



**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

Polo de Porto Velho - RO



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA  
NÚCLEO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

LABORATÓRIO DE TERMOLOGIA – UMA PROPOSTA  
DIDÁTICA BIO-PSICO-SOCIAL A LUZ DAS TEORIAS DE  
APRENDIZAGEM CONSTRUTIVISTAS E HUMANISTAS  
COMO MÉTODO DE AUXÍLIO À PROFESSORES DA  
REDE BÁSICA

---

**Geiliani Gasparrini**

Dezembro de 2019  
Porto Velho/RO



**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

Polo de Porto Velho - RO



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA  
NÚCLEO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

LABORATÓRIO DE TERMOLOGIA – UMA PROPOSTA  
DIDÁTICA BIO-PSICO-SOCIAL A LUZ DAS TEORIAS DE  
APRENDIZAGEM CONSTRUTIVISTAS E HUMANISTAS  
COMO MÉTODO DE AUXÍLIO À PROFESSORES DA  
REDE BÁSICA

---

**Geiliani Gasparrini**

Dissertação apresentada ao curso mestrado nacional em ensino de física do Departamento de Física da Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ensino de Física.

Orientador: *Prof. Dr. Ariel Adorno de Sousa*

Dezembro de 2019  
Porto Velho/RO

C.D.D. 520                    Gasparrini, Geiliani  
LABORATÓRIO DE TERMOLOGIA - UMA PROPOSTA DIDÁTICA  
BIO-PSICO-SOCIAL A LUZ DAS TEORIAS DE APRENDIZAGEM  
CONSTRUTIVISTAS E HUMANISTAS COMO MÉTODO DE AUXILIO  
À PROFESSORES DA REDE BÁSICA  
Geiliani Gasparrini,  
- Porto Velho: UNIR/MNPEF, 2019.  
VII, 88 folhas : il., fig., tab.  
Orientador: Ariel Adorno de Sousa  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Rondônia / Programa de Pós Graduação em Ensino de Física.  
Dep. Física, 2019.  
Referências Bibliográficas: f. 79-88  
1. Ensino de Física. 2. Jogos. 3. Jogos Didáticos.  
4. Aprendizagem significativa 5. Aprendizagem Ativa  
I. Ariel Adorno de Sousa, II. Universidade Federal de Rondônia,  
Departamento de Física, Programa de Pós Graduação em Ensino de  
Física. III. Jogos Didáticos: Termologia



**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

Polo de Porto Velho - RO



LABORATÓRIO DE TERMOLOGIA – UMA PROPOSTA  
DIDÁTICA BIO-PSICO-SOCIAL A LUZ DAS TEORIAS DE  
APRENDIZAGEM CONSTRUTIVISTAS E HUMANISTAS  
COMO MÉTODO DE AUXÍLIO À PROFESSORES DA  
REDE BÁSICA

**Geiliani Gasparrini**

Dissertação submetida ao programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Rondônia no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (PROFIS-MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

---

Prof. Dr. Ariel Adorno de Sousa  
(Orientador)

---

Prof. Dr. Judes Gonçalves dos Santos  
(Examinador Interno - UNIR)

---

Prof. Dr. Teldo Anderson da Silva Pereira  
(Examinadora Externa - UFMT)

Dezembro de 2019  
Porto Velho/RO

*Apresente o que é verdadeiro,  
escreva para que fique claro,  
defenda-o até o último suspiro!*  
*LUDWIG BOLTZMANN - (1844-1906)*

À minha mãe *in memoriam* e meu Pai!

# Agradecimentos

- À meu pai por toda dedicação e apoio com os meus estudos desde sempre;
- À meu orientador Professor Doutor Ariel Adorno por ter literalmente me acolhido, e dedicado seu tempo e conhecimento, sem ele este trabalho não seria possível. E também agradeço sua esposa Juliana Lemes por todo carinho;
- À minhas amigas Danielle de Matos e Suelem Lenz, por todo companheirismos que dividimos desde a graduação, todas nossas risadas (que não foram poucas), esses momentos ficaram guardados pra sempre em meu coração, pois sem vocês essa caminhada não teria acontecido;
- À colega de turma Décio e sua esposa Mina que nos acolheu em sua casa. E todos os outros colegas de sala pela companhia;
- À todos os professores do programa pelas valiosas discussões e nos ter trazido a luz da física um nova perspectiva;
- Ao Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física - PROFIS-MNPEF, pela oportunidade do curso; à Universidade Federal de Rondônia - UNIR e todos os professores que participaram da minha formação de maneira direta e indiretamente; à Sociedade Brasileira de Física - SBF, que busca melhorar o ensino de física no Brasil.
- O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. - This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

<b>Agradecimentos</b>	<b>vii</b>
<b>Lista de Figuras</b>	<b>x</b>
<b>Resumo</b>	<b>xii</b>
<b>Abstract</b>	<b>xiii</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
1.1 Escopo da Dissertação . . . . .	15
<b>2 O Ensino de Física no Brasil</b>	<b>16</b>
2.1 Educação brasileira X educação mundial . . . . .	17
2.2 Métodos de Aprendizagem no ensino de física . . . . .	18
2.2.1 Aprendizagem significativa . . . . .	18
2.2.2 Aprendizagem Ativa . . . . .	19
2.2.3 Aprendizagem Paulo-freiriana . . . . .	20
2.2.4 Aprendizagem de Jean Piaget . . . . .	21
2.2.5 A nova escola de John Dewey . . . . .	22
2.2.6 A mediação de Lev Vygotsky . . . . .	23
<b>3 TERMODINÂMICA - UMA PERSPECTIVA FÍSICA</b>	<b>24</b>
3.1 Termologia . . . . .	25
3.1.1 Temperatura e Calor . . . . .	25
3.1.2 Quantidade de Calor . . . . .	26
3.1.3 Dilatação Térmica . . . . .	28
3.2 A lei zero da Termodinâmica . . . . .	30
3.3 A primeira lei da Termodinâmica . . . . .	31



3.4	A segunda lei da Termodinâmica . . . . .	33
3.4.1	Entropia . . . . .	36
<b>4</b>	<b>JOGOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE FÍSICA</b>	<b>38</b>
4.1	Jogos Digitais . . . . .	38
4.2	Jogos de cartas e tabuleiros . . . . .	40
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>46</b>
5.1	A Instituição de Ensino . . . . .	46
5.2	Aplicação do Material aos Alunos . . . . .	49
5.3	Experimentos aplicados e sentimentos do produto educacional . . . . .	68
5.3.1	dilatação linear dos sólidos utilizando barras de alumínio, cobre e latão . . . . .	68
5.3.2	Experimento com Fio de dilatação de cobre . . . . .	71
5.3.3	Experimento com lâminas bimetálicas . . . . .	74
<b>6</b>	<b>Conclusão e perspectivas futuras</b>	<b>77</b>
	<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>79</b>

---

## Lista de Figuras

---

3.1	Comparação das escalas termométricas. Fonte: [78] . . . . .	26
3.2	Calor específico de alguns materiais em duas escalas. Fonte: [79] . . . . .	27
3.3	A elevação da temperatura faz com que ocorra um aumento médio na distância média entre os átomos de um sólido. Fonte: [75] . . . . .	29
3.4	Tabela com o coeficiente de dilatação linear para alguns materiais. Fonte: [80] . . . . .	29
3.5	Dilatação térmica em trilhos de uma linha ferra após acontecer um incêndio florestal. Fonte: [81] . . . . .	30
3.6	Dilatação térmica na ponte Rio-Niterói. Fonte: [82] . . . . .	31
3.7	Trabalho adiabático. Fonte: [76] . . . . .	32
3.8	Caminhos diferentes para o trabalho realizado. Fonte: [84] . . . . .	32
3.9	Representação do ciclo de Carnot no diagrama de Clapeyron. AB é uma isoterma, BC é uma adiabática, CD é uma isoterma e DA é uma adiabática. Fonte: [83] . . . . .	33
3.10	Conjunto de isotermas e adiabáticas no diagrama de Clapeyron. As curvas AB e CD são isotermas correspondentes às temperaturas $T_1$ e $T_2$ , respectivamente. As curvas AC e BD são adiabáticas. Fonte: [83] . . . . .	36
4.1	Jogos didáticos disponíveis na plataforma do google play, ou playstore, todos livres. Fonte: [118] . . . . .	39
4.2	Jogos didáticos disponíveis na plataforma do google play, ou playstore, todos livres. Fonte: [119] . . . . .	40
4.3	Tabuleiro de jogo com cartas desenvolvida por Danilo Vieira Favaretto em seu produto educacional para o MNPEF, UFSCAR - Sorocaba-SP 2007. Fonte: [125] . . . . .	43

4.4	Tabuleiro de jogo com cartas desenvolvida por Daniele de Matos Vitor em seu produto educacional para o MNPEF, UNIR, Porto Velho-RO 2019. Fonte: [114] . . . . .	44
4.5	Tabuleiro de jogo dados desenvolvido por Romeu de Oliveira Felizardo em seu produto educacional para o MNPEF, URCA, Juazeiro do Norte-CE, Janeiro de 2018. Fonte: [126] . . . . .	45
5.1	Imagens de satélite da geolocalização da E. E. E. F. M. Ricardo Cantanhede na cidade de Ariquemes-RO, Fonte: [131] . . . . .	47
5.2	Dilatômetro montado com uma barra de cobre para ilustrar como foi realizado o experimento. . . . .	69
5.3	Três diferentes barras utilizadas no dilatômetro, de cima para baixo, cobre, alumínio e latão. . . . .	69
5.4	Aplicação do experimento de dilatação térmica usando o dilatômetro. . . .	71
5.5	Esquema de montagem para o experimento de dilatação do fio de cobre. Fonte: [134] . . . . .	72
5.6	Aplicação do experimento da dilatação térmica com fio de cobre em sala de aula. . . . .	73
5.7	Materiais utilizados para realizar o experimento da lâmina bimetálica (Caixa de leite longa vida e tesoura). . . . .	75
5.8	Aplicação do experimento da lâmina bimetálica em sala de aula. . . . .	75

## Resumo

A demanda da sociedade ao longo da história é o conhecimento científico. Os professores vêm se empenhando para que haja uma facilitação e uma melhora significativa do ensino com a apropriação biológica, de forma psicossocial. As disciplinas de exatas geralmente são consideradas pelos educandos massivas, complexas e até mesmo incompreensíveis. No caso da disciplina de Física existe um percentual altíssimo de rejeição. Ao longo dos anos inúmeras propostas inovadoras vêm sendo desenvolvidas, estudadas e aplicadas para a melhoria da qualidade de ensino, de maneira que os estudos sejam mais humanos e atraentes para os alunos. Um jeito de promover aprendizagem é a visualização e o contato, essa experiência em sala de aula é utilizada como recurso didático, para facilitação de conhecimento, minimização das dificuldades de aprendizagem do aluno, e como auxiliador na compreensão dos conhecimentos de fenômenos físicos. Como o objetivo deste estudo é trazer experimentos de fácil realização para que o professor possa mostrar que a Física está presente em nosso cotidiano com aplicações no segundo ano do ensino médio mais propriamente na área de termologia, fizemos uma proposta de três experimentos, 1) dilatação linear dos sólidos utilizando barras de alumínio, cobre e latão; 2) fio de dilatação de cobre e 3) lâminas bimetálicas. E por completeza, propomos um jogo de tabuleiro onde é indicado que o professor utilize após apresentar todo o conteúdo de termologia e termodinâmica. Os resultados obtidos foram excepcionais, a interação dos alunos com o material foi além das expectativas. Este trabalho mostra que sim, é possível fazer física de um modo divertido e principalmente, dando significado as teorias fundamentais que norteiam a base comum curricular, bem como a aprendizagem sendo ativa e por pares.

Palavras-chave: Ensino de Física, Aprendizagem significativa, Aprendizagem Ativa, Experimentos de baixo custo, Termodinâmica e Termologia.

# Abstract

The demand of society throughout history is scientific knowledge. Teachers have been working to facilitate and significantly improve teaching with biological appropriation in a psychosocial manner. Exact subjects are often considered by students to be massive, complex, and even incomprehensible. In the case of the discipline of physics there is a very high percentage of rejection. Over the years numerous innovative proposals have been developed, studied and applied to improve the quality of teaching, so that studies are more humane and attractive to students. One way to promote learning is visualization and contact, this classroom experience is used as a didactic resource, for facilitating knowledge, minimizing student learning difficulties, and as an aid in understanding the knowledge of physical phenomena. As the objective of this study is to bring experiments that are easy to perform so that the teacher can show that physics is present in our daily life with applications in the second year of high school more specifically in the area of thermology, we made a proposal of three experiments, 1) linear dilatation of solids using aluminum, copper and brass bars; 2) copper expansion wire and 3) bimetallic blades. By completeness we propose a board game where it is indicated that the teacher uses after presenting all the thermology and thermodynamics content. The results obtained were exceptional, the interaction of the students with the material was beyond expectations. This work shows that yes, it is possible to do physics in a fun and mainly way, giving meaning to the fundamental theories that guide the common curriculum base, as well as being active and peer struction.

Key Words: Physics Teaching, Meaningful Learning, Active Learning, Low Cost Experiments, Thermodynamics and Thermology.

# CAPÍTULO 1

---

## INTRODUÇÃO

---

Temas relacionados com ensino de física vem sendo estudado no Brasil em larga escala desde os anos 60, ganhando mais significância após os anos 70 com grandes nomes dedicando forças integrais para esse debate tão profícuo como temos hoje em dia.

Essa dissertação foi desenvolvida para aportar professores e alunos do segundo ano do ensino médio na temática de termologia e termodinâmica. Na dissertação fizemos o levantamento de teorias de aprendizagem a luz de teóricos construtivistas e humanistas. Essa ideia de colocar a parte experimental como completude das aulas teóricas nas perspectivas construtivistas e humanistas coloca o aluno como o ator de sua vida escolar, tirando ele de coadjuvante.

A participação plena do aluno no processo de ensino de física nos remete a conceitos de Aprendizagem Significativa e aprendizagem ativa, apresentadas por David Ausubel e Jean Piaget. Em ambos os conceitos de aprendizagem, valorizamos os conhecimentos que os alunos trazem consigo, aqui definimos como conhecimentos prévios. Esses conhecimentos prévios são fundamentais para inserirmos novos conceitos, que geraram novos subsunçores, facilitando atingir as metas almejadas.

A experimentação e jogos didáticos são ferramentas que veem para auxiliar os professores na docência, jamais podem assumir o papel principal de substituir os conteúdos que devem sempre serem passados aos alunos. A aplicação desses artifícios didáticos sem a devida apresentação dos conteúdos correlatos podem ser mais danosos, tendo efeito contrário ao esperado. Então as propostas dessa dissertação são como ferramentas complementares de auxílio didático, não material para substituição permanente do conteúdo de termologia e termodinâmica.

Para este trabalho ser realizado, fizemos um pesquisa detalha dentro da nova proposta das Bases Nacionais Comum Curriculares (BNCC) de 2016. Na segunda versão da BNCC proposta em 2016, se observa uma organização do ensino médio, sendo composta também

pelo componente curricular física, das quais são apresentadas em unidade curriculares diferenciadas, que se reúnem por diversas temáticas ou áreas de conhecimento tratados no componente curricular. [1, 2]

## 1.1 Escopo da Dissertação

Essa dissertação está dividida em seis capítulos. O primeiro fazemos uma breve introdução do que será discorrido ao longo dessa dissertação; no capítulo dois fizemos uma abordagem do ensino de física no Brasil e no mundo mostrando alguns rankings educacionais que são fundamentais para professores de todas as áreas e trouxemos as teorias de aprendizagem de David Ausubel, aprendizagem ativa, aprendizagem Paulo-freiriana, as teorias de Jean Piaget, as ideias da nova escola de John Dewey e por final uma breve anunciação das ideias de Lev Vygotsky; No capítulo três trouxemos uma abordagem minimalista na perspectiva física sobre a temática dessa dissertação, descrevemos alguns conceitos fundamentais para termologia e termodinâmica, bem como as três leis da termodinâmica; no capítulo quatro, apresentamos a importância de jogos didáticos para o ensino de física, deixamos a disposição do leitor um grande volume de referências para multi-abordagens em jogos didáticos para física; já no capítulo cinco foram feitas as discussões sobre a aplicação do produto educacional na escola Ricardo Cantanhede na cidade de Ariquemes-RO e o sentimento desses resultados; E por final, no capítulo seis fizemos as conclusões e deixamos algumas sugestões de perspectivas futuras na abordagem de jogos didáticos como ferramentas auxiliares no ensino aprendizagem de física.

---

### O Ensino de Física no Brasil

---

O Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (pisa) avaliou a educação de 65 países, o Brasil se encontra em 53<sup>o</sup> lugar. No Brasil existem 181.939 escolas de educação básica onde (60,6%) é ofertado pela rede municipal e (22,3%) pela rede privada, o número de matrículas no ensino fundamental é 67,8% nos anos iniciais, já nos anos finais a uma queda. Em 2018, 28.673 escolas ofertaram aulas no ensino médio e foram efetuadas 7,7 milhões de matrículas, a queda no ensino médio se deve ao fato que nos anos finais do ensino fundamental (nono ano apresentou queda de 8,3% de 2014 a 2018). Outro agente importante na desmotivação da educação no Brasil é falta de professores adequados a suas áreas, no ensino médio o percentual de professores com a formação na área que licencia ainda é considerada baixa. [3, 4]

A evasão escolar é outro problema que vem a tempos assombrando a educação, vários projetos e políticas públicas são desenvolvidos vinculados a educação, verbas escolares extras são oferecidas as escolas para que haja a diminuição de evasão e reprovação. [5]

A necessidade de um ensino com inovação para manter o aluno na escola e diminuir a evasão, se torna cada vez maior. Como o passar do tempo o ensino deixou de ser um padrão mecanizado e passou a ser visto como uma preparação para um cidadão melhor, que saiba pensar e compreender com mais afinco as informações e tecnologias, deixando de ser um ensino tradicionalista e opressor, pois somente o acúmulo de informação não forma um bom cidadão. [6]

A escola de ensino médio deve estar comprometida com a cultura, introduzida no mundo tecnológico e científico, mas também abrangendo a natureza. A educação precisa ter uma forma de linguagem, domínio e consciência, onde os conhecimentos teóricos e metodológicos permitam o desenvolvimento do raciocínio lógico que auxilie na execução de tarefas no meio social possuam sentido. O papel da escola é formar o cidadão que produza, consuma e contribua para com a sociedade. [7, 8, 9, 10]



Os alunos veem a física como um conglomerado de equações que é somente utilizado para resolver problemas, eles tratam a física como a matéria mais temida do ensino médio, isso faz com que eles não consigam encarar ela como uma ciência que tem muito mais do que números e equações. [11]

A capacidade de desenvolver novos métodos com atenção, precisa de uma informação e estratégia para ser proposta. Para levar essas competências as salas de aulas, elas devem ser observadas, abordadas e identificadas para interagirem com a prática, estar atento aos vários aspectos, formulando e discutindo as experiências. [5, 6]

## 2.1 Educação brasileira X educação mundial

A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) desenvolveu um método de avaliação para verificar a eficiência dos sistemas escolares, esse método chamado de Programa para Avaliação Internacional de Estudantes (PISA) mede “A avaliação incide sobre as matérias escolares núcleo de ciência, leitura e matemática. proficiência dos alunos em um domínio inovador também é avaliado (em 2015, esse domínio é colaborativo resolução de problemas).” [9]

Estamos na era da tecnologia, o século XXI veio acompanhado de uma abundância de informações que mudam constantemente, e é necessário acompanhar essa evolução, a ciência não é mais de interesse somente dos pesquisadores, nessa nova geração todos precisamos sermos um tanto cientistas para conseguirmos ter melhor compreensão, avaliação de situações e evidências. [9]

Em vários países foram avaliados alunos na faixa etária de 15 anos com a finalidade de averiguar os seus conhecimentos, é necessário saber o que eles aprendem e como aplicam o conhecimento. A ciência ensinada mundialmente não é voltada para todos os alunos, ela voltada apenas para uma pequena parte escolhida pelos professores como mais capacitados e que possivelmente serão esse que continuará o estudo e se tornaram os futuros cientista e professores. Porém a OCDE defende que o ensino de ciências deve ser igualmente a todos, com conceituação mais abrangente de investigação e natureza evolutiva científica. [9]

Existe toda uma crise sociocultural que influencia na aprendizagem, mas o que mais influência é o professor, ele é a conexão entre o que conhecemos e o que iremos aprender, infelizmente o professor não só no Brasil mas como na América latina em geral, é uma classe desvalorizada, que carece de incentivos, tem remuneração muito baixa, é mal formada pelo descaso com o pouco rendimento que proporciona visualmente para as universidades, diferente de curso que são mais disputados, chamados comumente de cursos elitizados. [9, 10]

Por essas precariedades e outras mais que se encontram no sistema de educação brasileira, estamos no 63º lugar num ranking de 67 países avaliados, e em 5º nos países da América latina que participam da avaliação. Assim pode ser observado o quanto o descaso

com a educação brasileira é evidente. [9]

Em países que os níveis educacionais são elevados, os professores apresentam melhor produtividade, o reconhecimento e valorização são convites atrativos para a escolha da licenciatura. Ou seja, para que haja uma melhora significativa na educação, é preciso que ocorra uma valorização não só financeira, mas também intelectual, que se tenha mais subsídios para ser melhor.[11]

Em contra partida Cingapura está em primeiro lugar em todas as áreas averiguadas, sua primeira iniciativa foi transformar a área da licenciatura na área mais importante de todas as profissões, bem remunerada, e com prestígio social. Sendo assim é bem visível a discrepância entre países que investem em educação e decidem torná-la melhor. [10]

## 2.2 Métodos de Aprendizagem no ensino de física

Nesta seção abordaremos as diferentes abordagens que temos na literatura para o ensino de Física, a relevância é que não existe uma receita que funcione para todos os alunos, justificando esse confronto com diferentes pensadores.

### 2.2.1 Aprendizagem significativa

Um conhecimento específico é chamado de aprendizagem significativa. Ele está associado ao progresso intelectual que se modifica conforme as experiências são obtidas. A aprendizagem acontece por meio de uma modificação na estrutura cognitiva da criança, onde o conhecimento já existente faz uma nova conexão com o novo. A aprendizagem significa é quando causamos modificação na estrutura cognitiva que já estavam retidas e organizadas e sofrem uma mudança. Segundo Rogers, quando solucionamos problemas e aplicamos conhecimento adquiridos aos nossos objetivos estamos dispostos de uma aprendizagem significativa. [12, 13, 14, 15, 16, 17]

Para Ausubel, aprendizagem significativa ocorre quando temos novos conhecimentos que estabelecem uma ponte com os conhecimentos já contidos na estrutura cognitiva. Aprendizagem significativa depende de novos materiais e de aplicações adequadas, plausíveis, sensíveis e possuir um significado para o aprendiz, deve haver prazer em estar aprendendo e conhecendo novos materiais. o indivíduo deve construir e interagir, compartilhar, aplicar a sua vida o conhecimento e criar possibilidades, ser o buscador do seu próprio conhecimento. [12, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27]

A aprendizagem é o anseio de se instruir, e demanda paciência e tempo para que o aluno se envolva, necessitando assim de investigação que o faça observar, compreender e interpretar fatos com maior vontade, levando a uma interação melhor com companheiros de sala, com situações do cotidiano, não ficando preso em uma interação tradicional educador-educando.[12, 16, 24, 28]

Na aprendizagem significativa o conhecimento novo é incluso na estrutura cognitiva, e

relaciona com o que já era existente e relevante, passando a ter um significado maior para o aprendiz, assim podendo utilizar do conhecimento para resolver situações, solucionar problemas, analisar casos e novas situações. Com esses novos caminhos que são criados na estrutura cognitiva eles se conectam com os já existentes fazendo assim um conhecimento mais amplo e rico. [18, 23, 29]

O conhecimento que o educado já traz do seu cotidiano é importante para a aprendizagem significativa pois esse conhecimento é o que chamamos de Subsunçores. Subsunçores são a ligação entre o novo conhecimento e o que já está no cognitivo, então quando a aprendizagem é significativa o novo se conecta com o antigo, havendo assim uma modificação, uma otimização no Subsunçores. [18, 21, 24, 25, 30]

Existe outras duas causas que também influenciam na aprendizagem significativa, os materiais utilizados para instruir o conhecimento é de suma importância que eles sejam significativos. O segundo é que o aluno tenha predisposição à aprender, pois ele será o maior detentor do poder de construir seu cognitivo, ou seja, é imprescindível que o educador adquira materiais atrativos e instigador, para que o educando se sinta propenso a buscar mais. [18, 20, 21, 22]

## 2.2.2 Aprendizagem Ativa

No ensino tradicional em sala de aula o professor é o precursor do conhecimento, e os educandos são apenas receptores do ensinamento que serão avaliados, neste novo metodologia de abordagem o aluno deve fazer uma busca de um conhecimento prévio, para assim dar início a aprendizagem ativa, a qual trás o aluno para uma perspectiva mais ativa de argumentação e práticas. Nesta nova metodologia o educador vai poder desenvolver um material mais elaborado e atrativo, assim o professor pode se focar na dificuldade do aluno, já que o aluno foi retirado da posição de ouvinte e passou para ativo. [31, 32]

A aprendizagem ativa é um grupo de técnicas que busca identificar no aluno suas competências. Ela não é considerada nem metodologia e nem teoria de aprendizagem, por ser caracterizar com esse conjunto de técnicas que faz com que o aluno seja buscador de seu conhecimento e tenha maior comprometimento com sua educação. A valorização na interação do educando deve ser enaltecida, o planejamento de atividades que o coloque como principal precursor de busca do seu conhecimento, que o leve a pensar, criticar, pesquisar e investigar. A aprendizagem ativa leva o aluno a ter um engajamento maior com a leitura, a escrita, a fala, a audição e a reflexão. [33, 34, 35, 36]

O papel do professor na aprendizagem ativa é de facilitador, onde dá o direcionamento do caminho do conhecimento. O propósito da aprendizagem ativa é que o educando entenda por si, por meio de suas pesquisa e investigações do conteúdo, e o professor deixe seu posto de ser o único portador do conhecimento e o aluno também deixa de ser só o receptor. [33, 34, 35]

A aprendizagem ativa é defendida por alguns autores por ser uma técnica que causa

um grande impacto na aprendizagem, várias metodologias positivas de aprendizagem significativa têm surgido e influenciado indubitavelmente os alunos na participação ativa do conhecimento. A aprendizagem ativa é tudo que abrange o que o aluno está fazendo, dentro do seu cognitivo para aprender mais, como: ler, escrever, resolver e refletir. [26, 27]

Não existe um método de ensino que seja totalmente eficaz, o professor juntamente com o aluno e com o decorrer do tempo que decidiram qual será a melhor metodologia a ser utilizada no conteúdo, pois nem sempre a aprendizagem ativa vai ser o método mais compreensível a para o aluno naquela aula, mas ela será um subsunçor para a próxima. [18, 37, 38]

### 2.2.3 Aprendizagem Paulo-freiriana

Como visto nos tópicos anteriores a aprendizagem significativa é construída, e agora com Paulo Freire veremos um método de aprendizagem humanizado. Paulo Reglus Neves Freire, mas conhecido como Paulo Freire, foi professor de língua portuguesa, em 1947 foi diretor Departamento de Educação e Cultura, do Serviço Social da Indústria, começando um projeto de alfabetização de jovens e adultos carentes e de trabalhadores da indústria. [39, 40]

Paulo Freire passou em um processo seletivo denominado de “a cátedra de História e Filosofia da Educação”, que o levou a ser diretor do Departamento de Extensões Culturais da Universidade de Recife, onde ele deu o início a uma das suas principais experiências de alfabetização de adultos, conhecido como experiência de Angicos, em 40 horas era ministrado um curso de alfabetização de jovens e adultos com baixo custo. Esse projeto influenciou o Plano Nacional de Alfabetização e o Ministério da Educação e Cultura (MEC) aderiu. No decorrer do tempo Devido e alguns problemas políticos com o seu projeto de alfabetização Freire veio a ser perseguido e preso, logo em seguida foi exilado. [39, 41]

Nesse período exílio, Freire levou projetos de alfabetização ao redor do mundo através do Conselho Mundial de Igrejas (CMI), para a redução de desigualdade social e garantia de direitos. Até o seu retorno ao Brasil em 1980, Paulo Freire fez viagens a mais de 30 países pelo CMI, prestando consultoria educacional e implementando projetos de educação voltados para a alfabetização, redução da desigualdade social e para a garantia de direitos fundamentais. [39, 40, 41]

Freire levava um novo tipo de metodologia através do diálogo, uma educação autônoma e livre para as classes dominadas, um ensinamento que partia do que o indivíduo já possuía. Ele defendia uma educação que vinha da cultura do aluno, onde o pensar e agir fosse capaz de levar o aluno a uma compreensão melhor do mundo, a importância da escrita e da leitura só seria relevante para o aluno se fizesse parte do seu cotidiano. [41, 42, 43, 44]

### 2.2.4 Aprendizagem de Jean Piaget

Jean Piaget é um grande nome da psicologia, e fez grandes contribuições na pedagogia com sua teoria da aprendizagem cognitiva infantil, ele observou que a lógica, aparece mesmo antes do desenvolvimento sensorial e motor. [45, 46]

Piaget define a aprendizagem com uma construção de novas estruturas assimiladoras, afirma que o saber já está com indivíduo desde o princípio da vida ou que o meio onde está lhe fornecerá, e esta construção depende das condições tanto do meio quanto do indivíduo. [47, 48, 49]

A evolução mental é a partida para a teoria de aprendizagem de Piaget, ela aumenta conforme a compreensão, brincadeiras e linguagens são ampliadas. Assim o professor tem que criar um método que interesse ao aluno para que haja uma interação e o professor possa entender o aluno. Esta interação professor-aluno não é só para trabalhar o cognitivo, mas também a interação interpessoal social. [46, 48, 49]

Piaget se baseou em três abordagens; psicológica, biológica e lógica, as informações que uma pessoa recebe vai sendo armazenada, sempre é uma informação aprendida mesmo que inconsciente. Por isso é de suma importância a observação do desenvolvimento do mecanismo mental da criança, que irá se manifestar na fase adulta. [49, 50, 51]

Piaget diz que a aprendizagem só corre atrás de um processo de mudança, ou seja, precisa se adaptar a novidades para aprender. Esta teoria se explica por meio dos processos de acomodação e assimilação. [45, 49, 51] Assimilação é o processo em que a criança recebe uma nova informação que não possuía. A criança está sempre preparada para aprender mais e armazenar as novas informações. Esse é o método onde através de um desenho, brinquedo ou brincadeira, adquirir um novo conhecimento que será armazenado no seu cognitivo. Por isso é tão necessário e importante o estímulo com diferentes experiências para as crianças. [48, 51]

Acomodação é uma modificação na estrutura cognitiva que precisa se interligar com as informações que já estão, ou criar um novo esquema aos que já estão assimilados, mas precisa ser reestruturada. Ao confundir um objeto com outro e houver correção, esta informação passará pelo processo de acomodação e esta informação vai fazer um novo esquema ou uma nova estrutura cognitiva. Através da acomodação e assimilação ocorre uma reestruturação cognitiva que estrutura nossa aprendizagem no decorrer do tempo. [48, 50, 51]

A grande contribuição de Piaget para educação é a descrição da aprendizagem cognitiva nos primeiros anos de infância, todo o tipo de aprendizagem é importante, estímulos, normas, regras e ensinamentos, e, é indispensável a presença da família no aprender, pois servirá de pilar para o aprender no âmbito escolar. [45, 46, 48, 51]

### 2.2.5 A nova escola de John Dewey

John Dewey foi um pedagogo e filósofo, se formou na Universidade de Vermont, onde tinha grande fascínio pela teoria da evolução, a influência do meio ambiente e do homem, a associação psicológica e epistemológica, assim chamada teoria do conhecimento sempre o intrigou. [52, 53, 54, 55]

O teorista acreditava em uma educação mais humanista e que a transformação social era certa com o novo método. Entrou na área da educação para revolucionar o sistema de ensino que estava em uma fase tradicionalista, ele propôs novas técnicas que modificaria todo o modelo educativo. Assim surgiu a Escola Progressista que foi fundamentada no pensamento liberal, sendo considerada uma oposição aos métodos de ensino existente. Essa nova metodologia partia do princípio que a escola era o instrumento para a construção de uma nova sociedade enaltecendo as qualidades do indivíduo. [52, 53, 56, 57, 58]

Para Dewey, se inserir em uma nova metodologia não é fácil, pois terá que abrir mão do tradicionalismo. Entrar nesse novo método requer do educador tempo e disponibilidade, pois ele trabalhara com problematização que exige uma transformação aspectos que o professor tem com o aluno. O acompanhamento do estudo, colaboração nas dúvidas, onde o aluno será o participante ativo no processo de construção do conhecimento. [59, 58, 60]

Nesta perspectiva educacional, ele ainda recomenda investigação através de problemas e situações que provoquem questionamentos, para que os educandos tragam suas experiências e estimulem o seu cognitivo para que tenha soluções criativas. Nesta situação o aluno é levado a uma aprendizagem significativa que acarreta a utilização dos sistemas metáforas, assim levando a desenvolvimento e melhoria da sua formação de conhecimentos. [57, 59, 60, 61]

O ambiente escolar associado às experiências de vivências do aluno e do professor, formam uma configuração apropriada para um aprender de qualidade. Então é necessário que o professor esteja ciente do papel que ele deve desenvolver se adaptando e oferecendo uma reconstrução de conhecimento. A utilização desse método de aprendizagem a formação do aluno é completa, atingindo assim o qual deve ser o objetivo da escola. [54, 57, 58, 61]

Dewey foi além da teorização em educação, ele também se identificou, e muito contribuiu pelas causas sociais, como a luta pelo voto feminino e pela criação de sindicatos de professores. Como fervoroso defensor da democracia, ainda chegou a criar uma universidade-exílio para acolher os estudantes perseguidos em países com regime totalitário, por este fato ele chegou a ser confundido como comunista, mas estas acusações logo foram retiradas. Esta postura social adotada o tornou muito conhecido publicamente como analista de temas contemporâneos. [62]

Dewey criticou severamente a educação tradicional especialmente no que se refere ao fato tratável a memorização de conteúdo e fundamenta a necessidade de uma teoria que

possa ser coerente a experiência para dar uma nova direção aos trabalhos da escola, uma vez que a educação tem a responsabilidade de possibilitar ao aluno condições para que o mesmo decida por si próprio seus problemas. Porém, para que isso se resolva é necessário que as instituições educacionais esqueçam modelos tradicionais e reestruturem as antigas ideias. [62, 63]

A título de curiosidade, John Dewey foi o orientador do notável brasileiro Anísio Teixeira. Teixeira foi um forte divulgador das ideias de Dewey no Brasil, chegando a ser o que é hoje secretário de educação do Estado da Bahia. Teixeira também foi um dos fundadores da Capes e em 1952 foi diretor do INEP que depois foi batizado com seu nome em homenagem aos belos trabalhos prestados a instituição.

### 2.2.6 A mediação de Lev Vygotsky

Lev Vygotsky (1896-1934), tem grande participação nas teorias da aprendizagem era grande entusiasta das áreas cognitiva, era formado em direito, durante o curso frequentou alas de história e filosofia, fascinado pelos distúrbios de aprendizagem e de linguagem e de várias deficiências cognitivas, ele cursou medicina, fundou seu próprio laboratório de psicologia, participava e desenvolveu muitos trabalhos na área cognitiva. [64, 65, 66, 67]

Segundo Vygotsky o aprendizado inicia antes de entrarmos na escola, a escola é só um lugar onde aprenderemos mais do já sabemos, pois aprender é processo contínuo, que tem vários níveis de aprendizagem, isso caracteriza muito a importância de convívio social. [64, 66, 68, 69]

Existem dois tipos de desenvolvimento designados: o real e o potencial. O real se dá devido as capacitações que a criança já realiza sozinha sem auxílio. E o potencial é quando a criança precisa de um auxílio, diante disso as experiências são relevantes, pois a criança irá imitar, dialogar e colaborar para que compreenda e haja uma aprendizagem. [70, 71, 72, 73]

O teórico afirmava o que uma criança pode fazer com auxílio, logo mais seria feito sem ajuda, ele denominava isso como zona desenvolvimento, pois é onde será notado o desenvolvimento e aprendizagem da criança como um indivíduo idiossincrático, e assim podendo ser desenvolvidas estratégias pedagógicas para criar um ambiente educativo. Existe uma relação entre aprendizagem e desenvolvimento desde que nascemos, quando chegamos nas escolas já trazemos uma bagagem de conhecimento da vida social e do meio físico em que vivemos. E este conhecimento deve ser explorado e atrelado ao que o entorno escolar irá nos oferecer. [70, 71, 72, 73]

O educador deve valorizar as experiências de vida do aluno, pois elas são relações do que o indivíduo já viveu em sociedade, pois através de suas necessidades básicas ele começa transformar o meio e a desenvolver seu cognitivo, e através dessa mediação do educador que ele terá uma delimitação e a uma atribuição com sua realidade. [70, 71, 73]

---

### TERMODINÂMICA - UMA PERSPECTIVA FÍSICA

---

Neste Capítulo faremos uma breve introdução física sobre a temática da dissertação como componente curricular para cursos de graduação em física a nível de licenciaturas e bacharelados. Em linhas gerais, alunos dos cursos de físicas, engenharias e áreas afins tem o primeiro contato com esse tema nas disciplinas de física dois, em física especificamente, tem uma disciplina com o nome de Termodinâmica. Isso mostra a relevância da termodinâmica para a área de tecnologia e o desenvolvimento social de nossa civilização atual. Não só atual, se olharmos em um passado mais distante, foi exatamente a termodinâmica ou o domínio de técnicas de calor por exemplo que possibilitou o império romano a dominar grande parte do mundo até o ano 500 D.C. isso em razão de conseguir fundir um ferro a uma temperatura mais elevada que seus oponentes, isso possibilitou criar espadas com um maior tamanho de lâmina fazendo com que os soldados romanos não precisassem chegar tão próximo a seus oponentes. Já após a idade média, a grande contribuição da termodinâmica foi na revolução industrial. A revolução industrial do século XVIII foi basicamente fundamentada na substituição da mão-de-obra braçal por máquinas a vapor, notadamente o mundo nunca mais foi o mesmo após essa revolução. Já no século XIX o que podemos relacionar termodinâmica e processos industriais é o processo logístico que aconteceu nos Estados Unidos com a produção em escala industrial de máquinas a vapor para o transporte em todo o país, comumente chamadas de marias-fumaças ou simplesmente trem de ferro. Esse processo das máquinas a vapor chegou no Brasil no final do século XIX e início do século XX trazido por Dom Pedro Segundo, já no final do Brasil-imperial. Em Porto Velho tivemos a linha Madeira-Mamoré que ligava Porto Velho a Guajará-Mirim, tinha uma distância de 366 km. Atualmente só temos as ruínas dessa linha ferrea, mas ela foi fundamental para o desenvolvimento regional no Norte do Brasil. Com tanta coisa acontecendo no meio industrial, a ciência não poderia ficar para trás, e como é de conhecimento público, em 1877 Ludwig Boltzmann publica seu trabalho sobre



a entropia. Esse trabalho podemos tratar como a certidão de nascimento do que hoje conhecemos por Mecânica Estatística. Essa lei que Boltzmann mostra, vem de encontro com a proposta de Clausius e Kelvin de forma a explicar definitivamente as propostas da segunda lei da Termodinâmica que falaremos com mais propriedade nesse capítulo. Já no Século XX, mais precisamente em 1924 Albert Einstein recebe uma cópia do trabalho de Satyendra Nath Bose que tratava da radiação do corpo negro com as equações propostas por Max Planck em 1900. Einstein era editor da revista e com todo o sentimento aguçado que tinha, logo percebeu que se tratava de um trabalho muito relevante. Logo após esse trabalho, Einstein fez mais três artigos em conjunto com Bose e hoje conhecemos essa teoria como estatística de Bose-Einstein. [74]

## 3.1 Termologia

### 3.1.1 Temperatura e Calor

Termologia é uma designação física que se dá para a frente de termodinâmica estuda calor e temperatura. Abordaremos o conceito de ambos aqui e como é acontece a transferência de calor. [75]

Desde o século XVII já se discutia a natureza do calor, Newton defendia que calor consistia num minúsculo movimento de vibração das partículas dos corpos. Já Benjamin Thomson e Lavoisier chamou as substâncias de calóricas, e que essas calorias escoaria dos corpos mais quentes para os mais frios. Isso foi a primeira predição de uma lei de conservação. Atualmente, o calor é definido como energia em transito, até mesmo porque sabemos que a energia pode transitar mesmo de corpos menos quentes para corpos mais quentes (demonônios de Maxwell). [76, 77]

Temperatura é definido como o grau de agitação térmico de um corpo, quanto maior for a agitação das moléculas desse corpo, maior será sua temperatura. Temperatura também é uma grandeza escalar. É através da temperatura que por exemplo conseguimos saber o grau de agitação calórica de um ambiente ao fazer a leitura de um termometro.[76, 77]

Com essa ideia de temperatura e calor bem definidos, podemos introduzir o conceito de termômetros. Termômetros são equipamentos que possuem escalas termodinâmicas bem definidas. Existe uma infinidade de escala termométrica na literatura, no entanto três delas ganham destaques, sendo elas a escala Celsius, Fahrenheit e Kelvin. As escalas tem um limite inferior em todos os casos, é o que chamamos de zero absoluto, onde não a possibilidade pelo menos classicamente de um corpo perder mais calor.

Na Fig. 3.1 e na Tab. 3.1 é ilustrado como as escalas termodinâmicas. São apresentadas as três mais utilizadas. A escala Kelvin em geral é utilizado na academia para fins de pesquisa, a escala Fahrenheit é tomada como o sistema britânico, é usada mais amplamente nos Estados Unidos e na Grã-Bretanha, a escala Celsius é utilizada comercialmente em todo o mundo.

Tabela 3.1: Tabela de comparação das escalas termodinâmicas

	Kelvin	Celsius	Fahrenheit
Ponto de Fusão da água	273,15	0	32
Ponto de ebulição da água	373,15	100	212

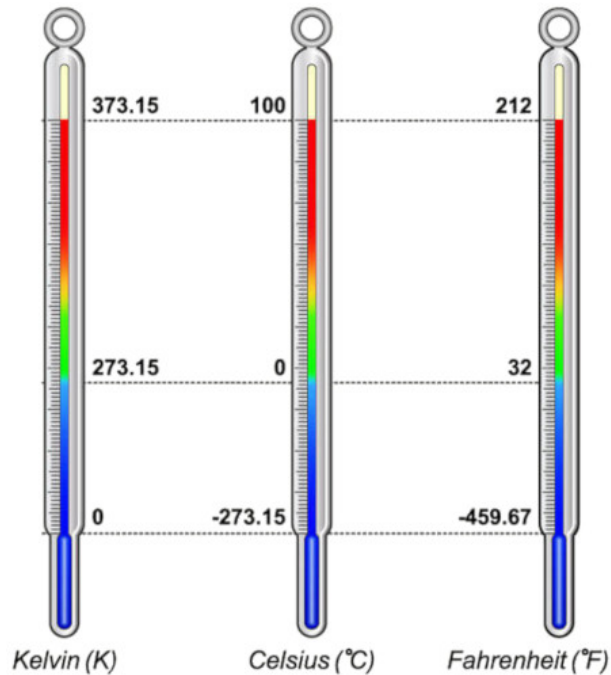


Figura 3.1: Comparação das escalas termométricas. Fonte: [78]

A relação matemática de transformação da escala de Kelvin para Celsius é:

$$T_C = T_K - 273.15^\circ \quad (3.1)$$

onde  $T_C$  é a temperatura em Celsius e  $T_K$  a temperatura em Kelvin. A relação matemática de transformação da escala Celsius para Fahrenheit é descrita como:

$$T_F = \frac{9}{5}T_C + 32^\circ \quad (3.2)$$

onde  $T_C$  é a temperatura em Celsius e  $T_F$  a temperatura em Fahrenheit. [76, 77]

### 3.1.2 Quantidade de Calor

A caloria é definida atualmente como a quantidade de calor necessária para elevar de  $14,5^\circ$  a  $15,5^\circ$  a temperatura de 1g de água. Para que 1kg de água sofra essa mesma elevação de temperatura, é necessário fornecer-lhe  $10^3$  cal (calorias) = 1kcal (quilocaloria),

pois a quantidade de calor necessária, se os demais fatores permanecem os mesmos, é proporcional à massa da substância. [76]

Existem dois tipos principais de calor específico, o  $C_p$  que é o calor específico a pressão constante e o  $C_v$  sendo o calor específico a volume constante. Em geral, para líquidos e sólidos a diferença entre o  $C_p$  e o  $C_v$  é pequena. Já em gases, essa diferença é grande. [76]

Material	Calor Específico	
	(J/kg.K)	(cal/g.K)
Ouro	129	0,031
Prata	235	0,056
Cobre	385	0,092
Aço	435	0,104
Ferro	448	0,107
Vidro	670	0,16
Cimento (bloco)	780	0,186
Lã de vidro	800	0,19
Tijolo	835	0,199
Areia	840	0,2
Alumínio	903	0,216
Papel	1.340	0,320
Gelo	2.093	0,5
Água	4.186	1,000

Figura 3.2: Calor específico de alguns materiais em duas escalas. Fonte: [79]

Capacidade térmica e a quantidade de calor que um corpo precisa receber ou ceder para variar sua temperatura em uma unidade. Matematicamente, podemos escrever a capacidade térmica como:

$$\Delta Q = mc\Delta t = C\Delta t \quad (3.3)$$

onde  $C = mc$  se chama a capacidade térmica da amostra considerada. [76] Se o intervalo de temperatura entre a temperatura inicial  $T_i$  e a temperatura final  $T_f$  é suficientemente grande para que seja preciso levar em conta a variação do calor específico com a temperatura,  $c = c(T)$ , a eq. 3.3 é reescrita e fica:

$$\Delta Q = m \int_{T_i}^{T_f} c(T)dT = m\bar{c}(T_f - T_i) \quad (3.4)$$

onde  $\bar{c}$ , por definição, o calor específico médio entre as temperaturas  $T_f - T_i$ . [76]

Quando existe absorção de calor, no entanto a temperatura não varia, temos algo que chamamos de “calores em transformação”. Quando isso pode ocorrer? Em geral isso ocorre quando temos uma de estado, ou seja, quando temos por exemplo água no estado sólido a zero graus Celcius, ela recebe calor, e continua a zero grau, porém deixa de ser sólida e passa a ser líquida. Assim, quando uma amostra de massa  $m$  sofre uma transformação de fase completa, a energia total transferida é:

$$Q = Lm \quad (3.5)$$

onde  $L$  é definido como o calor de transformação

Tabela 3.2: Alguns Calores de Transformação. Fonte: [77]

Substância	Fusão			Evaporação		
	Ponto de Fusão (K)	de Calor Fusão (kJ/Kg)	de $L_f$	Ponto de Ebulição (K)	de Calor Ebulição (kJ/Kg)	de $L_f$
Hidrogênio	14		58	20,3		455
Oxigênio	58,8		13,9	90,2		213
Mercúrio	234		11,4	630		296
Água	273		333	373		2256
Chumbo	601		23,2	2017		858
Prata	1235		105	23223		2336
Cobre	1356		207	2868		4730

### 3.1.3 Dilatação Térmica

Entender o funcionamento das máquinas térmicas é fundamental pois está diretamente relacionado a todos os comportamentos termodinâmicos como o calor, temperatura, transformação de calor em trabalho, bem como as dilatações térmicas que acrescentam ou tem um decréscimo de seu volume. Nesta subseção trataremos da dilatação térmica. Mas porque os sólidos sofrem dilatação térmica? Segundo B. Alvarenga a razão é: “Se analisarmos a estrutura interna de um sólido, poderemos entender por que ocorre a dilatação: Os átomos que constituem o sólido se distribuem ordenadamente, dando origem a uma estrutura que é denominada estrutura cristalina do sólido. A Ligação entre esses átomos se faz por meio de forças elétricas, que atuam como se existissem pequenas molas unindo um átomo a outro. Esses átomos estão em constante vibração em torno de uma posição média de equilíbrio” [75]. Nessa perspectiva, podemos pensar que cada átomo é como um oscilador harmônico que vibra em torno de uma posição média, ao receber calor (energia), a posição média desse oscilador harmônico será maior com esse incremento de energia, como essa oscilação é maior, o comprimento final de uma barra de ferro, por exemplo, terá um valor médio maior do que com uma temperatura menor. O mesmo acontece quando

esse “oscilador harmônico” perde energia (perca de calor), a vibração desse sólido será menor, fazendo com que o volume final seja menor após ter perdido essa energia.

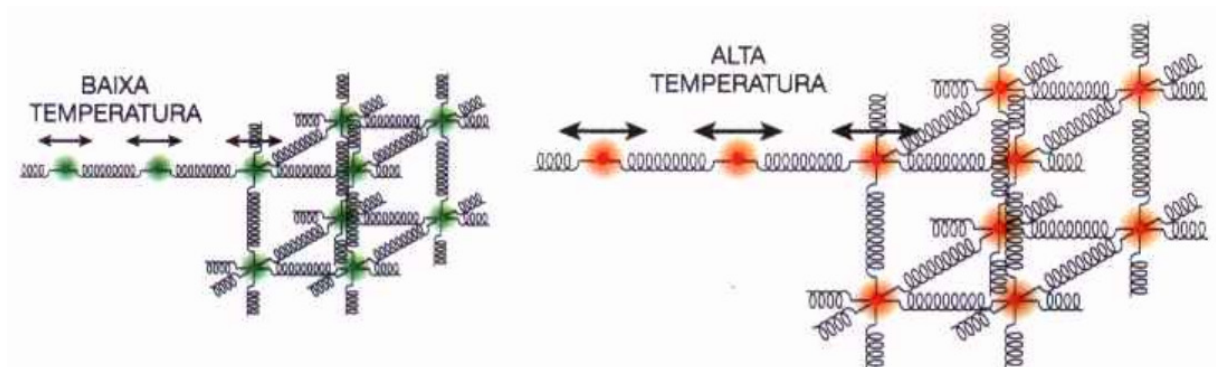


Figura 3.3: A elevação da temperatura faz com que ocorra um aumento médio na distância média entre os átomos de um sólido. Fonte: [75]

Uma variação de temperatura  $\Delta T$  pequena o suficiente, gera uma dilatação diretamente proporcional, assim podemos expressar a equação de dilatação linear como:

$$\Delta l = \alpha l_0 \Delta T \quad (3.6)$$

onde  $\Delta l$  é o tamanho da expansão (contração) linear,  $\alpha$  o coeficiente de dilatação linear de cada sólido,  $l_0$  o tamanho original da peça a ser aferida e  $\Delta T = T_f - T_i$ , a variação da temperatura.

Os valores de  $\alpha$  em geral são da ordem de  $10^{-5}/C^\circ$ , ou seja,  $0,01mm$  por  $m$  por  $C^\circ$ . Assim, por exemplo, em  $(C^\circ)^{-1}$  temos os seguintes valores de  $\alpha$ , conforme Fig. 3.4.

SUBSTÂNCIA	COEFICIENTE DE DILATAÇÃO LINEAR X $10^{-5}$	SUBSTÂNCIA	COEFICIENTE DE DILATAÇÃO LINEAR X $10^{-5}$
Aço, ferro	1,2	Magnésio	2,6
Alumínio	2,4	Níquel	1,3
Baqelite	2,9	Ouro	1,4
Bronze, latão	1,8	Parafina a 20° C	20
Chumbo	2,9	Platina	0,9
Cobre	1,7	Porcelana	0,3
Constantana	1,5	Prata	2,4
Ferro gusa	1,0	Quarzo	0,35
Invar	0,15	Tijolo comum	0,6
Látex a 20° C	7,7	Vidro para óptica	0,35 - 0,80
Madeira ⊥ fibras	5,8	Zinco	1,7
Madeira // fibras	0,4		

Figura 3.4: Tabela com o coeficiente de dilatação linear para alguns materiais. Fonte: [80]

Existem dois tipos de sólidos, os anisotrópicos e os isotrópicos. Os anisotrópicos variam com a direção, como o que acontece com cristais, isso faz com que o coeficiente de dilatação

linear assume diferentes valores conforme a direção. Para um corpo isotrópico  $\alpha$  não depende dessa direção. Se tivermos uma lâmina delgada de um sólido isotrópico de lados  $l_1$  e  $l_2$  a variação percentual de sua área  $A$  devida a uma variação de temperatura  $T$  será [76]

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta(l_1 l_2)}{l_1 l_2} \approx \frac{l_1 \Delta l_2 + \Delta l_1 l_2}{l_1 l_2} = \frac{\Delta l_1}{l_1} + \frac{\Delta l_2}{l_2} \therefore \frac{\Delta A}{A} = 2\alpha \Delta T \quad (3.7)$$

onde  $\frac{\Delta l_1}{l_1} = \frac{\Delta l_2}{l_2} = \alpha \Delta T$ , o que significa que o coeficiente de dilatação térmica superficial é  $2\alpha$ . A eq. 3.7 se aplica também à variação da área de um orifício numa placa de material isotrópico, devido à dilatação térmica. [76]

Analogamente, a variação de volume de um paralelepípedo de arestas  $l_1, l_2, l_3$  será

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta(l_1 l_2 l_3)}{l_1 l_2 l_3} \approx \frac{l_1 \Delta l_2 l_3 + \Delta l_1 l_2 l_3 + l_1 l_2 \Delta l_3}{l_1 l_2 l_3} = \frac{\Delta l_1}{l_1} + \frac{\Delta l_2}{l_2} + \frac{\Delta l_3}{l_3} \therefore \frac{\Delta V}{V} = 3\alpha \Delta T \quad (3.8)$$

onde  $\frac{\Delta l_1}{l_1} = \frac{\Delta l_2}{l_2} = \frac{\Delta l_3}{l_3} = \alpha \Delta T$ , o que significa que o coeficiente de dilatação térmica volumétrica é  $3\alpha$ .



Figura 3.5: Dilatação térmica em trilhos de uma linha férrea após acontecer um incêndio florestal. Fonte: [81]

Nas Figs. 3.5 e 3.6 temos dois exemplos de dilatação térmica linear, que podem ser analisadas também na perspectiva superficial e volumétrica de sólidos. Com o aumento da temperatura ocorre a dilatação, na Fig. 3.5 temos uma expansão linear que desconfigura a linha férrea, já na Fig. 3.6 a ponte irá se expandir até tocar as partes do concreto que é o ponto limitante, logo em pontes no seu estado natural, sempre devem existir fissuras para permitir essa mobilidade de expansão até um dado limite e então contrair para o estado inicial.

## 3.2 A lei zero da Termodinâmica

A lei zero da termodinâmica foi um conceito posto após a primeira e a segunda lei já estarem bem estabelecidas, como ela é o princípio básico para a termodinâmica, resolve-

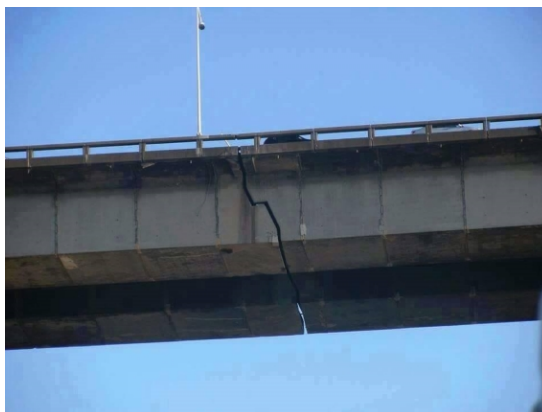


Figura 3.6: Dilatação térmica na ponte Rio-Niterói. Fonte: [82]

ram a nomear de lei zero. Para o Autor Mario José de Oliveira a definição de equilíbrio térmico é: “Quando um corpo quente é colocado em contato com um corpo frio, se estabelece um fluxo de calor do primeiro para o segundo até o instante em que eles atingem uma situação em que o fluxo cessa. A partir desse instante os dois corpos estão em equilíbrio térmico. O equilíbrio térmico pode ser verificado por meio da medida da temperatura dos corpos. Se os dois corpos tiverem a mesma temperatura então eles se encontram em equilíbrio térmico. Se diversos corpos estiverem em contato térmico entre si, eles estarão em equilíbrio térmico se todos tiverem a mesma temperatura.” [83]

### 3.3 A primeira lei da Termodinâmica

A primeira lei da termodinâmica diz respeito a conservação da energia interna de um sistema calórico. Para isso, precisamos antes definir o que é trabalho termodinâmico, calor já foi definido anteriormente, bem como temperatura. O experimento proposto Joule, tirava água de um estado de temperatura ( $T_i$ ) e levava para um novo estado ( $T_f$ ), ele sempre reproduzia esses experimentos em condições de isolamento térmico (com paredes adiabáticas). O trabalho realizado sobre um sistema termicamente isolado é chamado de trabalho adiabático. [76]

Nas experiências de Joule, o volume era inalterado, o que sofria alteração era a temperatura. Assim, o estado da água inicial com a final era determinada por essa variação de temperatura.

Partindo do ponto inicial (A) do gráfico (P,V) na Fig. 3.8, podemos comprimir adiabaticamente o gás até o volume final na curva  $T_a$  e depois levá-lo até o ponto final (B) por meio de um gerador de corrente elétrica, como nas experiências de Joule. Ou também, podemos tomar outros caminhos que no final o trabalho gerado será o mesmo. Generalizando as experiências de Joule, podemos dizer que o trabalho adiabático total para passar de A a B seria o mesmo através de qualquer destes dois caminhos. Assim podemos enunciar a primeira lei da termodinâmica como: “O trabalho realizado para levar um sistema

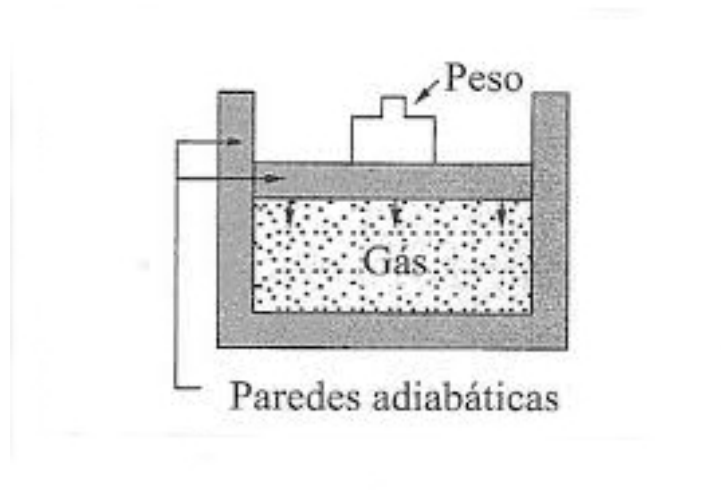


Figura 3.7: Trabalho adiabático. Fonte: [76]

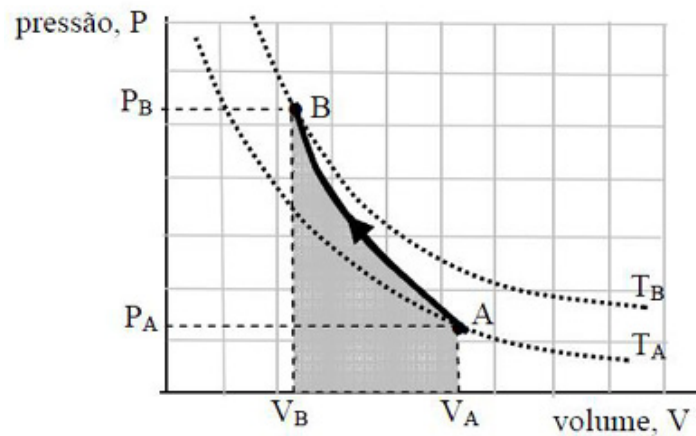


Figura 3.8: Caminhos diferentes para o trabalho realizado. Fonte: [84]

termicamente isolado de um dado estado inicial a um dado estado final é independente do caminho adotado.” [76]

Existe uma função de estado de um sistema termodinâmico que chamamos de energia interna  $U$ , do qual sua variação  $U_f - U_i$  entre o estado inicial  $i$  e o estado final  $f$  é igual ao trabalho adiabático necessário para levar o sistema de  $i$  até  $f$ :

$$\Delta U = U_f - U_i = -W_{i \rightarrow f} \quad (3.9)$$

O sinal negativo no trabalho é para garantir que o trabalho esteja gastando energia.

Como já descrevemos o calor, a anunciação da primeira lei da termodinâmica completa é expressa matematicamente por:

$$dU = d'Q - d'W \quad (3.10)$$



onde a diferencial exata  $dU$  é a diferença das duas diferenciais inexatas  $d'Q - d'W$ . O  $Q$  representa sempre o calor fornecido a um sistema. [76, 83]

### 3.4 A segunda lei da Termodinâmica

Para iniciar a discussão sobre a segunda lei da termodinâmica, primeiro vamos introduzir a ideia do ciclo de Carnot. Segundo o Autor Mario J. de Oliveira: “Suponha que um sistema, constituído por um fluido contido num recipiente, percorra um ciclo composto por duas isotermas e duas adiabáticas. Partindo de um estado A, o sistema sofre inicialmente uma expansão isotérmica até um estado B, em seguida uma expansão adiabática até um estado C, depois uma compressão isotérmica até um estado D e finalmente uma compressão adiabática de volta ao estado inicial A. Tal ciclo, mostrado na Fig. 3.9, é denominado ciclo de Carnot. Na expansão isotérmica, o sistema recebe uma quantidade de calor  $Q_1$  de um reservatório de calor à temperatura  $T_1$  e, na compressão isotérmica, fornece uma quantidade de calor  $Q_2$  a um reservatório de calor à temperatura  $T_2$ . O princípio de Carnot afirma que a razão entre o trabalho realizado e o calor recebido por um sistema que opera segundo um ciclo de Carnot depende somente das temperaturas dos reservatórios. Sendo  $W$  o trabalho realizado no ciclo de Carnot então  $W/Q_1$  só depende de  $T_1$  e  $T_2$ . Esse princípio é universal sendo, portanto, independente da substância de que é composto o sistema que percorre o ciclo.”[83]

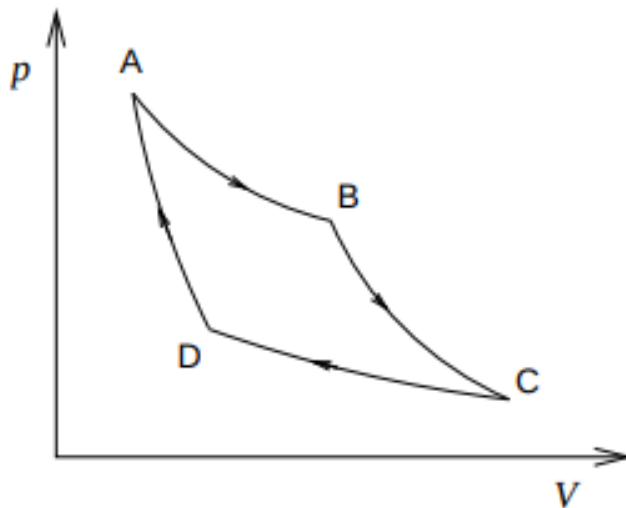


Figura 3.9: Representação do ciclo de Carnot no diagrama de Clapeyron. AB é uma isoterma, BC é uma adiabática, CD é uma isoterma e DA é uma adiabática. Fonte: [83]

Pelo princípio da conservação da energia, o trabalho realizado num ciclo fechado é igual ao calor recebido menos o calor cedido,  $W = Q_1 - |Q_2|$ , de modo que  $W/Q_1 = 1 - |Q_2|/Q_1$ . Portanto, concluímos, a partir do princípio de Carnot, que a razão entre o calor cedido

$|Q_2|$  e o calor recebido  $Q_1$  depende apenas das temperaturas dos reservatórios, ou seja:[83]

$$\frac{|Q_2|}{Q_1} = f(T_1, T_2) \quad (3.11)$$

Se agora utilizarmos um outro sistema que percorra um ciclo de Carnot cujas isotermas correspondam às temperaturas  $T_2$  e  $T_3$ , então:[83]

$$\frac{|Q_3|}{Q'_2} = f(T_2, T_3) \quad (3.12)$$

em que  $Q'_2$  é o calor recebido e  $|Q_3|$  é o calor cedido nesse outro ciclo. Agora, convenientemente, escolhemos o segundo ciclo de tal forma que todo o calor cedido pelo primeiro sistema seja recebido pelo segundo sistema, de modo que  $Q'_2 = |Q_2|$ . Multiplicando membro a membro as eqs. 3.11 e 3.12 e levando em conta que  $Q'_2 = |Q_2|$ , obtemos [83]

$$\frac{|Q_3|}{Q_1} = f(T_1, T_2)f(T_2, T_3) \quad (3.13)$$

Mas  $Q_1$  e  $Q_3$ , que aparecem no lado esquerdo, podem ser considerados, respectivamente, como o calor recebido e o calor cedido de um ciclo de Carnot que opera entre as temperaturas  $T_1$  e  $T_3$ , Portanto [83]

$$\frac{|Q_3|}{Q_1} = f(T_1, T_3) \quad (3.14)$$

de modo que:

$$f(T_1, T_2)f(T_2, T_3) = f(T_1, T_3) \quad (3.15)$$

A função que satisfaz essa equação é da forma,

$$f(T, T') = \frac{\phi(T')}{\phi(T)} \quad (3.16)$$

da qual concluímos que

$$\frac{|Q_2|}{Q_1} = \frac{\phi(T_2)}{\phi(T_1)} \quad (3.17)$$

em que  $\phi(T)$  é uma função a ser definida mas que é independente de qual seja a substância utilizada para percorrer o ciclo. [83]

Em seguida usamos o princípio de Carnot, na forma dada pela equação 3.17, para definir escala absoluta de temperatura. Seguindo a prescrição de Kelvin, definimos temperatura absoluta  $T$  como sendo a grandeza tal que  $\phi(T) \approx T$  ou, equivalentemente,[83]

$$\frac{|Q_2|}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad (3.18)$$

Assim, para construir uma escala absoluta de temperatura, basta atribuir um valor numérico à temperatura de um estado de referência. Qualquer outra temperatura é determinada de acordo com a 3.18. Para a escala kelvin (K) é usado o ponto triplo da água como estado de referência a cuja temperatura atribuímos o valor exato[83]

$$T_0 = 273,15K \quad (3.19)$$

É importante notar que na escala kelvin a temperatura de fusão do gelo, à pressão de 1 atm, é  $T_{sl} = 273,15K$  e que a temperatura de ebulição da água, à mesma pressão de 1 atm, é  $T_{lv} = 373,15K$ . [83]

O que podemos dizer da diferença fundamental entre a primeira e a segunda lei da termodinâmica é que a primeira diz respeito somente a conservação da energia interna e a segunda nos dá a seta temporal da evolução do sistema, ambas as leis dão a energia interna do sistema, no entanto, a primeira é possível saber onde se inicia e onde termina o ciclo, em outras palavras, desde que a energia seja conservada a primeira lei é válida. Isso seria o equivalente (por absurdo) pegar um boi que estivesse no estado de carne moída e retornar ao começo do processo que seria antes do abate. Como isso é impossível de fazer, chamamos esse processo de irreversível. Esse tratamento de processos irreversíveis só é possível graças a segunda lei da termodinâmica onde ela dá uma seta do temporal dos acontecimentos, incorrendo por exemplo do problema do boi citado acima.

Temos na literatura dois enunciados para a segunda lei da termodinâmica, o de Clausius e o de Lord Kelvin. Faremos aqui uma breve anúnciação de cada um. Deixamos como sugestão para o leitor os livros da Ref. [76, 83, 85]

O enunciado de Kelvin para a segunda lei como descrito por H. M. Nussenzveig: “É impossível realizar um processo cujo único efeito seja remover calor de um reservatório térmico e produzir uma quantidade equivalente de trabalho”. [76]

Notadamente, o enunciado de Kelvin vai de encontro com a máquina perpétua de Carnot, onde toda o calor fornecido para o sistema é transformado em trabalho. Essa abordagem é interessante, porque deixa claro que a máquina de Carnot é a máquina ideal e nenhuma máquina real consegue chegar a esse nível de rendimento.

Já o enunciado de Clausius para a segunda lei é: “É impossível realizar um processo cujo efeito seja transferir calor de um corpo mais frio para um corpo mais quente”. [76]

Tanto o enunciado de Kelvin quanto o de Clausius nos remete a duas coisas: 1) os processos não cíclicos não tem reversibilidade, ou seja, tem um seta temporal indicando para onde o sistema irá evoluir; 2) nenhuma máquina terá um rendimento de 100%, ou seja, não é possível transformar todo o calor em trabalho em nenhum dos dois enunciados. Para isso, basta ver a equação de rendimento, dada por:

$$\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{\text{Trabalho fornecido}}{\text{Calor Consumido}} \quad (3.20)$$

dado que  $W = Q_1 - Q_2$ , substituindo na eq. 3.20, obtemos diretamente:

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \quad (3.21)$$

da eq. 3.21 vemos que  $Q_2 > 0$  equivale a  $\eta < 1$ , ou seja, o rendimento é inferior a 100% sempre. [76]

### 3.4.1 Entropia

A definição de temperatura nos permite determinar a temperatura de um gás para quaisquer valores da pressão  $P$  e do volume  $V$  do gás. Assim, a cada ponto do diagrama de Clapeyron está associada uma temperatura. Os pontos que possuem a mesma temperatura constituem uma isoterma. As isotermas formam um conjunto de curvas que nunca se cruzam, como pode ser visto na Fig. 3.10. [83]

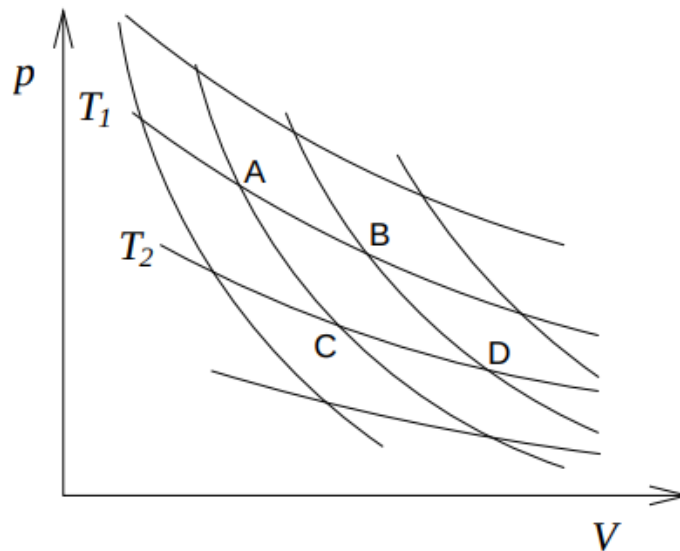


Figura 3.10: Conjunto de isotermas e adiabáticas no diagrama de Clapeyron. As curvas AB e CD são isotermas correspondentes às temperaturas  $T_1$  e  $T_2$ , respectivamente. As curvas AC e BD são adiabáticas. Fonte: [83]

Considere duas adiabáticas quaisquer construídas conforme descrição da Fig. 3.10. Considere um ponto A sobre a primeira adiabática e um ponto B sobre a segunda adiabática tal que A e B estejam numa mesma isoterma, correspondente a uma temperatura  $T_1$ , como mostrado na Fig. 3.10, Sendo  $S_A$  a entropia da primeira adiabática, então a entropia  $S_B$  da segunda adiabática será definida por [83]

$$S_B = S_A + \frac{Q_1}{T_1} \quad (3.22)$$

em que  $Q_1$  é a quantidade de calor recebido pelo sistema de A a B ao longo da isoterma  $T_1$ . Suponha que outro par de pontos C e D sejam escolhidos sobre as duas adiabáticas,

C sobre a primeira adiabática e D sobre a segunda, mas que estejam sobre uma outra isoterma, correspondente a uma temperatura  $T_2$ . Pela mesma definição temos que ter: [83]

$$S_B = S_A + \frac{Q_2}{T_2} \quad (3.23)$$

em que  $Q_2$  é a quantidade de calor recebido pelo sistema de C a D ao longo da isoterma  $T_2$ . À primeira vista, as expressões 3.22 e 3.23 parecem ser inconsistentes. Mas, pelo princípio de Carnot  $Q_1/T_1 = Q_2/T_2$  de modo que 3.22 e 3.23 são de fato compatíveis e a entropia da segunda adiabática se torna independente da escolha das isotermas. [83, 85]

Então, podemos concluir que em um ciclo de Carnot reversível, temos que a relação final é expressa como:

$$\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2} \equiv \sum \frac{Q}{T} = 0 \quad (3.24)$$

---

## JOGOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE FÍSICA

---

O ensino de física não só no Brasil mas em grande parte do planeta através de pesquisas vem sempre desenvolvendo novos métodos de ensinar. Podemos citar vários desses métodos, como o *peer instruction* [86, 87, 88, 89, 90, 91] (instrução por pares), sala invertida [92, 93, 94], ferramentas computacionais [95, 96, 97], uso de aplicativos para celulares [98, 99, 100], aprendizagem móvel [101, 102], por experimentação de baixo custo [103, 104, 105, 106, 107], através de esportes [108, 109], por atividades lúdicas [110, 111, 112, 113, 114], em alguns casos para pessoas com necessidades especiais. [115, 116, 117] Enfim, existe um número muito grande de metodologias, e não existe uma melhor que outra, o que podemos dizer que certas turmas se adaptam melhor com algumas técnicas à outras.

Dentro desse contexto, nessa dissertação em conjunto com o produto educacional, estamos propondo a aplicação de um jogo de tabuleiro para auxiliar professores e coordenadores do segundo ano do ensino médio na parte de dilatação térmica.

### 4.1 Jogos Digitais

Nas plataformas digitais tanto do google play store, quando no Apple Store é relativamente simples de encontrar vários aplicativos gratuitos com a abordagem em ensino de física. Ferramentas que podem auxiliar e muito professores não só de física, mas basicamente de todas as disciplinas do ensino regular. Trouxemos aqui dois exemplos desses aplicativos em forma de jogos que auxiliam no entendimento de forma lúdica utilizando o telefone dos próprios alunos. Na Fig. 4.1 tem quatro aplicativos disponível na plataforma da Apple Play Store, na ordem da esquerda pra direita e de cima pra baixo, são os seguintes aplicativos: Brain Physics puzzles, Newtonball - Physcs Ball Game, Física Lápis: Jogos puzzle bolas e Brain it on! - Physics Puzzles, em uma rápida busca, todos

esses jogos também estão disponíveis na plataforma para telefones android. Na Fig. 4.2, trouxemos seis aplicativos também gratuitos disponíveis no google play store, na mesma ordem do anterior, temos os seguintes aplicativos: *Physics test (mindbrother)*, Quiz Física Fantástica, *Zipline Valley - jogo Puzzle de Física*, Física Básica, Phyphox e Ciência Física Perguntas Jogo (*Quiz corner*).

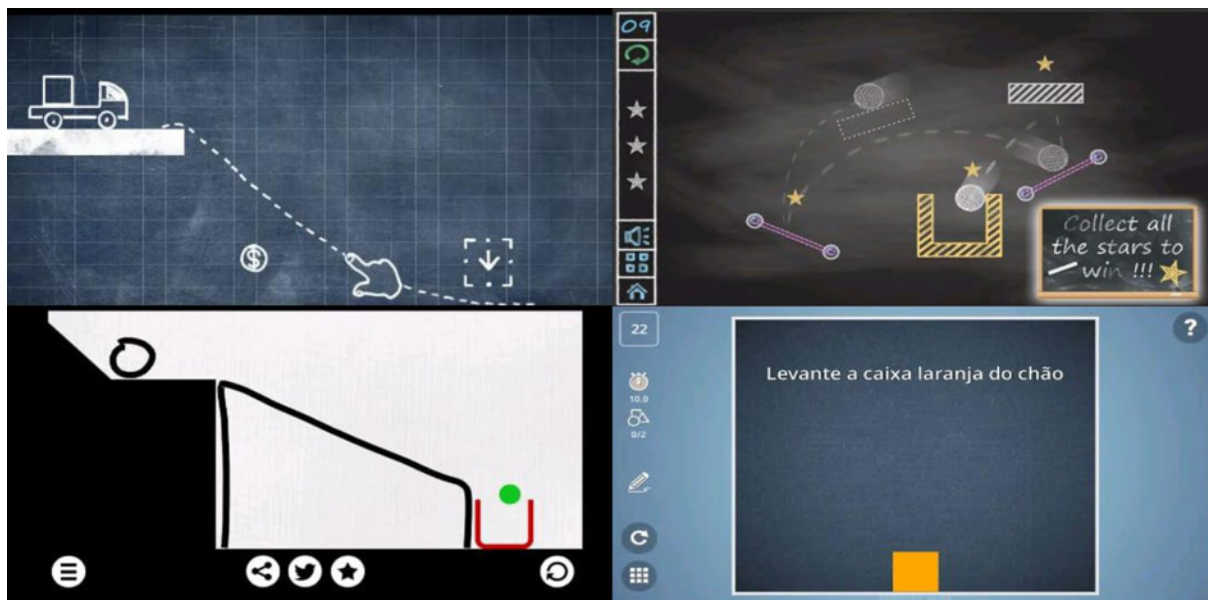


Figura 4.1: Jogos didáticos disponíveis na plataforma do google play, ou playstore, todos livres. Fonte: [118]

Sem a menor dúvida, jogos como esses são fundamentais para uma nova roupagem e abordagem no ensino de física, primeiro, a educação precisa evoluir e acompanhar as tendências tecnológicas do mercado. Muitas escolas, sem citar nomes por razões óbvias, proíbem seus alunos de usarem telefones celulares em sala de aula. Num ponto de vista propedêutico talvez funcione bem para a educação dos anos 70, na atualizada, onde as crianças e adolescentes já nasceram nessa era digital, é impossível não fazer uma associabilidade de tudo que está acontecendo com o telefone celular desse indivíduo. Segundo ponto, é uma ferramenta que possui em sua maioria vários sensores que possibilitam usar essa em ensaios em sala de aula, fazendo assim um laboratório de física sem precisar sair da sala de aula. Um exemplo desse é o aplicativo Phyphox, ele usa vários dos sensores do telefone para fazer uma séria enorme de ensaios experimentais. Terceiro, em sua maioria, possuem telefone celulares, é quase impossível encontrar um adolescente que não possua um telefone celular, e caso esse aluno não possua, não tem problema, o professor pode montar grupos e usar de modo compartilhado um único telefone para três, quatro alunos. Em conclusão, incluir aparelhos celulares é um grande desafio da atual educação, de modo que o aluno use de forma correta se dispersar do assunto.



Figura 4.2: Jogos didáticos disponíveis na plataforma do google play, ou playstore, todos livres. Fonte: [119]

## 4.2 Jogos de cartas e tabuleiros

Para nós professores profissionais da educação é fundamental levar a todas as pessoas, autoridades e comunidade em geral a real importância da cátedra, da ciência, inovação e tecnologia. É dentro das universidades que nasceram empresas como Embraer, WEG, Petrobras. Fazer uma educação de qualidade é dar possibilidade a um país de estar entre os principais desenvolvedores de divisas. Nesse sentido, é necessário criar métodos que



facilite o aprendizado de nosso alunado. A proposta de jogos em sala de aula não é no sentido de substituir as aulas e o conteúdo que está previsto nos planos anuais de cada escola do país, mas auxiliar e dar lastro de modo que venha a facilitar o ensino-aprendizagem, dando significado para dados experimentos que muita das vezes não tem muito sentido para um determinado aluno. David Ausubel chamou esses conhecimentos prévios de sub-sonçores, no entanto, nem sempre esses alunos tiveram convívio para adquiri-los. Assim se faz necessário criar mecanismos que possibilita esse aprender de forma simples e que no final do ensaio, tenha significa prático para esse aluno.

Jogos de tabuleiros e carta não é algo novo no auxilio do ensino aprendizagem, buscando na literatura, temos artigos publicados nos anos 60 e 70 já com essa abordagem de jogos didáticos como por exemplo o da Ref. [120].

Temos disponíveis vários tipos de jogos, os mais conhecidos, na categoria de tabuleiros que são os mais fáceis de encontrar temos: Dama, Trilha, Gamão, Xadrez, Banco Imobiliário, Jogo da Vida, Detetive, Scotland Yard e War, perfil. Em cada um desses jogos, existe uma particularidade que pode ser explorada pelo professor trazendo benefícios de diferentes modos. Alguma das dificuldades dos jogos de tabuleiros é a possibilidade de múltiplos jogadores simultaneamente, mas ganham em relação a jogos eletrônicos, esses por sua vez, em sua maioria são jogos individualizados, independente da plataforma. Algumas são ainda mais individualizadas que outras, tais como: jogos de computadores, celulares, minigames, por outro lado, existe os consoles que possibilitam jogos em multijogadores, o problema é o valor desses consoles e o acesso aos jogos com facilidade. Podemos ver os jogos como uma fase importante para a vida social do individuo em formação, baseado nos aspectos cognitivos de Jean Piaget. [121]

Segundo Lopes, em seu artigo publicado em 2001, ele trás a seguinte abordagem para a importância de se levar jogos didáticos para a sala de aula: “É muito mais eficiente aprender por meio de jogos e, isso é válido para todas as idades, desde o maternal até a fase adulta. O jogo em si, possui componentes do cotidiano e o envolvimento desperta o interesse do aprendiz, que se torna sujeito ativo do processo, e a confecção dos próprios jogos é ainda muito mais emocionante do que apenas jogar. ” [122]

Utilizar de métodos lúdicos como bem conhecido, dá prazer as que estão jogando, fazendo com que o aprendizado fica mais leve. Fazer ensino lúdico com física dá uma resposta ainda melhor. Em geral física é aquela disciplina lá no ensino médio que os alunos tem muita dificuldade, isso em razão do grave problema da matematização excessiva e de falta de meios alternativos para chamar atenção desse aluno. Um caminho para contornar é o lúdico, a física através de um jogo de tabuleiro, pode propiciar uma sensação de que ele está inserido dentro do contexto do domínio do jogo, como por exemplo um jogo de xadrez. No jogo de xadrez, o jogador está inserido dentro do jogo como em um reinado de fato, as estratégias são criadas pelo próprio jogador possibilitando total controle das milhares de combinações possíveis dentro de uma única jogada. Outro ponto focal extremamente fundamental nos jogos de tabuleiros é a concentração que cada jogador adquire ao longo

do tempo. Fazer essa associação com a necessidade de concentração em sala de aula é de suma importância. Isso faz potencializar o ganho de aprendizagem mesmo fora das horas do jogo. [122, 123]

Segundo Lopes, a necessidade de implementação de jogos, vai muito além de somente a jogabilidade, mas também no ensino-aprendizagem do aluno, “Das discussões iniciais precedentes, fica claro que a forma como os conteúdos de Física são frequentemente apresentados e trabalhados nas escolas limitam as possibilidades do aluno alcançar uma aprendizagem satisfatória, o que acaba gerando um desinteresse sistemático pela Física. Jogos educacionais são elaborados para motivar os alunos. Desta forma, aumentam as chances dos alunos aprenderem os conceitos, os conteúdos ou as habilidades embutidas no jogo. ” [122]

A física tem uma vantagem sobre outras disciplinas no que diz respeito a criação de jogos de tabuleiros, isso dado a quantidade de conteúdo que é abordado por ela no ensino básico. Para cada série sem exagero, podemos fazer dezenas de jogos de tabuleiros para nossos alunos. Nessa dissertação, propomos um jogo de tabuleiro voltado para termodinâmica, essa escolha foi inicialmente simples de fazer. Como formada em química e física, pude fazer uma ponte entre os ensaios químicos e a física térmica. Talvez seja o tema que tenha mais correlação para os alunos do ensino médio entre física e química. Esse tabuleiro criado pode tirar os alunos das aulas tradicionais e se criou um ambiente de trabalho muito leve na aplicação do jogo e dos experimentos. Isso será discutido mais amplamente no próximo Cap.5 sobre resultados e discussão.

Vale ressaltar que o jogo didático por si só não é o suficiente para aplicar um determinado conteúdo. Temos que tomar muito cuidado ao fazer um jogo desses pensando que ele será o suficiente para a fixação do conteúdo. Não! não é suficiente, os jogos em geral são métodos alternativos de complementação do conteúdo. Então não devemos esquecer do ementário anual, e jamais devemos deixar de ser conteudistas. Em conjunto com atividades em grupos, aulas expositivas, trabalhos de pesquisa, monitorias, o jogo revela seu real potencial. Um dos grandes desafios na elaboração de jogos é apresentar para os jogadores uma coleção de dificuldades que possuam ligação com o conteúdo, tornando o jogo interessante. A Física é uma ciência bem subjetiva, o que já causa uma dificuldade maior de aprendizado, ao tentar abordar conteúdos em jogos e estes conteúdos estão completamente desconexos, o jogo falhará nos seus objetivos. [122]

Os métodos avaliativos é outro que não pode faltar em uma abordagem pedagógica com jogos, o professor tem que se ausentar das tradicionais provas e tentar incluir como forma avaliativa o jogo desenvolvido. Esse desafio talvez seja um dos maiores, porque essas avaliações em muitos dos casos se torna subjetiva. O julgamento do quanto um aluno absorveu de uma dada técnica tem que ser feito por mais de um método. Aqui recomendamos que seja feita uma ficha padrão com perguntas e respostas diretas de múltiplas escolhas e em segundo plano, pode ser desenvolvido texto pelos alunos explicando a fenomenologia dos ensaios praticados em sala de aula. [124]

mnpef

No programa do mestrado nacional e profissional em ensino de Física (MNPEF), com uma rápida busca é possível encontrar vários jogos de tabuleiros, iremos apresentar ao leitor algum desses jogos agora.

A egresso da UFSCAR campus de Sorocaba-SP Danilo Vieira Favaretto, fez uma dissertação que foi defendida em 2017 com o seguinte título: “CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DE UM JOGO DE TABULEIRO PARA O ENSINO DE FÍSICA”, nessa dissertação ele faz uma proposta de jogos em tabuleiro para as áreas de Mecânica, Térmica, Ondulatória, Óptica e Eletromagnetismo. O seu tabuleiro está representado na Fig. 4.3, na sua dissertação é possível obter as cartas do jogo, bem como as regras do jogo. [125]

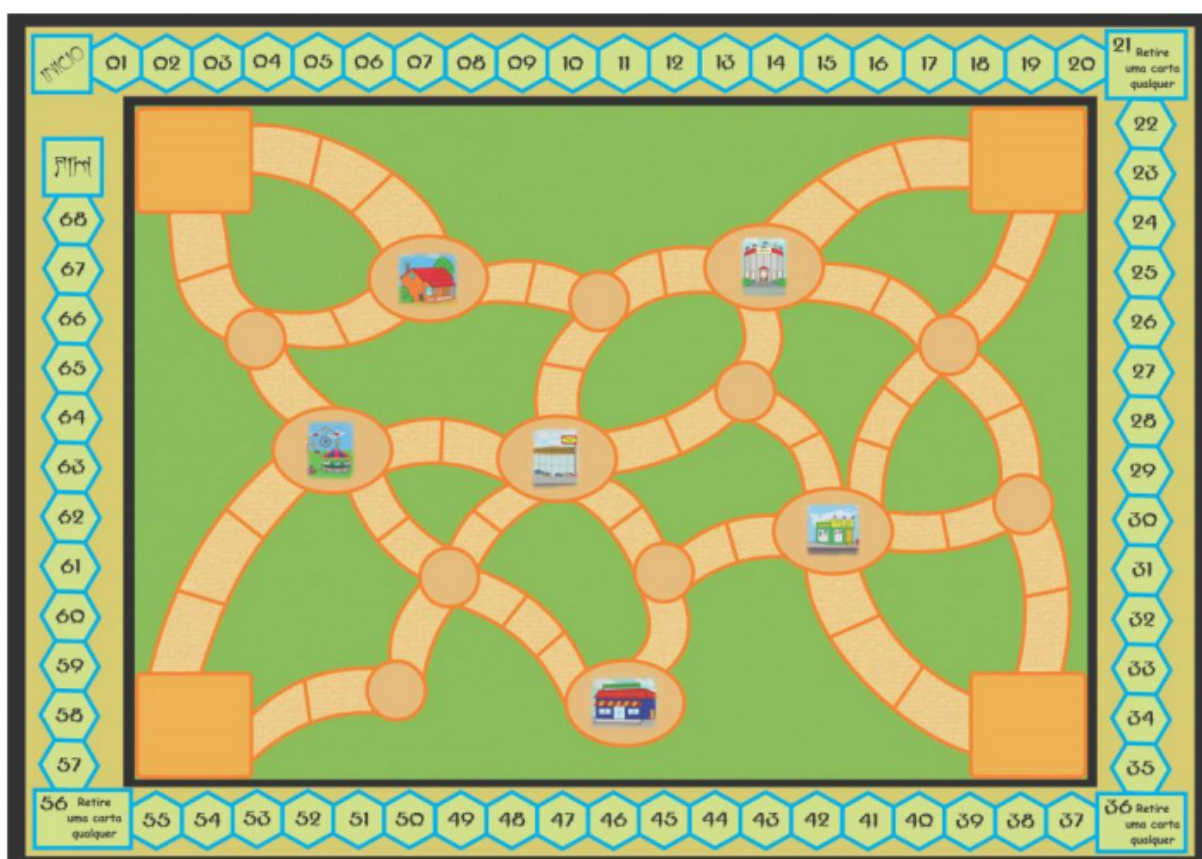


Figura 4.3: Tabuleiro de jogo com cartas desenvolvida por Danilo Vieira Favaretto em seu produto educacional para o MNPEF, UFSCAR - Sorocaba-SP 2007. Fonte: [125]

A ex aluna do MNPEF do campus de Porto Velho da UNIR, Daniele de Matos Vitor, em seu trabalho de conclusão, desenvolveu um jogo baseado no Perfil, um jogo já existente comercialmente, no entanto ela fez a aplicação com cartas para alunos do terceiro ano do ensino médio na cidade de Ariquemes-RO onde é professora. O trabalho teve o título “ENIGMA DA FÍSICA - UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA ATRAVÉS DE ATIVIDADES MNEMÔNICAS”, em seu trabalho ela fala: “Este trabalho vem com uma proposta de colocar o aluno como centro do sis-

tema educacional, onde ele é o principal vetor de propagação do conhecimento. Usando subsunçores previamente adquiridas, aplicamos o que chamamos de produto educacional, que nada mais é do que uma proposta de um jogo didático voltado para o ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC), área extremamente deficitária no ensino médio da atualidade. Nesse jogo didático, um jogo de tabuleiro (mostrado na Fig. 4.4) que denominamos de Enigma da Física, o papel de mediador pode ser um professor ou um aluno.” Notadamente, a proposta que ela trouxe é inovadora, e lendo seu trabalho, dá para notar os resultados obtidos acima da média e acima do esperado. Todas as regras, cartas, tabuleiro, e como é a formatação central do jogo está disponível em sua dissertação no sitio da SBF nacional. [114]



Figura 4.4: Tabuleiro de jogo com cartas desenvolvida por Daniele de Matos Vitor em seu produto educacional para o MNPEF, UNIR, Porto Velho-RO 2019. Fonte: [114]

Na cidade de Juazeiro do Norte no estado do Ceará, no ano de 2018, o aluno Romeu de Oliveira Felizardo defendeu seu mestrado com uma dissertação com o título “Aplicação do jogo “Aventuras Radiológicas para o ensino de Física”. Neste trabalho, Oliveira montou um jogo que trata de radiação alpha, beta e gamma. Um trabalho com um potencial inovativo muito alto, uma vez que esse assunto é raramente tratado no ensino básico. Oliveira elucidou em seu resumo o seguinte texto: “... este trabalho consistiu na elaboração de um jogo que mostra, na aventura do personagem controlado pelo aluno, diversas formas de exposição às radiações bem como os efeitos biológicos provocados por estas: tanto efeitos danosos como efeitos benéficos. Também foi desenvolvida uma sequência de ensino para auxiliar o professor a introduzir, de maneira mais eficaz, esse importante tema para alunos do Ensino Fundamental”. O trabalho foi aplicado para alunos do ensino fundamental, um

público pouco explorado por nós físicos, mas que temos que iniciar imediatamente a observar com mais cuidado essa faixa etária de idade. O tabuleiro do jogo de Oliveira está ilustrado na Fig. 4.5



Figura 4.5: Tabuleiro de jogo dados desenvolvido por Romeu de Oliveira Felizardo em seu produto educacional para o MNPEF, URCA, Juazeiro do Norte-CE, Janeiro de 2018. Fonte: [126]

Trouxemos aqui apenas três desses jogos, no entanto, existe quase uma centena de trabalhos nessa temática de jogos para o ensino de física disponível no sítio da SBF/MNPEF. [127]

---

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

---

Este trabalho foi desenvolvido e aplicado com o intuito de demonstrar e averiguar o conhecimento dos alunos em terminologia. Neste capítulo trataremos dos resultados obtidos na aplicação do material didático (produto educacional), com base em dados coletados a partir de um questionário aplicado e observação dos outros materiais utilizados, bem como sobre o local de aplicação, sendo uma instituição de ensino estadual, e seus aspectos geográficos, ambientais.

### 5.1 A Instituição de Ensino

As atividades dessa dissertação foram aplicadas na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Ricardo Cantanhede na Cidade de Ariquemes, que se localiza a aproximadamente 210 km da Capital Porto Velho, localizada na área urbana no endereço rua Salvador, setor 03, número 2463. No último censo foi estimada uma população de 107.863 habitantes, conforme dados da última operação realizada no ano de 2019 e possui uma área de aproximadamente 4.427  $km^2$ . [128]

Em 04 de junho de 1948 Ariquemes ganha a Escola Rural Ricardo Cantanhede de ensino para crianças e adultos, seu nome foi em homenagem a um pioneiro desbravador de seringueiras. Em 1950 passou a possuir duas salas distintas uma de primeira série a qual estudavam dez alunos e uma de segunda série a qual estudava apenas 4 alunos, e sua grade de disciplina tinha apenas três matérias básicas, Língua Portuguesa, matemática e conhecimentos gerais. [129]

Atualmente é uma das melhores escola pública de Ariquemes, possui dois turnos de aula matutino e vespertino, atende do nono ano do ensino fundamental ao terceiro ano do ensino médio, totalizando trinta e três turmas, com um total de 910 alunos. E para atender toda esta demanda a instituição dispõe de uma boa infraestrutura:[130]

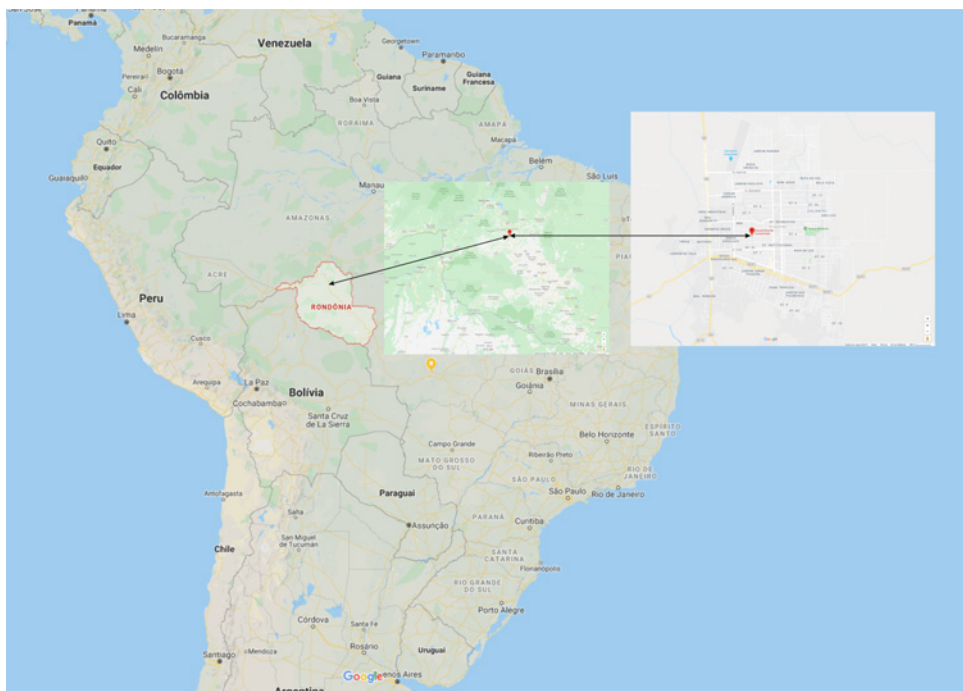


Figura 5.1: Imagens de satélite da geolocalização da E. E. E. F. M. Ricardo Cantanhede na cidade de Ariquemes-RO, Fonte: [131]

- 20 de 37 salas de aulas utilizadas;
- 121 funcionários;
- Sala de diretoria;
- Sala de professores;
- Laboratório de informática;
- Laboratório de ciências;
- Sala de recursos multifuncionais para Atendimento Educacional Especializado (AEE);
- Quadra de esportes coberta;
- Cozinha;
- Biblioteca;
- Sala de leitura;
- Banheiro fora do prédio;
- Banheiro dentro do prédio;
- Banheiro adequado à alunos com deficiência ou mobilidade reduzida;

- Dependências e vias adequadas a alunos com deficiência ou mobilidade reduzida;
- Sala de secretaria;
- Banheiro com chuveiro;
- Refeitório;
- Despensa;
- Almojarifado;
- Auditório;
- Pátio coberto;
- Alimentação escolar para os alunos;
- Água filtrada;
- Água da rede pública;
- Energia da rede pública;
- Fossa;
- Lixo destinado à coleta periódica;
- Acesso à Internet.

E Ainda atende à Extensão da Escola no campo que atende de primeiro ao terceiro ano, aos quais são atendidos pela Mediação Tecnológica, e totalizam 18 turmas organizadas por faixas etárias.[129]

### **Projetos Desenvolvidos Pela Instituição de Ensino**

Analisando o projeto político pedagógico (PPP) da escola que é desenvolvido para alcançar todo o corpo discente, a E. E. E. F. M. Ricardo Cantanhede ainda dispõe de projetos pedagógicos específicos para enriquecer o desenvolvimento e o crescimento dos educandos. A escola tem um calendário de projetos que são desenvolvidos para que os discentes tenham uma aprendizagem mais ativa e são orientados pelos professores. Alguns desses projetos: [129]

**Projeto Charges:** voltado para o ensino fundamental, visando a melhora da leitura e da escrita através de forma lúdica com charges;

**Projeto Poesia e Encanto:** objetivo de despertar o interesse por leitura, melhorar a escrita e atualiza a literatura e suas várias facetas;

**Projeto Ler e Escrever para a Vida:** este é voltado para alunos que apresentam grande dificuldades e precisa de um atendimento mais específico para o desenvolvimento da



leitura e escrita Projeto Excelência: é um projeto que visa melhorar o índice de aprovados, principalmente nos primeiros anos, e na matéria de matemática. Tendo como estratégia interdisciplinaridade e meios externos para que a melhoria ocorra;

**Projeto Soletrando:** incentivar o aluno a uma escrita ortográfica e vocabulário melhor;

**Projeto Sarau:** Compreender a linguagem verbal, não verbal, corporal, sonora como forma de expressão e comunicação e exteriorizá-la ao público;

**Projeto de Exposição Cartográfica:** Desenvolver o processo de construção e aprendizado do uso das coordenadas geográficas;

**Projeto Cartografia Temática:** Desenvolver o censo da observação dinâmica sobre o território brasileiro quanto às dimensões continentais.

**Proposta de formação continuada para os professores:** No início de todos os anos letivos a instituição faz um levantamento dos conteúdos necessários que é do currículo e quais os conteúdos os professores escolheram de seu interesse. E uma vez por mês os professores tem formação continuada.[129]

### Corpo docente da instituição

A escola conta com vinte e cinco professores dos quais vinte e um são atuantes integrais na instituição, onde são distribuídos em ensino fundamental e médio, todos são habilitados no nível superior e alguns pós-graduados (especialização). O quadro efetivo conta com os profissionais licenciados Língua Portuguesa, Língua Inglesa, Matemática, Biologia, História, Educação Física, Física e Geografia, mas, ainda enfrentamos dificuldades com os componentes curriculares: Arte, Sociologia, Filosofia e Química. [129]

Podemos fazer uma comparação do nível dos docentes no Brasil através do censo feito pelo INEP (2018), conforme o censo 78,4% dos educadores que atuam na rede básica dispõem do nível superior completo, e, 94,7% desses professores com graduação estão aptos na licenciatura.[132] Em 2017 constou no censo que 513,4 mil professores estão ativos no ensino médio, 93,9% desse total tem a graduação concluída, e, 88,6% é licenciado, 5,3% é graduado em bacharel, e 3,3% ainda estão em formação. [132]

Segundo o INEP Somente 28,4% das disciplinas que são ministradas no ensino médio e lecionada pelo professor com a formação apropriada. Os componentes curriculares de Biologia, Língua Portuguesa, Educação Física, Matemática, Geografia e História, são os que obtiveram melhor resultados de professores formado na área que está acima de 70%. E a matéria que tem o pior percentual observado é a de Sociologia.

## 5.2 Aplicação do Material aos Alunos

Os experimentos juntamente com o jogo foram aplicados em 8 turmas de segundo ano do ensino médio. Para quatro turmas primeiramente foi dada uma aula introdutória do

conteúdo de dilatação térmica e depois aplicado os três experimentos o primeiro experimento é um dilatômetro que tem três barras distintas de alumínio, cobre e latão, para que possa ser observado sua variação de comprimento e seu coeficiente de dilatação linear.

O segundo experimento foi o fio de cobre dilatado que é montado com material de fácil, o fio sofre uma alteração em seu comprimento que pode ser observado através de medidas.

E o terceiro experimento lâmina bimetálica que demonstra o comportamento de dois materiais distintos unidos quando são aquecidos um sofre maior dilatação que o outro provocando uma curvatura na lâmina. E para as outras quatro turmas foi utilizado metodologia inversa, primeiro aplicou os experimentos e depois a explicação do conteúdo.

E por fim para todas as turmas é aplicado o jogo: Brincando com a Termologia e a Termodinâmica, que é constituído de um tabuleiro, com cartas que contem perguntas relacionadas ao conteúdo estudado em sala de aula e aos experimentos aplicados.

Durante a aplicação do produto educacional foi utilizada a metodologia de aprendizagem ativa. Esse método coloca o aluno como ativo dentro de toda aprendizagem, onde a interação com os experimentos, formula questionamentos e conversações com os colegas, durante todo o momento o professor é apenas o mediador. [133]

Ao termino de tudo foi aplicado um questionário para todos os participantes, para avaliar se o produto foi satisfatório e eficiente. Apresentaremos abaixo as respostas qualitativas, e todos os questionários foram respondidos no anonimato para garantir resultado satisfatório.

Tabela 5.1: As tabelas 5.3 à 5.10 tem a seguinte legenda para minimizar o tamanho das planilhas.

A	Você sabe o que é termologia?
B	Você entende o conceito de calor?
C	Você entende o conceito de temperatura?
D	Você entende o conceito de dilatação?
E	Você entende o que ocorreu com a lâmina metálica no fogo?
F	Você entende o que houve com o fio após ser aquecido?
G	Você conseguiu ver a variação de dilatação no Dilatômetro?

Tabela 5.2: As tabelas 5.11 à 5.18 tem a seguinte legenda com a finalidade de minimizar o tamanho das planilhas.

	<b>Descrição</b>	<b>MOTIVAÇÃO</b>
A	Houve algo interessante nas experiências que capturou minha atenção.	Atenção
B	O design da interface das experiências é atraente.	Atenção
C	Eu gostei das experiências que me fez ter mais interesse no assunto.	Relevância
D	Eu poderia relacionar o conteúdo da experiência com coisas que já vi, fiz ou pensei.	Relevância
E	As experiencias me ajudaram a entender melhor o conteúdo.	Satisfação
F	As experiencias tornaram o conteúdo mais atra-tivo.	Satisfação
G	Eu me senti estimulado com As experiencias?	Imersão
H	Senti que estava entendendo melhor o conteúdo vendo as experiencias?	Habilidade / Competência
I	Apresentei vontade de debater com o colega so-bre o conteúdo?	Interação Social
J	Eu me senti estimulado com As experiencias?	Conhecimento
K	Eu poderia relacionar o conteúdo da experiência com coisas que já vi, fiz ou pensei.	Conhecimento

Tabela 5.3: segundo ano A - Questionário 1

A			B		
escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	3	16%	1	0	0%
2	6	32%	2	0	0%
3	8	42%	3	8	42%
4	2	11%	4	4	21%
5	0	0%	5	7	37%
Total	19	100%	Total	19	100%
C			D		
escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	0	0%	1	2	11%
2	1	5%	2	2	11%
3	9	47%	3	6	32%
4	8	42%	4	6	32%
5	1	5%	5	3	16%
Total	19	100%	Total	19	100%
E			F		
escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	2	11%	1	0	0%
2	0	0%	2	1	5%
3	6	32%	3	3	16%
4	2	11%	4	2	11%
5	9	47%	5	13	68%
Total	19	100%	Total	19	100%
G					
escala	respostas	%			
1	1	5%			
2	1	5%			
3	2	11%			
4	7	37%			
5	8	42%			
Total	19	100%			

Tabela 5.4: segundo ano B - Questionário 1

A			B		
escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	0	0%	1	0	0%
2	0	0%	2	1	6%
3	5	28%	3	4	22%
4	3	17%	4	3	17%
5	10	56%	5	10	56%
Total	18	100%	Total	18	100%
C			D		
escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	0	0%	1	0	0%
2	0	0%	2	1	6%
3	2	11%	3	4	22%
4	6	33%	4	2	11%
5	10	56%	5	11	61%
Total	18	100%	Total	18	100%
E			F		
escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	0	0%	1	0	0%
2	2	11%	2	1	6%
3	4	22%	3	1	6%
4	2	11%	4	2	11%
5	10	56%	5	14	78%
Total	18	100%	Total	18	100%
G					
escala	respostas	%			
1	10	56%			
2	1	6%			
3	2	11%			
4	1	6%			
5	4	22%			
Total	18	100%			

Tabela 5.5: segundo ano C - Questionário 1

A			B		
escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	5	23%	1	1	5%
2	2	9%	2	1	5%
3	9	41%	3	7	32%
4	6	27%	4	10	45%
5	0	0%	5	3	14%
Total	22	100%	Total	22	100%
C			D		
escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	1	5%	1	0	0%
2	0	0%	2	1	5%
3	9	41%	3	2	9%
4	10	45%	4	13	59%
5	2	9%	5	6	27%
Total	22	100%	Total	22	100%
E			F		
escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	0	0%	1	0	0%
2	0	0%	2	1	5%
3	4	18%	3	3	14%
4	4	18%	4	5	23%
5	14	64%	5	13	59%
Total	22	100%	Total	22	100%
G					
escala	respostas	%			
1	0	0%			
2	2	9%			
3	5	23%			
4	6	27%			
5	9	41%			
Total	22	100%			

Tabela 5.6: segundo ano D - Questionário 1

A			B		
escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	2	10%	1	0	0%
2	0	0%	2	2	10%
3	1	5%	3	1	5%
4	0	0%	4	0	0%
5	17	85%	5	17	85%
Total	20	100%	Total	20	100%
C			D		
escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	0	0%	1	0	0%
2	1	5%	2	0	0%
3	8	40%	3	3	15%
4	7	35%	4	8	40%
5	4	20%	5	9	45%
Total	20	100%	Total	20	100%
E			F		
escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	1	5%	1	0	0%
2	1	5%	2	1	5%
3	1	5%	3	0	0%
4	4	20%	4	2	10%
5	13	65%	5	17	85%
Total	20	100%	Total	20	100%
G					
escala	respostas	%			
1	0	0%			
2	0	0%			
3	2	10%			
4	2	10%			
5	16	80%			
Total	20	100%			

Tabela 5.7: segundo ano E - Questionário 1

A			B		
escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	0	0%	1	0	0%
2	8	30%	2	0	0%
3	6	22%	3	9	33%
4	13	48%	4	5	19%
5	0	0%	5	13	48%
Total	27	100%	Total	27	100%
C			D		
escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	0	0%	1	2	7%
2	0	0%	2	3	11%
3	12	44%	3	11	41%
4	13	48%	4	6	22%
5	2	7%	5	5	19%
Total	27	100%	Total	27	100%
E			F		
escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	0	0%	1	2	7%
2	9	33%	2	2	7%
3	1	4%	3	12	44%
4	4	15%	4	5	19%
5	13	48%	5	6	22%
Total	27	100%	Total	27	100%
G					
escala	respostas	%			
1	4	15%			
2	4	15%			
3	3	11%			
4	7	26%			
5	9	33%			
Total	27	100%			



Tabela 5.8: segundo ano G - Questionário 1

A			B		
escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	2	11%	1	0	0%
2	5	28%	2	6	33%
3	3	17%	3	5	28%
4	7	39%	4	3	17%
5	1	6%	5	4	22%
Total	18	100%	Total	18	100%
C			D		
escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	0	0%	1	1	6%
2	5	28%	2	2	11%
3	6	33%	3	7	39%
4	6	33%	4	6	33%
5	1	6%	5	2	11%
Total	18	100%	Total	18	100%
E			F		
escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	3	17%	1	0	0%
2	2	11%	2	2	11%
3	3	17%	3	3	17%
4	4	22%	4	4	22%
5	6	33%	5	9	50%
Total	18	100%	Total	18	100%
G					
escala	respostas	%			
1	1	6%			
2	2	11%			
3	4	22%			
4	2	11%			
5	9	50%			
Total	18	100%			

Tabela 5.9: segundo ano H - Questionário 1

A			B		
escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	1	6%	1	0	0%
2	3	19%	2	1	6%
3	5	31%	3	10	63%
4	6	38%	4	3	19%
5	1	6%	5	2	13%
Total	16	100%	Total	16	100%
C			D		
escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	2	13%	1	0	0%
2	1	6%	2	4	25%
3	4	25%	3	6	38%
4	9	56%	4	5	31%
5	0	0%	5	1	6%
Total	16	100%	Total	16	100%
E			F		
escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	1	6%	1	0	0%
2	4	25%	2	0	0%
3	2	13%	3	2	13%
4	3	19%	4	8	50%
5	6	38%	5	6	38%
Total	16	100%	Total	16	100%
G					
escala	respostas	%			
1	1	6%			
2	2	13%			
3	0	0%			
4	3	19%			
5	10	63%			
Total	16	100%			

Tabela 5.10: segundo ano I - Questionário 1

A			B		
escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	0	0%	1	1	11%
2	0	0%	2	0	0%
3	2	22%	3	2	22%
4	3	33%	4	5	56%
5	4	44%	5	1	11%
Total	9	100%	Total	9	100%
C			D		
escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	0	0%	1	0	0%
2	0	0%	2	0	0%
3	2	22%	3	2	22%
4	5	56%	4	7	78%
5	2	22%	5	0	0%
Total	9	100%	Total	9	100%
E			F		
escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	1	11%	1	0	0%
2	0	0%	2	0	0%
3	3	33%	3	0	0%
4	2	22%	4	4	44%
5	3	33%	5	5	56%
Total	9	100%	Total	9	100%
G					
escala	respostas	%			
1	0	0%			
2	0	0%			
3	2	22%			
4	4	44%			
5	3	33%			
Total	9	100%			

Tabela 5.11: segundo ano A - Questionário 2

<b>A</b>			<b>B</b>			<b>C</b>		
escala	respostas	%	escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	0	0%	1	0	0%	1	0	0%
2	0	0%	2	2	11%	2	0	0%
3	3	16%	3	3	16%	3	6	32%
4	2	11%	4	5	26%	4	5	26%
5	14	74%	5	9	47%	5	8	42%
Total	19	100%	Total	19	100%	Total	19	100%
<b>D</b>			<b>E</b>			<b>F</b>		
escala	respostas	%	escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	0	0%	1	0	0%	1	0	0%
2	3	16%	2	0	0%	2	0	0%
3	4	21%	3	1	5%	3	2	11%
4	5	26%	4	7	37%	4	5	26%
5	7	37%	5	11	58%	5	12	63%
Total	19	100%	Total	19	100%	Total	19	100%
<b>G</b>			<b>H</b>			<b>I</b>		
escala	respostas	%	escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	1	5%	1	0	0%	1	4	21%
2	1	5%	2	1	5%	2	3	16%
3	5	26%	3	2	11%	3	4	21%
4	3	16%	4	7	37%	4	4	21%
5	9	47%	5	9	47%	5	4	21%
Total	19	100%	Total	19	100%	Total	19	100%
<b>J</b>			<b>K</b>					
escala	respostas	%	escala	respostas	%			
1	1	5%	1	0	0%			
2	2	11%	2	1	5%			
3	4	21%	3	2	11%			
4	3	16%	4	7	37%			
5	9	47%	5	9	47%			
Total	19	100%	Total	19	100%			

Tabela 5.12: segundo ano B - Questionário 2

<b>A</b>			<b>B</b>			<b>C</b>		
escala	respostas	%	escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	0	0%	1	0	0%	1	1	6%
2	1	6%	2	0	0%	2	2	11%
3	2	11%	3	3	17%	3	2	11%
4	1	6%	4	10	56%	4	8	44%
5	14	78%	5	5	28%	5	5	28%
Total	18	100%	Total	18	100%	Total	18	100%
<b>D</b>			<b>E</b>			<b>F</b>		
escala	respostas	%	escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	0	0%	1	1	6%	1	0	0%
2	2	11%	2	1	6%	2	2	11%
3	2	11%	3	4	22%	3	0	0%
4	6	33%	4	4	22%	4	4	22%
5	8	44%	5	8	44%	5	12	67%
Total	18	100%	Total	18	100%	Total	18	100%
<b>G</b>			<b>H</b>			<b>I</b>		
escala	respostas	%	escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	1	6%	1	0	0%	1	4	22%
2	0	0%	2	1	6%	2	2	11%
3	10	56%	3	3	17%	3	7	39%
4	5	28%	4	8	44%	4	4	22%
5	2	11%	5	6	33%	5	1	6%
Total	18	100%	Total	18	100%	Total	18	100%
<b>J</b>			<b>K</b>					
escala	respostas	%	escala	respostas	%			
1	0	0%	1	1	6%			
2	1	6%	2	1	6%			
3	5	28%	3	3	17%			
4	5	28%	4	7	39%			
5	7	39%	5	6	33%			
Total	18	100%	Total	18	100%			

Tabela 5.13: segundo ano C - Questionário 2

<b>A</b>			<b>B</b>			<b>C</b>		
escala	respostas	%	escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	0	0%	1	0	0%	1	0	0%
2	0	0%	2	0	0%	2	0	0%
3	1	5%	3	4	18%	3	3	14%
4	13	59%	4	8	36%	4	9	41%
5	8	36%	5	10	45%	5	10	45%
Total	22	100%	Total	22	100%	Total	22	100%
<b>D</b>			<b>E</b>			<b>F</b>		
escala	respostas	%	escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	0	0%	1	0	0%	1	0	0%
2	0	0%	2	0	0%	2	0	0%
3	3	14%	3	2	9%	3	4	18%
4	4	18%	4	7	32%	4	4	18%
5	15	68%	5	13	59%	5	14	64%
Total	22	100%	Total	22	100%	Total	22	100%
<b>G</b>			<b>H</b>			<b>I</b>		
escala	respostas	%	escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	0	0%	1	0	0%	1	2	9%
2	1	5%	2	0	0%	2	0	0%
3	2	9%	3	2	9%	3	8	36%
4	13	59%	4	8	36%	4	4	18%
5	6	27%	5	12	55%	5	8	36%
Total	22	100%	Total	22	100%	Total	22	100%
<b>J</b>			<b>K</b>					
escala	respostas	%	escala	respostas	%			
1	0	0%	1	0	0%			
2	0	0%	2	0	0%			
3	2	9%	3	1	5%			
4	9	41%	4	7	32%			
5	11	50%	5	14	64%			
Total	22	100%	Total	22	100%			

Tabela 5.14: segundo ano D - Questionário 2

<b>A</b>			<b>B</b>			<b>C</b>		
escala	respostas	%	escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	0	0%	1	1	5%	1	1	5%
2	2	10%	2	0	0%	2	1	5%
3	1	5%	3	5	25%	3	3	15%
4	2	10%	4	5	25%	4	6	30%
5	15	75%	5	9	45%	5	9	45%
Total	20	100%	Total	20	100%	Total	20	100%
<b>D</b>			<b>E</b>			<b>F</b>		
escala	respostas	%	escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	0	0%	1	0	0%	1	1	5%
2	0	0%	2	0	0%	2	1	5%
3	4	20%	3	5	25%	3	3	15%
4	4	20%	4	4	20%	4	1	5%
5	12	60%	5	11	55%	5	14	70%
Total	20	100%	Total	20	100%	Total	20	100%
<b>G</b>			<b>H</b>			<b>I</b>		
escala	respostas	%	escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	1	5%	1	0	0%	1	5	25%
2	2	10%	2	0	0%	2	0	0%
3	5	25%	3	4	20%	3	5	25%
4	4	20%	4	6	30%	4	5	25%
5	8	40%	5	10	50%	5	5	25%
Total	20	100%	Total	20	100%	Total	20	100%
<b>J</b>			<b>K</b>					
escala	respostas	%	escala	respostas	%			
1	0	0%	1	0	0%			
2	0	0%	2	0	0%			
3	7	35%	3	7	35%			
4	7	35%	4	5	25%			
5	6	30%	5	8	40%			
Total	20	100%	Total	20	100%			

Tabela 5.15: segundo ano E - Questionário 2

<b>A</b>			<b>B</b>			<b>C</b>		
escala	respostas	%	escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	0	0%	1	0	0%	1	0	0%
2	0	0%	2	2	7%	2	0	0%
3	5	2%	3	3	11%	3	0	0%
4	2	7%	4	15	56%	4	9	33%
5	20	74%	5	7	26%	5	18	67%
Total	27	83%	Total	27	100%	Total	27	100%
<b>D</b>			<b>E</b>			<b>F</b>		
escala	respostas	%	escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	0	0%	1	1	4%	1	0	0%
2	1	4%	2	0	0%	2	0	0%
3	1	4%	3	1	4%	3	3	11%
4	5	19%	4	6	22%	4	5	19%
5	20	74%	5	19	70%	5	19	70%
Total	27	100%	Total	27	100%	Total	27	100%
<b>G</b>			<b>H</b>			<b>I</b>		
escala	respostas	%	escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	3	11%	1	1	4%	1	2	7%
2	2	7%	2	0	0%	2	5	19%
3	3	11%	3	2	7%	3	10	37%
4	10	37%	4	3	11%	4	7	26%
5	9	33%	5	21	78%	5	3	11%
Total	27	100%	Total	27	100%	Total	27	100%
<b>J</b>			<b>K</b>					
escala	respostas	%	escala	respostas	%			
1	2	7%	1	0	0%			
2	2	7%	2	2	7%			
3	6	22%	3	2	7%			
4	7	26%	4	11	41%			
5	10	37%	5	12	44%			
Total	27	100%	Total	27	100%			



Tabela 5.16: segundo ano G - Questionário 2

<b>A</b>			<b>B</b>			<b>C</b>		
escala	respostas	%	escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	0	0%	1	0	0%	1	0	0%
2	0	0%	2	1	6%	2	2	11%
3	4	22%	3	7	39%	3	1	6%
4	1	6%	4	4	22%	4	7	39%
5	13	72%	5	6	33%	5	8	44%
Total	18	100%	Total	18	100%	Total	18	100%
<b>D</b>			<b>E</b>			<b>F</b>		
escala	respostas	%	escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	0	0%	1	0	0%	1	0	0%
2	3	17%	2	0	0%	2	0	0%
3	3	17%	3	3	17%	3	2	11%
4	3	17%	4	3	17%	4	7	39%
5	9	50%	5	12	67%	5	9	50%
Total	18	100%	Total	18	100%	Total	18	100%
<b>G</b>			<b>H</b>			<b>I</b>		
escala	respostas	%	escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	0	0%	1	1	6%	1	5	28%
2	2	11%	2	1	6%	2	3	17%
3	5	28%	3	6	33%	3	4	22%
4	5	28%	4	6	33%	4	3	17%
5	6	33%	5	4	22%	5	3	17%
Total	18	100%	Total	18	100%	Total	18	100%
<b>J</b>			<b>K</b>					
escala	respostas	%	escala	respostas	%			
1	0	0%	1	0	0%			
2	2	11%	2	2	11%			
3	3	17%	3	4	22%			
4	8	44%	4	6	33%			
5	5	28%	5	6	33%			
Total	18	100%	Total	18	100%			

Tabela 5.17: segundo ano H - Questionário 2

<b>A</b>			<b>B</b>			<b>C</b>		
escala	respostas	%	escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	0	0%	1	0	0%	1	1	6%
2	0	0%	2	2	13%	2	0	0%
3	3	19%	3	6	38%	3	3	19%
4	3	19%	4	3	19%	4	5	31%
5	10	63%	5	5	31%	5	7	44%
Total	16	100%	Total	16	100%	Total	16	100%
<b>D</b>			<b>E</b>			<b>F</b>		
escala	respostas	%	escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	1	6%	1	0	0%	1	0	0%
2	3	19%	2	1	6%	2	0	0%
3	5	31%	3	1	6%	3	7	44%
4	3	19%	4	7	44%	4	2	13%
5	4	25%	5	7	44%	5	7	44%
Total	16	100%	Total	16	100%	Total	16	100%
<b>G</b>			<b>H</b>			<b>I</b>		
escala	respostas	%	escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	2	13%	1	0	0%	1	4	25%
2	1	6%	2	2	13%	2	3	19%
3	6	38%	3	3	19%	3	4	25%
4	4	25%	4	5	31%	4	2	13%
5	3	19%	5	6	38%	5	3	19%
Total	16	100%	Total	16	100%	Total	16	100%
<b>J</b>			<b>K</b>					
escala	respostas	%	escala	respostas	%			
1	1	6%	1	1	6%			
2	0	0%	2	0	0%			
3	6	38%	3	2	13%			
4	5	31%	4	6	38%			
5	4	25%	5	7	44%			
Total	16	100%	Total	16	100%			

Tabela 5.18: segundo ano I - Questionário 2

<b>A</b>			<b>B</b>			<b>C</b>		
escala	respostas	%	escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	0	0%	1	0	0%	1	0	0%
2	0	0%	2	0	0%	2	0	0%
3	0	0%	3	6	67%	3	3	33%
4	5	56%	4	0	0%	4	5	56%
5	4	44%	5	3	33%	5	1	11%
Total	9	100%	Total	9	100%	Total	9	100%
<b>D</b>			<b>E</b>			<b>F</b>		
escala	respostas	%	escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	0	0%	1	0	0%	1	0	0%
2	0	0%	2	0	0%	2	0	0%
3	0	0%	3	1	11%	3	1	11%
4	6	67%	4	7	78%	4	4	44%
5	3	33%	5	1	11%	5	4	44%
Total	9	100%	Total	9	100%	Total	9	100%
<b>G</b>			<b>H</b>			<b>I</b>		
escala	respostas	%	escala	respostas	%	escala	respostas	%
1	0	0%	1	2	22%	1	1	11%
2	0	0%	2	1	11%	2	3	33%
3	2	22%	3	2	22%	3	4	44%
4	5	56%	4	2	22%	4	0	0%
5	2	22%	5	2	22%	5	1	11%
Total	9	100%	Total	9	100%	Total	9	100%
<b>J</b>			<b>K</b>					
escala	respostas	%	escala	respostas	%			
1	0	0%	1	0	0%			
2	0	0%	2	0	0%			
3	3	33%	3	0	0%			
4	6	67%	4	7	78%			
5	0	0%	5	2	22%			
Total	9	100%	Total	9	100%			

## 5.3 Experimentos aplicados e sentimentos do produto educacional

### 5.3.1 dilatação linear dos sólidos utilizando barras de alumínio, cobre e latão

#### Introdução

A física sempre é vista como uma matéria de nível difícil, os alunos já vêm do nível fundamental com restrições e receio, e a precariedade do ensino também não ajuda nesta desmistificação, pois as escolas não possuem laboratórios para esta matéria e que possui grande parte do conteúdo experimental.

A visualização e interação com meio é muito importante e ajuda muito na compreensão dos conteúdos, então diante desta dificuldade de não possuir laboratórios, os professores buscaram meios alternativos com materiais de fácil acesso para demonstrar alguns fenômenos físicos.

A finalidade deste trabalho com os alunos do ensino médio é mostrar que a física não é somente cálculos matemáticos, que ela pode ser desenvolvida de modo interativo e facilitador para a compreensão de fenômenos e que eles estão inseridos no seu cotidiano.

Primeiro em sala de aula foi explicado o conteúdo juntamente com os experimentos que foram montados com materiais de fácil acesso. E posterior um jogo lúdico de tabuleiro relacionado com o tema dos experimentos aplicados para jogar e avaliar a aprendizagem dos alunos.

#### Teoria de dilatação linear térmica

O estudo da termologia é parte da física que estuda os fenômenos relacionados ao calor e a temperatura, calor é descrito como a troca de energia entre dois corpos, temperatura caracteriza o grau de agitação molecular. Na maior parte dos casos a variação da temperatura faz com que o objeto tenha um aumento ou redução das dimensões. Dentre este estudo a Dilatação linear é o fragmento que observa a expansão do volume linear conforme a um acréscimo de temperatura aplicado ao corpo, esse aumento ocorre devido ao grau de agitação das moléculas que aumenta a distância media entre elas. Cada matéria possui uma variação diferenciada devido ao calor específico, e, ele quem determina a quantidade de calor que o material deverá receber para que haja uma variação no comprimento.

A dilatação linear pode ser calculada a partir da seguinte equação matemática:

$$\Delta l = l_0 \alpha \Delta T \quad (5.1)$$

onde  $l_0$  é o comprimento inicial do corpo,  $\alpha$  é o coeficiente de dilatação térmica linear, sua unidade é o  $^{\circ}C^{-1}$ , que depende da natureza do material que constitui o corpo,  $\Delta L$ : a variação do comprimento e  $\Delta T$  a temperatura do corpo.

## Dilatômetro

O dilatômetro é um equipamento de laboratório que realiza Medidas de expansão e contração conforme a variação de temperatura que o material sofre.

Essas mudanças dimensionais que acontecem no decorrer da mudança de temperatura é de suma importância para vários tipos de utilização pois através da dilatação podemos determinar, tamanho, formas e compatibilidade dos materiais.

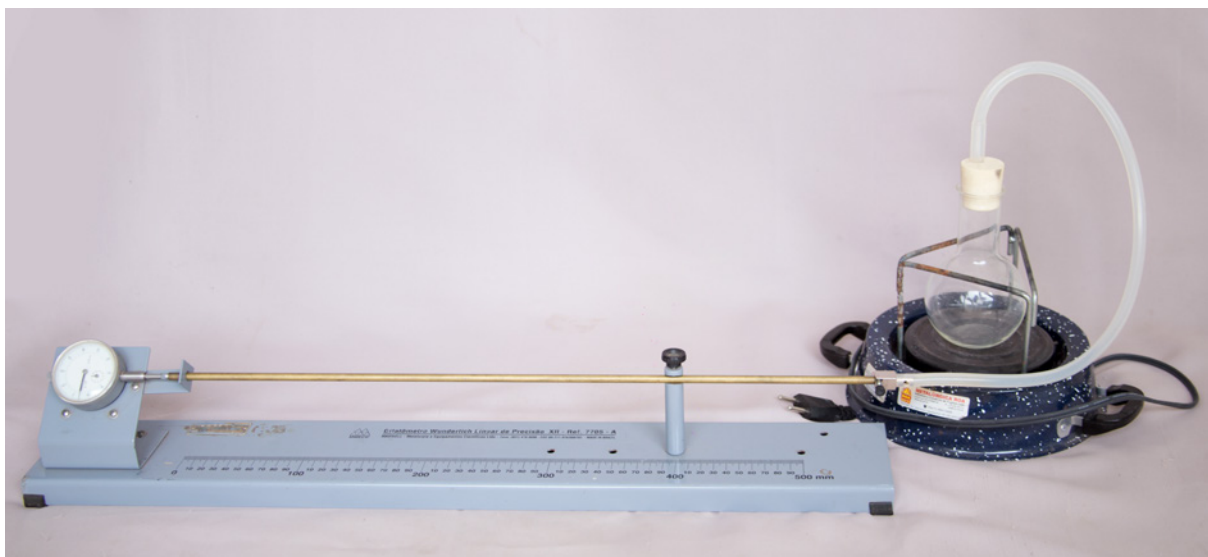


Figura 5.2: Dilatômetro montado com uma barra de cobre para ilustrar como foi realizado o experimento.



Figura 5.3: Três diferentes barras utilizadas no dilatômetro, de cima para baixo, cobre, alumínio e latão.

## Metodologia de Ensino

Na sala de aula explicamos o conteúdo sobre dilatação linear dos sólidos, e aplicamos o experimento apresentado que foi o dilatômetro, onde observaremos uma mudança na expansão linear (contração em caso de perda de calor), de três barras de liga metálica.

## Do experimento

Investigamos neste experimento a expansão térmica de três barras metálicas, cobre, alumínio e latão. Na montagem do experimento foram utilizados materiais de fácil acesso. O tempo que o material levou para dilatar era diferente pois cada material possui seu coeficiente de dilatação linear, o do alumínio  $\alpha = 2,4 \times 10^{-5}C^{-1}$ , do latão  $\alpha = 1,8 \times 10^{-5}C^{-1}$  e do Cobre  $\alpha = 1,7 \times 10^{-5}C^{-1}$ , quanto maior o coeficiente de dilatação linear maior é a dilatação do sólido.

## Materiais (Equipamentos)

- Dilatômetro
- Alumínio
- Cobre
- Latão
- Balão volumétrico
- Mangueira com tampão
- Termômetro
- Fogareiro

## Procedimento Metodológico

Fixar haste de material escolhido na base do dilatômetro, conectar a mangueira na haste, colocar água no balão volumétrico, medir a temperatura da água com o termômetro, tampar o balão com o tampão, colocar no fogareiro.

## Resultados e Análise

Observou que os alunos tiveram uma participação ativa, fazendo questionamentos e interagindo com o experimento, conseguiram ter uma visualização de que a uma alteração no material, e eles também demonstraram melhor entendimento na definição de calor e temperatura. O contato com o experimento possibilitou aos alunos desenvolver uma



Figura 5.4: Aplicação do experimento de dilatação térmica usando o dilatômetro.

investigação na interação e ampliar suas capacidades, assim concentrando seus conhecimentos que já estavam assimilados ao seu cognitivo com um conhecimento novo, e levando ele a instigar e procurar compreender o que estava acontecendo no experimento.

### **Conclusão e Comentários Finais**

A participação dos alunos no experimento foi totalmente satisfatória, pois o contato com o experimento levou os alunos a indagação de várias formas. A mudança do ambiente de sair da sala de aula ir ao laboratório ou de ao menos estar em contato com algo que não seja o caderno e o conteúdo tradicionalista, torna os alunos mais curiosos e ativos.

### **5.3.2 Experimento com Fio de dilatação de cobre**

#### **Introdução**

Primeiramente em sala de aula foi explicado o conteúdo juntamente com os experimentos que foram montados com materiais de fácil acesso. E posterior um jogo lúdico de tabuleiro relacionado com o tema dos experimentos aplicados para jogar é avaliar a aprendizagem dos alunos.

#### **Fio de dilatação de cobre**

A dilatação em fios é muito utilizada nas redes elétricas pois o mesmo sofre com a influência do meio expansão e contração devido a variação da temperatura. Então o estudo da dilatação tem de ser serventia garantir que não haja o rompimento ou excesso dos fios pela dilatação.

## Metodologia de Ensino

Na sala de aula explicamos o conteúdo sobre dilatação linear dos sólidos, e aplicamos o experimento apresentado que foi o fio de dilatação de cobre, onde observaremos uma mudança na expansão linear de um fio de cobre.

## Do experimento

Desejamos estudar neste experimento a expansão térmica de um fio de cobre, o Cobre possui um coeficiente de dilatação linear  $\alpha = 1,7 \times 10^{-5} C^{-1}$ . Este experimento pode ser relacionado com o cotidiano do aluno sobre a redes elétricas por exemplo.

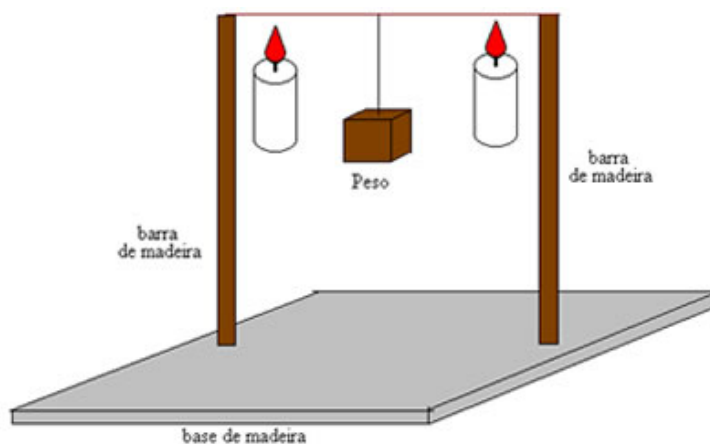


Figura 5.5: Esquema de montagem para o experimento de dilatação do fio de cobre. Fonte: [134]

Primeiramente colocar o bloco de madeira pendurado no fio, medir a altura que o fio se encontra da base sem aquecer ou refrear anotar essa medida; posteriormente pegar um cubo de gelo e passar o gelo no comprimento do fio todo, medir a altura que o fio ficara; e por fim colocar uma vela em cada ponta do fio para aquecer, aguarda cerca de 15 minutos, e medir novamente a altura que o fio esta da base.

## Materiais (Equipamentos)

- Uma base de madeira de 50 cm x 15cm;
- Um fio de cobre de 1mm no comprimento de 55 cm;
- Vela, fósforos e gelo;
- Régua, prego;
- Um peso (um bloco de madeira, por exemplo);
- Dois pedaços de madeira de aproximadamente 20 cm de comprimento, onde se fixará o fio.



### Procedimento Metodológico

Pegar os dois pedaços de madeira de 20 cm, utilizar os pregos para fixar na extremidade da madeira o fio de cobre de 55 cm; Fixar na case de madeira 50 cm x 15 cm, as madeiras que está com o fio fixo, de modo que o fio fique esticado;



Figura 5.6: Aplicação do experimento da dilatação térmica com fio de cobre em sala de aula.

### Resultados e Análise

No início houve uma certa resistência com esse experimento pois ele é de montagem simples com material de fácil acesso, mas quando se deu início a o sistema de medir, que ele apresentou variações nas medidas, os alunos se motivaram e interagiram bem. Este é um experimento que o professor pode deixar o aluno ter uma interação na manipulação do gelo e da régua para que ele tenha melhor aproveitamento.

### Conclusão e Comentários Finais

A importância de associação com o cotidiano do aluno se mostrou mais necessária no experimento, pois quando dissemos que era apenas dilatação em um fio houve uma rejeição, mas após o início quando o material mostrou alterações em seu comprimento os alunos gostaram de ver as alteração que são quase perceptíveis a olho nu. Ou seja, a visualização é de extrema importância para que o conteúdo e o experimento não sejam tão distantes a ponto de os alunos desacreditar na experiência.

### 5.3.3 Experimento com lâminas bimetálicas

#### Lâminas bimetálicas

Uma das principais aplicações da dilatação linear é na fabricação de lâminas bimetálicas, que são compostas de duas placas unidas de materiais distintos, esses materiais possuem coeficiente de dilatação lineares diferentes, ao ser aquecida essas lâminas irá encurvar, devido a expansão linear que sofre.

As lâminas bimetálicas são utilizadas em dispositivos elétrico-eletrônicos, elas servem para ser aquecidas no lugar dos condutores que não podem ser aquecidos mais do que foram projetados para aguentar. Quando ocorre a curvatura serve para impedir que a corrente elétrica continue passando, após um tempo de repouso a temperatura diminui a lâmina se contrai e volta para sua posição de origem e a passagem da corrente elétrica é novamente reestabelecida.

#### Metodologia de Ensino

Na sala de aula explicamos o conteúdo sobre dilatação linear dos sólidos, e aplicamos o experimento apresentado que foi a lâmina bimetálica, onde observaremos uma mudança na expansão linear das lâminas.

#### Do experimento

Desejamos estudar neste experimento a expansão térmica que ocorre de maneira que pode ser vista a olho nu. Utilizamos de uma caixa de leite comum, que tem em sua composição alumínio que possui um coeficiente de dilatação linear de  $\alpha = 2,4 \times 10^{-5} C^{-1}$ , quando aquecida no fogo o alumínio dilata e como seu coeficiente de dilatação é maior que o do papelão ele acaba provocando uma curvatura no papel devido a sua dilatação.

#### Materiais (Equipamentos)

- 1 caixinha de leite
- 1 vela
- Tesoura
- Fosforo

#### Procedimento Metodológico

Corta uma tira da caixa de leite; Acender a vela; Colocar a parte de alumínio da caixa na chama da vela.



Figura 5.7: Materiais utilizados para realizar o experimento da lâmina bimetálica (Caixa de leite longa vida e tesoura).



Figura 5.8: Aplicação do experimento da lâmina bimetálica em sala de aula.

### Resultados e Análise

Apesar de ser um experimento bem simples foi muito satisfatório a participação dos alunos que se interessaram muito pelo efeito que ocorre com a lâmina bimetálica. Eles demonstraram um interesse em saber mais sobre a aplicação das lâminas nos eletrônicos e com ela funciona dentro de um circuito, aqui podemos observar que já nos levou para um conteúdo que pode ser interligado com o conteúdo de eletricidade do 3º ano do ensino médio.

### **Conclusão e Comentários Finais**

A participação dos alunos no experimento foi totalmente satisfatória, pois o contato com o experimento levou os alunos a indagação de várias formas, de como a se comporta uma lâmina bimetálica em um circuito assim destacando a importância de visualizar e interagir com o experimento.

---

### Conclusão e perspectivas futuras

---

Neste trabalho apresentamos algumas ideias de teóricos construtivistas e humanistas. Usando desse aparato bio-psico-didático, propomos a aplicação da temática de dilatação linear térmica em sólidos previsto tanto nos PCN+ quanto na nova BNCC. Em conjunto a esse material didático, elaboramos um jogo de tabuleiro com cartas. O produto e o jogo foram aplicados em oito turmas de segundo ano do ensino médio na escola estadual Ricardo Cantanhede na cidade de Ariquemes-RO, a 210 km da capital Porto Velho-RO.

A aplicação do produto se deu de dois modos, no primeiro caso, foi apresentado todo o conteúdo em forma de aula, onde foi discutido com os alunos amplamente as teorias que embasam dilatação térmica dos sólidos, no segundo caso, aplicamos primeiro o produto para depois levar o conteúdo teórico aos alunos. Foi possível notar que em ambos os casos o aproveitamento foi melhor do que só em aulas teóricas, no entanto quando os alunos estudavam as teorias em sala de aula primeiro para depois ir para os ensaios laboratoriais tiveram máximo aproveitamento, a assimilação ficou bem mais clara e evidente nessas turmas (em 50% delas fora feito isso). Deixamos como sugestão dado nossos levantamentos qualitativos que primeiro se faça as aulas teóricas em sala de aula para depois aplicar o material pedagógico através de ensaios experimentais e posteriormente aplicar o jogo de tabuleiro.

Aplicamos dois questionários para mensurar nossos produtos (experimentos + jogos de tabuleiro). O primeiro é um formulário já validado na literatura, proposto por Rafael Savi et. al. (2010), e um segundo que desenvolvemos. No primeiro questionário pudemos verificar o quão interessante foi para o alunado a aplicação do produto educacional, foram levantadas perguntas sobre terminologia e termodinâmica e os resultados foram positivos e estão descritos no Cap. 5 dessa dissertação. Já o segundo formulário que elaboramos diz respeito a motivação, relevância, satisfação, experiência do usuário e conhecimento do indivíduo em relação aos experimentos e ao jogo aplicado. Esse foi o que mais nos

surpreendeu, isso porque os alunos mostraram um interesse fora do comum, participaram efetivamente, deram sugestões de como pode ser melhor aplicado dentre outras coisas. A conclusão dessa parte, foi muito satisfatória com resultados acima da curva esperada.

Julgamos que nosso produto educacional foi mais significativo para os alunos do segundo ano no conteúdo de dilatação térmica, com o auxílio do jogo foi possível fazer uma associação lúdica a teorização de uma matéria tratada como nível intermediário de dificuldade. O que podemos concluir que é possível fazer de forma simples, leve e dinâmica a abordagem ativa/significava de termologia e termodinâmica a esse alunado que muitas das vezes por diversas limitações educacionais, são impossibilitados de receber a aplicação e a dinamização de novos modelos didáticos a nossos discentes.

Como perspectivas futuras, deixamos como sugestão a novos alunos do programa de mestrado da SBF a criação de novos jogos, sejam eles eletrônicos, de tabuleiros, ou por outros meios na temática de termodinâmica, especialmente da primeira e segunda lei, assunto extremamente recorrente nos exames nacionais de ensino médio (ENEM), bem como para vida social em um contexto geral.

---

## Referências Bibliográficas

---

- [1] BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Segunda versão revista. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, **2016**. Disponível em: <<http://historiadabncc.mec.gov.br/documentos/bncc-2versao.revista.pdf>>. Acesso em: 02 novembro 2018;
- [2] BITTENCOURT, Jane. A base nacional comum curricular: uma análise a partir do ciclo de políticas. In: XIII Congresso Nacional de Educação. Anais do EDUCERE. Paraná. **2017**;
- [3] INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS (Brasília). Censo Escolar da educação básica de 2018. Brasília: INEP, **2019**;
- [4] FERREIRA, J. C. A. A FORMAÇÃO DO PROFESSOR COMO INSTRUMENTO DE TRANSFORMAÇÃO, **2003**;
- [5] MOEHLECKE, S. O ensino médio e as novas diretrizes curriculares nacionais: entre recorrências e novas inquietações. Revista Brasileira de Educação, v. 17, n. 49, p. 39-60, jan./abr. **2012**;
- [6] BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, **2017**. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versao\\_final\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versao_final_site.pdf), acessado em 19 de novembro de **2019**;
- [7] OLIVEIRA, V. F. de. Imaginário social e escola de segundo grau: estudos com adolescentes. Santa Maria: UFSM, **1995**;
- [8] FERNANDES, S. A., FILGUEIRA, V. G. Por que ensinar e por que estudar física? O que pensam os futuros professores e os estudantes do ensino médio. In: XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA – SNEF, Vitória - ES, **2009**;

- [9] ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). Programme for International Students Assessment (PISA)2015 Results in Focus. OECD, **2018**. Disponível em: <https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus.pdf>. Acesso em 03 set. 2018;
- [10] BRUNS, B.; LUQUE, J. Great Teachers: How to Raise Teacher Quality and Student Learning in Latin America and the Caribbean . The World Bank, **2014**. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/20488> acesso em 13 mar. **2018**;
- [11] CHIQUETO, M. J. O currículo de física no ensino médio do Brasil: discussão retrospectiva. *Revista e curriculum*, v. 7, n. 1, abr. **2011**;
- [12] OSTI, A. Concepções Sobre Desenvolvimento e Aprendizagem Segundo a Psicogênese Piagetiana. *Revista de Educação*, v. 12, n. 13, p. 109-118, **2009**.
- [13] LAKOMY, A. M. Teorias cognitivas da aprendizagem. Curitiba: Intersaberes, **2014**;
- [14] PIAGET, J. *Psicologia da Inteligência*. Editora: Fundo de cultura, **1972**; ;
- [15] PIAGET, J. *O nascimento da Inteligência na criança*. Editora: Zahar, **1975**;
- [16] TABER, K. S.; AKPAN, B. (E.). *Science Education: An International Course Companion*. Springer, **2016**;
- [17] GOMES, A. P. et al. A educação médica entre mapas e âncoras: a aprendizagem significativa de David Ausubel, em busca da arca perdida. *Revista brasileira de educação médica*, v. 32, n. 1, p. 105-11, **2008**;
- [18] MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes, **1982**;
- [19] ALVES-FILHO, J.P. *Atividades Experimentais: Do Método à Prática Construtivista*. **2000**. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis;
- [20] MOREIRA, M. A. Organizadores previos y aprendizaje significativo. *Revista Chilena de Educación Científica*, v. 7, n. 2, p. 23-30, **2008**;
- [21] MOREIRA, M. A. Negociação de Significados e Aprendizagem Significativa. *Ensino, Saúde e Ambiente*, v. 1, n. 2, p. 2-13, dez, **2008**;
- [22] MOREIRA, M. A. *Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares*. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, **2011**;
- [23] PELIZZARI, A. et al. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. *revista PEC*, v. 2, n. 1, p. 37-42, **2002**;



- [24] MOREIRA, M. A. La teoría del aprendizaje significativo crítico: un referente para organizar la enseñanza contemporánea. *Revista iberoamericana de educación matemática*, v. 31, p. 9-20, **2012**;
- [25] MIRANDA, P. R. M. de. Aprendizagem Significativa: Por que não? *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological*, v. 2, n. 1, **2015**;
- [26] BONWEL, C. C.; EISON, J. A. *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*. The George Washington University, One Dupont Circle, Suite 630, Washington: ASHEERIC Higher Education Report, **1991**;
- [27] PONTES, I. A. M. Atuação Psicopedagógica no contexto Escolar: Manipulação, Não; Contribuição, Sim. *Revista Psicopedagogia*, v. 27, n. 84, p. 417-427, **2010**;
- [28] OLIVEIRA, C. L. Significado e Contribuições Da Afetividade, no Contexto da Metodologia de Projetos, na Educação Básica. 2006. Dissertação (mestrado). CEFET - MG, Belo Horizonte. Cap. 2. Disponível em: [www.tecnologiadeprojetos.com.br](http://www.tecnologiadeprojetos.com.br). Acesso em: 02 mai. **2016**;
- [29] MIRANDA, S. No fascínio do jogo, a alegria de aprender. *Linhas críticas*, v.8, n.14, jan./jun. **2002** ;
- [30] MOREIRA, M. A. Unidades de enseñanza potencialmente significativas - UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v. 1, p. 43-63, **2011**;
- [31] VALENTE, José Armando. *Aprendizagem Ativa no Ensino Superior: a proposta da sala de aula invertida*. Puc. São Paulo, **2014**;
- [32] BARBOSA, E. F.; DE MOURA, D. G., Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. *Boletim Técnico do Senac*, v. 39, n. 2, p. 48-67, **2013**;
- [33] OLIVEIRA, W. A. de. *Práticas Instrucionais de Aprendizagem Ativa em Física Para o Ensino Médio*, **2014**. Dissertação (mestrado em ciências naturais)- Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá;
- [34] LEITE, T. L. H. *Ensino Significativo de Óptica Geométrica Utilizando Experimentos de Baixo Custo*. **2016**. Dissertação (Mestrado profissional em ensino de física) - Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho.;
- [35] ROBERTO, E. V. COSTA, G. G. G.; CATUNDA, T. *Aprendizagem Ativa em Óptica Geométrica: Desenvolvimento de Instrumentos Investigativos*. In: *ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*, 11., 2008, Curitiba. Anais. Curitiba: **2008**. Disponível em: <http://www.sbf1.sbsica.org.br/eventos/epef/xi/sys/resumos/T0210-2.pdf>. Acesso em 02 out. **2018**;

- [36] CINTRA, R. Aprendizagem Ativa. Disponível em: <https://aprendizagemativa.org.br/>, Acesso em: 01 fev. 2018.
- [37] LEITE-FILHO, J. F. Debates Orientados: Uma Abordagem de Aprendizagem Ativa em Física Para o Ensino Médio. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, **2014**;
- [38] POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. A Aprendizagem e o Ensino de Ciências: Do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Porto Alegre: Artmed, 296, **2009**;
- [39] RIBEIRO, Mario Bueno et al. Andarilhagens pelo mundo: Paulo Freire no Conselho Mundial de Igrejas-CMI. **2009**;
- [40] GADOTTI, Moacir. Pedagogia da práxis. **2010**
- [41] TORRES, Carlos Alberto. Pedagogia da luta: a pedagogia do oprimido à escola pública popular. **1997**;
- [42] FREIRE, Paulo. Carta de Paulo Freire aos professores. Estudos avançados, v. 15, n. 42, p. 259-268, **2001**;
- [43] FREIRE, Paulo, Papel da educação na humanização, **1967**;
- [44] ROMÃO, J. E., Pedagogia dialógica, **2002**;
- [45] PIAGET, J., BRAGA, I., Para onde vai a educação?. J. Olympio, **1973**;
- [46] DE PAIVA S., I. M. Miguel. Construtivismo: desdobramentos teóricos e no campo da educação. Revista Eletrônica de Educação, v. 4, n. 1, p. 18-33, **2010**;
- [47] O. L. Lauro. A construção do homem segundo Piaget:(uma teoria da educação). Grupo Editorial Summus, **1984**;
- [48] LIMA, Elvira. O conhecimento psicológico e suas relações com a educação. Em Aberto, v. 9, n. 48, **1990**;
- [49] G. S. Sánchez. Pesquisa em educação: métodos e epistemologias. Argos, **2007**;
- [50] M. M. Lúcia, A epistemologia genética e a educação: algumas implicações. Em Aberto, v. 9, n. 48, **1990**;
- [51] S. Manuel. Contributos e limitações da teoria de Piaget para a educação em ciências. **1990**;
- [52] SCHMIDT, Ireneu Aloisio. John Dewey e a educação para uma sociedade democrática. Revista Contexto e Educação, v. 24, n. 82, p. 135-154, **2009**;

- [53] CARVALHO, Viviane Batista. As inuências do pensamento de John Dewey no cenário educacional brasileiro. *Redescrições*, v. 3, n. 1, **2011**;
- [54] DE SOUZA, Rodrigo Augusto. A losoa de John Dewey e a epistemologia pragmatista. *Redescrições*, v. 2, n. 1, **2010**;
- [55] TIBALLI, Elianda Figueiredo Arantes. Pragmatismo, experiência e educação em John Dewey. Trabalho apresentado na REUNIÃO ANUAL DA ANPED, v. 26, **2003**;
- [56] CUNHA, Marcus Vinicius da. John Dewey e o pensamento educacional brasileiro: a centralidade da noção de movimento. *Revista Brasileira de Educação*, p. 86-99, **2001**;
- [57] DOS SANTOS, Maria Cristina Ferreira. A noção de experiência em John Dewey, a educação progressiva e o currículo de ciências. **2011**;
- [58] PEREIRA, Eliana Alves et al. A contribuição de John Dewey para a educação. *Revista Eletrônica de Educação*, v. 3, n. 1, p. 154-161, **2009**;
- [59] FALCÃO, Clóvis. O PRAGMATISMO ESTÉTICO E SOCIAL DE JOHN DEWEY. *Revista Acadêmica*, Vol. 85, No1, **2013**;
- [60] DA CUNHA, Marcus Vinicius; DA COSTA, Viviane. John Dewey, um comunista na Escola Nova brasileira: a versão dos católicos na década de 1930. *História da Educação*, v. 6, n. 12, p. 119-142, **2002**;
- [61] DE SOUZA, Rodrigo Augusto; MARTINELLI, Telma Adriana Pacíco. Considerações históricas sobre a anuência de John Dewey no pensamento pedagógico brasileiro. *Revista HISTEDBR On-Line*, v. 9, n. 35, p. 160-172, **2009**;
- [62] PEREIRA, Eliana Alves et al. A contribuição de John Dewey para a educação. *Revista Eletrônica de Educação*, v. 3, n. 1, p. 154-161, **2009**;
- [63] DE SOUZA, Rodrigo Augusto; MARTINELLI, Telma Adriana Pacífico. Considerações históricas sobre a influência de John Dewey no pensamento pedagógico brasileiro. *Revista HISTEDBR On-Line*, v. 9, n. 35, p. 160-172, **2009**;
- [64] LA ROSA, Jorge (org). *Psicologia e Educação: O Significado do aprender*. Porto Alegre: EDIPUCRS, **2001**;
- [65] MACHADO, Geraldo Magela. Vygotsky. Disponível em: <http://www.infoescola.com/biografias/vigotski>. Acesso em: 19/11/2019;
- [66] MARQUES, Ramiro. A pedagogia construtivista de Lev Vygotsky (1896 – 1934), **2003**;

- [67] REGO, Cristina Tereza. VYGOTSKY. Petrópolis: Vozes, **1994**;
- [68] PARIZ, Josiane Domingas Bertoja; SANDRO, Almir; SILVA, ANA Tereza Reis da; TRICHES, Natalina. Teorias da Aprendizagem. Curitiba: IESDE, **2003**;
- [69] VYGOTSKY, Lev S. A formação social da mente. São Paulo: Martins Fontes, **1984**;
- [70] VYGOTSKY, Lev Semenovich et al. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem, v. 10, p. 103-117, **1988**;
- [71] COELHO, Luana; PISONI, Silene. Vygotsky: sua teoria e a influência na educação. Revista Modelos-FACOS/CNE C Osório, v. 2, n. 2, p. 144-152, **2012**;
- [72] JÓFILI, Zélia. Piaget, Vygotsky, Freire e a construção do conhecimento na escola. Educação: teorias e práticas, v. 2, n. 2, p. 191-208, **2002**;
- [73] RABELLO, Elaine T.; PASSOS, José Silveira. Vygotsky e o desenvolvimento humano. **2010**;
- [74] S. R. Dahmen, Rev. Bras. Ensino Fís. vol.27 no.2 São Paulo Apr./June **2005**;
- [75] B. Alvarenga e A. Máximo, Física Vol. 2, Ed. Scipione, São Paulo - SP, **2006**;
- [76] H. M. Nussenzveig, Curso de Física Básica 2 - Fluidos, Oscilações, Ondas e Calor, Ed. Edgard Blücher Ltda, São Paulo - SP, **2002**;
- [77] Halliday, Resnick, Walker, Fundamentos de Física 2, Gravitação, Ondas e Termodinâmica, Ed. LTC, Rio de Janeiro, **2006**;
- [78] disponível em: <https://escolakids.uol.com.br/ciencias/escalas-termometricas.htm>, acessado em 15/11/2019;
- [79] disponível em: <https://alunosonline.uol.com.br/fisica/calor-especifico-uma-substancia.html>, acessado em 15/11/2019;
- [80] disponível em: <https://profmcastro.wordpress.com/tag/coeficiente-de-dilatacao-linear/>, acessado em 17/11/2019
- [81] disponível em: <https://conhecimentocientifico.r7.com/dilatacao-linear/>, acessado em 18/11/2019
- [82] disponível em: <http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2014/04/concessionaria-diz-que-rachadura-na-ponte-rio-niteroi-e-necessaria.html>, acessado em 18/11/2019
- [83] M. J. Oliveira, Termodinâmica, Ed. Livraria da Física, São Paulo - SP, **2008**;

- [84] disponível em: <https://blogdoenem.com.br/termodinamica-fisica-enem-2/>, acessado em 16/11/2019;
- [85] H. B. Callen, *Thermodynamics and an introduction to Thermostatistics*, second ed. John Wiley & sons, Canada **1985**;
- [86] N. Michinov, J. Morice, V. Ferrieres, A step further in Peer Instruction: Using the Stepladder technique to improve learning, *Computers and Education* 91, 1-13, **(2015)**;
- [87] Zingaro, D., and Porter, L., Peer Instruction in computing: The value of instructor intervention, *Computers and Education*, 71, 87–96, **(2014)**;
- [88] Carstensen, S. S., Kjaer, C., Möller, S., and Bloksgaard, M., Implementing collaborative, active learning using peer instructions in pharmacology teaching increases students' learning and thereby exam performance, *European Journal of Pharmacology*, In Press, Journal Pre-proof, Available online 14 November **2019**;
- [89] Balta, N., Michinov, N., Balyimez, S., and Ayaz, M. F., A meta-analysis of the effect of Peer Instruction on learning gain: Identification of informational and cultural moderators, *International Journal of Educational Research*, 86, 66-77, **2019**;
- [90] H. Arikan, K. Yilancioglu and S. Sonusen, A Learning Leverage: Peer Instruction, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 143, 45-51, **2014**;
- [91] Taasoobshirazi, G., and Carr, M, A review and critique of context-based physics instruction and assessment, *Educational Research Review* 3, 155–167, **(2008)**;
- [92] S. Jaina, J. Nesselb, F. Stephanc, Invertible classes, *Theoretical Computer Science* 384, 49–65, **(2007)**;
- [93] J. Schlingensiepen, Innovation in Distance, E- And Blended Learning in Educational Mass Production Using Inverted Classroom Model (Icm), *Procedia - Social and Behavioral Sciences* Volume 141, 393-398, **(2014)**;
- [94] K. Chilingaryan and E. Zvereva, Methodology of Flipped Classroom as a Learning Technology in Foreign Language Teaching, 37, 1500-1504, **(2017)**;
- [95] E. Doncker and F. Yuasa, Workshop on Large-Scale Computational Physics LSCP 2017, *Procedia Computer Science*, 108C, 1741–1742, **(2017)**;
- [96] K.M.Kramer and W.N.G.Hitchon, A highly flexible tool for large scale computational problems in applied physics, *Computer Physics Communications* 85, Issue 2, Pages 167-175, **(1995)**;

- [97] S. Rinaldia, S. Imbrognoa, G. Rotellab, D. Umbrelloa, L. Filice, Physics based modeling of machining Inconel 718 to predict surface integrity modification, *Procedia CIRP* 82, 350–355 (**2019**);
- [98] Kim, M. S., Aro, M. R., Lage, K. J., Ingalls, K. L., Sindhvani, V., Markey, M. K., Exploring the Usability of Mobile Apps Supporting Radiologists' Training in Diagnostic Decision Making, *Journal of the American College of Radiology*, 13(3), 335–343, (**2015**);
- [99] Zydney, J. M., Warner, Z. Mobile apps for science learning: *Computers and Education*, 94, 1–17, (**2016**);
- [100] Vo, M. K., Sharp, J. C. Design, Development, and Content Creation for an Open Education Physics Website for MRT Education. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, 50 212-219, (**2019**);
- [101] Hon-Sun Chiu, Dataset of mobile learning effectiveness on learning Computer Programming in Community College, *Data in Brief* 26, 104525, (**2019**);
- [102] Troussas, C., Krouska, A., Sgouropoulou, C. Collaboration and fuzzy-modeled personalization for mobile game-based learning in higher education. *Computers and Education*, 103698, (**2019**);
- [103] M. B. BARBOZA, UTILIZAÇÃO DE TÓPICOS DE FÍSICA DA ATMOSFERA E EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO COM O OLHAR DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL, Dissertação de mestrado MNPEF, UFERSA, Defendida em **2015**;
- [104] A. P. Nascimento, EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO NO ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA, Dissertação de mestrado MNPEF, UFG - Catalão - GO, Defendida em **2015**;
- [105] D. A. AZEVEDO, DINÂMICA DE ROTAÇÃO PARA O ENSINO MÉDIO COM USO DE EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO, Dissertação de mestrado MNPEF, UFERSA, Defendida em **2015**;
- [106] A. S. OLIVEIRA, SEQUÊNCIAS DE ENSINO TRANSPOSTAS DIDATICAMENTE AO ENSINO FUNDAMENTAL UTILIZANDO EXPERIMENTOS ÓPTICOS DE BAIXO CUSTO, Dissertação de mestrado MNPEF, URCA - Juazeiro do Norte - CE, Defendida em **2018**;
- [107] H. S. S. Oliveira, PROPOSTAS DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE ELETROSTÁTICA E ELETROMAGNETISMO DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO MÉDIO, , Dissertação de mestrado MNPEF, UFAC - Rio Branco - AC, Defendida em **2018**;

- [108] Haake, S. Instant Expert: The physics of sport. *New Scientist*, 215(2872), (2012);
- [109] López-Felip, M. A., Davis, T. J., Frank, T. D., and Dixon, J. A. A cluster phase analysis for collective behavior in team sports. *Human Movement Science*, 59, 96–111, (2018);
- [110] L. F. A. Aringhieri, *TEATRO DE FANTOCHES: UMA ABORDAGEM LÚDICA DE FÍSICA MODERNA EM ESCOLAS DO ENSINO FUNDAMENTAL*, Dissertação de mestrado MNPEF, UNIFESSPA - Marabá - PA, Defendida em 2017;
- [111] E. M. Neves, *UTILIZANDO TIRINHAS COMO FERRAMENTA LÚDICA PARA O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO*, Dissertação de mestrado MNPEF, UFMT - Cuiabá-MT, Defendida em 2017;
- [112] S. M. SILVA, *UMA ABORDAGEM LÚDICA DE CONCEITOS DE CINEMÁTICA E DINÂMICA NEWTONIANA COM ALUNOS DO NONO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL*, Dissertação de mestrado MNPEF, UFERSA - Mossoró-RN, Defendida em 2017;
- [113] D. V. PEREIRA, *O ENSINO DE INÉRCIA COM DESENHOS ANIMADOS, UTILIZANDO FUTURAMA COMO FERRAMENTA LÚDICA*, Dissertação de mestrado MNPEF, UNB, Defendida em 2015;
- [114] D. M. Vitor, *ENIGMA DA FÍSICA - UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA ATRAVÉS DE ATIVIDADES MNEMÔNICAS*, Dissertação de mestrado MNPEF, UNIR - Porto Velho, Defendida em 2019;
- [115] M. C. A. J. GROSSI, *ENSINO DE FÍSICA INCLUSIVO ENVOLVENDO ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS*, Dissertação de mestrado MNPEF, UFLA, Defendida em 2016;
- [116] M. B. M. Filho, *O ENSINO DE ELETROMAGNETISMO PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL*, Dissertação de mestrado MNPEF, UFG, Catalão - GO , Defendida em 2015;
- [117] T. V. Costa, *EXPERIMENTOS DE GERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA COMO FACILITADOR NO PROCESSO DE ENSINO DE FÍSICA PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL*, Dissertação de mestrado MNPEF, UFT, Defendida em 2019;
- [118] disponível em: <https://apps.apple.com/br>, acessado em 18/11/2019;
- [119] disponível em: <https://play.google.com/store>, acessado em 18/11/2019;
- [120] H. I. Ellington and N. H. Langton, The power station game, *Physics Education*, 10, 445, (1975);

- [121] R. F. Pereira, P. A. Fusinato e M. C. D. Neves, DESENVOLVENDO UM JOGO DE TABULEIRO PARA O ENSINO DE FÍSICA, Encontro nacional de pesquisa em Educação e Ciências, Florianópolis - SC, **2009**;
- [122] LOPES, M. da G. Jogos na Educação: criar, fazer e jogar. 4º Edição revista, São Paulo: Cortez, **2001**;
- [123] F. A. S. Rahal, JOGOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE FÍSICA: UM EXEMPLO NA TERMODINÂMICA, XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2008, Vitória-ES. XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, **2009**.
- [124] M. J. MAYO, GAMES FOR SCIENCE AND ENGINEERING EDUCATION, COMMUNICATIONS OF THE ACM, Vol. 50, No. 7, 31-35, (**2007**);
- [125] D. V. Favaretto, CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DE UM JOGO DE TABULEIRO PARA O ENSINO DE FÍSICA , Dissertação de mestrado defendida em Sorocaba-SP pela UFSCAR, **2017**;
- [126] R. O. Felizardo, Aplicação do jogo “Aventuras Radiológicas” para o ensino de Física, Dissertação de mestrado defendida em Juazeiro do Norte-CE pela URCA, **2018**;
- [127] disponível em: <http://www1.fisica.org.br/mnpef/>, acessado em 19 de novembro de **2019**;
- [128] disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas\\_de\\_Populacao/Estimativas\\_-\\_2019/estimativa\\_dou\\_2019.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_-_2019/estimativa_dou_2019.pdf), acessado em 10/11/2019;
- [129] PROJETO POLÍTICO PEDAGÓGICO - PPP Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Ricardo Cantanhede, disponível em: [http://www.ppp.ro.gov.br/arquivos/Doe%202366-\\_20\\_12\\_20133.pdf](http://www.ppp.ro.gov.br/arquivos/Doe%202366-_20_12_20133.pdf), acessado em 19 de novembro de **2019**;
- [130] disponível em: <https://www.escol.as/438-ricardo-cantanhede>, acessado em 19 de novembro de **2019**;
- [131] disponível em: [www.maps.google.com](http://www.maps.google.com), acessado em 10/11/2019;
- [132] disponível em: [http://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/censo\\_escolar/notas\\_estatisticas/2018/notas\\_estatisticas\\_Censo\\_Escolar\\_2017.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/notas_estatisticas/2018/notas_estatisticas_Censo_Escolar_2017.pdf), acessado em 19 de novembro de **2019**;
- [133] SILVA, Salete. Aprendizagem ativa. Revista Ensino. Editora Segmento. Edição, v. 257, **2013**;
- [134] disponível em: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/dilatacao-linear.htm>, acessado em 21 de novembro de **2019**;





**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

Polo de Porto Velho - RO



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA  
NÚCLEO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

EXPERIMENTOS DE DILATAÇÃO TÉRMICA DE  
SÓLIDOS COMO FERRAMENTAS DIDÁTICAS PARA  
AUXÍLIO DE PROFESSORES DA REDE BÁSICA E JOGO  
DE TABULEIRO: BRINCANDO COM A TERMOLOGIA E A  
TERMODINÂMICA - UM OLHAR  
HUMANO-CONSTRUTIVISTA

---

**Geiliani Gasparrini**

Dezembro de 2019  
Porto Velho/RO

©Geiliani Gasparrini - 2019

O material apresentado neste documento pode ser reproduzido livremente desde que citada a fonte. As imagens apresentadas são de propriedade dos respectivos autores e utilizadas para fins didáticos. Caso sinta que houve violação de seus direitos autorais, por favor, contate os autores para solução imediata do problema. Este documento é veiculado gratuitamente, sem nenhum tipo de retorno comercial a nenhum dos autores, e visa apenas a divulgação do conhecimento científico.  
Orientador: *Prof. Dr. Ariel Adorno de Sousa*

Dezembro de 2019  
Porto Velho/RO

<b>I</b>	<b>Produto Educacional - Jogos e Regras</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	<b>JOGO E SUAS REGRAS</b>	<b>5</b>
1.1	Introdução . . . . .	5
1.2	Tabuleiro: Brincando com a Termologia e Termodinâmica . . . . .	5
<b>II</b>	<b>Produto Educacional - Manuais e roteiros dos ensaios</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>Roteiros para aulas experimentais</b>	<b>13</b>
	<b>Anexo 1 - Regras do jogo</b>	<b>20</b>

# Parte I

## Produto Educacional - Jogos e Regras

### 1.1 Introdução

Neste produto educacional trouxemos três experiências e um jogo de tabuleiro com tema relacionado a dissertação, para que o professor possa ter fácil acessibilidade de levar um material diferenciado e elaborado para as salas de aula. Primeiramente propomos três experimentos lâmina bi metálica, fio dilatado e dilatômetro, para serem aplicados em sala de aula ou em laboratório, ao qual traremos aqui a montagem e descrição de cada um. E para um segundo momento com os alunos após a aplicação das experiências, um jogo de tabuleiro ao qual faremos a descrição de desenvolvimento e suas regras.

### 1.2 Tabuleiro: Brincando com a Termologia e Termodinâmica

Desenvolveu-se um jogo de tabuleiro ele será distribuído na sala, que será dividida em grupos de três alunos. Um aluno vai mediar as cartas, os outros dois vão jogar os dados e responder à pergunta que consta em cada carta, ganhara quem chegar ao fim do caminho primeiro.

#### **Composição do jogo**

Um tabuleiro com um caminho contendo início, 31 casas, sendo casas verde e vermelhas com prendas e o final; dois dados; 2 peões distintos; e um encarte com regras para o mediador.

#### **Regras**

Regras para o professor gerenciara o jogo. Essas regras devem ser passadas para todos os alunos antes de iniciar o jogo.

1. Dois alunos A e B, fará um único lançamento do dado o que “tirar” a maior numeração iniciara o jogo;
2. O aluno C estará de posse das cartas e mediara a partida;
3. O aluno do item 1) que tirou o maior número e que iniciou o jogo, lançara o dado novamente, caso acerte a resposta, ele percorrerá sobre o tabuleiro o número equivalente ao valor que “saiu” do dado;
4. O aluno terá 30 segundos para responder à pergunta;
5. O aluno continuará respondendo até errar, quando isso acontecer, passará para a vez de seu adversário.
6. Vencerá o jogo que chegar no final primeiro.

### **Método de jogar**

O aluno que irá iniciar o jogo deverá lançara os dois dados e terá a quantidade de casas que deverá avançar;

Então o aluno C pegara uma carta do baralho e irá ler a pergunta;

O aluno terá 30 segundos para responder a questão;

Caso erre ou passe o tempo a vez será do outro jogador. <sup>1</sup>

Abaixo deixamos disponibilizados as artes das cartas frente e verso bem como o tabuleiro que podem ser impressos em papel sulfite do tamanho A4.

---

<sup>1</sup>Deixaremos no anexo desse produto educacional essas regras em folha separada na disponível na Pag.

Escala Termométrica

# Brincando com a Termodinâmica e Termodinâmica

$$\frac{T(^{\circ}\text{C})}{5} = \frac{T(^{\circ}\text{F}) - 32}{9} = \frac{T(\text{K}) - 273}{9}$$

$$\Delta T(^{\circ}\text{C}) = \Delta T(\text{K}) = \frac{5}{9} \Delta T(^{\circ}\text{F})$$



Capacidade térmica:  
 $C = \frac{Q}{\Delta T} = mc$

Calor latente:  
 $L = \frac{Q}{m}$

Calor específico da água:  
 $c_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$

Calor latente de fusão do gelo:  
 $L_f = 80 \text{ cal/g}$

Calor latente de vaporização:  
 $L_v = 540 \text{ cal/g}$

Mecanismos de transferência

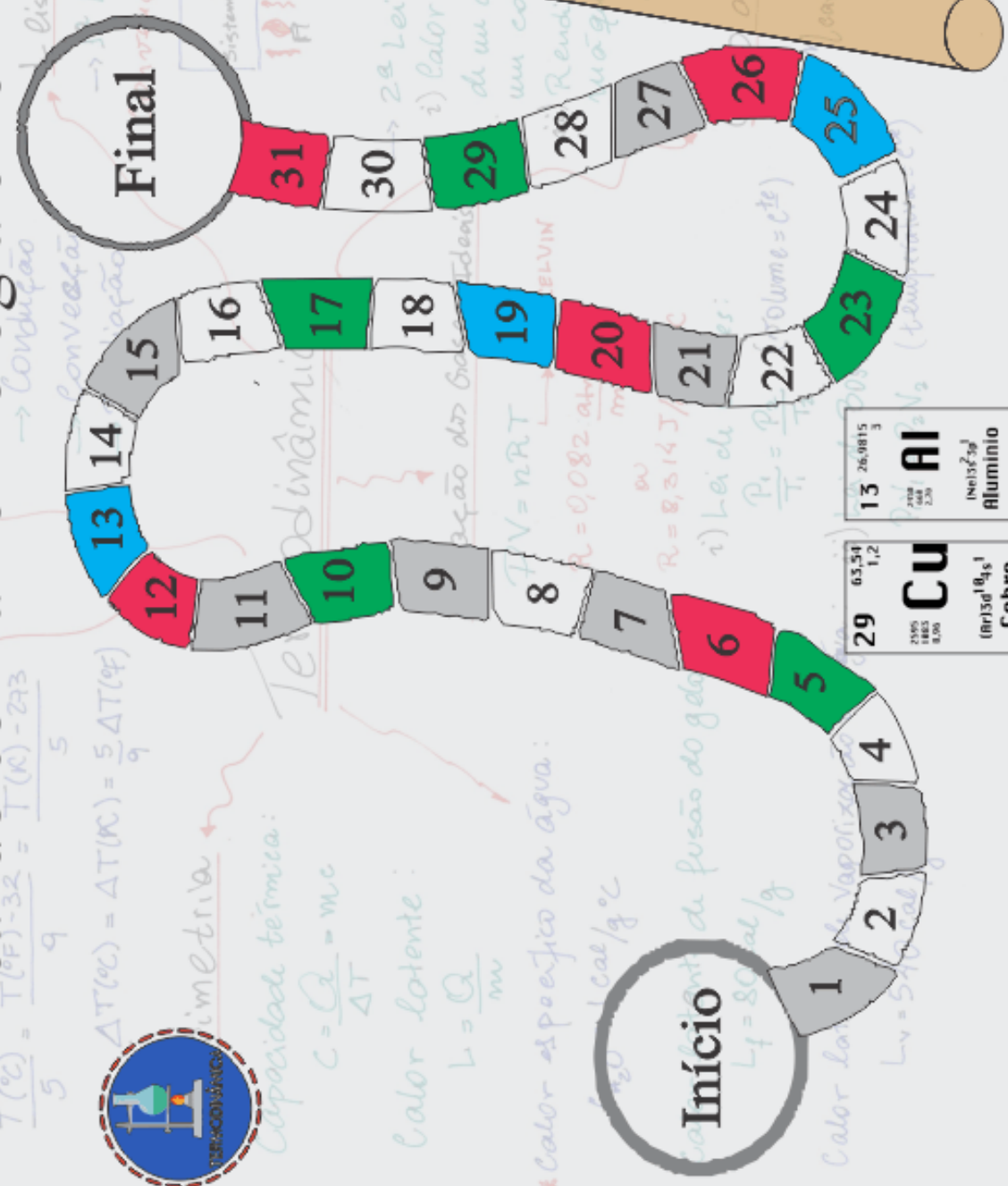
Condução  
Convecção  
Radiação



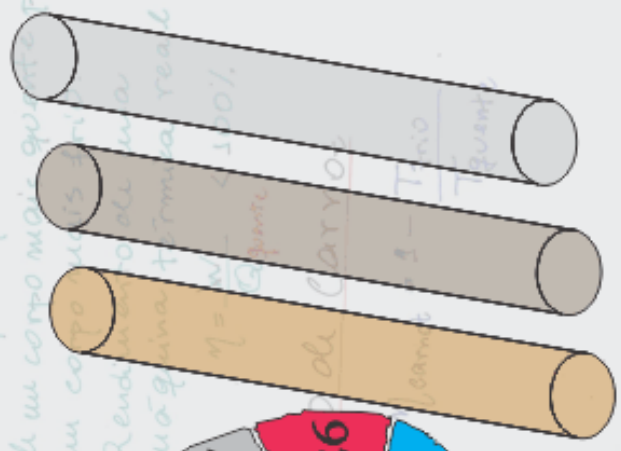
1ª Lei:  $\Delta U = Q - W$   
Trabalho feito sobre o sistema  $W < 0$ .  
Trabalho realizado pelo sistema  $W > 0$ .  
 $1 \text{ cal} \cong 4,2 \text{ J}$ .

2ª Lei:  
i) Calor flui espontaneamente de um corpo mais quente para um corpo mais frio.

ii) Rendimento de uma máquina térmica real  $\eta = \frac{W}{Q_1} < 100\%$ .



29	63,54	1,2	<b>CU</b>	$\text{In}136^{19}_{64}$	<b>Cobre</b>
13	26,9815	3	<b>AI</b>	$\text{In}132^{27}_{13}$	<b>Alumínio</b>



### Termologia e a Termodinâmica

○ que é termologia?

R: é parte da física que estuda os fenômenos relacionados ao calor e a temperatura.

1

### Termologia e a Termodinâmica

○ conceito de calor?

R: calor é definido como uma energia térmica que flui entre os corpos

2

### Termologia e a Termodinâmica

○ conceito de temperatura?

R: O grau de agitação das moléculas de um corpo.

3

### Termologia e a Termodinâmica

○ conceito de dilatação linear?

R: Dilatação Linear é o aumento de volume que acontece em apenas uma dimensão, no seu comprimento.

4

### Termologia e a Termodinâmica

○ que é coeficiente de dilatação linear?

R: O coeficiente de dilatação térmica é uma medida de variação unitária da grandeza de uma de suas dimensões.

5

### Termologia e a Termodinâmica

Quem tem coeficiente de dilatação linear maior alumínio ou cobre?

R: Alumínio.

6

### Termologia e a Termodinâmica

○ que ocorre com a lâmina bimetálica ao ser aquecida?

R: ela curva.

7

### Termologia e a Termodinâmica

○ que ocorre com o fio de cobre ao ser aquecido?

R: ele dilata e aumenta seu comprimento.

8

### Termologia e a Termodinâmica

○ que acontece com as moléculas do metal após ser aquecida?

R: elas se agitam e expande.

9



### Termologia e a Termodinâmica

Como funciona o dilatômetro?

R: uma barra de um algum material é aquecida e provoca variação no dilatômetro.

10

### Termologia e a Termodinâmica

A temperatura é uma grandeza física que mede \_\_\_\_\_?

R: o grau de agitação das moléculas.

11

### Termologia e a Termodinâmica

“energia térmica que flui entre os corpos”, é definição de?

R: calor.

12

### Termologia e a Termodinâmica

Qual o nome do fenômeno que acontece com uma barra de ferro ao ser aquecida?

R: dilatação linear.

13

### Termologia e a Termodinâmica

O coeficiente de dilatação térmica do vidro é maior que o do alumínio?

R: não.

14

### Termologia e a Termodinâmica

Esta equação é a equação de dilatação linear?  $\Delta L = L \cdot \alpha \cdot \Delta T$

R: Sim..

15

### Termologia e a Termodinâmica

O que é um equilíbrio térmico?

R: é quando dois corpos ou substâncias atingem a mesma temperatura.

16

### Termologia e a Termodinâmica

Descreva a primeira lei da termodinâmica?

R: o princípio da conservação de energia.

17

### Termologia e a Termodinâmica

Qual os dois enunciados que descreve a segunda lei da termodinâmica?

R: O calor é transferido de forma espontânea do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura. Todo processo tem perda porque seu rendimento sempre é inferior a 100%.

18

### Termologia e a Termodinâmica

"se dois corpos A e B estão separadamente em equilíbrio térmico com um terceiro corpo C, então A e B estão em equilíbrio térmico entre si".

Esta é definição de qual lei da termodinâmica?

R: lei Zero.

19

### Termologia e a Termodinâmica

A termodinâmica é o ramo da física que estuda?

R: as relações de troca entre o calor e o trabalho realizado na transformação de um sistema físico, quando esse interage com o meio externo

20



Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

**MNPEF**

Polo de Porto Velho - RO



Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

**MNPEF**

Polo de Porto Velho - RO



Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

**MNPEF**

Polo de Porto Velho - RO



Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

**MNPEF**

Polo de Porto Velho - RO



Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

**MNPEF**

Polo de Porto Velho - RO



Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

**MNPEF**

Polo de Porto Velho - RO



Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

**MNPEF**

Polo de Porto Velho - RO



Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

**MNPEF**

Polo de Porto Velho - RO



Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

**MNPEF**

Polo de Porto Velho - RO



## Parte II

# Produto Educacional - Manuais e roteiros dos ensaios

---

### Roteiros para aulas experimentais

---

Neste capítulo do produto educacional estaremos disponibilizando os três roteiros para os ensaios experimentais, o primeiro é sobre **Lâminas Bimetálicas**, no segundo é sobre **Dilatação em um Fio Metálico** e por final temos **Dilatação Linear dos Sólidos**. Em todos os casos é necessário utilizar apenas uma equação para calcular a dilatação linear ( $\Delta l$ ), o que espera é que o aluno perceba que o que gerencia esses diferentes padrões de dilatação é o coeficiente de dilatação linear ( $\alpha$ ).

## PROTOCOLO DE AULA PRÁTICA

<b>Docente:</b>
<b>Curso:</b>
<b>Turma:</b>
<b>Componente Curricular: Termologia</b>
<b>Laboratório de Física</b>

### TERMOLOGIA: DILATAÇÃO LINEAR DOS SÓLIDOS

#### TÍTULO

Lâminas bimetálicas

#### OBJETIVO ESPECÍFICO

Observar a dilatação em corpos sólidos através da variação de temperatura.

#### FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O estudo da termologia é parte da física que estuda os fenômenos relacionados ao calor e a temperatura, calor é descrito como a troca de energia entre dois corpos, temperatura caracteriza o grau de agitação molecular. Na maior parte dos casos a variação da temperatura faz com que o objeto tenha um aumento ou redução das dimensões. Dentre este estudo a Dilatação linear é o fragmento que observa a expansão do volume linear conforme a um acréscimo de temperatura aplicado ao corpo, esse aumento ocorre devido ao grau de agitação das moléculas que aumenta a distância média entre elas. Cada matéria possui uma variação diferenciada devido ao calor específico, e, ele quem determina a quantidade de calor que o material deverá receber para que haja uma variação no comprimento.

A dilatação linear pode ser calculada a partir da seguinte equação matemática:

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

**L<sub>0</sub>**: é o comprimento inicial do corpo;

**α**: é o coeficiente de dilatação térmica linear, sua unidade é o °C<sup>-1</sup>, que depende da natureza do material que constitui o corpo;

**ΔL**: a variação do comprimento;

**ΔT**: a temperatura do corpo.

## MATERIAIS (EQUIPAMENTOS)

- 1 caixinha de leite
- 1 vela
- tesoura



Fig. 1 - Retalho da caixa de leite e tesoura para montagem do experimento da lâmina bimetálica.

## PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Corta uma tira da caixa de leite;

Acender a vela;

Colocar a parte de alumínio da caixa na chama da vela.

## RESULTADOS ESPERADOS

Os alunos devem compreender como ocorre a dilatação térmica, de modo que eles possam identificar dentro de seu cotidiano e saber como utilizar em uma situação diária a seu favor.

## REFERÊNCIAS

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física.

8. ed. vol 2 - Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009.

Bonjorno, Regina A.; Bonjorno, José R.; Bonjorno, Valter; Clinton, Marcico R..

Física fundamental, volume único. - São Paulo: FTD, 1993.

## PROTOCOLO DE AULA PRÁTICA

<b>Docente:</b>
<b>Curso:</b>
<b>Turma:</b>
<b>Componente Curricular: Termologia</b>
<b>Laboratório de Física</b>

### TERMOLOGIA: DILATAÇÃO LINEAR DOS SÓLIDOS

#### TÍTULO

Fio metálico dilatado

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Observar a dilatação de fios através da variação de temperatura.

#### FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O estudo da termologia é parte da física que estuda os fenômenos relacionados ao calor e a temperatura, calor é descrito como a troca de energia entre dois corpos, temperatura caracteriza o grau de agitação molecular. Na maior parte dos casos a variação da temperatura faz com que o objeto tenha um aumento ou redução das dimensões. Dentre este estudo a Dilatação linear é o fragmento que observa a expansão do volume linear conforme a um acréscimo de temperatura aplicado ao corpo, esse aumento ocorre devido ao grau de agitação das moléculas que aumenta a distância média entre elas. Cada matéria possui uma variação diferenciada devido ao calor específico, e, ele quem determina a quantidade de calor que o material deverá receber para que haja uma variação no comprimento.

A dilatação linear pode ser calculada a partir da seguinte equação matemática:

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

**L<sub>0</sub>**: é o comprimento inicial do corpo;

**α**: é o coeficiente de dilatação térmica linear, sua unidade é o °C<sup>-1</sup>, que depende da natureza do material que constitui o corpo;

**ΔL**: a variação do comprimento;

**ΔT**: a temperatura do corpo.



## MATERIAIS (EQUIPAMENTOS)

- Uma base de madeira de 100 cm x 20cm.
- Um fio de cobre de 1 metro.
- Vela, fósforos e gelo.
- Régua, prego.
- Um peso (um bloco de madeira, por exemplo).
- Dois pedaços de madeira de aproximadamente 50 cm de comprimento, onde se fixará o fio.

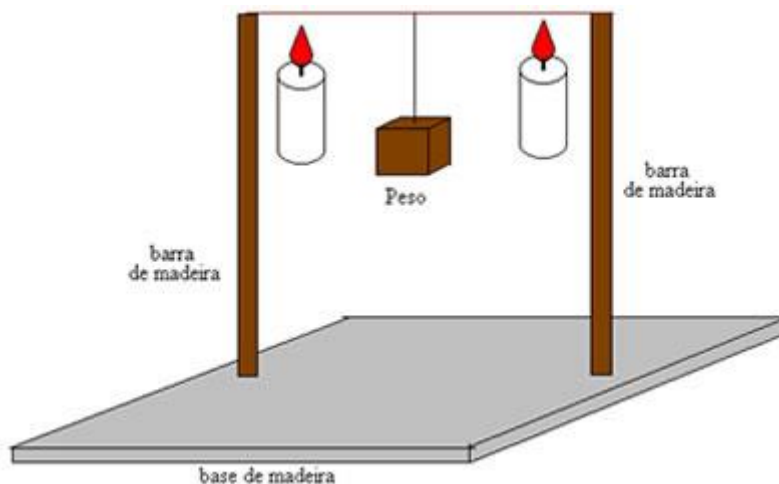


Fig. 2 - Esquema de montagem do Dilatômetro do fio de cobre.

## PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Pegar os dois pedaços de madeira de 50 cm, utilizar os pregos para fixar na extremidade da madeira o fio de cobre de 1 metro.

Fixar na case de madeira 100 cm x 20 cm, as madeiras que está com o fio fixo, de modo que o fio fique esticado.

Pendurar o bloco de madeira no meio do fio esticado, utilizar a régua para ver a distância do fio para a base. Anote as medidas.

Acender a vela e aquecer o fio por algum tempo, observar, medir e anotar as medidas.

Comparar as medidas iniciais com as medidas finais.

## RESULTADOS ESPERADOS

Os experimentos devem instigar o aluno a se questionar de como ocorre a alteração de comprimento da matéria do fio, e onde é aplicado no seu dia-a-dia está experiência.

## REFERÊNCIAS

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física. 8. ed. vol 2 - Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009.

Bonjorno, Regina A.; Bonjorno, José R.; Bonjorno, Valter; Clinton, Marcico R.. Física fundamental, volume único. - São Paulo: FTD, 1993.

## PROTOCOLO DE AULA PRÁTICA

<b>Docente:</b>
<b>Curso:</b>
<b>Turma:</b>
<b>Componente Curricular: Termologia</b>
<b>Laboratório de Física</b>

### TERMOLOGIA: DILATAÇÃO LINEAR DOS SÓLIDOS

#### TÍTULO

Dilatômetro

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Utilização de um Dilatômetro para auxiliar na aprendizagem de termologia, de maneira estratégica e prática.

#### FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O estudo da termologia é parte da física que estuda os fenômenos relacionados ao calor e a temperatura, calor é descrito como a troca de energia entre dois corpos, temperatura caracteriza o grau de agitação molecular. Na maior parte dos casos a variação da temperatura faz com que o objeto tenha um aumento ou redução das dimensões. Dentre este estudo a Dilatação linear é o fragmento que observa a expansão do volume linear conforme a um acréscimo de temperatura aplicado ao corpo, esse aumento ocorre devido ao grau de agitação das moléculas que aumenta a distância média entre elas. Cada matéria possui uma variação diferenciada devido ao calor específico, e, ele quem determina a quantidade de calor que o material deverá receber para que haja uma variação no comprimento.

A dilatação linear pode ser calculada a partir da seguinte equação matemática:

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

**L<sub>0</sub>**: é o comprimento inicial do corpo;

**α**: é o coeficiente de dilatação térmica linear, sua unidade é o °C<sup>-1</sup>, que depende da natureza do material que constitui o corpo;

**ΔL**: a variação do comprimento;

**ΔT**: a temperatura do corpo.

## MATERIAIS (EQUIPAMENTOS)

Dilatômetro  
Tubo de Alumínio  
Tubo de Cobre  
Tubo de Latão  
Balão volumétrico  
Mangueira com tampão  
Termômetro  
Fogareiro

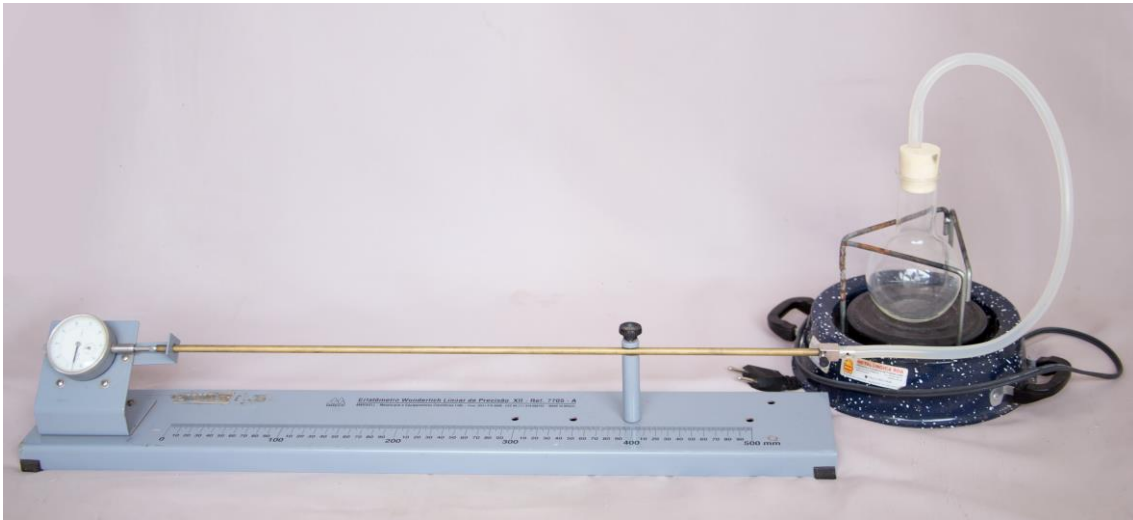


Fig. 3 - Dilatômetro montado.



Fig. 4 - Barras de Cobre, Alumínio e Latão de cima para baixo respectivamente.

## PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Fixar haste de material escolhido na base do dilatômetro, conectar a mangueira na haste, colocar água no balão volumétrico, medir a temperatura da água com o termômetro, tampar o balão com o tampão, colocar no fogareiro.

## **RESULTADOS ESPERADOS E/OU VALORES DE REFERÊNCIA**

Que de fato o aluno compreenda a dilatação térmica, a variação de temperatura e o conceito de calor, e que estes conhecimentos não são apenas utilizados em sala de aula, e que são fenômenos presente na sua rotina.

## **REFERÊNCIAS**

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física.

8. ed. vol 2 - Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009.

Bonjorno, Regina A.; Bonjorno, José R.; Bonjorno, Valter; Clinton, Marcico R.. Física fundamental, volume único. - São Paulo: FTD, 1993.

---

## Regras do Jogo

---

Regras para o professor gerenciara o jogo. Essas regras devem ser passadas para todos os alunos antes de iniciar o jogo.

1. Dois alunos A e B, fará um único lançamento do dado o que “tirar” a maior numeração iniciara o jogo;
2. O aluno C estará de posse das cartas e mediara a partida;
3. O aluno do item 1) que tirou o maior número e que iniciou o jogo, lançara dois dados novamente, caso acerte a resposta, ele percorrerá sobre o tabuleiro o número equivalente ao valor que “saiu” do dado;
4. Então o aluno C pegara uma carta do baralho e irá ler a pergunta;
5. O aluno terá 30 segundos para responder à pergunta;
6. O aluno continuará respondendo até errar ou passar do tempo de 30s segundos, quando isso acontecer, passará para a vez de seu adversário.
7. Vencerá o jogo que chegar no final primeiro.

- Quanto as cores das casas;

### Casas Verdes

- 5 - Avance 2 casas;
- 10 - Avance 3 casas;
- 17 - Avance 2 casas;
- 23 - Avance 2 casas;
- 29 - Avance 1 casa;

### Casas Vermelhas

- 6 - Recue 2 casas;
- 12 - Recue 1 casas;
- 20 - Recue 2 casas;
- 26 - Recue 2 casas;
- 31 - Recue 10 casas;

Quem chegar ao final do caminho primeiro ganha.