

CONSTRUÇÃO DE UMA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE BAIXO CUSTO: UMA ALTERNATIVA PARA O ESTUDO CLIMÁTICO

Construction of a low-cost Weather Station: an alternative for climate studies

Faria, I. A. L [isadoralugarini@gmail.com]

Vianna, D. M [deisemv@if.ufrj.br]

Soares, V [vsoares@if.ufrj.br]

Instituto de Física

Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

Fernandes, S.S [sandrorjbr@uol.com.br]

Colégio Pedro II – Campus São Cristóvão III, RJ

Recebido em: 08/09/2023

Aceito em: 06/12/2023

Resumo

O artigo "Construção de uma Estação Meteorológica de Baixo Custo: Uma Alternativa para o Estudo Climático" apresenta uma experiência educacional que visa integrar questões ambientais ao ensino de física. O objetivo principal é criar um espaço interdisciplinar, conectando conceitos físicos a outras disciplinas, e estimular a conscientização sobre a interconexão entre fenômenos climáticos, ações humanas e mudanças globais, juntamente com o uso de materiais acessíveis e de baixo custo na construção da estação meteorológica. A metodologia envolve aulas expositivas que proporcionam a conexão e discussão de conteúdos de diversas disciplinas regulares do colégio no contexto do estudo climático, culminando na montagem de instrumentos em laboratório. Os resultados esperados não se limitam ao conhecimento acadêmico, mas buscamos desenvolver habilidades práticas e conscientização sustentável por meio de atividades em grupo. A proposta alinha-se à abordagem CTS, integrando educação científica e social, relacionando conteúdos com aspectos políticos, sociais e econômicos da sociedade.

Palavras-chave: Estação Meteorológica; Ensino de Física; Atividades Investigativas.

Abstract

The article "Construction of a Low-Cost Weather Station: An Alternative for Climate Study" presents an educational experience aimed at integrating environmental issues into physics education. The main objective is to create an interdisciplinary space by connecting physical concepts to other disciplines and fostering awareness of the interconnection between weather phenomena, human actions, and global changes. This is achieved through the use of accessible and low-cost materials in the construction of the weather station. The methodology involves expository classes that facilitate the connection and discussion of content from various regular school disciplines in the context of climate study, culminating in the assembly of instruments in the laboratory. The expected results go beyond academic knowledge, as we seek to develop practical skills and sustainable awareness through group activities. The proposal aligns with the STS approach, integrating scientific and social education by relating content to the political, social, and economic aspects of society.

Keywords: Weather Station; Physics Education; Investigative Activities.

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho foi produzido através do Programa Nacional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), programa este vinculado ao Ministério da Educação que tem como objetivo inserir estudantes dos cursos de licenciatura de nível superior no contexto das escolas públicas brasileira de educação básica para aperfeiçoamento profissional e melhoria do contexto da sala de aula. Neste cenário, o Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro vem trabalhando neste projeto desde 2007 em conjunto com diversas escolas públicas do Rio de Janeiro, dentre elas, o Colégio Pedro II, escola federal localizada no bairro de São Cristóvão, na zona norte, na qual este trabalho foi produzido.

A dinâmica do projeto funciona com foco nos alunos de licenciatura em física que participam das aulas regulares do colégio na condição de ouvinte, aulas estas ministradas pelo professor regente da turma que é vinculado ao programa na condição de professor supervisor. Os licenciandos desenvolvem ao longo do ano letivo atividades de acordo com os conteúdos regulares das aulas de física do colégio sob a supervisão tanto do professor do colégio quanto sob a orientação dos coordenadores do projeto que são professores do Instituto de Física da UFRJ com o objetivo de aperfeiçoamento profissional dos alunos de licenciatura e inseri-los no contexto da realidade do ensino público brasileiro, como levar também trazer para o ambiente universitário o debate sobre a otimização das metodologias empregadas em sala de aula, com foco no aprimoramento do ensino de Física (Soares et al., 2020).

Este trabalho foi pensado na edição PIBID 2020-2022, ano em que estávamos passando pela grande crise sanitária causada pela COVID-19, logo, todas as atividades foram feitas de forma remota, desde as aulas que os licenciandos acompanhavam nas escolas como as reuniões com membros e coordenadores do projeto. Um desafio inédito para o PIBID - Física da UFRJ que tradicionalmente tem como metodologia principal o Ensino por Investigação, que promove a participação ativa dos alunos em sua própria aprendizagem – que se difere do ensino tradicional, onde os alunos recebem informações prontas – e tem por objetivo a promoção de uma interação entre alunos para discussões dos temas abordados que possam estimular a argumentação. Sendo assim, através de reuniões e debates entre os coordenadores, professores regentes e membros do projeto, foi decidido tentarmos a adaptação desta metodologia ao contexto mencionado.

Buscando a adaptação desta metodologia, é importante ressaltar as singularidades de cada turma. O Colégio Pedro II oferece em seu edital a seleção de alunos para o ensino médio integrado, onde os alunos podem cumprir a carga horária de aula de um ensino médio regular, acrescida dos componentes da formação profissional. O trabalho apresentado a seguir, foi aplicado em uma turma de ensino médio integrada ao Técnico em Meio Ambiente que permite os alunos lidarem com as questões ambientais atuais como o uso de recursos naturais, a produção sustentável, a gestão ambiental, a redução de impactos ambientais, além de propor ações em educação ambiental (PRÓ REITORIA DE ENSINO, COLÉGIO PEDRO II, 2023).

Sendo assim, nosso principal objetivo foi criar um espaço onde pudéssemos abordar questões ambientais aplicando conceitos adquiridos nas aulas de física de forma interdisciplinar, ou seja, conversando com outras disciplinas e estimular a utilização de materiais de fácil acesso e de baixo custo para elaboração de instrumentos de medição de uma estação meteorológica que serão usados para coleta de dados. Nosso objetivo leva em consideração a proposta CTS de um ensino, que é criar uma integração entre educação científica e social, em que os conteúdos são estudados e discutidos fazendo uma relação com outros aspectos políticos, sociais e econômicos da sociedade.

É igualmente relevante ressaltar que, por ser um trabalho interdisciplinar, a concepção da estação meteorológica conta com a oficina de manejo e conservação de áreas verdes, que é conduzida pelo professor de biologia Sérgio Cabo do Colégio Pedro II, que tem como objetivo a restauração do solo utilizando técnicas que promovem um desenvolvimento sustentável.

Nossa esperança foi de realizar a etapa final de montagem da estação meteorológica no espaço que fica localizado no horto do colégio, estabelecendo uma conexão direta entre a sala de aula e um trabalho de campo interdisciplinar. Infelizmente, devido ao contexto pandêmico, a concretização desta etapa em específico revelou-se inviável, no entanto, aguardamos uma oportunidade futura em que possamos reaplicar o trabalho em um cenário com circunstâncias habituais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

No ensino médio, é comum que os alunos encarem os conteúdos de Física de maneira mecânica, tratando-os como uma série de fórmulas, leis e conceitos que precisam ser memorizados. Refletir sobre o ensino de Física indica considerar se a realização de práticas científicas é oportunizada aos estudantes e como elas são implementadas na sala de aula (CARVALHO e SASSERON, 2018). Em que extensão os alunos estão aplicando conceitos científicos para tomar decisões na vida cotidiana? (MORTIMER, 2002). Temos uma grande oportunidade para aplicar conceitos de ciências para resolver problemas reais do nosso dia a dia, utilizando situações do cotidiano dos nossos alunos e o ensino tradicional que é aplicado na maioria das salas de aulas nos afasta deste objetivo. Outro aspecto a considerar são as tentativas de reformas trazidas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e agora também a nova BNCC, que tentam buscar através de uma visão construtivista, uma mistura de estratégias de ensino, temas de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), preocupações com a natureza do conhecimento e com história das ciências. Ressaltando a afirmação a seguir:

Nesse sentido, as pesquisas sobre a relação entre currículo ideal e prática pedagógica real podem ajudar também a entender como as concepções construtivistas que emergiram das pesquisas em concepções alternativas têm influenciado as concepções e práticas do professor. (MORTIMER, 2002)

Um dos desafios da escola deve ser como transmitir a ciência promovendo a enculturação científica (PENHA, CARVALHO e VIANNA, 2009) e fazendo com que os estudantes gostem, entendam e valorizem o conhecimento científico e propondo problemas ambientais para que eles possam se formar como cidadãos participativos e socialmente ativos. Um dos aspectos marcantes de muitas sociedades contemporâneas é o papel transformador do progresso científico-tecnológico sobre a sociedade (CACHAPUZ, 2011). Vivemos em uma sociedade que cada vez mais sofre influência dos avanços tecnológicos e deste modo torna-se necessário proporcionar aos nossos alunos uma alfabetização científica mostrando a importância de se agir, tomar decisões e compreender o que se fala nos discursos dos especialistas, necessidade do mundo contemporâneo. O objetivo central da educação de CTS no ensino médio é desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, ajudando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões sobre questões envolvendo ciência e tecnologia na sociedade e sabendo resolver tais questões (AIKENHEAD, 1994).

A proposta de um ensino em CTS é criar uma integração entre educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados e discutidos fazendo uma relação com outros aspectos políticos, sociais e econômicos. Teremos assim um caminho para desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando na construção de conhecimentos, formação de habilidades e valores necessários.

No entanto, será que as pesquisas em CTS e as propostas didáticas, com enfoque CTS, que estão sendo produzidas têm realmente gerado impacto sobre as novas propostas curriculares, a formação docente e

o ensino de ciências que nosso aluno está levando para sua vida? E estas dificuldades estão sendo rompidas? O aluno está tendo uma formação mais humanista e crítica em ciências? E o professor, mudando sua prática ou foi só mais um trabalho de final de curso?

Como levar essas propostas didáticas para sala de aula? Escolher um bom tema, desenvolver uma pesquisa, escrever um roteiro para ser aplicado para os alunos são apenas etapas do processo ensino-aprendizagem e de nada vai adiantar se na aplicação da atividade o professor não adotar uma postura diferente da tradicional, se o aluno não puder participar de forma ativa do processo, se não houver discussão e se o processo de argumentação não for valorizado na sala de aula. O papel do professor é o de construir com os alunos uma passagem do saber cotidiano para o saber científico, por meio da investigação e do próprio questionamento acerca do fenômeno (CARVALHO, 2008).

Valorizar as atividades investigativas é mais uma prática metodológica que vem somar a todo este processo de aprendizagem dos alunos na sala de aula. Esta prática constitui uma orientação que enfatiza o questionamento, resolução de problemas abertos, desenvolvimento do senso crítico do aluno sobre a importância da ciência e suas aplicações na sociedade em que vive, e a argumentação. A argumentação contribui para a prática de aprender a aprender. Argumentação é a capacidade de relacionar informações e conclusões para avaliar dados teóricos à luz de dados empíricos ou de outras fontes (ALEIXANDRE, 2003). O pensamento crítico está relacionado à capacidade de desenvolver opiniões independentes, gerando reflexão, por parte dos alunos, sobre a realidade, sua participação nela, podendo assim modificá-la.

3. METODOLOGIA

3.1. Aula expositiva

Nossa jornada começa na sala de aula. Introduzimos os conceitos essenciais de uma estação meteorológica, abrangendo tanto os modelos analógicos quanto os automáticos com a ajuda de dados e previsões feitos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) que conseguimos acessar online. Nossa discussão inicial teve como foco explorar as diversas aplicações e mostrar como a estação meteorológica abrange assuntos que podem ser estudados através das diversas áreas do saber como por exemplo na Geografia quando abordamos padrões climáticos e regionais que são aspectos geográficos que influenciam as leituras meteorológicas; na Química quanto a análise da composição do ar e a compreensão das reações químicas que ocorrem na atmosfera contribui para o entendimento das condições climáticas; na Biologia quanto aos efeitos das condições meteorológicas no ecossistema, na flora, na fauna e nas atividades humanas estão diretamente relacionados às leituras meteorológicas e na Física quanto a compreensão dos princípios que governam fenômenos atmosféricos, como temperatura, pressão, umidade, vento e radiação solar e a leitura dos próprios instrumentos de medição da estação que foi nosso maior foco.

3.1.1. Instrumentos de medição da estação meteorológica e suas aplicações físicas

A seguir, apresentamos a lista dos instrumentos introduzidos aos alunos. O objetivo é proporcionar uma compreensão do funcionamento desses instrumentos de medição e explorar os conceitos físicos subjacentes necessários para realizar tais medições.

1. Piranômetros: utilizados para medir a radiação solar global que chega à superfície terrestre. Eles são compostos por uma superfície sensível à radiação solar, geralmente revestida com material preto, e são

projetados para captar tanto a radiação direta do sol quanto a radiação difusa, fornecendo uma medida da radiação solar total.

2. Anemômetros: dispositivos projetados para medir a velocidade e a direção do vento. Existem diferentes tipos de anemômetros, incluindo os de copo, sônico e de hélice, cada um baseado em princípios físicos específicos para determinar a velocidade do vento.
3. Heliógrafos: usados para medir a duração e a intensidade da radiação solar ao longo do dia. Eles normalmente possuem um dispositivo que rastreia o movimento do sol no céu, registrando a quantidade de radiação solar recebida em intervalos específicos.
4. Pluviômetros: essenciais para medir a quantidade de precipitação, como chuva e neve, que cai em uma determinada área durante um período de tempo. Eles consistem em um recipiente coletor e uma escala de medição que registra a quantidade de água acumulada.
5. Termômetros: utilizados para medir a temperatura. Eles podem ser baseados em diferentes princípios, como dilatação de líquidos ou gases, resistência elétrica ou radiação infravermelha. Os termômetros são amplamente usados na física para monitorar as variações térmicas.
6. Evaporímetros: medem a taxa de evaporação da água da superfície de um reservatório ou solo. Eles são importantes para entender a perda de água devido à evaporação, o que tem implicações na hidrologia e nas ciências atmosféricas.

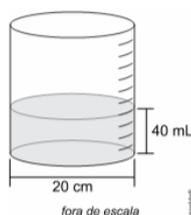
3.1.2 Exercícios de fixação

Após detalharmos os instrumentos de medição da estação meteorológica conduzimos exercícios de reforço para observar aplicações quantitativas

	<p>COLÉGIO PEDRO II - CAMPUS SÃO CRISTÓVÃO III 1ª SÉRIE, TURMA: MA116 COORDENADOR: JOSÉ CHRISTIAN PROFESSOR: SANDRO FERNANDES MONITORA: ISADORA LUGARINI</p>	
ALUNO(A):		

QUESTÕES PARA DISCUSSÃO

1. Com o intuito de formar uma rede de observação e coleta de dados sobre as chuvas, um professor de geografia instalou, nas escolas em que trabalha, instrumentos meteorológicos para recolher e medir a quantidade de água precipitada. Após uma chuva, um aluno verificou que o instrumento registrou de água em um tubo, no formato de um cilindro reto com de diâmetro, conforme a figura.



A partir dessas informações, o aluno deve comunicar ao professor que o valor aproximado indicado no

- a) o pluviômetro foi de chuva.
- b) O higrômetro foi de chuva.
- c) O barômetro foi de chuva.
- d) o pluviômetro foi de chuva.

Figura 1: Questão da lista de exercícios para discussão envolvendo pluviômetros

2. Anemômetros são instrumentos usados para medir a velocidade do vento. A sua construção mais conhecida é a proposta por Robinson em 1846, que consiste em um rotor com quatro conchas hemisféricas presas por hastes, conforme figura abaixo. Em um anemômetro de Robinson ideal, a velocidade do vento é dada pela velocidade linear das conchas. Um anemômetro em que a distância entre as conchas e o centro de rotação é em um dia cuja velocidade do vento é teria uma frequência de rotação de



Se necessário, considere $\pi \simeq 3$

- a) 3 rpm
- b) 200 rpm
- c) 720 rpm
- d) 1200 rpm
- e) 460 rpm

Figura 2: Questão da lista de exercícios para discussão envolvendo anemômetros

3. O altímetro é o instrumento usado para medir alturas ou altitudes, geralmente em forma de um barômetro aneróide destinado a registrar alterações da pressão atmosférica que acompanham as variações de altitude.

Assinale a alternativa **correta** que indica o comportamento do altímetro quando um avião passa de uma região de alta pressão para outra de baixa pressão.

- a) Perda de altitude.
- b) Ganho de altitude.
- c) Altitude em relação ao nível do solo.
- d) Não é afetado.

4. Em 1643, o físico italiano Evangelista Torricelli (1608-1647) realizou sua famosa experiência, medindo a pressão atmosférica por meio de uma coluna de mercúrio, inventando, assim, o barômetro. Após esta descoberta, suponha que foram muitos os curiosos que fizeram várias medidas de pressão atmosférica.

Com base na experiência de Torricelli, pode-se afirmar que o maior valor para altura da coluna de mercúrio foi encontrado:

- a) no Pico do Jabre, ponto culminante do estado da Paraíba, no município de Matureia.
- b) no alto de uma montanha a 1500 metros de altitude.
- c) no 10º andar de um prédio em construção na cidade de Campina Grande.
- d) numa bonita casa de veraneio em João Pessoa, no litoral paraibano.
- e) no alto do Monte Everest, o ponto culminante da Terra.

Figura 3: Questões da lista de exercícios para discussões sobre pressão atmosférica

5.



Imagem: Pixabay

PROJEÇÃO

Volume de chuvas chegará a 150 mm nos próximos dias

Na manhã desta terça-feira (24/08) a atuação da frente fria está provocando instabilidades significativas sobre o Rio Grande do Sul.

Por: AGROLINK -Aline Merlido
Publicado em 24/08/2021 às 10:51h.

A reportagem acima fala sobre o volume de chuvas previsto para certa região do Brasil. O que representa 150mm? Se milímetros (mm) é considerada unidade de comprimento, como é possível medir o volume de chuva?

6. *É no nível do mar que o ar se encontra mais denso e concentrado e onde a pressão atmosférica é maior. Conforme aumenta a altitude, o ar se torna menos denso – mais rarefeito – e, conseqüentemente, a pressão que ele exerce diminui.*

*O ar se desloca das áreas de alta pressão, nas quais está muito concentrado, para as áreas de baixa pressão, nas quais sua concentração é menor. Quando esse deslocamento de ar – denominado vento – ocorre em grandes blocos, identificamos as **massas de ar**, que, por possuírem temperatura e umidade semelhantes, deslocam-se conjuntamente na mesma direção.*

LUCCI, E. A., et. al. **Território e sociedade no mundo globalizado**: Geografia Geral e do Brasil. Editora Saraiva, 2005. p.516.

A respeito do tema abordado pelo texto e dos seus conhecimentos sobre os fenômenos atmosféricos mencionados, julgue os itens a seguir:

- I. As zonas de elevada pressão atmosférica tendem a apresentar temperaturas mais baixas;
- II. As massas de ar são o principal fator climático global, sendo responsáveis, por exemplo, pelo clima de montanha;
- III. De acordo com o texto, conclui-se que a pressão atmosférica exerce influência tanto na temperatura quanto na movimentação dos ventos e massas de ar.

Assinale a alternativa que indica corretamente a validade das informações acima:

Figura 4: Questão da lista de exercícios para discussão envolvendo unidades de medida e massas de ar

3.2 Roteiro de montagem

Esta é a etapa final da montagem. Propomos à turma a formação de grupos para distribuição do roteiro de montagem dos instrumentos que comporiam a nossa estação meteorológica. O roteiro dado indica os materiais que serão utilizados, que envolvem em sua maioria garrafas pet, bexigas, rolhas, canudos e tábuas de madeira para base, uma vez que um dos nossos principais objetivos neste trabalho é utilizar materiais que sejam de fácil acesso e baixo custo. Cada grupo ficou encarregado de montar um instrumento de medição específico. Aqui podemos ver um exemplo importante do processo investigativo que envolve o questionamento e uso dos conhecimentos adquiridos para a montagem dos instrumentos. Para executar essa etapa, conduzimos os alunos até o laboratório de Física do colégio.



Figura 5: Alunos da turma MA116 no laboratório de Física do Colégio Pedro II montando os instrumentos de medição



Figura 6: Alunas montando barômetros

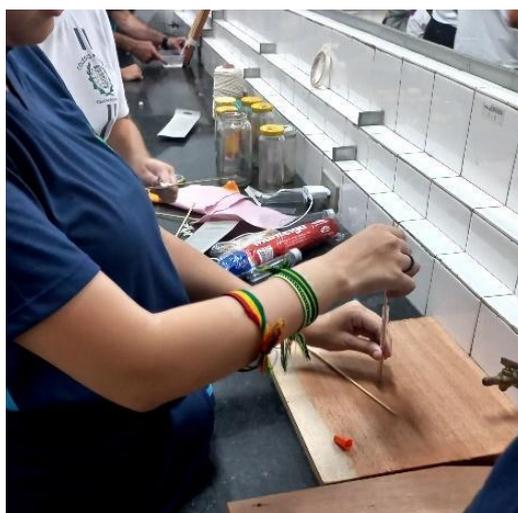


Figura 7: Alunos montando anemômetros



Figura 8: Alunos montando termohigrógrafo

É importante salientar, como mencionado anteriormente, que a execução desta última etapa ocorreu nos últimos dias letivos. Infelizmente, devido à combinação do contexto pandêmico às limitações impostas pelo calendário do colégio, não foi possível agendar encontros adicionais que viabilizassem a finalização do projeto. Isso incluiria a finalização da montagem dos instrumentos, testes e montagem da estação no espaço do horto do colégio, em conjunto com a oficina Área Verde, e proporcionaria a oportunidade de aferir as medições e a interação entre as medições e o ambiente natural circundante.

Além disso, por meio da observação durante a análise das dúvidas dos alunos, do acompanhamento do raciocínio e da observação do processo educativo em andamento, foi possível notar que os alunos tiveram um bom aproveitamento no que se refere à participação nas discussões envolvendo assuntos climáticos, na resolução dos exercícios, no esclarecimento de dúvidas e, principalmente, durante as aulas de laboratório para a montagem dos instrumentos de medição que comporiam a estação meteorológica. Isso destaca um resultado positivo do processo educacional, mesmo em condições adversas.

4 RESULTADOS ESPERADOS

Através dessa atividade, buscamos despertar nos alunos uma conscientização ambiental através das discussões propostas em sala junto às outras disciplinas e através também da aprendizagem adquirida em cada processo do trabalho, que inclui a montagem dos instrumentos e a coleta, registro, leitura e interpretação dos dados meteorológicos. Isso lhes permitirá não apenas compreender os aspectos científicos dessas informações, mas também relacioná-los aos conceitos abordados nas aulas de ciências. Acreditamos que essa abordagem prática oferece oportunidades valiosas para o aprendizado, e demonstra como a utilização responsável dos recursos pode ser aplicada no cotidiano.

A amplitude dessa atividade também visa aprofundar a compreensão dos alunos sobre os impactos sociais relacionados aos dados meteorológicos. Ao analisar como as condições climáticas afetam diversas estruturas da sociedade, como agricultura, infraestrutura aeroportuária e qualidade de vida, eles tomarão consciência dos desafios a serem enfrentados e das oportunidades inerentes a esses fatores ambientais. Dessa forma, esperamos não apenas transmitir conhecimento acadêmico, mas também construir com as atividades em grupo as habilidades necessárias para enfrentar questões do mundo real de maneira consciente e sustentável.

5. REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, M. C. P. S. (2004). Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (org.) Ensino de Ciências – Unindo a Pesquisa e a Prática - São Paulo: Pioneira Thomson Learning, pp. 19-33.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular; MEC, 2018
- PRÓ-REITORA DE ENSINO (RJ). **ANDRE BANDEIRA RIBEIRO** Pró-Reitora de Ensino do Colégio Pedro II. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.cp2.g12.br/images/comunicacao/2023/Fev/Editais%20EM%20Integrado/Edital%20EMI-MEIO%20AMBIENTE-2023%20-%20VERS%C3%83O%20FINAL.pdf>. Acesso em: 9 ago. 2023.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL – INMET. Normas Climatológicas. Brasília - DF, 1992.
- CARVALHO, A.M.P.; SASSERON, L.H. Ensino e aprendizagem de Física no Ensino Médio e a formação de professores. Estudos Avançados.vol.32 n.94 São Paulo Sept./Dec. 2018
- MORTIMER, E.F. Uma agenda para a pesquisa em educação em ciências. In: Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2 (1). 2002. p.25-35
- PENHA, S.P., CARVALHO, A.M.P. e VIANNA, D.M. (2009). A utilização de atividades investigativas em uma proposta de enculturação científica: novos indicadores para análise do processo. VII ENPEC. Florianópolis. Acesso em <http://www.foco.fae.ufmg.br/viienpec/index.php/enpec/viienpec/paper/viewFile/612/117>
- CACHAPUZ, A. F. Tecnociência, Poder e Democracia. In: SANTOS, W.L.P. e AULER, D. CTS e a educação Científica. Brasília/DF: Editora UnB, 2011, p. 49-72
- AIKENHEAD, G. S. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J., AIKENHEAD, G. STS (1994) education: international perspectives on reform. New York: Teachers College Press, p.47-59.
- CARVALHO, A.M.P. Enculturação Científica: uma meta no ensino de ciências. Texto apresentado no XIV ENDIPE , Porto Alegre, 2008.
- JIMENEZ-ALEIXANDRE, M.P. e DIAZ de BUSTAMANTE, J. Discurso de aula y argumentación em la clase de ciências. In: Enseñanza de las Ciencias. Espanha. V21, N 3 (2003) p. 359-369
- CARMONA, I.V; PEREIRA, M.V. Ciência, Tecnologia e Sociedade e educação Ambiental: Uma revisão bibliográfica em anais de eventos científicos da área de ensino de Ciências. Revista Ciências&ideias, V8, n03. 2017. P.1-21.
- FERNANDES, S.S; VIANNA, D.M. Em que supermercado comprar? In: Física na escola. V.15 N.1 2017, p.60-63. acesso: <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol15-Num1/a11.pdf>
- FERNANDES, S.S; VIANNA, D.M. Da arca de Noé à Enterprise: Uma atividade Investigativa Envolvendo Sistema Métrico. In: Física na escola. V.12 N.2 2011, p.15-18. acesso: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol12/Num2/a05.pdf>
- FERNANDES, S. S.; VIANNA, D. M. Uma atividade investigativa envolvendo conceitos fundamentais de magnetismo. In: XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2015, Uberlândia. Atas do XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2015. v. 01. p. 01-08.

FERNANDES, S. S.; VIANNA, D. M. Uma Atividade Envolvendo Sistema Métrico para compreender a construção do conhecimento científico pelos alunos. In: XV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2014, Maresias. Acesso: http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xv/programa/lista_trabalho.asp?sesId=8&str=Fernandes

SANTOS, W.L.P. e MORTIMER, E.F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira In: Ensaio. Belo Horizonte. V.2 N. 2 UFMG: 2002 p.1-23.