



### CONSTRUÇÃO DE UM KIT METEOROLÓGICO COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO COMO PROPOSTA PARA O ESTUDO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

#### CONSTRUCTION OF A WEATHER KIT WITH LOW-COST MATERIALS AS A PROPOSAL FOR THE PHYSICS STUDY IN HIGH SCHOOL

Marco César de Oliveira Mendes<sup>1</sup>, Aline Guerra Dytz<sup>2</sup>, Everaldo Arashiro<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mestrado Profissional em Ensino de Física - Polo 21 (MNPEF – Polo 21), Colégio Estadual Cassiano do Nascimento, marcocesarmendes@gmail.com.

<sup>2</sup> Instituto de Matemática, Estatística e Física (IMEF), Universidade Federal do Rio Grande (FURG), alinedytz@furg.br.

<sup>3</sup> Instituto de Matemática, Estatística e Física (IMEF), Universidade Federal do Rio Grande (FURG), earashiro@furg.br.

#### Resumo

Este trabalho propõe a construção de miniestação meteorológica para associação teórico-prática do ensino de física, tendo sido um produto educacional do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. O produto foi aplicado de forma remota para alunos do 1º ano do ensino médio devido a situação de pandemia que vivemos em 2020. Foram elaboradas videoaulas com enfoque em questões inerentes a análise meteorológica, voltadas para o ensino médio; de forma a auxiliar em uma melhor compreensão e aprendizagem significativa. Utilizou-se a elaboração e construção de equipamentos básicos de baixo custo, para a observação qualitativa de alguns fenômenos meteorológicos, de forma que os alunos pudessem realizar suas montagens utilizando materiais recicláveis e em suas residências. A construção foi feita em grupos de trabalho remoto, de forma que os alunos pudessem interagir e discutir as montagens. A avaliação foi feita através de questionário com questões sobre o conteúdo desenvolvido ao longo das aulas; aplicado antes e depois do produto ser executado.

**Palavras-chave:** ensino de física; construção; miniestação meteorológica; aprendizagem significativa; grupos de trabalho; laboratório.

#### Abstract

This work proposes the construction of a meteorological minestation for practical-theoretical association of physics teaching, having been an educational product of the Professional National Master's Degree in Physics Teaching. The product was applied remotely to 1st year high school students due to the pandemic situation we experienced in 2020. Video-lessons were elaborated focusing on issues inherent to meteorological analysis, focused on high school; to assist in a better understanding and meaningful learning. We used the elaboration and construction of basic equipment of low cost, for the qualitative observation of some meteorological phenomena, so that the students could perform their assemblies using recyclable materials and in their homes. The construction was done in remote working groups, so that the students could interact and discuss the assemblies. The evaluation was made through a questionnaire with questions about the content developed throughout the classes; applied before and after the product is run.

**Keywords:** physics teaching; construction; weather minestation; meaningful learning; work groups; laboratory.



## Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)  
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)  
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília  
Instituto de Física  
12 a 16 de dezembro de 2022

*100 anos de Darcy Ribeiro*

### Introdução

O ensino de Física é visto por muitos como um conteúdo abstrato, teórico e de difícil compreensão. A maioria das aulas de física são teóricas, abordam conceitos e resolução de exercícios (BRASIL, 2000).

A aula experimental de Física é de fundamental importância no processo ensino-aprendizagem e torna-se um facilitador na compreensão dos conteúdos ensinados nas aulas de física (PEREIRA; MOREIRA, 2017). A aula experimental adiciona-se ao conteúdo ministrado pelo professor e torna-se importante ferramenta no processo ensino-aprendizagem, com intuito de instigar o espírito investigativo do aluno, fazendo com que o mesmo aguçe sua curiosidade e a prática contribua para seu conhecimento. A atividade experimental não substitui a prática pedagógica utilizada pelo professor, mas sim utiliza os conceitos já discutidos e estudados em sala de aula pelo professor com os alunos, proporcionando um maior esclarecimento e entendimentos sobre os conceitos científicos, substituindo o conceito abstrato pela interação com seu cotidiano e os fenômenos que os cercam. De posse do conhecimento prévio existente na estrutura cognitiva dos alunos, através da atividade experimental os alunos comprovarão ou não suas concepções prévias, ou comprovarão os conceitos discutidos em sala aula.

O clima e o tempo são dois conceitos presentes em nossas vidas e por isso são assuntos importantes no ensino de física (CHIQUITO; DA SILVA; VIEIRA, 2005; VIDAL, 2018; CONTIN; BARROS; GUARREZI, 2020). Esses dois conceitos tratam dos mesmos fenômenos, porém em momentos distintos. Enquanto o clima analisa fenômenos a médio e longo prazo (estudado pela climatologia) o tempo estuda a análise de fenômenos meteorológicos em curto prazo (estudado pela meteorologia), proporcionando as previsões (ZANATTA *et. al.*, 2016). Com o advento da tecnologia cada vez mais presente na sociedade, os conceitos prévios dos alunos são vinculados com a existência de satélites, acesso a programas de computação via internet, alguns até são familiarizados com arduinos e aplicativos de *smartphones* que facilitam e informam quase que instantaneamente uma grande quantidade de informações. Mesmo com toda tecnologia a nosso favor, a previsão meteorológica é feita a partir do contato do homem com a natureza, seja através de observações do ambiente; seja através das sensações sentidas por nós. A proposta elaborada para o produto educacional é que os alunos construam aparelhos meteorológicos, de forma que a mensuração se torne qualitativa (MENDES, 2021a). Ao aplicar os conceitos estudados em sala de aula no 1º ano do ensino médio com os aparelhos utilizados na medição da estação meteorológica, proporcionou-se aos alunos o real entendimento destes conceitos e sua aplicabilidade em nosso cotidiano. Com o embasamento teórico discutido em sala de aula, com a prática experimental das medidas executadas, foram discutidos e conceituados os fenômenos ligados à meteorologia que nos cercam.

Assim, o produto educacional realizado teve por finalidade incentivar o aprendizado e estimular a pesquisa, despertar o aluno para a atividade e o trabalho científico, associando alguns equipamentos meteorológicos aos conhecimentos da física.

### 1. Fundamentação Teórica

O professor ao ministrar as aulas de Física no âmbito escolar deve enaltecer o caráter investigativo para instigar os alunos, despertar mais interesse nos conteúdos de física e com isso permitir que eles exercitem o raciocínio. Sendo a Física uma ciência experimental, acredita-se que o ensino do conhecimento científico pode ser desenvolvido com o auxílio de atividades experimentais investigativas, onde o aluno constrói seu conhecimento através da investigação e curiosidade (GOMES; BELLINI, 2009). Sendo assim, pretende-se que o aluno nas aulas de física



## Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)  
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)  
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília  
Instituto de Física  
12 a 16 de dezembro de 2022

*100 anos de Darcy Ribeiro*

possa desenvolver seu senso crítico e sua curiosidade na procura do saber. Para tanto, o ensino de física deve ter objetivos educacionais formativos:

- Nas informações: inserindo o indivíduo dentro do contexto sobre a utilização das tecnologias, seus avanços e evolução no cotidiano; a forma como vivemos agimos, pensamos e nos comunicamos; na utilização de eletrodomésticos; telefonia celular; internet; dos sensores óticos aos equipamentos médicos; utilização da radiação, infravermelho, ultravioleta; além disso, questões globais e locais com as quais a ciência e a tecnologia estão envolvidas, como desmatamento; mudanças climáticas; energia nuclear; energia solar e uso da tecnologia na previsão do clima e tempo na agricultura são alguns exemplos incorporados no cotidiano das pessoas;

- Nos procedimentos e atitudes: tanto para Física, quanto para a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018) propõe que o indivíduo adquira novas visões de mundo, aplicando os conhecimentos e procedimentos científicos na resolução de seus problemas cotidianos, por exemplo, estimando o consumo de energia de aparelhos elétricos a partir de suas especificações técnicas;

- Em habilidades e competências: o indivíduo passa a ter papel fundamental no meio em que vive, papel de cidadão, sujeito e não objeto, ente responsável não só por seus atos, mas pelas consequências que influenciam e agem diretamente no meio ambiente e nas pessoas que convivem.

- No aprendizado útil à vida e ao trabalho: as competências e habilidades na BNCC são definidas como a mobilização de conhecimentos, conceitos, procedimentos, ações cognitivas e socioemocionais, a fim de somarem-se para melhorar as demandas necessárias da vida, do da cidadania e do mundo do trabalho. Ao valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais, essas experiências possibilitam melhor entender as relações do mundo do trabalho e ao exercício da cidadania com autonomia, consciência crítica e responsabilidade. Em constante debate com questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, as Ciências da Natureza e suas Tecnologias propiciam ao indivíduo continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

Esses objetivos do ensino de física permitem que as informações, o conhecimento, as competências, as habilidades e os valores desenvolvidos sejam instrumentos reais de percepção, satisfação, interpretação, julgamento, atuação, desenvolvimento pessoal ou de aprendizado permanente. Além disso, deve contribuir para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais; inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional (BRASIL, 2000).

O processo de aprendizagem não deve ser estático, mas dinâmico, sempre acompanhando mudanças no cotidiano e na ciência que o cerca. Cabe ao professor propiciar a interação entre os alunos e sua realidade, para tanto é indispensável que o professor se torne sujeito dessa transformação e crie ações que despertem o interesse dos alunos pelo aprendizado.

A teoria desenvolvida por Vygotsky tinha como objetivo principal buscar respostas concretas aos problemas colocados pela psicologia, embora para Vygotsky a principal função da psicologia deveria ser a de reconstruir a origem e a forma como se deu o desenvolvimento do comportamento humano da consciência. Vygotsky atribuiu enorme importância ao papel da interação social no desenvolvimento do ser humano. Uma das suas mais importantes contribuições para a psicologia e para a educação talvez seja a explicação dada à forma como o processo de desenvolvimento é socialmente construído e como aprendizagem e desenvolvimento se inter-relacionam.

Vygotsky atribui à aprendizagem escolar sujeito da interação social dos indivíduos:



## Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)  
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)  
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília  
Instituto de Física  
12 a 16 de dezembro de 2022

*100 anos de Darcy Ribeiro*

É por meio de outros, por intermédio do adulto que a criança se envolve em suas atividades. Absolutamente, tudo no comportamento da criança está fundido, enraizado no social. Assim, as relações da criança com a realidade são, desde o início, relações sociais. Neste sentido, poder-se-ia dizer que o bebê é um ser social no mais elevado grau (VYGOTSKY, 1932, p. 281).

A meteorologia, estudo dos fenômenos físicos da atmosfera tem seus princípios básicos nos estudos de termodinâmica. Segundo Vianello e Alves (2012), a atmosfera é uma imensa máquina térmica, cuja principal fonte de calor é a energia solar, embora um pequeno percentual (cerca de 2%) seja convertido em energia mecânica (circulação geral da atmosfera, ventos, nuvens e tempestades).

Um sistema termodinâmico pode ser caracterizado pelas grandezas físicas que o envolve, tais como, temperatura, pressão, volume, energia interna, calor e trabalho.

As condições para que um sistema esteja em equilíbrio termodinâmico são tais que o sistema deve apresentar equilíbrio mecânico, químico e térmico. Quando não se exerce nenhuma força entre o sistema e o meio ambiente em que ele se encontra, não alterando ou modificando o sistema, se diz então que o sistema está em equilíbrio mecânico. Quando o sistema não sofre reações químicas ou transferência de matéria de um sistema para outro, ou sofre mudança de fase; quando cessa a mudança de fase, o sistema entra em equilíbrio químico. Quando o sistema apresenta dois ou mais corpos, e são colocados em contato, sabendo que há uma diferença de temperatura entre eles, estabelece-se um fluxo de calor, do corpo de maior temperatura, denominado corpo quente, para o corpo de menor temperatura, denominado corpo frio; através disso, nota-se que a temperatura do corpo quente diminui, e a temperatura do corpo frio aumentam. Até que em determinado momento esse fluxo cessa, ocorrendo o equilíbrio térmico ou ambos possuem a mesma temperatura. Esse processo pode ser verificado com a medida de temperatura de ambos os corpos.

Um sistema encontra-se em equilíbrio termodinâmico podendo ser representado por coordenadas termodinâmicas, variáveis de estado: a Temperatura, a Pressão e o Volume (DE OLIVEIRA, 2012).

A temperatura é dada pela energia cinética média das moléculas e é uma medida do grau de agitação das moléculas com base no zero absoluto (0 Kelvin no sistema internacional de unidades), embora nossas medidas em graus Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) tenhamos o zero como ponto de congelamento da água e os  $100^{\circ}\text{C}$  como a temperatura de ebulição da água.

Todo sistema possui determinada energia interna, e esta energia interna é a soma das energias cinética e potencial; cinética associada ao movimento de cada partícula que compõem esse sistema, e potencial associada à interação de cada partícula. Quando dois corpos ou sistemas, que se encontram a temperaturas diferentes são colocados em contato, ocorre transferência de energia entre eles, de maneira que a energia é transferida do corpo mais quente para o corpo mais frio, decorrente da variação de temperatura entre eles. Esta energia é denominada calor. Em decorrência disto, o corpo de maior temperatura diminui sua temperatura e o corpo de menor temperatura sofre aumento em sua temperatura, quando ambos atingem a mesma temperatura, a energia passa a não ser mais identificada como calor, fazendo parte de sua energia interna.

Os processos termodinâmicos isotérmico, isobárico, isocórico e adiabático (SEARS; SALINGER, 1979) são relevantes quando se trata dos conhecimentos da meteorologia.

Processos isotérmicos são aqueles em que a temperatura do sistema é mantida constante. No diagrama de Clapeyron, ou diagrama PV, as curvas que representam esses processos se chamam isotermas, ou seja, todos os pontos ao longo de cada isoterma possuem o mesmo valor de temperatura. Em uma transformação isotérmica, o gás pode ceder ou receber calor do meio.



Quando o gás recebe calor, o trabalho realizado é equivalente ao calor recebido. Quando o gás cede calor para o meio, o trabalho realizado sobre o gás corresponde ao calor cedido.

O processo isocórico, ou isovolumétrico, é caracterizado por seu volume manter-se inalterado. Sendo assim, ao transferirmos calor para um determinado volume de gás, este terá sua temperatura lentamente aumentando, conseqüentemente sua pressão também irá aumentar. O trabalho em uma transformação isocórica é nulo. O diagrama de Clapeyron é caracterizado por uma reta, paralela ao eixo que representa os valores de pressão.

O processo isobárico é caracterizado pela pressão do gás ser constante. O que pode mudar é uma ou mais de suas variáveis de estado. Se o calor é transferido para o sistema, o trabalho é realizado e a energia interna do sistema também muda. Em um diagrama PV, ele conduz uma linha horizontal de acordo com a lei dos gases ideais

E outro processo que tem grande importância na termodinâmica e, notadamente, na termodinâmica da atmosfera, é o processo adiabático. Um processo adiabático é definido como aquele em que não há troca de calor entre o sistema e o meio. A energia interna é alterada apenas por troca de energia na forma de trabalho.

## 2. Metodologia e Materiais

A proposta do produto foi proporcionar a construção de alguns equipamentos meteorológicos e, de posse dos mesmos, de forma qualitativa permitir aos alunos uma melhor compreensão dos fenômenos a serem estudados, de forma a propiciar a interação entre eles e o cotidiano (MENDES, 2021a).

Foi aplicado um questionário pré-teste com questões sobre calor e temperatura, a maioria relacionadas a aspectos meteorológicos com relação ao clima. Depois foram feitos vídeos, compostos de duas partes, em um primeiro vídeo, uma breve introdução do conteúdo onde o conteúdo era abordado e, em um segundo vídeo era apresentada a atividade experimental, de forma que o aluno pudesse relacionar a teoria com a prática. Os tópicos das videoaulas foram: Termômetros e a sua construção; Umidade relativa do ar; Barômetro e a sua construção; Pluviômetro e a sua construção; Anemômetro e a sua construção.

Os materiais solicitados, todos de baixo custo, para a construção dos equipamentos foram: frasco de remédio com gotejador tipo pipeta, bombona de 5L, garrafas PET 2L, álcool, corante, pedaço de arame, mangueira transparente, régua, haste com suporte, caneta de quadro branco, estilete ou tesoura e fita adesiva.

Os alunos aprenderam a fazer uma escala para o termômetro bem como compreenderam como medir o índice pluviométrico e calcular a velocidade do vento.

Após os vídeos o questionário inicial foi reaplicado para verificação quanto ao entendimento do tema proposto.

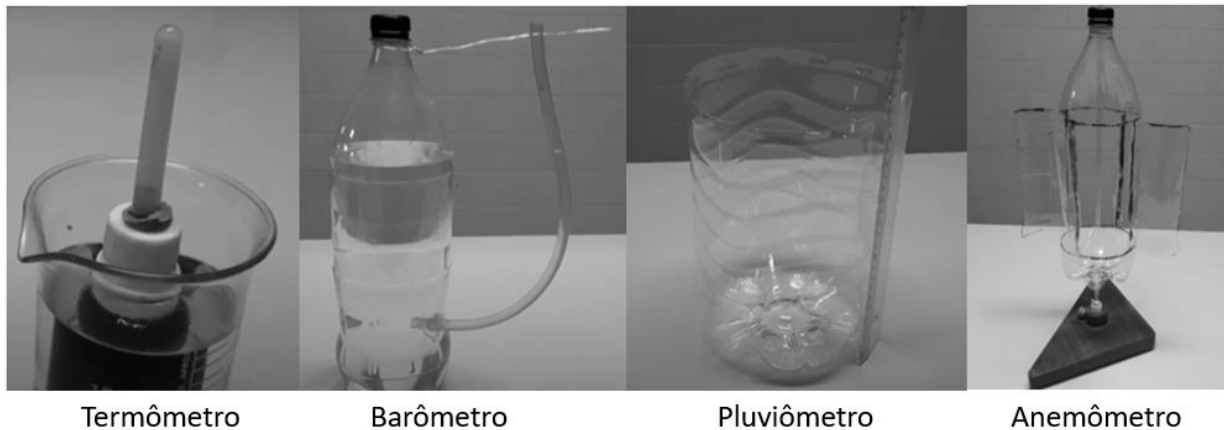
## 3. Resultados e Discussões

O pré-teste e pós-teste foram aplicados em 70 alunos do 1º ano do Ensino Médio do Colégio Cassiano do Nascimento, em Pelotas - RS e contou com 12 perguntas relacionando a física com a meteorologia e grandezas e unidades associadas para, inicialmente avaliar os pré-conceitos concebidos pelos alunos através de sua interação social com o meio em que vive e seu senso comum. Os resultados mostram que na maioria das questões mais de 50% dos alunos mudaram suas respostas, mostrando um aprendizado dos conceitos de física e a relação destes conceitos com o tema abordado (MENDES, 2021b).



Os equipamentos construídos foram produzidos com materiais de baixo custo e serviram para que os estudantes compreendessem a física de certos fenômenos meteorológicos, clima da sua região, além deles poderem fazer suas próprias medições, como mostrados na Figura 1.

Figura 1 – Instrumentos meteorológicos construídos nas aulas com material reciclável e de baixo custo.



Fonte: MENDES (2021a).

Como foi utilizado a plataforma Google Sala de Aula para aplicação do produto educacional, os vídeos produzidos e utilizados pelos alunos foram postados nesta plataforma; porém, somente aqueles alunos cadastrados no Google Sala de Aula pelo Governo do Estado do Rio Grande do Sul possuem acesso às videoaulas postadas. Portanto criou-se um Canal no YouTube INSTRUMENTOS METEOROLÓGICOS NO ENSINO DE FÍSICA (2021) para que as videoaulas pudessem ser acessadas por todos e mostra como confeccionar cada um dos equipamentos que os alunos construíram durante a aplicação do produto.

Pode-se observar a compreensão de conceitos físicos, à medida que os alunos testaram seus conhecimentos prévios sobre tais conceitos associados a fenômenos meteorológicos, à medida que quando os alunos se deparam com o embasamento teórico, através das videoaulas e a construção dos equipamentos, observando suas características e propriedades e, por fim, a aplicação do pós-teste, aplicado após a sequência apresentada no cronograma de encontros.

Embora as aulas e a construção dos equipamentos meteorológicos tenham sido feitas à distância, pode-se observar que o aprendizado se fez, de forma que a melhora nos conhecimentos testados no pré e pós-teste se mostraram através do aumento percentual verificado na análise de cada questão.

#### 4. Considerações Finais

Inicialmente, o eixo motivador deste produto educacional era a prática do ensino no laboratório ou em sala de aula onde os alunos, em grupos, discutiriam os fenômenos estudados e construiriam equipamentos meteorológicos interagindo em grupos, com a presença do professor, no ambiente escolar como proposta para o estudo da física. Por ter sido realizada de forma remota, a construção se limitou a quatro equipamentos, viáveis de serem construídos pelos alunos nas suas residências: o termômetro, responsável pela medição da temperatura; o barômetro, cuja função é medir a pressão atmosférica; o pluviômetro, responsável por medir o volume de precipitação de chuva e o anemômetro, responsável por medir a velocidade do vento.



## Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)  
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)  
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília  
Instituto de Física  
12 a 16 de dezembro de 2022

*100 anos de Darcy Ribeiro*

Esta interação social ficou limitada ao ambiente on-line, uma vez que os alunos passaram a ter atividades escolares através de plataformas de ensino. Embora os alunos, sistematicamente trocassem informações e se comunicassem por essas plataformas. Sendo assim, o produto educacional foi apresentado aos alunos através de vídeos, por um canal criado no YouTube; onde eles tiveram um embasamento teórico e experimental de cada equipamento meteorológico.

É importante ressaltar que o papel do professor ao longo do desenvolvimento do produto educacional foi ser um mediador das atividades, abordando a análise das grandezas físicas inerentes a cada equipamento. Esse conjunto de atividades propostas, embora através de vídeos estimulou os alunos para seus estudos, buscando sempre ser objeto para ensino, aprendizagem e avaliação, embora on-line. Assim, mesmo no sistema remoto percebeu-se pelas construções dos alunos, o interesse e curiosidade dos alunos nas aulas de Física.

### Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

### Referências

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

BRASIL, Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília. MEC/SEMTEC, 2000.

CHIQUITO, A. J.; DA SILVA, R.; VIEIRA, K. B. Uma Mini-Estação Meteorológica. **A Física na Escola**, v. 6, n. 2, p. 21, 2005.

CONTIN, R. C., BARROS, M. P., GUARREZI, S. T. Uma pesquisa sobre o uso de uma estação meteorológica no ensino de física a fim de observar seus efeitos enquanto unidade de ensino potencialmente significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, v. 13, n. 1, p. 119-141, 2020.

DE OLIVEIRA, M. J. **Termodinâmica**, 2a. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2012.

GOMES, L. C.; BELLINI, L. M. Uma revisão sobre aspectos fundamentais da teoria de Piaget: possíveis implicações para o ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 2, p. 2301, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172009000200002>.

INSTRUMENTOS METEOROLÓGICOS NO ENSINO DE FÍSICA. YouTube, 10 jan. 2021. Disponível em <<https://www.youtube.com/channel/UCd4y5EJW2t9HV6GX2wHoTRg/>> Acesso em 15 out. 2022.

MENDES, M. C. **Construção de um kit meteorológico com materiais de baixo custo como proposta para o ensino de Física**. 2021a, 87f. Produto educacional (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade do Rio Grande, FURG, Rio Grande.



## Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)  
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)  
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília  
Instituto de Física  
12 a 16 de dezembro de 2022

*100 anos de Darcy Ribeiro*

MENDES, M. C. **Construção de um kit meteorológico com materiais de baixo custo como proposta para o estudo de Física no Ensino Médio.** 2021b. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade do Rio Grande, FURG, Rio Grande.

PEREIRA, M. V.; MOREIRA, M. C. A. Atividades prático-experimentais no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 265-277, 2017.  
<https://doi.org/10.5007/2175-7941.2017v34n1p265>.

SEARS, F. W.; SALINGER, G. L. **Termodinâmica, Teoria Cinética e Termodinâmica Estatística.** 3ª ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Dois, 1979.

VIANELLO, R. L., ALVES, A. R. **Meteorologia Básica e Aplicações.** 2ª ED. Viçosa: Editora UFV, 2012.

VIDAL, R. S. M. F. **Ensino de termodinâmica através da construção de instrumentos de medição de variáveis meteorológicas e da confecção de mini estação meteorológica portátil com Arduino.** 2018. 90f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física em Rede Nacional) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN, Natal.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente.** 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

ZANATTA, I. F. S.; DOMINGOS, T. A.; GARCIA, V. P.; DE JESUS, L. G. **Climatologia.** Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S. A., 2016.