0,020 \cdot 0,60 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 1073$$

¹⁷ $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$

$$H = 900 \text{ W}$$

A importância das literaturas usadas e a alternância entre as mesmas foram primordiais para ter fundamentação teórica sucinta. Mesmo que sejam obras já consagradas em cursos de graduação em Física, uma especifica a formalização matemática, Young, 2003; outra foca na fundamentação teórica, Hewitt, 2002; e a última mescla entre as duas características, Halliday, 2010. Uma vez que estabelecidos os conceitos principais, a seguir, apresentaremos a proposta de ensino acompanhada da sequência didática que a instrui.

Capítulo 3

Proposta de sequência didática para o ensino de Termologia para deficientes visuais e videntes.

Nessa proposta desenvolvida para o ensino de Termologia teve a finalidade de validar da metodologia aplicada. Para isso envolvemos os conceitos iniciais da Termologia, partindo da definição dos estados físicos; menção às mudanças dos mesmos; abordagem comparativa das escalas Celsius e Fahrenheit; representação das dilatações linear, superficial e volumétrica; estruturação de calor e as formas de propagação do calor pela condução, convecção e irradiação.

3.1 Aplicação para deficientes visuais.

Considerando que a atividade deveria envolver alunos com deficiência visual, tivemos algumas limitações relacionadas. A mais relevante foi quanto à localização dos alunos, que encontram-se dispersos por várias escolas da capital, já que de acordo com a Lei Nº 13.146, não pode ser feita a separação deles dos demais, e, seria necessário nosso deslocamento por inúmeras escolas, para encontrar um ou dois alunos em cada uma delas. Isso foi constatado através de telefonemas, foram localizados dois alunos, em escolas diferentes e bairros diferentes, e, concebendo o curto espaço de tempo disponibilizado para a realização da pesquisa, acabaria por torna-la inviável.

A solução veio através de contatos com pedagogos de diversas escolas, até tornar possível a marcação de um dia de maior movimento em uma Escola Estadual de Atendimento Específico em Manaus – AM. Assim, a realização da atividade ocorreu no dia 06/07/2019 durante os turnos matutino e vespertino. Essa data foi escolhida para coincidir com um evento que seria oferecido pela organização do local, sendo uma ocasião propícia à participação de mais pessoas.

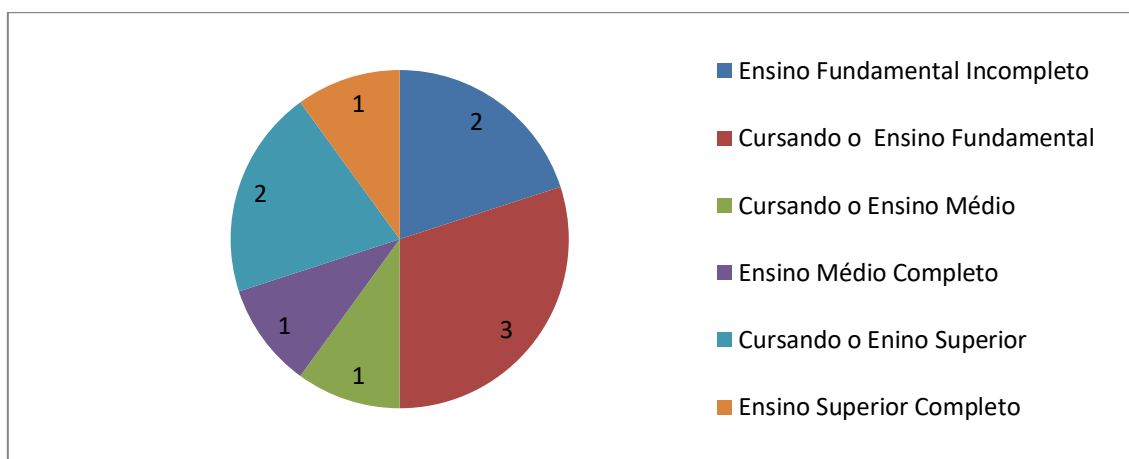
A escola campo de aplicação da atividade é referência no atendimento de pessoas com deficiências em geral. Nela não há um currículo próprio do ensino regular, ocorrem diversos cursos voltados para o público deficiente, como libras, aula do alfabeto Braille, informática adaptada, e de mobilidade em rua. E ao público em geral, há cursos de tratamento e capacitação em libras e Braille.

Localizada na avenida Umberto Calderaro, no bairro da Cachoeirinha em Manaus - AM, contém salas de aula destinadas à realização de cursos de independência do deficiente. Atende a pessoas dos mais diversos níveis de ensino. Conta com uma equipe formada por pedagogos fonoaudiólogos, psicólogos, professores, fisioterapeutas e outros profissionais.

O local escolhido para a aplicação da atividade foi o salão de recepção da sala de Arteterapia e contava com o seguinte mobiliário: duas mesas grandes, das quais foi usada apenas uma; cadeiras de espera.

Ao todo 10 pessoas com deficiência visual, em diferentes níveis de escolaridade, participaram da atividade, individualmente. Destas, 07 possuíam cegueira total e 03 com baixa visão grave. Quanto ao nível de escolaridade pode-se ver os dados pela ilustração a seguir:

Gráfico 3 - Escolaridade dos participantes.



Fonte: Própria do autor.

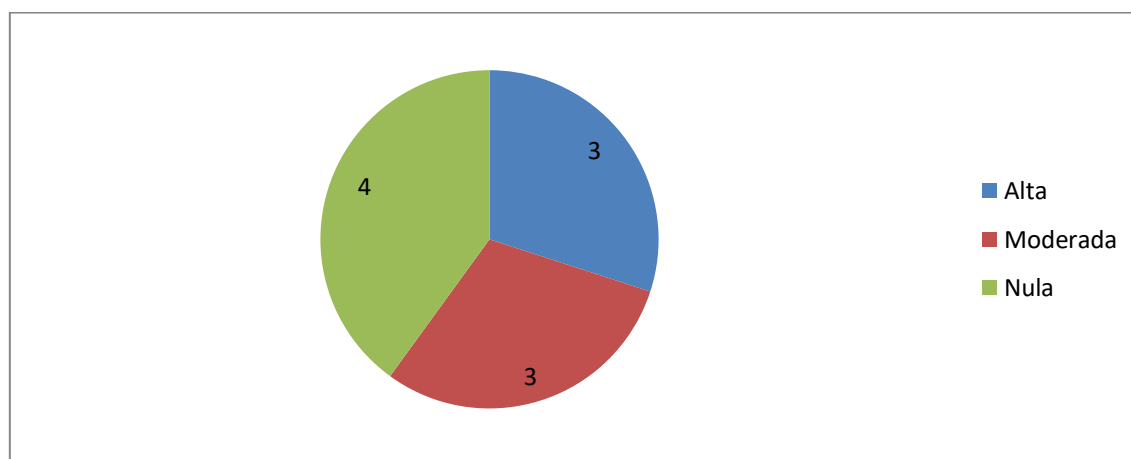
Observando o gráfico 3, destaco “Ensino Fundamental Incompleto” para dois participantes com idades de 39 e 46 anos que estavam aprendendo Braille para fazer a prova de conclusão deste nível de ensino. “Cursando o Ensino Fundamental” a três alunos de 5º, 7º e 9º ano respectivamente e, “Cursando o Ensino Médio” a um aluno matriculado no 2º ano. Com o “Ensino Médio Completo” apenas uma pessoa de 59 anos que estava aguardando a finalização de um processo jurídico para ingressar em uma instituição de Ensino Superior para o curso de Serviço Social (ganhou em 1ª instância, aguardando a 2ª). “Cursando o Ensino Superior” estavam também duas alunas: uma de Pedagogia e outra de Direito, ambas no 8º período.

Com o “Ensino Superior Completo” havia uma profissional de Pedagogia que trabalha na própria instituição.

A aplicação da atividade para esse grupo ocorreu por motivo de atenderem aos requisitos da pesquisa, e quanto à variedade de escolaridade se dá ao fato da escola atender todos os deficientes visuais que a procuram. Por não se tratar de uma escola de ensino regular, há diversificação entre pessoas com baixa ou nenhuma instrução, até pessoas com instruções elevadas.

Outra informação diagnosticada refere-se à taxa de alfabetização em Braille, dessas pessoas.

Gráfico 4 - Aptidão em Braille.



Fonte: Própria do autor.

Os níveis ilustrados acima foram classificados de acordo com a interação dos participantes aos materiais, considerando a proficiência ao ler todas as instruções em Braille presentes nas maquetes: “Alta” condiz aos que não precisaram de ajuda para ler as palavras escritas; “Moderada” aos que tiveram dificuldades em ler algumas letras ou números, necessitando da intervenção do pesquisador. “Nula” trata-se dos participantes que não possuem alfabetização em Braille. Em tempo, essa classificação não condiz com o conhecimento dos conceitos Físicos, pois não houve entrevista prévia, oral ou escrita, que pudesse nos dar parâmetros acerca da existência ou nível desse conhecimento.

3.1.1 Metodologia empregada

Usando por base a teoria de Vygotsky, desenvolvemos algumas adaptações presentes nesse trabalho que foram elaboradas pensando no ensino a pessoas com

deficiência visual. A ideia foi adaptar as imagens presentes nos livros didáticos regulares em forma de maquetes 3D ou recursos táteis. Esses materiais foram confeccionados usando materiais de baixo custo de forma a serem de fácil aquisição.

Para percorrer o espaço, o pesquisador usou a norma padrão de condução da pessoa cega presente no site “Louis Braille associação de cegos”, e ilustrada a seguir, tendo em vista a não utilização da bengala para terem as mãos livres para a interação com o material. Foi necessário então, dar apoio e direcionamento aos participantes.

Figura 20 - Condução da pessoa cega.

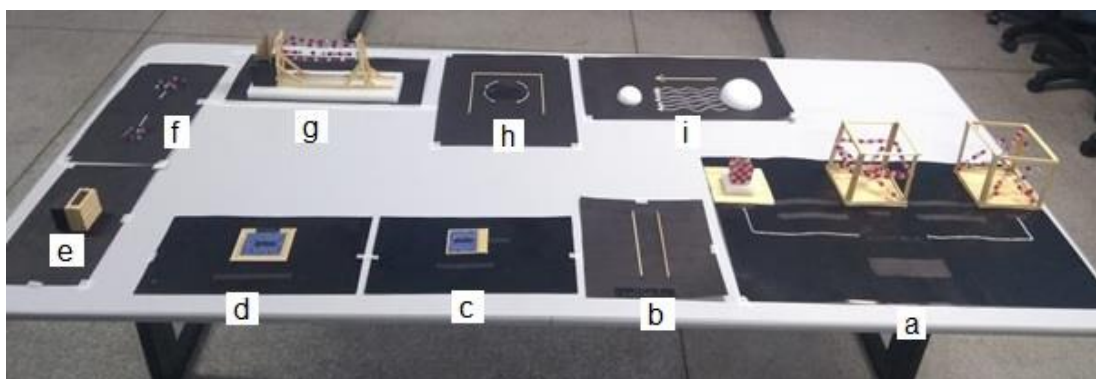


Fonte: <https://pt.wikihow.com/Guiar-uma-Pessoa-Cega> [modificada]

3.1.2 Sobre a Estratégia de Ensino

Os materiais confeccionados foram dispostos em uma mesa de maneira sequencial ao conteúdo abordado nos livros, com as maquetes sinalizadas por letras do alfabeto, iniciando em “a” para a primeira até “i” para a última.

Figura 21 - Disposição do material na mesa.



Fonte: Própria do autor

a. **Estados Físicos da Matéria e Mudanças de Estado**

Estados Físicos da Matéria.

Materiais e analogias: As missangas representam as moléculas. Os palitos de dente e silicone representam as ligações e trajetória moleculares. Os palitos de picolé formam o recipiente onde as estruturas são colocadas.

Como está no livro didático:

Figura 22 - Estados físicos no livro didático.

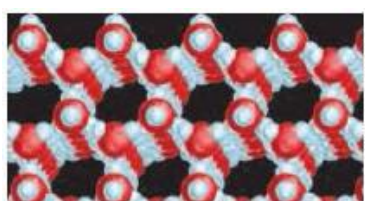


Figura 1: Nesse esquema está representado o estado sólido da água (com ampliação de 1 bilhão de vezes).

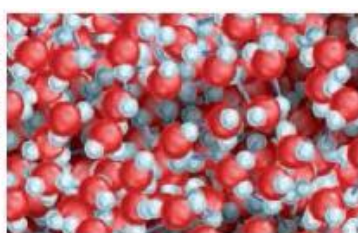


Figura 2: Nesse esquema está representado o estado líquido da água (com ampliação de 1 bilhão de vezes).

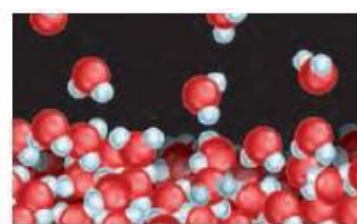
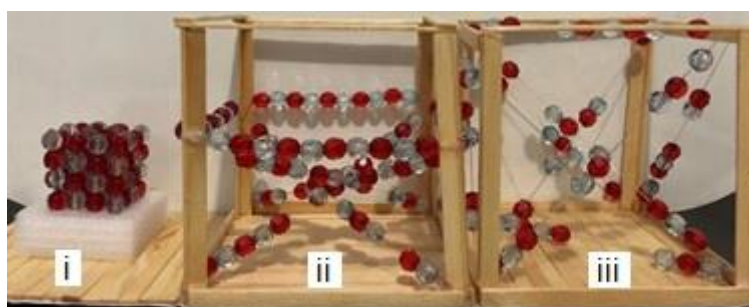


Figura 3: Nesse esquema está representado o estado gasoso da água (com ampliação de 1 bilhão de vezes).

Fonte: Aula por aula. Vol. 2. 3ª Ed. (2016, p. 59) [modificada].

Como foi adaptado:

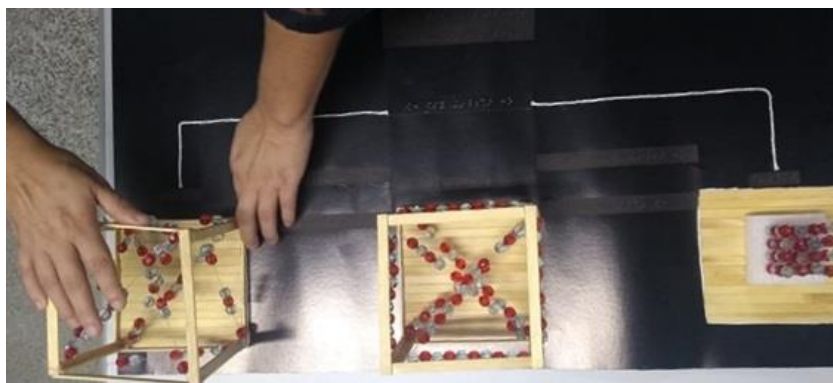
Figura 23 - Estados físicos adaptados.



Fonte: Própria do autor.

Descrição: “i” representa o estado sólido, nele é possível demonstrar a ordem da estrutura e pouco movimento das moléculas do corpo. “ii” representa o estado líquido, nota-se o nível atingido pelo líquido, as moléculas estão menos ordenadas e realizam mais movimentos comparando ao estado anterior. “iii” sendo o estado gasoso, as moléculas necessariamente ocupam todo o recipiente, bastante espaçadas, e desordenadas, permitindo a elas movimento intenso.

Figura 24 - Pedagoga da própria instituição detectando os estados físicos.

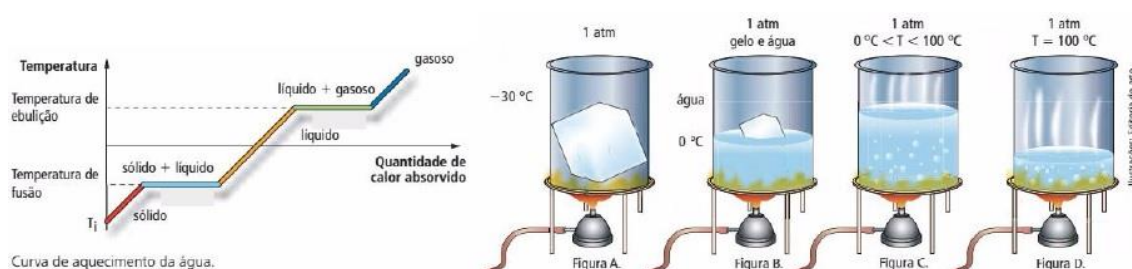


Fonte: Própria do autor.

Sobre as variações de estados físicos da matéria.

Como está no livro didático:

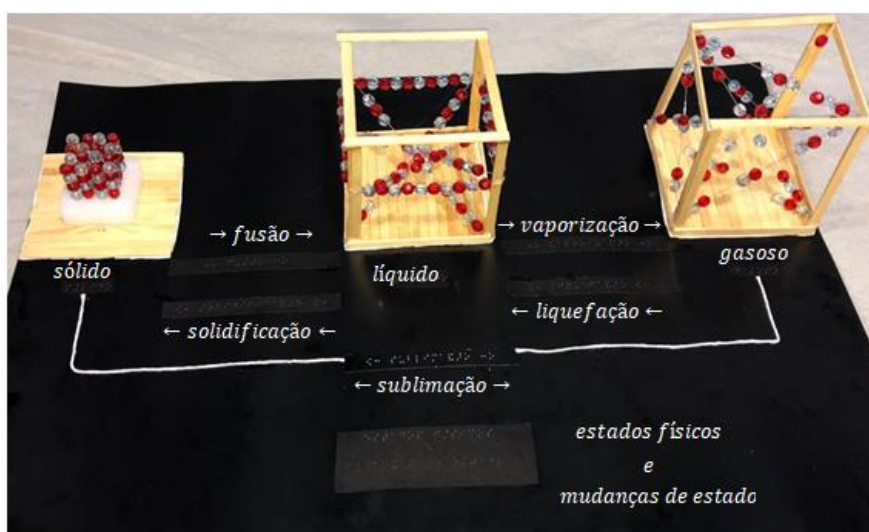
Figura 25 - Mudanças de estado físico no livro didático.



Fonte: Aula por aula. Vol. 2. 3ª Ed. (2016, p. 60) [modificada]

Como foi adaptado:

Figura 26 - Mudanças de estado físico adaptadas.

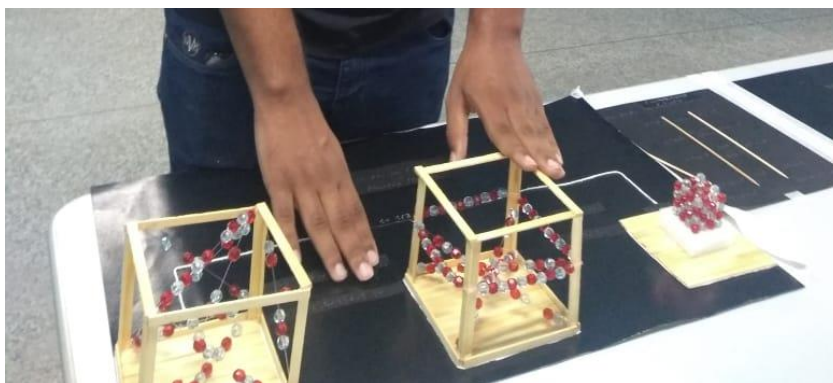


Fonte: Própria do autor.

Descrição: Os três estados físicos (apresentados anteriormente) estão sobrepostos em uma superfície com seus respectivos nomes em Braille. Entre os estados físicos há o nome do fenômeno ao mudar de um pra outro.

Como foi apresentado: posicionado à esquerda do participante, foram solicitadas as mãos de modo a conduzir sequencialmente pela maquete. Enquanto guiava com a mão, o pesquisador instigava quanto à percepção e ao conceito relacionado. Para os alfabetizados, a leitura Braille era estimulada e a fala era usada para exemplificar. Para os não-alfabetizados, a leitura era realizada pelo professor.

Figura 27 - Aluno cego do 2º ano do Ensino Médio na maquete “a” sentindo as variações de estado físico da matéria.



Fonte: Própria do autor.

Feedback dos participantes: durante a apresentação dessa maquete, os participantes ficaram encantados com as representações das moléculas e movimentos das mesmas. As trilhas indicando as transições de fase não foram bem aproveitadas por todos, poucos fizeram a leitura detalhada do Braille (devido a aptidão pessoal), mas todos ficaram interessados com os exemplos de cada transição feitos de forma oral. Uma aluna em especial, destacou o “realismo” oferecido pelo *líquido*, dizendo: “nossa, parece quando colocamos a mão na água, elas (missangas) tocam como se fossem gotas”.

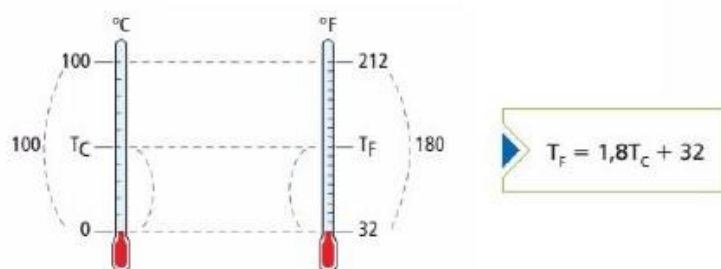
Esta observação deixa clara a necessidade do estímulo tátil para despertar a percepção e a associação entre materiais usados nas maquetes - conceitos físicos abordados - cotidiano dos participantes.

b. Escalas termométricas

Materiais e analogias: palitos de churrasco para representar termômetros clínicos comuns.

Como está no livro didático:

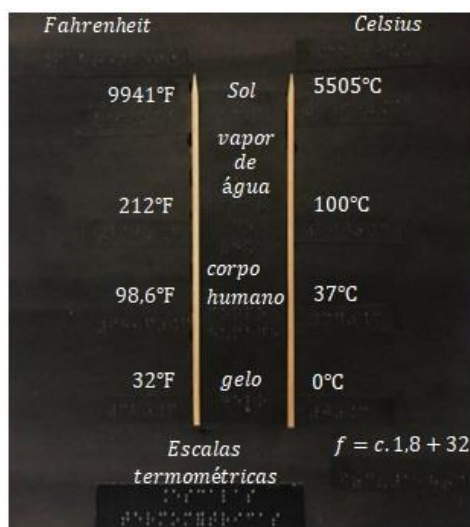
Figura 28 - Comparação entre Celsius e Fahrenheit no livro didático.



Fonte: Aula por aula. Vol. 2. 3ª Ed. (2016, p. 29) [modificada].

Como foi adaptado:

Figura 29 - Comparação entre Celsius e Fahrenheit adaptada.



Fonte: Própria do autor.

Descrição: Usou-se temperatura de corpos do senso comum com a finalidade de despertar interesse do público sobre como elas podem ser lidas em diferentes partes do mundo. Para cada corpo há a temperatura em Celsius e Fahrenheit escritas em Braille de forma crescente. É disponibilizada também a fórmula usada pra efetuar o cálculo de transformação entre as escalas.

Como foi apresentado: posicionado à esquerda do participante, foram solicitadas as mãos de modo a conduzir sequencialmente pela maquete. Primeiro era apresentado o material a ser trabalhado, na sequência ele era guiado a ler em Braille a temperatura em Celsius e após, em Fahrenheit, tinha-se o cuidado pra deixar claro sobre os valores diferentes representarem a mesma quantidade de energia térmica, ou seja, eram apenas escalas diferentes.

Figura 30 - Estudante cega de direito na maquete “b”.



Fonte: Própria do autor.

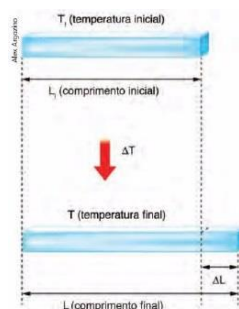
Feedback dos participantes: talvez o efeito estático e a grande quantidade de informação numéricas desse material não tenha sido tão atrativo. Foi a representação em que houve mais dispersão da concentração dos envolvidos. Depois de algumas apresentações, tomei-a como fonte de informações e curiosidades, quando mencionava a temperatura solar, havia um semblante de entusiasmo, mas logo que caía para valores mais baixos, tipo do corpo humano, a empolgação ia diminuindo. Foi eficaz para enfatizar a diferença de valores devido a escalas diferentes, mas nada além disso. Para uma reformulação, será feito um material mais dinâmico.

c. Dilatação linear.

Materiais e analogias: missangas pequenas coladas como antes e com palitos em paralelo sendo o depois.

Como está no livro didático:

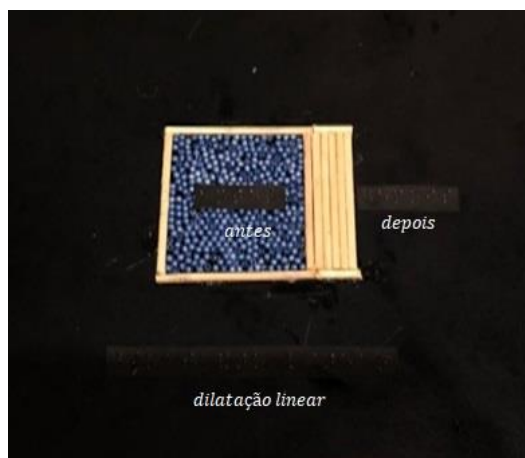
Figura 31 - Dilatação linear no livro didático.



Fonte: Aula por aula. Vol. 2. 3ª Ed. (2016, p. 34).

Como foi adaptado:

Figura 32 - Dilatação linear adaptada.

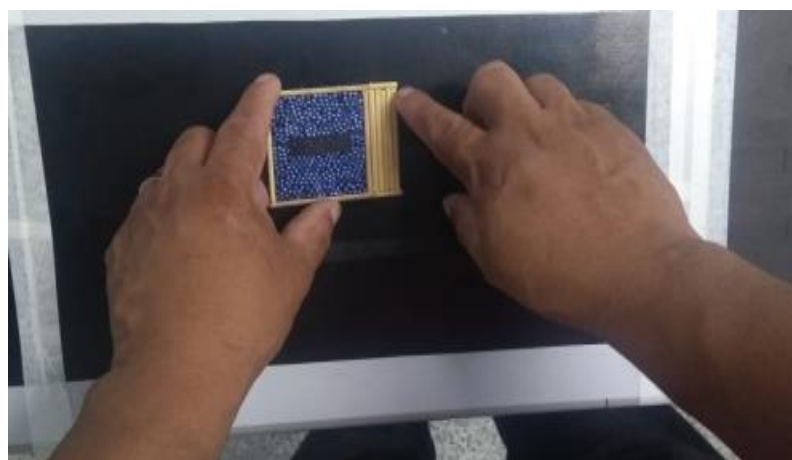


Fonte: Própria do autor.

Descrição: Usando missangas pequenas faz-se a demonstração do material antes de ser aquecido. Os palitos que formam o retângulo interno servem como bordas. E os palitos paralelos colados em sequência ilustram a dilatação. Na dilatação linear há a dilatação em apenas uma dimensão, aqui, no comprimento.

Como foi apresentado: posicionado à esquerda do participante, foram solicitadas as mãos de modo a conduzir sequencialmente pela maquete. Guiando o participante para conhecer a figura geométrica, as bordas e atentar como o antes do aquecimento. Em seguida, leva-o para a parte referente à dilatação, agora o objetivo é mostrar a mudança de tamanho, bem como de forma geométrica.

Figura 33 - Adulto cego do fundamental na maquete "c".



Fonte: Própria do autor.

Feedback dos participantes: essa demonstração regia uma quebra de paradigma, apenas um dos participantes conhecia a dilatação linear, tudo o que foi

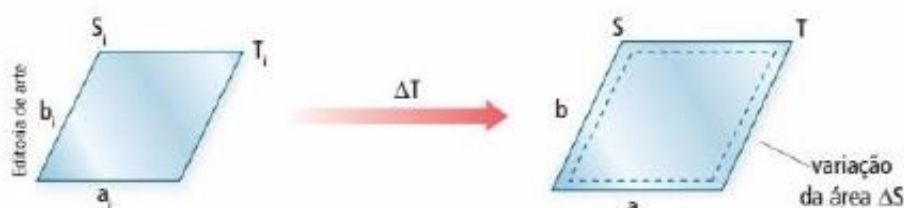
apresentada nela, era novidade. A mudança abrupta de material, de missanga passa para palito, foi bem recebida, deu a eles a noção correta de variação de tamanho.

d. Dilatação superficial.

Materiais e analogias: missangas pequenas coladas como antes e com palitos paralelos sendo o depois.

Como está no livro didático:

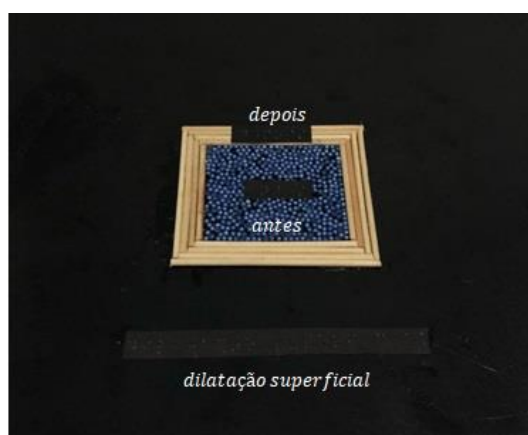
Figura 34 - Dilatação superficial no livro didático.



Fonte: Aula por aula. Vol. 2. 3ª Ed. (2016, p. 36).

Como foi adaptado:

Figura 35 - Dilatação superficial adaptada.



Fonte: Própria do autor.

Descrição: Usando missangas pequenas faz-se a demonstração do material antes de ser aquecido. Os palitos que formam o retângulo interno servem como bordas. E os palitos paralelos colados em sequência ilustram a dilatação. Na dilatação superficial há a dilatação em duas dimensões, aqui, no comprimento e altura, dilatando para os quatro lados.

Como foi apresentado: posicionado à esquerda do participante, foram solicitadas as mãos de modo a conduzir sequencialmente pela maquete. Guiando o participante para conhecer a figura geométrica, as bordas e atentar como o antes do

aquecimento. Em seguida, leva-o para a parte referente à dilatação, agora o objetivo é mostrar a mudança de área, bem como de forma geométrica.

Figura 36 - Aluna cega do fundamental na maquete “d”.



Fonte: Própria do autor.

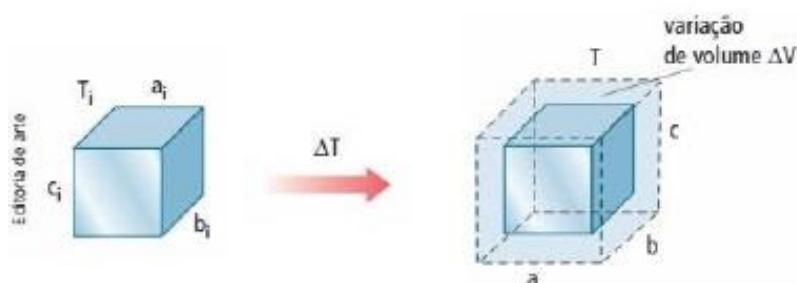
Feedback dos participantes: uma vez que a noção de crescimento foi apresentada no caso anterior, aqui houve uma tentativa quase unânime de adivinhar o que aconteceria. Logo que mencionado o crescimento em duas dimensões, os participantes já procuravam para onde haveria as alterações. O sentimento de novidade foi substituído por orgulho ao detectarem o próprio acerto.

e. Dilatação volumétrica.

Materiais e analogias: cubo de papel representa o volume inicial, palito de churrasco sendo o final.

Como está no livro didático:

Figura 37 - Dilatação volumétrica no livro didático.



Fonte: Aula por aula. Vol. 2. 3ª Ed. (2016, p. 40).

Como foi adaptado:

Figura 38 - Dilatação volumétrica adaptada.



Fonte: Própria do autor.

Descrição: Usando um molde, fez-se o cubo de papel cartão para representar o volume inicial do sólido. Os palitos que revestem algumas faces do cubo demonstram a variação de volume. Na dilatação volumétrica há a dilatação em três dimensões, aqui, no comprimento e altura, e profundidade.

Como foi apresentado: posicionado à esquerda do participante, foram solicitadas as mãos de modo a conduzir sequencialmente pela maquete. Guiando o participante para conhecer a figura geométrica cúbica, sendo antes do aquecimento. Em seguida, leva-o para a parte referente à dilatação, agora o objetivo é mostrar a mudança de volume, ainda sendo um cubo, porém com alteração nas dimensões.

Figura 39 - Aluno cego do 7º ano na maquete “e”.



Fonte: Própria do autor.

Feedback dos participantes: nessa, a recompensa era ainda maior que na anterior, e o entusiasmo se expandia devido agora estar tocando um objeto com dimensões mais palpáveis. Em alguns casos foi preciso pedir cuidado, pois, queriam sentir a variação até embaixo do cubo proposto.

f. **Sentido do calor.**

Materiais e analogias: missangas como moléculas e fios de nylon representando trajetória.

Como está no livro didático:

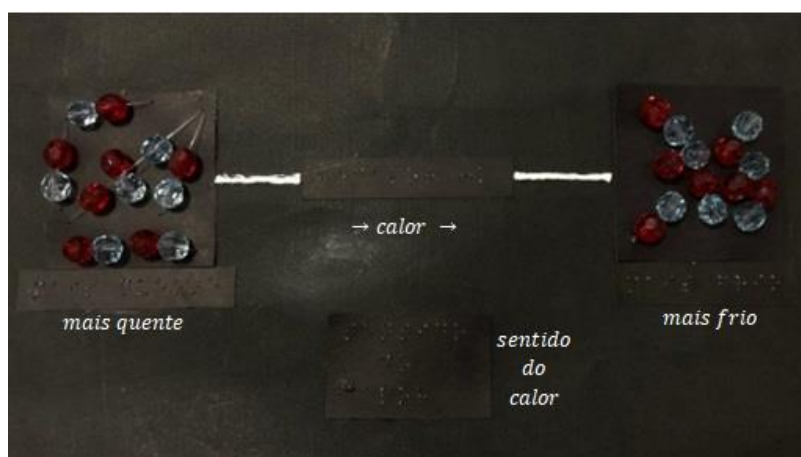
Figura 40 - Sentido do calor no livro didático.



Fonte: Aula por aula. Vol. 2. 3ª Ed. (2016, p. 25). [modificada]

Como foi adaptado:

Figura 41 - Sentido do calor adaptado.



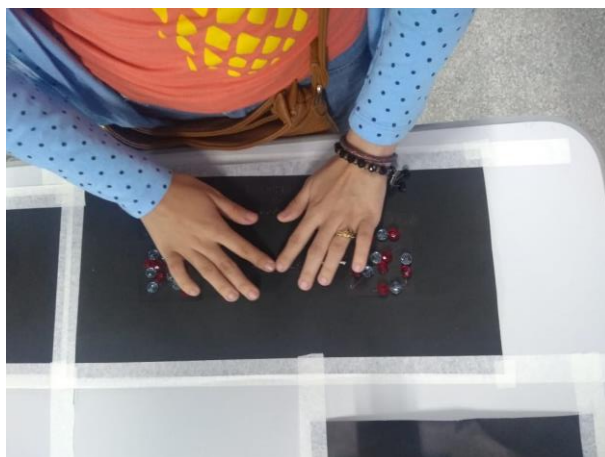
Fonte: Própria do autor.

Descrição: Usando missangas com maior liberdade para se movimentarem, representa-se o corpo mais quente. E missangas com menor liberdade, temos o corpo mais frio. Dessa maneira, seguindo o barbante surge o termo “calor”, fluindo do corpo quente em direção ao frio.

Como foi apresentado: posicionado à esquerda do participante, foram solicitadas as mãos de modo a conduzir sequencialmente pela maquete. Guiando o participante para com a mão esquerda para o “mais quente” e a mão direita para o “mais frio”, o participante é instigado a perceber a diferença quanto ao movimento das moléculas. Feito esse reconhecimento, era revelado o percurso através do

barbante, indicando assim o sentido do calor, sempre do de maior temperatura ao de menor.

Figura 42 - Aluna cega de pedagogia na maquete “f”.



Fonte: Própria do autor.

Feedback dos participantes: ao iniciar a apresentação, foi perguntado o que sentia de diferente entre os dois, em apenas uma das respostas foi sugerido que teria quantidades de missangas diferentes; na maioria tiveram dificuldade para atentar quanto à mobilidade, porém, ao ser revelado que esse seria o fator, automaticamente reconheciam que realmente existia tal fator. Ao explicar o sentido do fluxo do calor, conseguiram assimilar bem o conceito de quente e frio quanto ao movimento das moléculas, fundamental para as atividades futuras.

g. Transmissão de calor por condução térmica.

Materiais e analogias: missangas como moléculas, fios de silicone representando trajetória e movimento, palitos de picolé para a estrutura, um cubo e uma “chama de fogueira” feitos de papel.

Como está no livro didático:

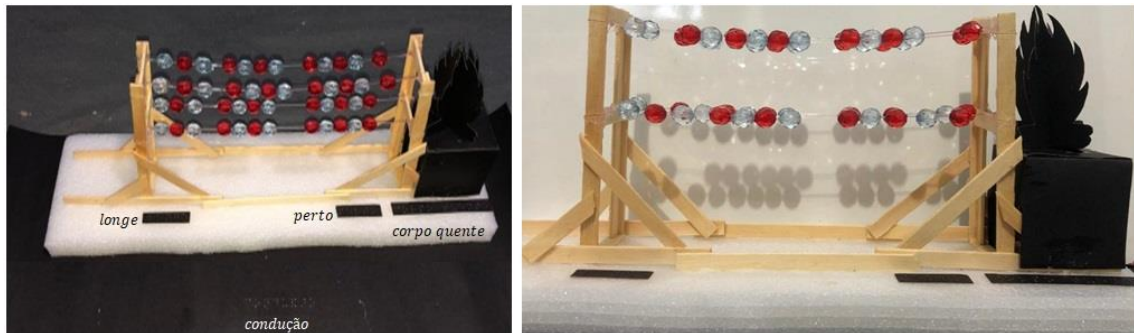
Figura 43 - Condução térmica no livro didático.



Fonte: Aula por aula. Vol. 2. 3ª Ed. (2016, p. 71).

Como foi adaptado:

Figura 44 - Condução térmica adaptada.



Fonte: Própria do autor.

Descrição: Com o silicone passando dentro das missangas, algumas são amarradas impedindo o movimento total. Dessa maneira há o controle para que as mais próximas do corpo quente se movam mais do que as mais distantes, demonstrando alteração de temperatura ao longo do corpo. Essa maquete permite o choque das missangas fazendo analogia ao choque das moléculas de um corpo.

Como foi apresentado: posicionado à esquerda do participante, foram solicitadas as mãos de modo a conduzir sequencialmente pela maquete. Guiando o participante para com a mão direita para perceber o “corpo quente”, em seguida, com a mão esquerda para perceber a mudança no movimento de algumas moléculas.

Figura 45 - Pré-universitária cega na maquete “g”.



Fonte: Própria do autor.

Feedback dos participantes: ao atentar para o corpo quente, logo percebiam o movimento livre, e afastando, notavam a última missanga parada, ao serem instigados sobre o que aquilo representava, foi compreendido por todos de forma a responderem sobre o sentido de calor visto anteriormente. Destaque para uma participante que aos poucos perdeu a visão, relacionou corretamente com o aquecimento de uma colher, “é igual quando a gente esquece uma colher na panela e vai tentar pegar, ele tá quente”.

h. Transmissão de calor por convecção térmica.

Materiais e analogias: papel recortado ilustrando fogo, palitos de churrasco dando menção a um recipiente, papéis escritos sendo água, barbantes para trajetória.

Como está no livro didático:

Figura 46 - Convecção térmica no livro didático.



Fonte: Aula por aula. Vol. 2. 3ª Ed. (2016, p. 75).

Como foi adaptado:

Figura 47 - Convecção térmica adaptada.

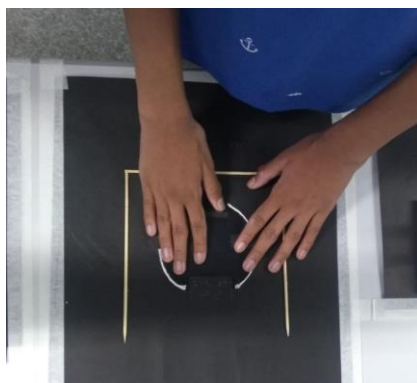


Fonte: Própria do autor.

Descrição: Os palitos de churrasco formam o recipiente aberto a ser preenchido por algum fluido. Dentro do “recipiente” há a ilustração da corrente de convecção. A parte superior (distante da fonte quente) está mais fria, logo mais densa, e assim pesada, acompanhando o barbante lê-se que ela desce. A parte inferior (próxima à fonte quente) está mais quente, menos densa, leve, acompanhando o barbante lê-se que ela sobe. A fonte quente é representada por papel cartão cortado em forma de cerdas, tornando-o tátil.

Como foi apresentado: posicionado à esquerda do participante, foram solicitadas as mãos de modo a conduzir sequencialmente pela maquete. Guiando o participante para com a mão direita para sentir a fonte quente, sobe até chegar no papel escrito “quente/leve”, em Braille, deixando evidente que isso ocorre por estar mais próximo à fonte. Com a mão esquerda, o faz tocar no papel escrito “frio/pesado”, em Braille. Feita uma pergunta simples “se o pesado está acima do leve e eles podem se movimentar, o que acontece com eles?” após a resposta, fez-se o movimento simultâneo das mãos dando alusão ao movimento de corrente de convecção, onde pesado desce e o quente sobe.

Figura 48 - Aluno cego do 5º ano na maquete “h”.



Fonte: Própria do autor.

Feedback dos participantes: essa representação foi comprometida devido à limitação do movimento dos braços, porém foi bem compreendida. Em um determinado momento, um participante relacionou esse fenômeno com a alternância de temperaturas em um igarapé, “é por isso que a gente sente a água gelada na parte de baixo do igarapé?”. Outro fez menção ao chão gelado, “quando eu levanto de noite, o chão tá gelado”.

i. **Transmissão de calor por irradiação térmica.**

Materiais e analogias: esfera de isopor maior para o Sol e menor para a Terra, barbante para a onda de calor, palitos de churrasco para reforçar o sentido do calor.

Como está no livro didático:

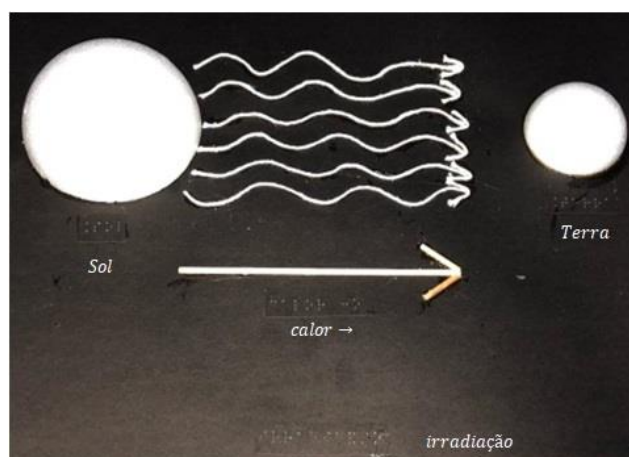
Figura 49 - Irradiação térmica no livro didático.



Fonte: Aula por aula. Vol. 2. 3ª Ed. (2016, p. 78).

Como foi adaptado:

Figura 50 - Irradiação térmica adaptada.



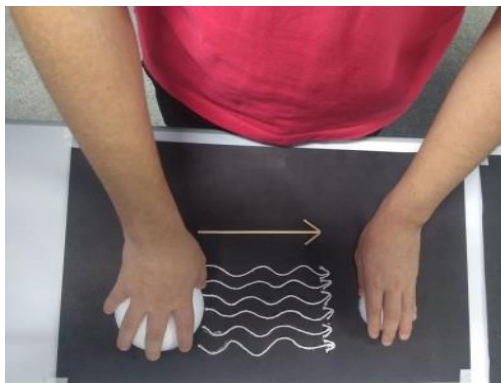
Fonte: Própria do autor.

Descrição: usando metade de esferas de isopor, a maior representa o Sol (o tamanho maior é evidenciado), já a menor sendo a Terra. Com barbantes colados em forma ondulada dá referência às ondas eletromagnéticas, assim como referencia o próprio calor. A colagem tão próxima do “Sol” é proposital quanto a pertencente a ele, e um pouco distante da “Terra” é para mostrar que apenas chega nela por estar no caminho. A seta de palitos de churrasco é para demonstrar o calor com sentido

único de maior para menor temperatura. Foi esclarecido ainda, sobre a ausência de matéria nesse espaço Sol-Terra.

Como foi apresentado: posicionado à esquerda do participante, foram solicitadas as mãos de modo a conduzir sequencialmente pela maquete. Guiando o participante para com a mão direita sobre a “Terra” e esquerda sobre o “Sol”. Instigados sobre a pergunta “quem é mais quente entre os dois?”. Por unanimidade, respondeu-se o “Sol”, aí feita a segunda pergunta, “então o calor sai de quem pra quem?”, e novamente por unanimidade, “do Sol para a Terra”.

Figura 51 - Aluno cego do 9º ano na maquete “i”.



Fonte: Própria do autor.

Feedback dos participantes: os participantes lembravam da alta temperatura do Sol (presente na segunda maquete), e quando era perguntado sobre o calor, todos relacionaram como saindo do Sol e indo pra Terra. Todos tocavam os barbantes e lembrava-se de ondas da praia, aí foi necessário intervenção para diferenciar os tipos de ondas.

3.1.3 Análise da proposta para o ensino de Termologia a deficientes visuais.

No decorrer da atividade solicitei a três pessoas presentes para comentarem sobre os vários momentos da realização da atividade: A primeira, mãe de um cego representando um visitante sem deficiência, que não participou da intervenção; A segunda pessoa, um deficiente visual matriculado exatamente na série a qual o assunto é direcionado; A terceira, uma profissional da própria instituição. Essa variedade permitiu que a avaliação da proposta fosse feita por três perspectivas diferentes. Através de um aplicativo de celular houve a gravação de voz que será transcrita a seguir:

A mãe acompanhante do filho com cegueira total que atualmente está no 5º ano do Ensino Fundamental, ao ser questionada sobre o que seria diferente se na escola tivesse materiais dessa forma para os alunos, ela respondeu:

Seria bom, né?! Que tivesse pelo menos pra saber como é a forma do ambiente, e pra ficar na prática para eles, porque lá onde ele estuda não tem isso daí não. Achei bem interessante, pra ele saber como que é a forma e pra ele gravar também.

Para um aluno diagnosticado com baixa visão, que cursa o 2º ano de Ensino Médio, serviu como revisão por já ter estudando os assuntos no 1º bimestre de 2019. Mesmo assim, quando perguntado sobre como foi a atividade, ele responde:

Foi bom, foi bem interessante a princípio, né?! Seria bem interessante se tivesse nas escolas pra muitos deficientes visuais, a princípio, até porque isso ajudaria demais que na questão de acessibilidade, se poderia sentir como parte da visão. Teria uma base de como seria vários fatores, vários jeitos e ter uma noção de como é aquilo em si da Física, entendeu?! Então isso seria bem interessante, se outras vezes tivessem também, tipo com outros objetos, diversas outras coisas também que seria bem interessante, não só pra mim, mas pra todos.

Reforçando sobre ter esses materiais na escola onde estuda, ele disse: “não tenho!”. Após a gravação, o aluno diz que o seu professor de Física o ensina apenas com textos em Braille e super-ampliados e a aula fica restrita ao verbal. Ao final, pediu fotografias dos equipamentos para mostrar ao seu professor como forma de incentivá-lo.

Quando todas as apresentações se encerraram, tive o parecer de uma Arteterapeuta, vidente, que trabalha na instituição com produção de materiais adaptados. Ela faz uso de materiais de baixo custo para ajudar o deficiente a se aceitar enquanto cidadão. Outra atividade muito importante dela é a capacitação do cego em despertar sua aptidão tátil, para só assim aprender o Braille, elabora atividades e desafios que requerem concentração, autonomia e coordenação motora.

Quando questionada sobre aquela ação que acabara de ocorrer, a arteterapeuta disse:

Eu gostei muito do trabalho do Camilo em virtude de que a maioria dos professores não se preocupa com isso, acreditam apenas no quadro branco e no giz, como se essa fosse a única forma de ensinar um educando. Então quando eu consigo transpor esse conteúdo para material tátil, material concreto, eu vou beneficiar não somente uma criança, um educando com uma deficiência, por exemplo, a deficiência visual, mas sim todos os alunos que não compreenderam aquele conteúdo, então, eu vou estar tornando esse conteúdo acessível a todos os alunos, então parabéns, material de extrema importância, e vale ser mostrado pra muitos professores que ainda acham que pensar numa educação inclusiva é pensar que tem que viajar para outro planeta. Então tudo é muito simples, o material que ele usou foi de baixo custo, claro que deu bastante trabalho, mas é factível que todos os professores podem fazer em grandes gastos e a gente tem que acreditar que a inclusão é possível desde que o professor saiba o seu lugar comum e enxergue todos os alunos dentro da classe. (Arteterapeuta, 2019).

Mais uma vez, é interessante aproveitar essa fala para reforçar a educação inclusiva prevista na lei Nº 13.146, de 6 de Julho de 2015, Art. 28, parágrafo II, mencionada anteriormente nessa pesquisa.

Outro ponto observado durante a implementação das propostas foi o fato de que enquanto acontecia a apresentação a um aluno cego, as pessoas videntes próximas guiavam outro para o mesmo percurso, explicando o conteúdo juntamente com as maquetes, houve certa cooperação entre videntes não videntes. Essa atitude é indicada por algumas pesquisas, a presença de um aluno com deficiência em uma turma regular contribui positivamente para o desenvolvimento de valores de caráter colaborativo, de respeito às diferenças, ligados à construção de uma sociedade menos excludente como diz Carvalho; Monte (1995 *apud* CAMARGO, 2012, p. 37).

Após a aplicação ao público deficiente visual, a pedido da própria instituição houve a apresentação a uma turma composta por 13 pessoas videntes do curso de Práticas Educativas de Vida Independente (PEVI) oferecido no local. Esse curso com duração de 200h faz a capacitação dos inscritos sobre as formas de tratamento, comunicação e fala aos deficientes visuais e auditivos em geral, com aulas de Braille e Libras, por exemplo.

Figura 52 - Alunos do PEVI.



Fonte: Própria do autor.

De olhos vendados para simular cegueira, os participantes do PEVI chegaram à sala de exposição, e um de cada vez teve contato com a maquete “a”. Após terem a explicação sobre a mesma, tiravam a venda e então lhe eram revelados os materiais. Ocorreram indagações quanto a “de onde veio a ideia”, “quem ajudou”, e elogios quanto à iniciativa e realização.

3.2 Aplicação para alunos videntes.

Para a aplicação com alunos videntes, a dificuldade encontrada foi a falta de lotação do professor pesquisador em turmas de Segundo Ano do Ensino Médio Regular no ano decorrente da mesma. Isso fez com que não houvesse a aplicação da sequência didática paulatinamente com o decorrer do ano letivo e, conseqüentemente, paralela à explanação do conteúdo programático para esta série.

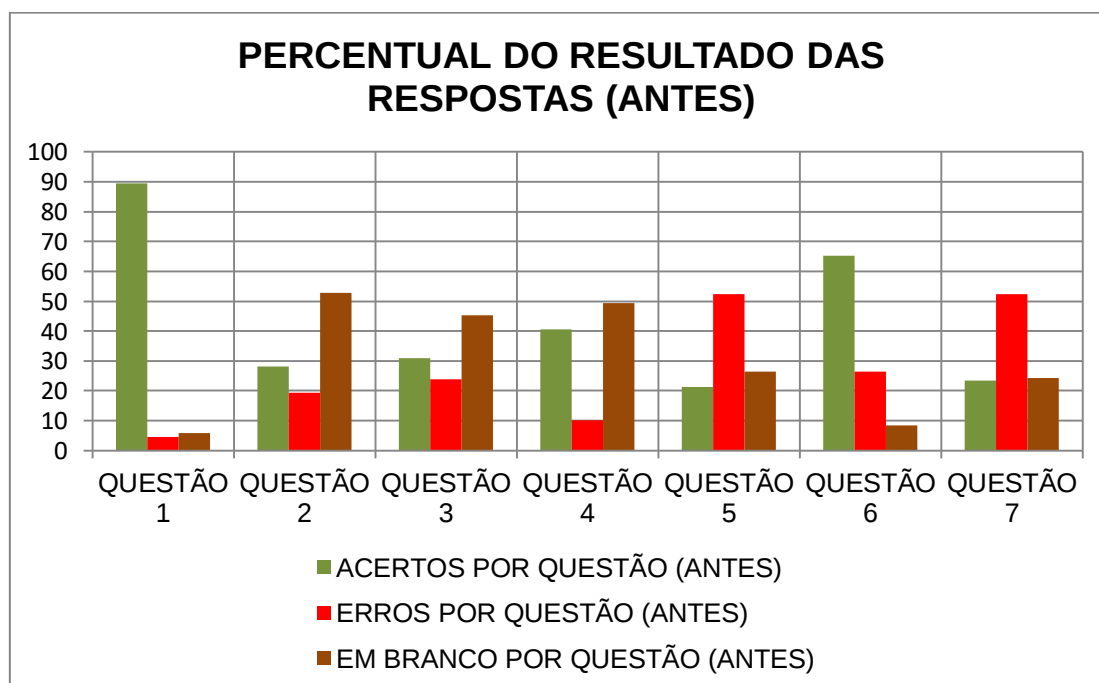
A solução encontrada foi aguardar o término do 2º bimestre letivo (atrasado devido a greve de professores ocorrida no início do ano de 2019), período oportuno ao término de toda a unidade referente à terminologia pelos professores devidamente

lotados em turmas do 2º ano regular do Ensino Médio. As turmas selecionadas pertencem a duas escolas estaduais situadas no município de Manaus, localizadas nos bairros do Novo Aleixo e Grande Vitória.

Usando a justificativa de “revisão para as provas de vestibulares seriados oferecidos por Universidades Públicas, uma Federal e outra Estadual do Amazonas”, foi apresentado um questionário (anexo 1) sobre os conceitos a serem revistos a fim de ter um parâmetro dos conhecimentos já estabelecidos pelos alunos. Foram dadas as instruções de preenchimento das respostas. Se evidenciou o fato de não consultarem materiais ou colegas, dando a eles a opção de deixar “em branco” aquelas questões que não tivessem domínio.

Contando com a participação de 239 alunos pertencentes a 9 turmas, o questionário contendo 7 questões sobre terminologia aplicado anteriormente à intervenção metodológica, obteve a seguinte margem percentual de respostas “certas”, “erradas” e “em branco”.

Gráfico 5 - Resultado das respostas antes da intervenção metodológica.



Fonte: Própria do autor.

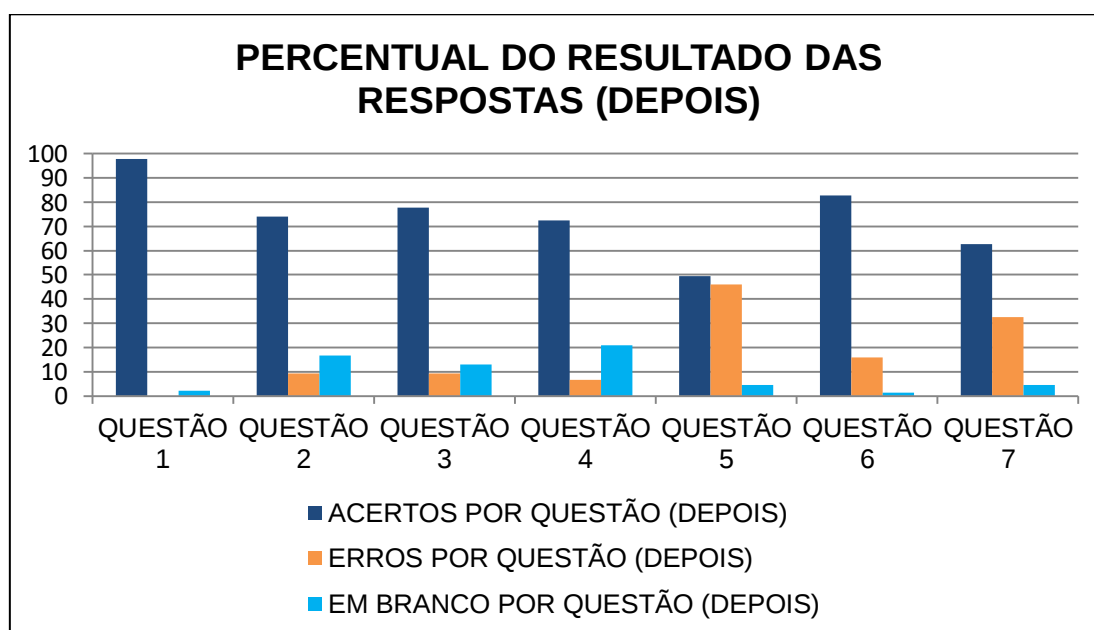
Em um panorama geral, vê-se grande tendência das questões terem sido deixadas “em branco”, nas questões 2, 3 e 4; em seguida, o alto índice de “acertos”

na questão 1 e 6; por fim, mais da metade “erros” para as questões 5 e 7 com praticamente um equilíbrio entre certas e não respondidas.

O próximo contato com as turmas foi caracterizado pela apresentação dos mesmos materiais usados com deficientes visuais. Com duração de uma aula de 45 a 50 minutos, alguns alunos se interessaram em usar vendas nos olhos, simulando a cegueira, para interagirem com os materiais. Cada questão correspondia com o que era apresentado em forma de recursos. Houve então aula de revisão, com conceitos, exemplos, situações, contextualização e ainda alguns alunos perguntando sobre algumas dúvidas oriundas do questionário prévio.

Em outra ocasião, aulas diversas após a apresentação, o mesmo questionário (porém com as respostas em branco) foi entregue aos mesmos alunos, com a recomendação de que, se estivessem convictos que responderam corretamente na primeira vez, poderiam apenas escrever a palavra “repete”, mas se quisessem, mesmo com a certeza de estarem certos antes, respondessem novamente. Novamente frisou-se que não consultassem materiais ou colegas, e deixassem “em branco” quando não dominassem a resposta. O percentual após a segunda aplicação pode ser visto a seguir:

Gráfico 6 - Resultado das respostas após a intervenção metodológica.

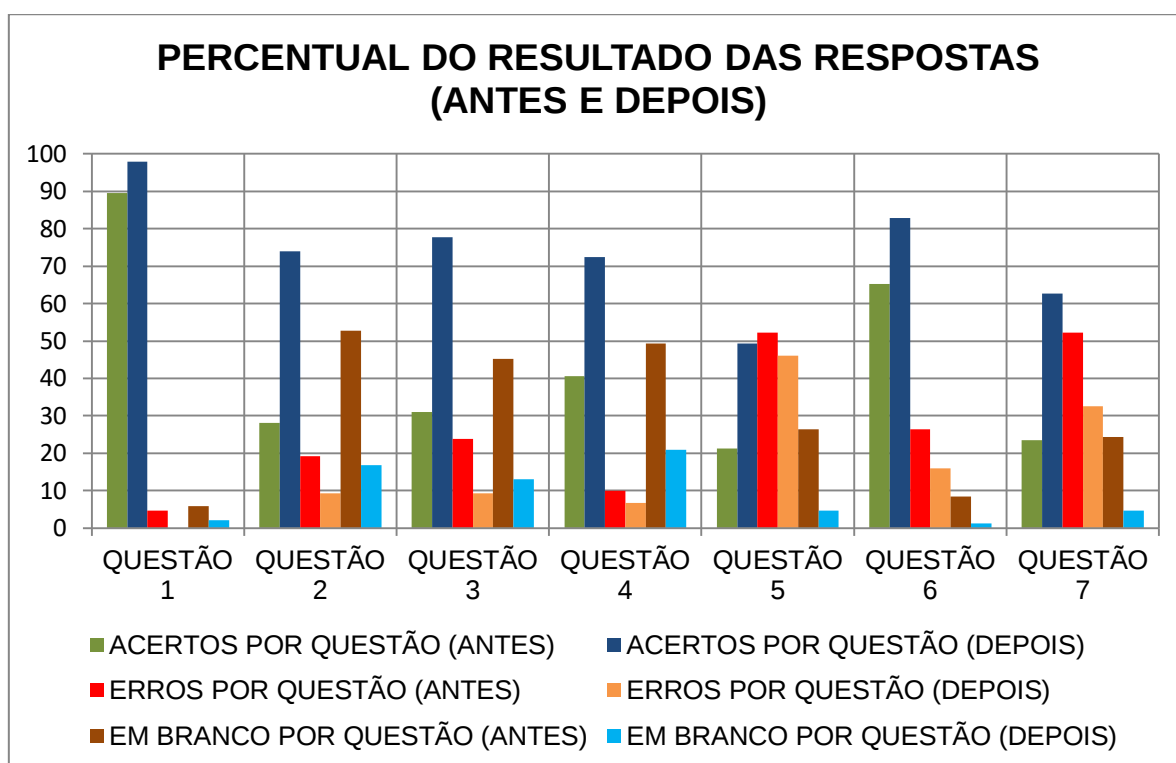


Fonte: Própria do autor.

Generalizando, as repostas corretas predominaram e com exceção da questão 5, todas as outras ficaram acima de 60%, outro fator notório foi a quantidade de questões deixadas em branco, antes destacadas nas questões 2, 3 e 4 como maioria, agora são registradas como no máximo pouco mais de 20% na questão 4, nas demais houve redução para abaixo de 10%.

Comparando os dois gráficos em paralelo, temos:

Gráfico 7 - Comparação das respostas anteriores e posteriores à intervenção.

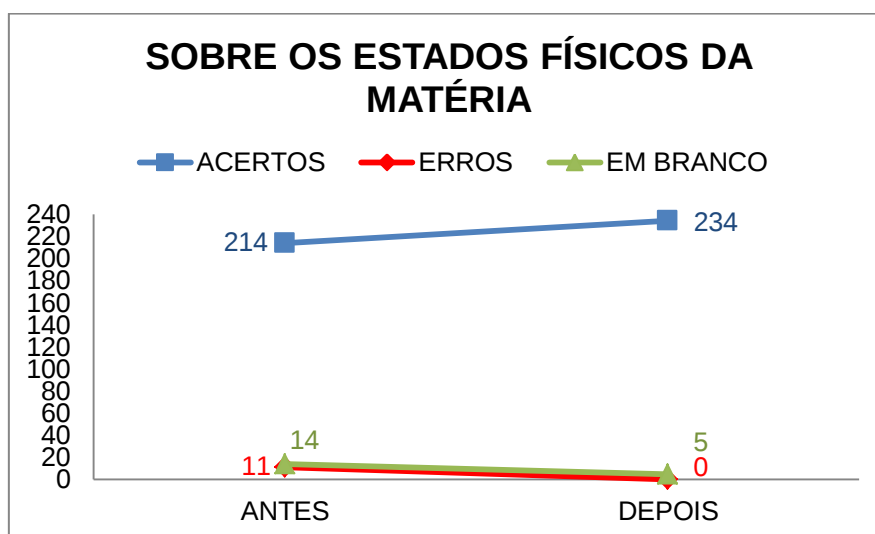


Fonte: Própria do autor.

Paralelamente vemos sempre a mesma modalidade registrada antes e depois, houve melhoras de âmbito geral para cada questão, muitas respostas erradas ou em branco foram transformadas em certas. Destaque para a questão 1 com os erros zerados e quase 100% de acertos, e para a questão 5 que mesmo com a diminuição substancial de respostas em branco, houve pouca migração das incorretas para corretas, acarretando em nem 50% de acertos no final de tudo.

Façamos uma análise detalhada por questão, a fim de evidenciar números de acertos, erros e respostas em branco, entre o antes e depois.

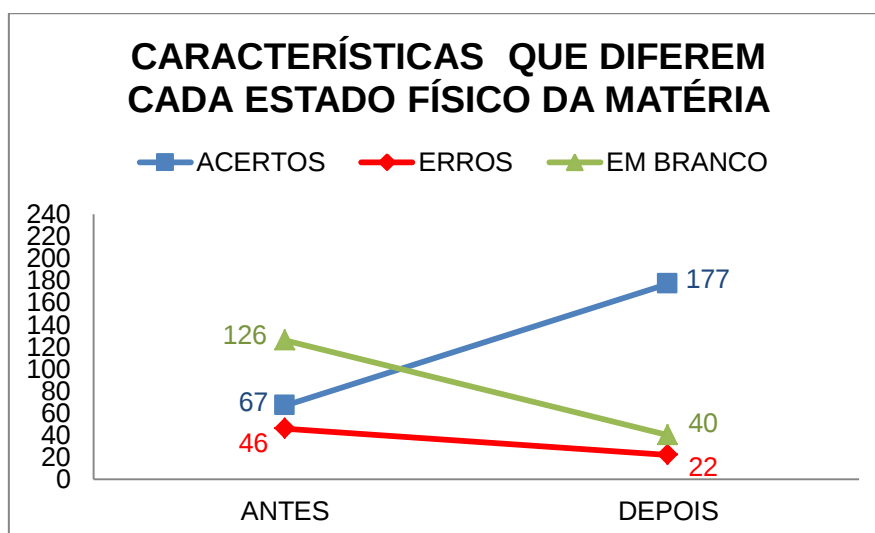
Gráfico 8 - Questão 1: Quais são os estados físicos da matéria?



Fonte: Própria do autor.

Para esta pergunta, todas as respostas incorretas (11) e algumas respostas em branco (9) foram transformadas em corretas totalizando aumento de 9,34% de acertos.

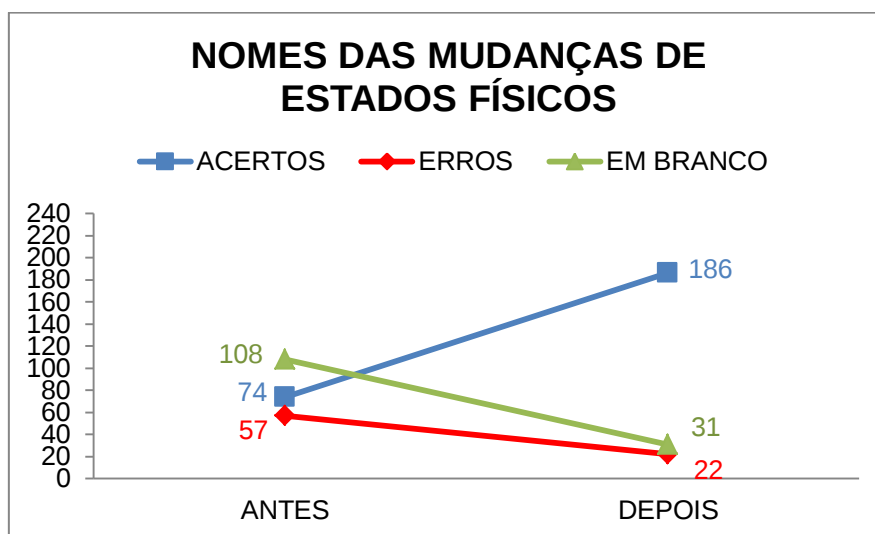
Gráfico 9 - Questão 2: Quais características diferem para cada estado físico de uma mesma substância?



Fonte: Própria do autor.

Na segunda questão houve a redução de respostas em branco (86) e incorretas (24) e aumento de aproximadamente 164% de acertos.

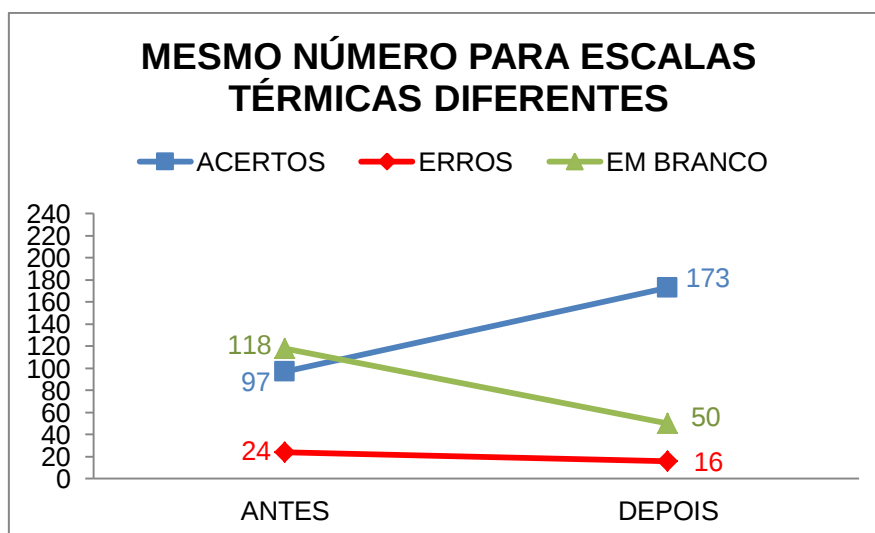
Gráfico 10 - Questão 3: Preencha corretamente com os nomes dados para cada mudança de estado físico.



Fonte: Própria do autor.

Para a terceira questão temos redução de respostas em branco (77) e incorretas (35) gerando aumento de 151,35% nos acertos.

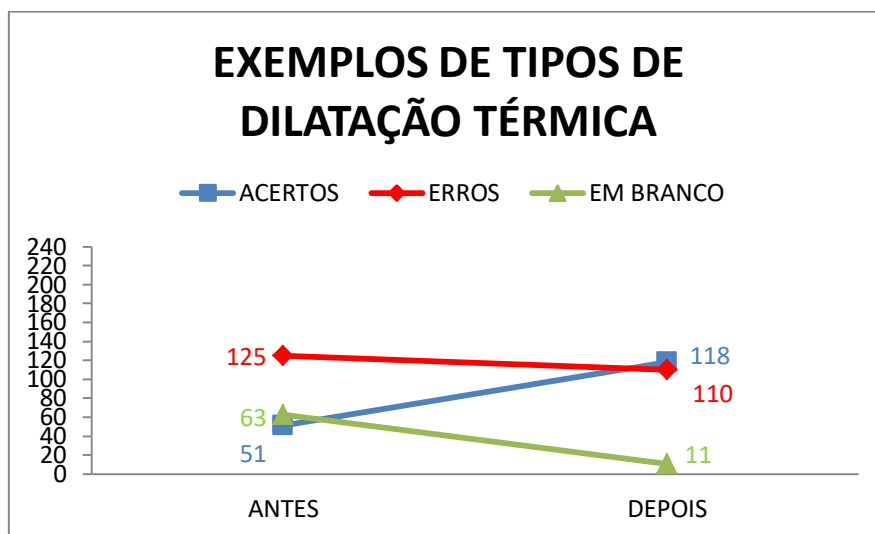
Gráfico 11 - Questão 4: Comente sobre a diferença entre 70°C e 70°F.



Fonte: Própria do autor.

Para a quarta questão, houve boa redução de respostas em branco (68), entretanto, pouca redução nas respostas incorretas (8), assim, o aumento foi de 78,35% nos acertos.

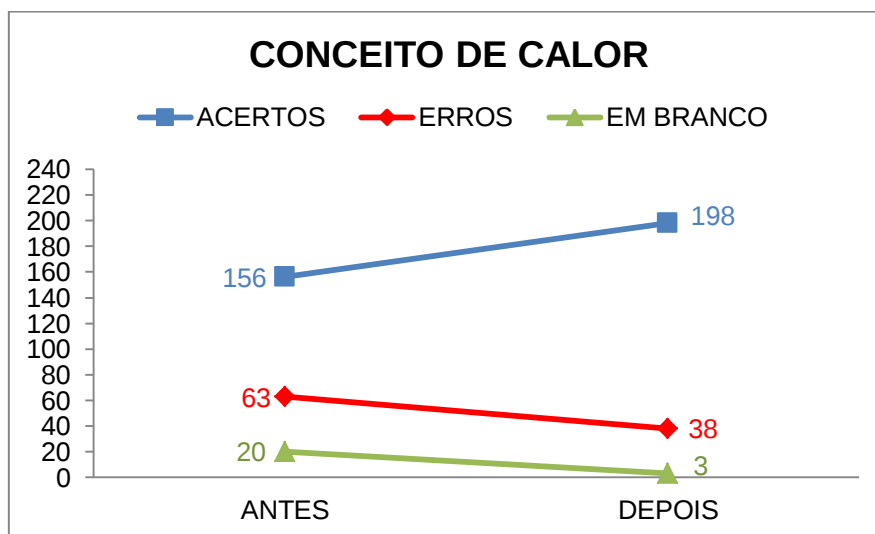
Gráfico 12 - Questão 5: Relacione três imagens com suas respectivas dilatações térmicas.



Fonte: Própria do autor.

A quinta questão exprime o quanto uma dúvida ou entendimento equivocado pode ficar preso no conhecimento de um aluno, e como pode ser difícil contornar isso em alguns casos. Muitas respostas em branco (52), porém poucas incorretas (15) se tornaram certas no final, totalizando um aumento de 87,3%. Ainda é um índice razoável de aumento nas repostas corretas, mas se mostra a pior diminuição das respostas incorretas, apenas 12% conseguiram rever seus erros.

Gráfico 13 - Questão 6: O que é calor?

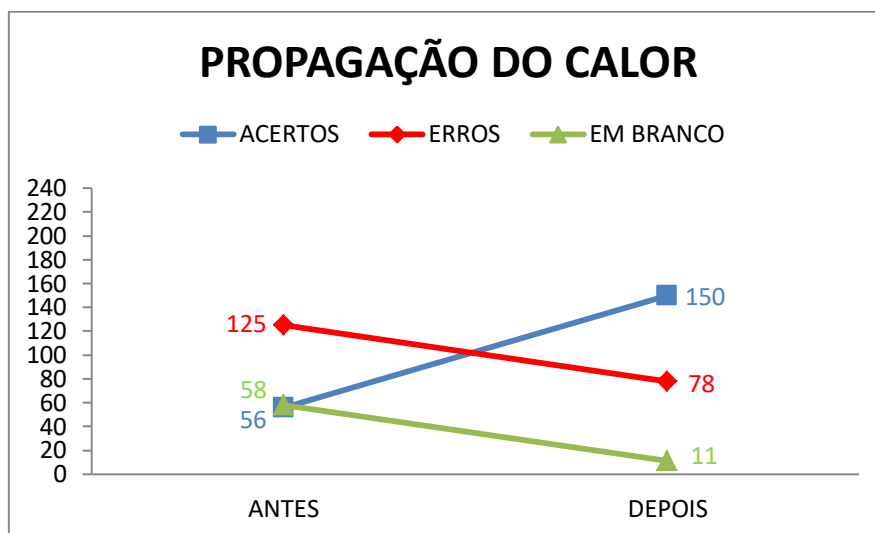


Fonte: Própria do autor.

A sexta questão era a única de múltipla escolha, justifica poucas deixas em branco desde o começo, maior parte dos erros é relacionar calor com sensação de

quente. Houve diminuição de alternativas em branco (17) e de incorretas (25), assim, a taxa percentual de aumento foi aproximadamente 27% nas corretas.

Gráfico 14 - Questão 7: Relacione o tipo de propagação de calor com a o tipo de material envolvido.

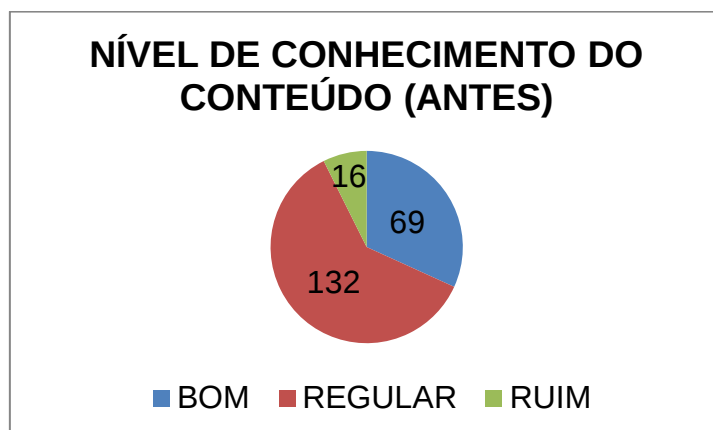


Fonte: Própria do autor.

Para a última questão, outro caso onde o inicial tinha mais erro que acertos, houve mudança para mais acertos. Aqui, a diminuição de incorretas (47) e em branco (47), resultaram em aumento de 167,85% nos acertos.

Também no último encontro, no mesmo questionário reaplicado haviam outras 7 questões direcionadas à intervenção metodológica feita em sala, a apresentação das maquetes. Então, foi pedido aos alunos que se auto avaliassem, bem como avaliassem as ferramentas usadas, deixando-os classificarem com certo nível de eficácia. Vale acrescentar que os alunos não foram obrigados a avaliarem, fazendo com que haja algumas questões deixadas sem resposta, fazendo variar o número de avaliação a cada pergunta.

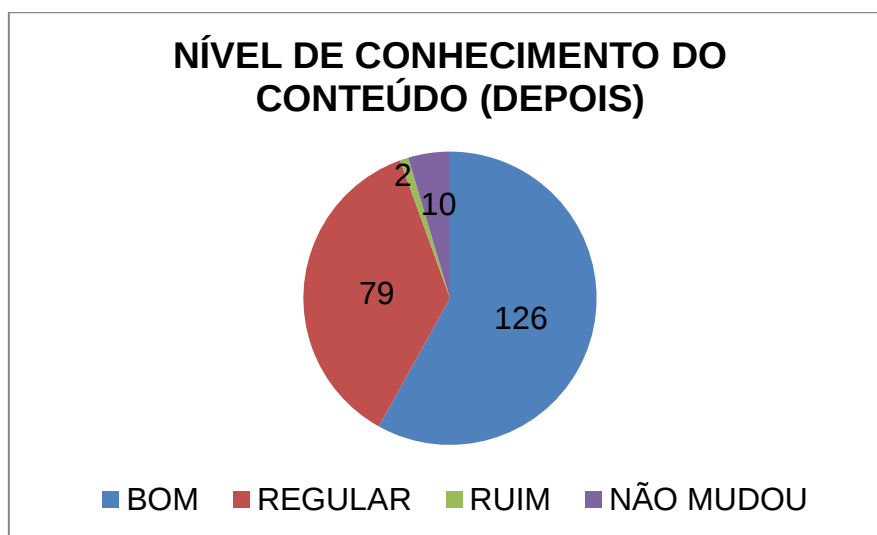
Gráfico 15 - Questão 1: Qual o nível de conhecimento que tinha antes da intervenção?



Fonte: Própria do autor.

Tratando de números exatos, para um total de 217 respostas, a maioria (132 alunos), julgou seu próprio conhecimento sobre o assunto como “regular”; menos da metade (69 alunos) consideraram “bom”; e pequena parcela (16 pessoas) declarou como “ruim”. Isso concorda com a grande quantidade de respostas em branco, e erradas no primeiro dia de questionário.

Gráfico 16 - Questão 3: Qual o nível de conhecimento depois da intervenção?

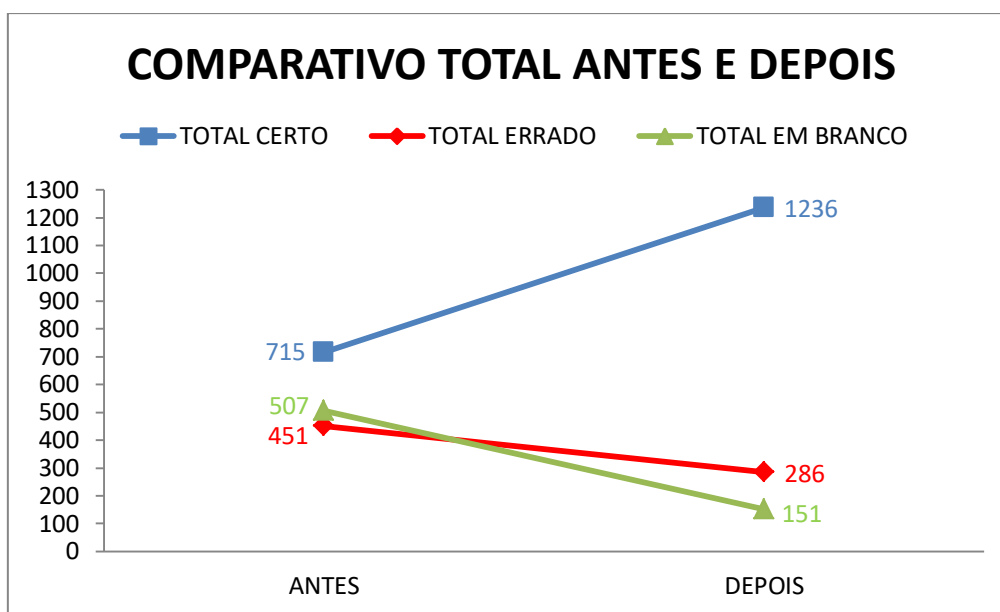


Fonte: Própria do autor.

Agora, das 217 respostas, temos aumento para alunos que consideraram o nível “bom” (126 respostas); redução da resposta “regular” (79 respostas); redução para “ruim” (2 alunos); e alguns (10 alunos) consideraram que a intervenção não influenciou em seu nível de conhecimento do assunto.

Propositadamente colocadas em sequência as questão 1 e 3 para termos comparativos de respostas corretas sobre o assunto antes e depois da intervenção. Para 239 alunos consultados e 7 perguntas sobre o conteúdo feitas, das 1673 respostas possíveis, temos:

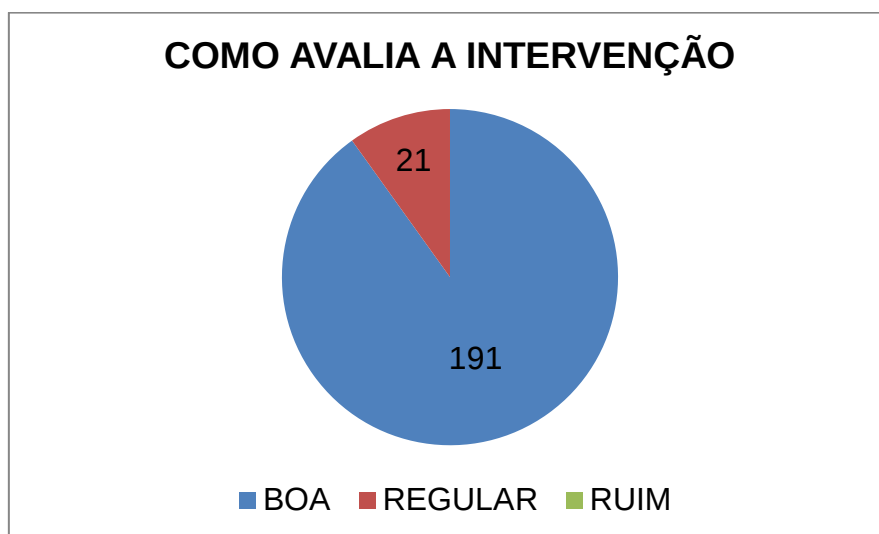
Gráfico 17 - Total de acertos antes e depois.



Fonte: Própria do autor

Quando consideramos 715 respostas corretamente antes, e 1236 depois, houve um aumento de 72,8%. Ao comparar os gráficos resultantes das questões 1 e 3, temos aumento de 69 para 126 respostas como “bom”, resultando em aumento de 82,6%. É interessante constar que o aumento de respostas corretas coincide com o aumento da auto avaliação como “bom” dos próprios alunos, porém, dá uma margem de 10,2% de erro, no entendimento dos próprios alunos a respeito de seu nível de assimilação após a intervenção.

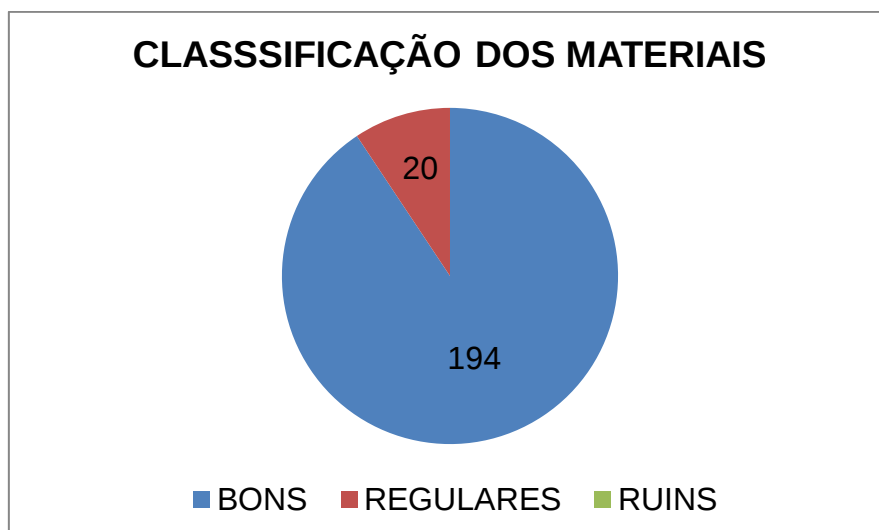
Gráfico 18 - Questão 2: Como avalia a intervenção da atividade na assimilação do conteúdo?



Fonte: Própria do autor

Com as respostas de 212 alunos, a maioria dos alunos (191) avaliou como “boa”; uma pequena parcela (21) avaliou como “regular”; para a mesma pergunta, nenhum aluno considerou a intervenção como “ruim”.

Gráfico 19 - Questão 4: Como classificam os materiais apresentados na intervenção?



Fonte: Própria do autor.

Dos 214 alunos que responderam, a maioria (194) avaliou como “bons”; pouco (20) classificaram como “regulares”; nenhum aluno considerou os materiais como “ruins”. Algumas observações favoráveis e contrárias aos materiais foram feitas na questão 7, como sugestões.

Gráfico 20 - Questão 5: Esses materiais adaptados podem auxiliar no aprendizado?



Fonte: Própria do autor.

O total de 215 alunos avaliaram os materiais quanto à possibilidade de auxiliar no ensino-aprendizado, desses, grande maioria (208) consideraram como “sim”, podem ser usado no ensino; pouquíssimos (7) consideraram com “talvez”, e a observação foi feita na questão 7, como sugestões.

Questão 6: Escreva como foi a experiência da intervenção, podendo citar vantagens e/ou desvantagens. Essa questão era subjetiva, então a ideia foi escrever as palavras centrais das respostas dadas pelos alunos. Apenas 171 alunos responderam algo sobre a metodologia utilizada, e como não teve resposta pré-estabelecida, foi feito um mapa de palavras que mais apareceram nas respostas.

Figura 53 - Avaliação da intervenção pelos alunos.



Fonte: Própria do autor.

Quanto maior a fonte da palavra, mais alta a taxa de repetição da mesma nas respostas. Muitos responderam como “experiência boa” ou “útil”, alguns relacionaram com a facilidade de “aprendizado”, outros mencionaram o fato de “ajudar” tanto a si mesmo, quanto para ajudar “deficientes visuais”. Boa parte usou as ferramentas como meio de “revisão” ou que a atividade “relembrou” o assunto que já havia sido abordado.

Questão 7: Sugestão.

Poucos alunos usaram esse campo de resposta e deram sugestões, o que mais se repetiu foram termos para “continuar o trabalho”. Já alguns usaram o espaço para melhorias dos equipamentos, como “aumentar as maquetes”. Outros pediram para passar a ideia para outros professores usarem a mesma metodologia, e até para acontecer novamente antes de uma prova. Dois alunos pediram para além das maquetes, fossem usados também materiais reais, como gelo, fogo, ferro, etc.

Considerações finais

Levando-se em conta o que foi observado, a proposta metodológica apresentada foi realizada com êxito, após um longo processo de amadurecimento, em que a ideia foi passando da abstração para ir tomando forma.

Fazer adaptação de imagens presentes nos livros de Ensino Regular transformando-as em maquetes concretas necessitou de profundo conhecimento do conteúdo, revisão bibliográfica, criatividade e delicadeza. Tudo isso para montar equipamentos com informação sucinta e direta, ao mesmo tempo eficaz. Tendo relações e analogias fáceis de serem feitas e com o cuidado de não violar nenhum conceito estabelecido da Física.

Sobre a aplicação em si, o local foi extremamente decisivo para o sucesso do que foi apresentado, pois, ter contato com várias pessoas de níveis de escolaridade diferentes trouxe à tona aquelas estatísticas do começo do trabalho, sobre o nível de escolaridade e sobre o grau de alfabetização de pessoas com deficiência visual, aproximando-nos dessa realidade.

Mesmo sendo conteúdos relacionados ao 2º ano do Ensino Médio e o público atingido não ter sido totalmente dessa série, a ação não foi comprometida, na verdade foi enriquecedora, surgiram perguntas do cotidiano, esclarecimento da aplicação desses fenômenos no dia-a-dia. Houve a sensibilidade em fazer a transcrição didática para tornar o conteúdo abordado o mais acessível possível.

O trabalho não é definitivo, espera-se com ele apresentar à comunidade acadêmica as demandas do público deficiente em geral, visual em específico. Desse modo, aumentar a oferta de novas produções e pessoas empenhadas a essa causa. Sendo essa pesquisa aplicada aos alunos, ou ouvintes da comunidade, pretende-se amplifica-lo através de workshop e formação para professores, usando-os como multiplicadores da prática docente adaptada, bem como, estimular até mesmo professores com alunos regulares a elaborarem produções semelhantes com finalidade educacional.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Deficiência visual / Marta Gil (org.). – Brasília : MEC. Secretaria de Educação a Distância, 2000. 80 p. 9: il. – (Cadernos da TV Escola. 1. ISSN 1518-4692).
- CAVALHEIRO, Andrea de Moraes. Com outros olhos: uma análise etnográfica da “cegueira” e “deficiência visual”. São Paulo: USP, PPGAS/FFLCH (Dissertação de Mestrado), 2012.
- CUNHA, A. C. B; ENUMO, S. R. F. Desenvolvimento da criança com deficiência visual (DV) e interação mãe-criança: algumas considerações. *Psicologia, saúde e doenças*, Rio de Janeiro, v.4, n. 1, p. 33-46. 2003.
- FILHO, Benigno Barreto; SILVA, Cláudio Xavier. Física aula por aula: termologia, óptica, ondulatória, 2º ano – 3ª.ed. (pp. 23-86). – São Paulo: FTD, 2016.
- HALLIDAY, David, 1916-2010. Fundamentos de Física, volumen 2 : gravitação, ondas e termodinâmica / David Halliday , Robert Resnick , Jearl Walker ; tradução Ronaldo Sérgio de Biast. – 10. Ed. – Rio de Janeiro : LTC, 2016. il ; 28 cm.
- HEWITT, Paul G. Física Conceitual – 9ª.ed. – São Paulo: ARTMED EDITORA S.A. 2002. Reimpresso em 2008.
- SÁ, Elizabet Dias de. Atendimento Educacional Especializado: Deficiência Visual. SEESP/SEED/MEC. Brasília 2007.
- VYGOTSKI, L. S. La coletividad como factor de desarrollo del niño deficiente. En L. S. Vygotski, *Obras Escogidas V: Fundamentos de defectología* (pp. 213-234). Madrid: Visor, 1997.
- YOUNG, Hugh D. Física II: Termodinâmica e ondas/ Hugh D. Young. Roger A. Freedman; tradução e revisão técnica: Adir Moysés Luiz; colaboradores: T. R. Sandin, a. Lewis Ford. – 10ª ed. – São Paulo : Addison Wesley, 2003.

SITES CONSULTADOS

Acesso à educação é desafio para cegos no Brasil. Disponível em: <<https://apufpr.org.br/acesso-a-educacao-e-desafio-para-cegos-no-brasil/>> Acesso em 22/03/2019.

Benjamin Constant e o "Imperial Instituto dos Meninos Cegos": um legado de cidadania e dedicação a uma causa. Disponível em: <<http://museubenjaminconstant.blogspot.com/2013/05/benjamin-constant-e-o-imperial.html>> Acesso em: 22/03/2019.

Biblioteca Braille do Amazonas. Disponível em: <<https://cultura.am.gov.br/portal/biblioteca-braille/>> Acessado em: 05/04/2019.

BRASIL. INEP. Censo Escolar da Educação Básica, 2016. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/notas_estatisticas/2017/notas_estatisticas_censo_escolar_da_educacao_basica_2016.pdf> Acesso em: 01/06/2019.

BRASIL. LEI Nº 13.146, DE 6 DE JULHO DE 2015. Do direito a educação, Art. 28, parágrafo II, Brasília, DF, jul 2015. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm> Acessado em: 10/06/2019.

Censo Demográfico 2010: Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_religiao_deficiencia/caracteristicas_religiao_deficiencia_tab_uf_xls.shtm> Acesso em 12/07/2019.

Como Guiar uma Pessoa Cega. Disponível em: <<https://pt.wikihow.com/Guiar-uma-Pessoa-Cega>> Acesso em: 01/06/2019.

Dez dicas de como guiar um deficiente visual. Disponível em: <<https://aclouisbraille.wordpress.com/2015/07/19/10-dicas-de-como-guiar-um-deficiente-visual/>> Acessado em: 01/06/2019.

Estados da matéria. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~leila/fase.htm>> Acessado em: 15/06/2019.

Função dos olhos. Disponível em: <http://www.cpvi.com.br/materias/Como_funciona_o_olho_humano#.XPvtaohKiUm>

Acesso em: 29/03/2019.

Gelo seco e sublimação: <<https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/gelo-seco-sublimacao.htm>> Acessado em: 16/06/2019.

Grades curriculares Física UFAM. Disponível em:

<<https://ecampus.ufam.edu.br/ecampus/gradesCurriculares/report>> Acessado em: 16/06/2019.

Instituto Montessoriano Álvaro Maia. Disponível em:

<<http://manausontemhojesempre.blogspot.com/2014/08/instituto-montessoriano-alvaro-maia.html>> Acessado em: 05/04/2019.

Instituto Montessoriano. Disponível em: <<http://idd.org.br/acervo/instituto-montessoriano/>> Acessado em: 05/04/2019.

Licenciatura em Ciências Naturais – Matriz Curricular. Disponível em:

<<http://www.uepa.br/sites/default/files/cienciasnaturais.pdf>> Acesso em: 01/06/2019.

O que é deficiência? Disponível em: <<https://www.fundacaodorina.org.br/a-fundacao/deficiencia-visual/o-que-e-deficiencia/>> Acesso em: 29/03/2019.

Ponto de fusão. Disponível em: <<https://www.guiaestudo.com.br/ponto-de-fusao>>

Acessado em: 16/06/2019.

Sobre a secretaria. Disponível em:

<<https://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sobre-a-secretaria>> Acesso em: 30/03/2019.

APÊNDICE A (SEQUÊNCIA DIDÁTICA)

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



SEQUÊNCIA DIDÁTICA **ENSINO DE TERMOLOGIA A VIDENTES E DEFICIENTES VISUAIS**

CAMILO JOSÉ GONZAGA GONÇALVES

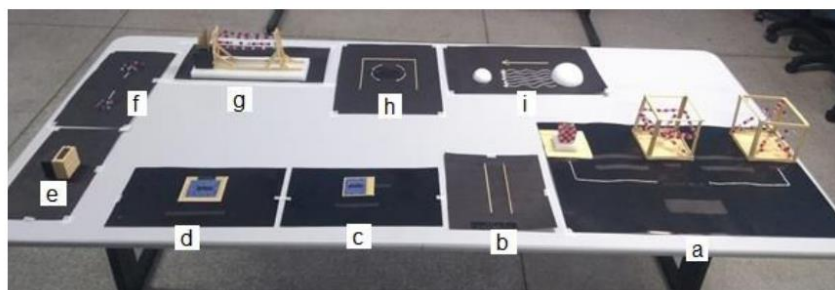
MANAUS - AMAZONAS
2019

APRESENTAÇÃO

Resultado de dissertação de mestrado, essa sequência didática tem como objetivo facilitar o ensino da Termologia no 2º ano do Ensino Médio através do uso de recursos didáticos criados a partir de conceitos já estabelecidos do conteúdo. Tais recursos elaborados de modo a serem usados sejam paralelos ao livro didático, sejam como substitutos de experimentos práticos, ou, sejam para a inclusão social de um possível aluno com deficiência visual presente em uma sala de aula regular.

Os materiais construídos em forma de maquetes em modo geral podem ser observados na figura a seguir, onde estão sequenciadas de “a” até “i” com as seguintes relações entre maquetes e conteúdos previstos para a série.

Figura 1 - Maquetes em plano geral.



Fonte: Própria do autor.

As maquetes produzidas estão nomeadas conforme os conteúdos são apresentados nos planos de aulas comuns para o 2º ano.

Quadro 1 - Relação entre maquetes e conteúdos.

MAQUETES	CONTEÚDOS
a	• Temperatura; • Estados Físicos da Matéria; • Mudanças de Estados Físicos.
b	• Escalas termométricas.
c	• Dilatação linear.
d	• Dilatação superficial.
e	• Dilatação volumétrica.
f	• Calor.
g	• Condução térmica.
h	• Convecção térmica.
i	• Irradiação térmica.

SUMÁRIO

ITEM	PÁGINA
Maquete “a”	4
Maquete “b”	6
Maquete “c”	8
Maquete “d”	10
Maquete “e”	12
Maquete “f”	14
Maquete “g”	16
Maquete “h”	18
Maquete “i”	20
Recomendações para professores	22
Referências	23

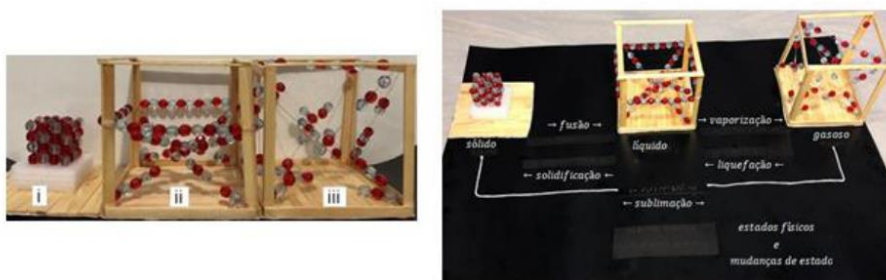
MAQUETE “a”	
CONTEÚDO	RECURSOS DIDÁTICOS
• Temperatura • Estados Físicos da Matéria • Mudanças de Estados Físicos	• Livro didático regular e adaptado • Quadro branco • Pincel • Maquete “a” • Materiais específicos adaptados
CONCEITOS ➤ Conceito de Temperatura A temperatura de um corpo é a medida do grau de agitação de seus átomos ou moléculas. ➤ Conceito de Estados Físicos da Matéria Na natureza, podemos encontrar, basicamente, três estados da matéria: sólido líquido ou gasoso. O estado sólido apresenta os átomos ou moléculas regularmente dispostos e com baixa mobilidade, pois as forças de coesão (atração) entre eles são de grande intensidade. O estado líquido tem as forças de coesão com menor intensidade e os átomos apresentam maior mobilidade. Apesar disso, os líquidos apresentam volume definido pelo recipiente que os contém. O estado gasoso conta com as forças de coesão entre as moléculas de pouca intensidade, o que causa um elevado grau de mobilidade. A forma e o volume no estado gasoso não ficam definidos. ➤ Conceito de Mudanças de Estados Físicos Verifica-se experimentalmente que ocorre mudança de estado físico quando a substância recebe ou perde calor sob condições específicas para cada substância. Fusão é a passagem do estado sólido para o líquido; Solidificação é o processo inverso. Vaporização é a passagem do estado líquido para o gasoso; Condensação é o processo inverso. Sublimação é a passagem do estado sólido para o gasoso; o processo inverso tem o mesmo nome.	

Objetivo da aula: apresentar conceitos iniciais da Termologia que serão utilizados e aprofundados em aulas futuras.

Metodologia: A aula inicia com a apresentação verbal do conteúdo, com citação dos fenômenos e efeitos que serão ministrados ao decorrer das aulas posteriores.

1. Fala-se sobre matéria, átomos, substâncias, moléculas, ligações moleculares de modo a explorar conceitos prévios dos alunos;
2. Disponibiliza-se a maquete "a" e com ela há a interação de todos os alunos de modo a explorarem as analogias relacionadas aos materiais e referências de conceitos.
3. Leitura simultânea pelos alunos dos livros didáticos regulares e adaptados com a exemplificação e explicação por parte do professor.
4. Realização e correção de exercícios conceituais presentes nos livros usados por todos os alunos.
5. O uso do quadro branco e pincel são pontuais, para fichamento e organização de ideias para os alunos videntes presentes na sala de aula.
6. Se houver aluno com deficiência visual, o mesmo usará seus instrumentos específicos para a ocasião com auxílio de um profissional que estiver o acompanhando.

Figura 2 - Estados físicos e Mudanças de estados físico.



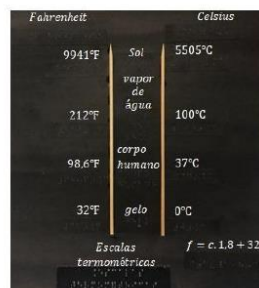
Fonte: Própria do autor.

MAQUETE “b”	
CONTEÚDO	RECURSOS DIDÁTICOS
Escalas Termométricas	- Livro didático regular e adaptado - Quadro branco - Pincel - Maquete “b” - Materiais específicos adaptados
CONCEITOS ➤ Conceito de Escalas Termométricas Uma vez fundamentado o conceito de temperatura, agora haverá o momento para evidenciar a existência de diversas escalas para medir temperatura de um corpo, dependendo da região do planeta ou do contexto. Escala Celsius: proposta por Anders Celsius utiliza 0°C para a fusão e 100°C para a ebulição da água. Fahrenheit: proposta por Daniel Fahrenheit utiliza 32°F para a fusão e 212°F para a ebulição da água. Kelvin: também chamada de absoluta, mais usada por cientistas foi proposta por Lorde Kelvin e utiliza 273K para a fusão e 373K para a ebulição da água. Objetivo da aula: mostrar as relações matemáticas entre as equações de cada escala termométrica, apontar a importância e utilização de cada uma. Metodologia: A aula inicia com exemplos de temperaturas de corpos medidas em escalas diferentes. 1. Enfatiza-se a escala mais utilizada no Brasil, Celsius, em seguida mostrando as demais e suas respectivas utilizações. 2. Disponibiliza-se a maquete “b” e com ela há o reforço da mudança numérica a cada escala, sem mudar o corpo ou quantidade de energia térmica. 3. Leitura simultânea pelos alunos dos livros didáticos regulares e adaptados com a exemplificação e explicação por parte do professor. 4. Apresentação das equações de transformação de uma escala para outra. 5. Realização e correção de exercícios conceituais e numéricos presentes nos livros usados por todos os alunos.	

6. O uso do quadro branco e pincel são pontuais, para fichamento, cálculos e organização de ideias para os alunos videntes presentes na sala de aula.

7. Se houver aluno com deficiência visual, o mesmo usará seus instrumentos específicos para a ocasião com auxílio de um profissional que estiver o acompanhando.

Figura 3 - Escalas termométricas.

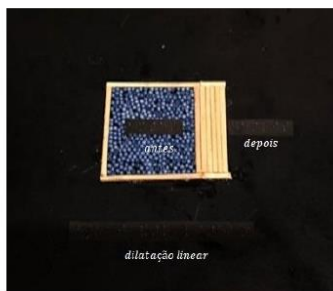


Fonte: Própria do autor.

MAQUETE “c”	
CONTEÚDO	RECURSOS DIDÁTICOS
Dilatação linear	- Livro didático regular e adaptado - Quadro branco - Pincel - Maquete “c” - Materiais específicos adaptados
CONCEITOS ➤ Conceito de Dilatação Linear: Como consequência direta ao aquecimento ou resfriamento de sólidos, há o aumento ou diminuição, respectivamente, no comprimento desses materiais. ➤ Variação de Temperatura: aumentar ou diminuir a temperatura de um material. ➤ Coeficiente de Dilatação Linear: dependendo dos tipos de materiais comparados, para a mesma variação de temperatura um poderá sofrer mudança de tamanho maior que do outro. Objetivo da aula: deduzir numericamente a variação de tamanho em uma dimensão de acordo com o tipo de material e mudança de temperatura, e, esclarecer conceitualmente exemplos e aplicações para tal fenômeno. Metodologia: Começa com a utilização de exemplos corriqueiros onde seja possível reconhecer a dilatação linear. - Através de cálculos, determinar a diferença de temperatura ao aquecer ou resfriar, como isso implica no sinal. - Disponibiliza-se a maquete “c” e com ela há demonstração da variação de tamanho em apenas uma dimensão de certo material. - Leitura simultânea pelos alunos dos livros didáticos regulares e adaptados com a exemplificação e explicação por parte do professor. - Apresentação da equação usada para calcular a variação de comprimento e tamanho final. - Realização e correção de exercícios conceituais e numéricos presentes nos livros usados por todos os alunos. - O uso do quadro branco e pincel são pontuais, para fichamento, cálculos e organização de ideias para os alunos videntes presentes na sala de aula.	

7. Se houver aluno com deficiência visual, o mesmo usará seus instrumentos específicos para a ocasião com auxílio de um profissional que estiver o acompanhando.

Figura 4 - Dilatação linear.

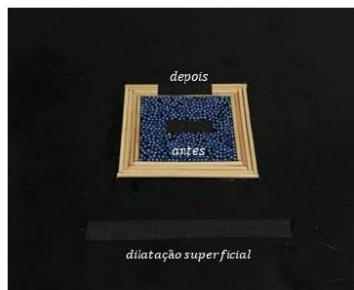


Fonte: Própria do autor.

MAQUETE “d”	
CONTEÚDO	RECURSOS DIDÁTICOS
Dilatação superficial	- Livro didático regular e adaptado - Quadro branco - Pincel - Maquete “d” - Materiais específicos adaptados
CONCEITOS ➤ Conceito de Dilatação Superficial: Como consequência direta ao aquecimento ou resfriamento de sólidos, há o aumento ou diminuição, respectivamente, no comprimento e na largura desses materiais. ➤ Variação de Temperatura: aumentar ou diminuir a temperatura de um material. ➤ Coeficiente de Dilatação Superficial: dependendo dos tipos de materiais comparados, para a mesma variação de temperatura um poderá sofrer mudança de área maior que do outro.	
Objetivo da aula: deduzir numericamente a variação de área em duas dimensões de acordo com o tipo de material e mudança de temperatura, e, esclarecer conceitualmente exemplos e aplicações para tal fenômeno.	
Metodologia: Começa com a utilização de exemplos corriqueiros onde seja possível reconhecer a dilatação superficial. - Através de cálculos, determinar a diferença de temperatura ao aquecer ou resfriar, como isso implica no sinal. - Disponibiliza-se a maquete “d” e com ela há demonstração da variação de área em duas dimensões de certo material. - Leitura simultânea pelos alunos dos livros didáticos regulares e adaptados com a exemplificação e explicação por parte do professor. - Apresentação da equação usada para calcular a variação de área e área final. - Realização e correção de exercícios conceituais e numéricos presentes nos livros usados por todos os alunos. - O uso do quadro branco e pincel são pontuais, para fichamento, cálculos e organização de ideias para os alunos videntes presentes na sala de aula.	

7. Se houver aluno com deficiência visual, o mesmo usará seus instrumentos específicos para a ocasião com auxílio de um profissional que estiver o acompanhando.

Figura 5 - Dilatação superficial.



Fonte: Própria do autor.

MAQUETE “e”	
CONTEÚDO	RECURSOS DIDÁTICOS
Dilatação volumétrica	- Livro didático regular e adaptado - Quadro branco - Pincel - Maquete “e” - Materiais específicos adaptados
CONCEITOS ➤ Conceito de Dilatação Volumétrica: Como consequência direta ao aquecimento ou resfriamento de sólidos, há o aumento ou diminuição, respectivamente, no comprimento, na largura e na altura desses materiais. ➤ Variação de Temperatura: aumentar ou diminuir a temperatura de um material. ➤ Coeficiente de Dilatação Volumétrica: dependendo dos tipos de materiais comparados, para a mesma variação de temperatura um poderá sofrer mudança de volume maior que do outro. Objetivo da aula: deduzir numericamente a variação de volume em três dimensões de acordo com o tipo de material e mudança de temperatura, e, esclarecer conceitualmente exemplos e aplicações para tal fenômeno. Metodologia: Começa com a utilização de exemplos corriqueiros onde seja possível reconhecer a dilatação volumétrica. - Através de cálculos, determinar a diferença de temperatura ao aquecer ou resfriar, como isso implica no sinal. - Disponibiliza-se a maquete “e” e com ela há demonstração da variação de área em três dimensões de certo material. - Leitura simultânea pelos alunos dos livros didáticos regulares e adaptados com a exemplificação e explicação por parte do professor. - Apresentação da equação usada para calcular a variação de volume e volume final. - Realização e correção de exercícios conceituais e numéricos presentes nos livros usados por todos os alunos. - O uso do quadro branco e pincel são pontuais, para fichamento, cálculos e organização de ideias para os alunos videntes presentes na sala de aula.	

7. Se houver aluno com deficiência visual, o mesmo usará seus instrumentos específicos para a ocasião com auxílio de um profissional que estiver o acompanhando.

Figura 6 - Dilatação volumétrica.

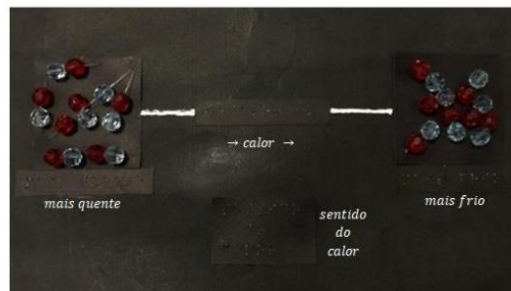


Fonte: Própria do autor.

MAQUETE “f”	
CONTEÚDO	RECURSOS DIDÁTICOS
Sentido do calor	- Livro didático regular e adaptado - Quadro branco - Pincel - Maquete “f” - Materiais específicos adaptados
CONCEITOS ➤ Conceito de Calor: Transferência de energia térmica de um corpo com maior temperatura para outro de menor temperatura até que os dois atinjam o equilíbrio térmico. ➤ Calor e Calórico: Esclarecer a diferença entre as duas teorias. ➤ Calor e Quentura: Diferenciar o conceito físico de calor da sensação térmica para temperatura alta.	
Objetivo da aula: Conceituar o fenômeno de transferência de energia entre corpos com temperaturas diferentes, extinguindo a possibilidade de entendimento equivocado de suas aplicações.	
Metodologia: Começa com a utilização de exemplos onde seja possível reconhecer a utilização correta do termo calor. 1. Condicionar aos alunos a existência de calor apenas quando houver mais de um corpo com temperaturas diferentes. 2. Exemplificar numericamente com hipóteses de valores diferentes para temperaturas. 3. Reutilizar conceitos de escalas termométricas para evidenciar valores de temperaturas diferentes. 4. Leitura simultânea pelos alunos dos livros didáticos regulares e adaptados com a exemplificação e explicação por parte do professor. 5. Apresentação de situações onde seja possível calcular a temperatura de equilíbrio térmico. 6. Realização e correção de exercícios conceituais e numéricos presentes nos livros usados por todos os alunos. 7. O uso do quadro branco e pincel são pontuais, para fichamento, cálculos e organização de ideias para os alunos videntes presentes na sala de aula.	

8. Se houver aluno com deficiência visual, o mesmo usará seus instrumentos específicos para a ocasião com auxílio de um profissional que estiver o acompanhando.

Figura 7 - Sentido do calor.



Fonte: Própria do autor.

MAQUETE “g”	
CONTEÚDO	RECURSOS DIDÁTICOS
Condução Térmica	- Livro didático regular e adaptado - Quadro branco - Pincel - Maquete “g” - Materiais específicos adaptados
CONCEITOS ➤ Conceito de Calor: Transferência de energia térmica de um corpo com maior temperatura para outro de menor temperatura até que os dois atinjam o equilíbrio térmico. ➤ Condução Térmica: usando o conceito básico de calor visto anteriormente, temos a transferência de energia em materiais sólidos. ➤ Condutores e Isolantes Térmicos: dependendo da condutibilidade de uma substância, temos a caracterização desse corpo como condutor ou isolante térmico. ➤ Fluxo de Calor: cálculo da quantidade de energia térmica está sendo transmitida de um corpo para outro, dependendo do condutor térmico entre eles. Objetivo da aula: Conceituar o fenômeno de transferência de energia entre corpos sólidos com temperaturas diferentes, caracterizando as substâncias como condutoras ou isolantes térmicas dependendo de suas propriedades moleculares. Metodologia: Usando os conhecimentos prévios dos alunos, pedir exemplos onde foram usados materiais condutores e isolantes térmicos em algum momento em seu cotidiano. - De acordo com as respostas dos alunos, organizar essas informações para se tornarem conhecimento amadurecido e lógico. E com o auxílio da maquete “g” ilustrar o grau de movimento de moléculas em diferentes posições das mesmas no corpo. - Calcular a condutibilidade e fluxo de calor em diferentes tipos de materiais com coeficientes de condução diferentes. - Leitura simultânea pelos alunos dos livros didáticos regulares e adaptados com a exemplificação e explicação por parte do professor. - Apresentação de situações onde seja possível calcular a temperatura	

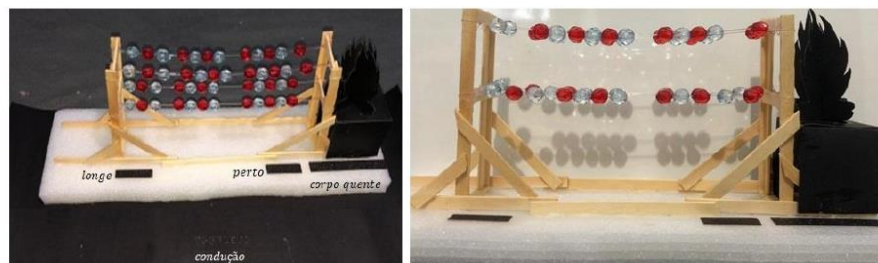
de diferentes pontos de um material sólido.

5. Realização e correção de exercícios conceituais e numéricos presentes nos livros usados por todos os alunos.

6. O uso do quadro branco e pincel são pontuais, para fichamento, cálculos e organização de ideias para os alunos videntes presentes na sala de aula.

7. Se houver aluno com deficiência visual, o mesmo usará seus instrumentos específicos para a ocasião com auxílio de um profissional que estiver o acompanhando.

Figura 8 - Condução térmica.



Fonte: Própria do autor.

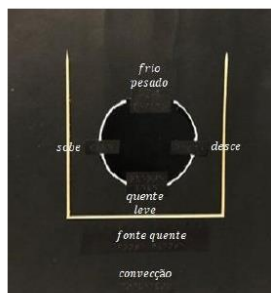
MAQUETE “h”	
CONTEÚDO	RECURSOS DIDÁTICOS
Convecção Térmica	- Livro didático regular e adaptado - Quadro branco - Pincel - Maquete “h” - Materiais específicos adaptados
CONCEITOS ➤ Conceito de Calor: Transferência de energia térmica de um corpo com maior temperatura para outro de menor temperatura até que os dois atinjam o equilíbrio térmico. ➤ Convecção Térmica: usando o conceito básico de calor visto anteriormente, temos a transferência de energia em materiais fluidos (líquidos e gasosos). ➤ Corrente de Convecção: a partir da diferença de temperatura temos a diferença de densidade, essa responsável pelo deslocamento de massas frias e quentes em um recipiente ou ambiente. ➤ Brisas Marítimas e Terrestres: ventos formados do mar para o litoral, e do litoral para o mar, respectivamente. Objetivo da aula: Conceituar o fenômeno de transferência de energia entre corpos fluidos com massas a temperaturas diferentes, caracterizando as substâncias como densas dependendo de suas temperaturas (agrupamento das moléculas). Metodologia: Usando os conhecimentos prévios dos alunos, pedir exemplos onde existe deslocamento de gases ou líquidos. - De acordo com as respostas dos alunos, organizar essas informações para se tornarem conhecimento amadurecido e lógico. E com o auxílio da maquete “h” ilustrar o grau de movimento de massas em diferentes posições das mesmas no recipiente. - Exemplificar a utilização de geladeiras, resfriadores e aquecedores de ar. - Leitura simultânea pelos alunos dos livros didáticos regulares e adaptados com a exemplificação e explicação por parte do professor. - Realização e correção de exercícios conceituais presentes nos livros	

usados por todos os alunos.

5. O uso do quadro branco e pincel são pontuais, para fichamento, cálculos e organização de ideias para os alunos videntes presentes na sala de aula.

6. Se houver aluno com deficiência visual, o mesmo usará seus instrumentos específicos para a ocasião com auxílio de um profissional que estiver o acompanhando.

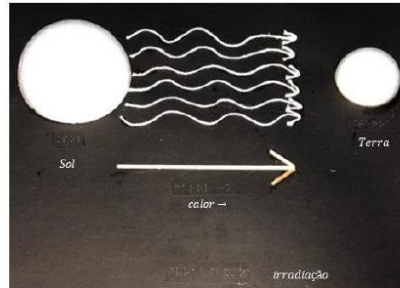
Figura 9 - Convecção térmica.



Fonte: Própria do autor.

MAQUETE “i”	
CONTEÚDO	RECURSOS DIDÁTICOS
Irradiação Térmica	- Livro didático regular e adaptado - Quadro branco - Pincel - Maquete “i” - Materiais específicos adaptados
CONCEITOS ➤ Conceito de Calor: Transferência de energia térmica de um corpo com maior temperatura para outro de menor temperatura até que os dois atinjam o equilíbrio térmico. ➤ Irradiação Térmica: usando o conceito básico de calor visto anteriormente, temos a transferência de energia entre ondas eletromagnéticas, sem necessariamente um meio para se propagar.	
Objetivo da aula: Conceituar o fenômeno de transferência de energia entre corpos distantes, separados por matéria ou não.	
Metodologia: Usando os conhecimentos prévios dos alunos, pedir exemplos onde existe irradiação térmica. - De acordo com as respostas dos alunos, organizar essas informações para se tornarem conhecimento amadurecido e lógico. E com o auxílio da maquete “i” ilustrar a transferência de energia térmica entre o Sol e a Terra, e como atribuir tal fenômeno a outro evento. - Leitura simultânea pelos alunos dos livros didáticos regulares e adaptados com a exemplificação e explicação por parte do professor. - Realização e correção de exercícios conceituais presentes nos livros usados por todos os alunos. - O uso do quadro branco e pincel são pontuais, para fichamento, cálculos e organização de ideias para os alunos videntes presentes na sala de aula. - Se houver aluno com deficiência visual, o mesmo usará seus instrumentos específicos para a ocasião com auxílio de um profissional que estiver o acompanhando.	

Figura 10 - Irradiação térmica.



Fonte: Própria do autor.

RECOMENDAÇÕES PARA PROFESSORES

A sequência didática apresentada visa o aperfeiçoamento em ensino de conceitos físicos de Termologia a videntes e deficientes visuais, todos os materiais apresentados foram de baixo custo o que a torna, caso necessária, viável de executar. Por motivo até de segurança a utilização de fogo e manuseio de materiais quentes são praticamente inviáveis na falta de laboratórios apropriados.

Para tornar o processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico e participativo para os alunos, seria interessante a participação dos mesmos no processo de montagem. Para assuntos posteriores, por exemplo, organiza-se a sala em grupos com temas de seminários, e para cada tema, uma exigência seria a montagem de maquete. Desta maneira, os integrantes precisariam dominar ainda mais o conteúdo para pensar em uma forma de apresentar, bem como exigiria maior criatividade deles. Pensando em termos de materiais, fugiriam de cartazes estáticos, ou projeções de slides com vídeos já prontos (copiados da internet).

Essa sequência não substitui a necessidade de livros didáticos e pesquisas, muito menos recomenda abstenção ao cálculo matemático, mas pode ser utilizado em paralelo a ambos. Em caso de reprodução dos materiais apresentados, se possível, utilizar bases de apoio que possam ser riscadas e apagadas em seguida, para melhor explicação.

REFERÊNCIAS

FILHO, Benigno Barreto; SILVA, Cláudio Xavier. Física aula por aula: termologia, óptica, ondulatória, 2º ano – 3ª.ed. (pp. 23-86). – São Paulo: FTD, 2016.

HALLIDAY, David, 1916-2010. Fundamentos de Física, volumen 2 : gravitação, ondas e termodinâmica / David Halliday , Robert Resnick , Jearl Walker ; tradução Ronaldo Sérgio de Biast. – 10. Ed. – Rio de Janeiro : LTC, 2016. il ; 28 cm.

HEWITT, Paul G. Física Conceitual – 9ª.ed. – São Paulo: ARTMED EDITORA S.A. 2002. Reimpresso em 2008.

YOUNG, Hugh D. Física II: Termodinâmica e ondas/ Hugh D. Young. Roger A. Freedman; tradução e revisão técnica: Adir Moysés Luiz; colaboradores: T. R. Sandin, a. Lewis Ford. – 10ª ed. – São Paulo : Addison Wesley, 2003.

ANEXO 1 (QUESTIONÁRIO)

SOBRE OS ASSUNTOS ABORDADOS

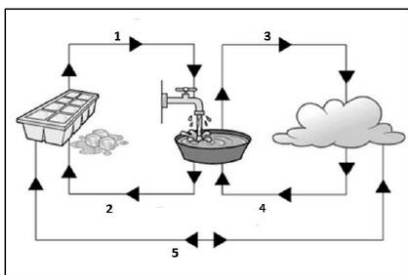
1_ Quais são os estados físicos da matéria?

R: _____

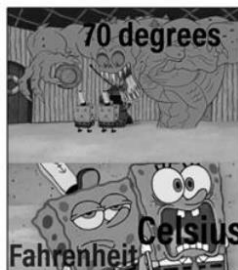
2_ Quais características diferem para cada estado físico de uma mesma substância?

R: _____

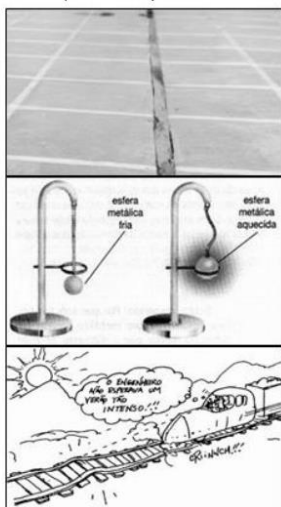
3_ Preencha corretamente com os nomes dados para cada mudança de estado físico representada abaixo pelos números:



4_ Na ilustração abaixo, o clima representado pelo monstro tenta amedrontar dizendo 70 graus* às duas versões do Bob Esponja. Comente sobre o que justificaria as reações diferentes de ambas as versões.



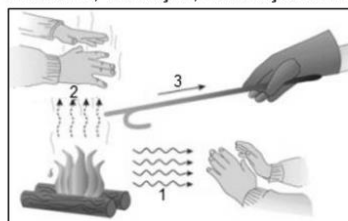
5_ Relacione as três situações ilustradas nas imagens com os nomes respectivos aos tipos de dilatações térmicas dos sólidos: (linear, superficial ou volumétrica)



6_ O que é calor?

- a) Calor é uma grandeza física que mede a agitação das moléculas de um corpo.
- b) Calor é a energia térmica transferida entre corpos com diferentes temperaturas.
- c) Calor é a energia armazenada pelos objetos.

7_ Em um local com uma fogueira acesa, três pessoas próximas a ela podem sentir a energia térmica liberada por ela. Como estudado em sala, o calor pode ocorrer de três maneiras diferentes, condução, convecção e irradiação.



De acordo com a imagem, quais números representam, respectivamente, a propagação por:

- () Condução.
- () Convecção.
- () Irradiação.

SOBRE A METODOLOGIA UTILIZADA

1_ Qual o nível de conhecimento que você tinha sobre o assunto antes da intervenção da pesquisa?

- () Bom
- () Regular
- () Ruim

2_ Como você avalia a intervenção da pesquisa na assimilação do conteúdo abordado?

- () Boa
- () Regular
- () Ruim

3_ Após a intervenção, seu conhecimento sobre o conteúdo está considerado como:

- () Bom
- () Regular
- () Ruim
- () Nada mudou

4_ Sobre os materiais apresentados, como você os classificam?

- () Bons
- () Regulares
- () Ruins

5_ Esses materiais adaptados podem auxiliar no aprendizado?

- () Sim
- () Talvez
- () Não

6_ Escreva sobre como foi essa experiência pra você, conte sobre as vantagens, ou desvantagens, dessa dinâmica. Relate o que achar necessário.

R: _____

7_ Alguma sugestão? Escreva aqui.

R: _____