

PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO SISMÓGRAFO, UMA APLICAÇÃO PRÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Operational principle of the Seismograph, A Practical Application in Basic Education

Bruno Resende Moreira

Universidade Federal de São João del Rei - MG

Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-9434-6001>

moreirabru250@gmail.com

Cláudia Aparecida de Paula

Universidade Federal de São João del Rei - MG

Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-9002-6522>

claudiapaula2024@hotmail.com

Rafael Gomes Moraes

Universidade Federal de São João del Rei - MG

Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-2101-0258>

fael.gomes30@gmail.com

Simoni Bessa Sandoval Nogueira

Escola Estadual Governador Milton Campos - São João del Rei - MG

Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-6672-8999>

simoni.nogueira@educacao.mg.gov.br

Cláudio de Oliveira

Universidade Federal de São João del Rei - MG

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1454-678X>

claudiodeoliveira@ufsj.edu.br

Pablo Parmezani Munhoz

Universidade Federal de São João del Rei - MG

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7322-4721>

pmunhoz@ufsj.edu.br

Fernando Otávio Coelho

Universidade Estadual de São João del Rei - MG

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7069-8905>

focoelho@ufsj.edu.br

Artigo recebido em jun/2026 e aceito em jul/2026

RESUMO

Nos últimos anos, tem havido um esforço significativo para enriquecer o ensino de Física, especialmente nas salas de aula, por meio da aplicação prática de conceitos complexos, com o intuito de atrair a atenção dos alunos e priorizar a construção do conhecimento pelo próprio estudante, em detrimento da aprendizagem mecanizada. Este trabalho buscou apresentar uma abordagem sobre o princípio de funcionamento de um sismógrafo nas salas de aula, com planejamento conduzido junto

aos alunos do segundo ano do Ensino Médio, aproveitando as aulas destinadas aos conceitos relacionados ao estudo de ondas. Para analisar os efeitos da atividade, foi aplicado um questionário estruturado com perguntas abertas, antes e depois da intervenção, sem consulta, a fim de verificar o conhecimento prévio e posterior dos estudantes sobre o sismógrafo. A análise dos resultados pré e pós-atividade revelou aumento na precisão das respostas, maior participação dos alunos, ampliação do número de questões respondidas e maior número de respostas corretas. Dessa forma, o trabalho ressaltou a importância da educação prática em sala de aula, utilizando um equipamento didático capaz de tornar visível a relação entre perturbações mecânicas, registro gráfico de sinais e conceitos físicos associados às ondas e vibrações. A utilização do sismógrafo nas aulas sugeriu contribuições relevantes para o desenvolvimento acadêmico e científico dos alunos, proporcionando uma compreensão mais ampla dos desastres naturais e da sismologia, além de demonstrar o papel crucial do professor como mediador, guiando os alunos na busca pelo conhecimento e estimulando a reflexão sobre os fenômenos físicos. Além disso, o trabalho buscou discutir a atividade à luz das teorias de Jean Piaget, que propôs uma metodologia de ensino baseada na interação do indivíduo com o ambiente, conhecida como construtivismo.

Palavras-chave: Ensino de Física; Sismógrafo didático; Ondas; Oscilações; Experimentação.

ABSTRACT

In recent years, there has been a significant effort to enrich the teaching of Physics, especially in classrooms, through the practical application of complex concepts, aiming to capture students' attention and prioritize the construction of knowledge by the students themselves, rather than mechanized learning. This work aimed to present an approach to the operating principle of a seismograph in the classroom, with planning conducted with second-year high school students, taking advantage of classes dedicated to concepts related to the study of waves. To analyze the effects of the activity, a structured questionnaire with open-ended questions was administered before and after the intervention, without consultation, in order to verify students' prior and subsequent knowledge about the seismograph. The analysis of the pre- and post-activity results revealed an increase in the accuracy of the answers, greater student participation, an increase in the number of questions answered, and a higher number of correct answers. Thus, the work emphasized the importance of practical education in the classroom, using a didactic apparatus capable of making visible the relationship between mechanical perturbations, graphical signal records, and physical concepts associated with waves and vibrations. The use of the seismograph in class suggested relevant contributions to students' academic and scientific development, providing a broader understanding of natural disasters and seismology, as well as demonstrating the crucial role of the teacher as a mediator, guiding students in the search for knowledge and encouraging reflection on physical phenomena. In addition, the work sought to discuss the activity in light of Jean Piaget's theories, which proposed a teaching methodology based on the individual's interaction with the environment, known as constructivism.

Keywords: Physics teaching; Didactic seismograph; Waves; Oscillations; Experimentation.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, vem sendo observada uma expressiva mudança no ensino de Física, com maior foco na aplicação prática de conceitos complexos nas salas de aula da educação básica. Um dos conteúdos que vem se beneficiando dessa abordagem é a sismologia, que se dedica ao estudo das ondas sísmicas geradas pelos terremotos. Em um mundo em que devemos estar cada vez mais cientes dos desastres naturais e da importância da compreensão de seus impactos, torna-se relevante levar

para a sala de aula os princípios do funcionamento de sismógrafos, conectando o ensino de Física com fenômenos naturais presentes na sociedade contemporânea (Ferrari; Durigon de Santi; Heckler, 2011; Saraò et al., 2016).

Os sismógrafos têm desempenhado um papel extremamente importante no monitoramento e pesquisa de terremotos, permitindo que os cientistas registrem e analisem as ondas que se propagam pela superfície da Terra, sendo possível compreender a natureza dos abalos e tremores, bem como sua localização e intensidade (Encyclopaedia Britannica). Porém, tais dispositivos não precisam, necessariamente, atender apenas às pesquisas científicas, podendo também servir como ferramentas educacionais para estudantes da educação básica, oferecendo uma oportunidade para explorar conceitos físicos de maneira prática, investigativa e envolvente (Kafka et al., 2006; Saraò et al., 2016).

Este trabalho teve como objetivo analisar o conceito didático e pedagógico do sismógrafo nas salas de aula, destacando-o como uma ferramenta de ensino. Ao mesmo tempo, buscou-se comparar as respostas dos alunos antes e depois da atividade, a fim de observar possíveis mudanças no aprendizado e na compreensão dos conceitos abordados. A proposta também foi discutida à luz das contribuições de Jean Piaget para a educação e a psicologia, especialmente no que se refere ao construtivismo. Segundo essa perspectiva, o conhecimento é adquirido por meio da interação do indivíduo com o ambiente, sendo resultado de uma construção pessoal do aluno (Barbosa, 2015). Nesse sentido, a atividade com o sismógrafo dialoga com essa abordagem, pois permite ao estudante interagir com um objeto concreto de investigação, relacionando a observação experimental aos conceitos físicos trabalhados em sala. Assim, podem ser mobilizadas tanto abstrações empíricas, associadas às informações retiradas do objeto de conhecimento, quanto abstrações reflexivas, relacionadas ao “pensar sobre o agir”.

Nesse contexto, iniciativas internacionais em sismologia educacional e instrumentação didática têm destacado o potencial de sistemas de baixo custo para o ensino experimental de Física e para o desenvolvimento de atividades investigativas em sala de aula (Kafka et al., 2006; Saraò et al., 2016). Além de permitir a discussão de fenômenos vibratórios e propagação de perturbações mecânicas, aparatos didáticos baseados em sensores, sistemas mecânicos simples e plataformas abertas de aquisição de dados possibilitam explorar conceitos relacionados à inércia, oscilações amortecidas, transdução eletromecânica, amplificação de sinais e interpretação de registros experimentais (van Wijk et al., 2013; Amorim et al., 2021). Mais recentemente, sistemas computacionais compactos voltados ao monitoramento de vibrações também vêm sendo empregados em atividades didáticas relacionadas à aquisição e análise de sinais físicos em contextos educacionais (Foesel; Hinz, 2025).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O uso de instrumentos científicos em sala de aula pode favorecer a aproximação entre conceitos físicos abstratos e fenômenos observáveis. No caso do sismógrafo didático, essa aproximação permite discutir tanto aspectos relacionados à sismologia, como terremotos e movimentos tectônicos, quanto conceitos próprios da Física, como ondas mecânicas, vibrações, inércia e oscilações amortecidas. Dessa forma, o aparato não se limita à apresentação de um fenômeno natural específico, mas atua como recurso para articular experimentação, observação e interpretação física.

2.1. Observação em sala de aula

O conteúdo de ondas foi trabalhado em sala de aula com os alunos do segundo ano do Ensino Médio. Ao todo, foram utilizadas nove aulas relacionadas a esse tema, incluindo duas aulas destinadas à aplicação de provas, uma aula de revisão para a recuperação e uma aula de revisão de notação científica.

Ao longo dessas aulas, foram trabalhados os seguintes tópicos, com base na abordagem apresentada por Young e Freedman (2012):

1. introdução ao estudo das ondas;
2. conceito de onda;
3. ondas e energia;
4. classificação das ondas quanto à sua natureza: ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas;
5. classificação das ondas quanto ao modo de vibração: ondas transversais e longitudinais;
6. características físicas de uma onda;
7. velocidade de propagação de uma onda;
8. potência e intensidade na propagação de uma onda.

3. METODOLOGIA DE TRABALHO

Para analisar os efeitos da apresentação do sismógrafo, foi utilizado um questionário estruturado, composto por perguntas de resposta aberta, aplicado antes e depois da atividade. Os questionários de entrada e saída permitiram verificar o conhecimento prévio dos alunos sobre o sismógrafo e observar possíveis mudanças em seu entendimento após a apresentação. As perguntas abordaram aspectos relacionados ao funcionamento do sismógrafo, à sua finalidade e aos princípios físicos envolvidos, permitindo uma comparação descritiva entre as respostas obtidas antes e depois da intervenção.

Essa estratégia de comparação entre respostas antes e depois da atividade foi utilizada como forma de acompanhar mudanças na participação e na compreensão conceitual dos estudantes, em consonância com propostas de ensino de Física por investigação que valorizam a análise do envolvimento dos alunos em atividades experimentais (Moura, 2018).

O questionário foi composto por quatro perguntas abertas relacionadas ao sismógrafo e ao estudo da sismologia:

1. O que é um sismógrafo?
2. Como funciona um sismógrafo?
3. Para que serve um sismógrafo?
4. Em qual ou quais princípios físicos se baseia o sismógrafo?

Com essas perguntas, foi possível avaliar os alunos de forma direta e rápida. Foram elaboradas respostas de referência durante o estudo do sismógrafo para essas perguntas, conforme abaixo:

1. É um instrumento de medida utilizado para detectar e registrar vibrações do solo, sejam elas causadas por processos naturais, como abalos e tremores, ou por ações humanas.
2. Quando se pisa no chão, por exemplo, é gerada uma vibração mecânica que pode ser extremamente pequena e, por vezes, imperceptível. O sismógrafo funciona a partir da detecção dessas perturbações, convertendo o movimento mecânico em um sinal que pode ser registrado e visualizado em forma gráfica.
3. O sismógrafo serve para estudar abalos, tremores e ondas sísmicas, contribuindo para a compreensão de fenômenos relacionados à dinâmica da Terra. Historicamente, dispositivos precursores, como o sismoscópio atribuído a Zhang Heng, já buscavam detectar a ocorrência de terremotos, ainda que sem registrar sua intensidade como fazem os instrumentos modernos (Encyclopaedia Britannica).
4. Os sismógrafos funcionam com base em princípios físicos como a inércia e a ondulatória (Silva, s.d.). Quando ocorre uma vibração no solo, uma parte do sistema tende a acompanhar esse movimento, enquanto outra parte tende a permanecer relativamente em repouso devido à sua inércia. Essa diferença de movimento permite detectar a perturbação produzida e relacioná-la à propagação de ondas mecânicas (Portal São Francisco).

3.1. Descrição do sismógrafo didático

O aparato utilizado na atividade foi construído a partir de um disco piezoelétrico acoplado a uma base mecânica e conectado a um sistema de aquisição de dados baseado em Arduino. Essa plataforma é frequentemente utilizada em projetos didáticos de programação, automação e aquisição

de sinais (Viana, 2020), além de aparecer em propostas semelhantes voltadas ao uso de sensores piezoelétricos e plataformas abertas no ensino de Física (Amorim et al., 2021). O conjunto experimental inclui uma massa vibratória, uma estrutura de suporte e um circuito simples de condicionamento de sinais, responsável por adequar a resposta elétrica do sensor à faixa de leitura da placa microcontroladora. Quando ocorrem perturbações mecânicas na superfície de apoio, como passos ou pequenas batidas próximas ao sistema, o disco piezoelétrico sofre deformações mecânicas e produz variações de tensão que são registradas pelo Arduino.

A Figura 1 mostra o aparato experimental utilizado e um exemplo típico do sinal obtido durante a atividade. Observa-se que diferentes formas de excitação mecânica produzem respostas distintas no gráfico temporal, permitindo discutir qualitativamente conceitos relacionados à propagação de perturbações, oscilações amortecidas, inércia e interpretação do registro experimental (van Wijk et al., 2013). A visualização em tempo real do sinal contribuiu para ampliar o caráter investigativo da atividade, permitindo que os estudantes associassem diretamente as perturbações mecânicas realizadas no ambiente às variações observadas no gráfico (Saraò et al., 2016).

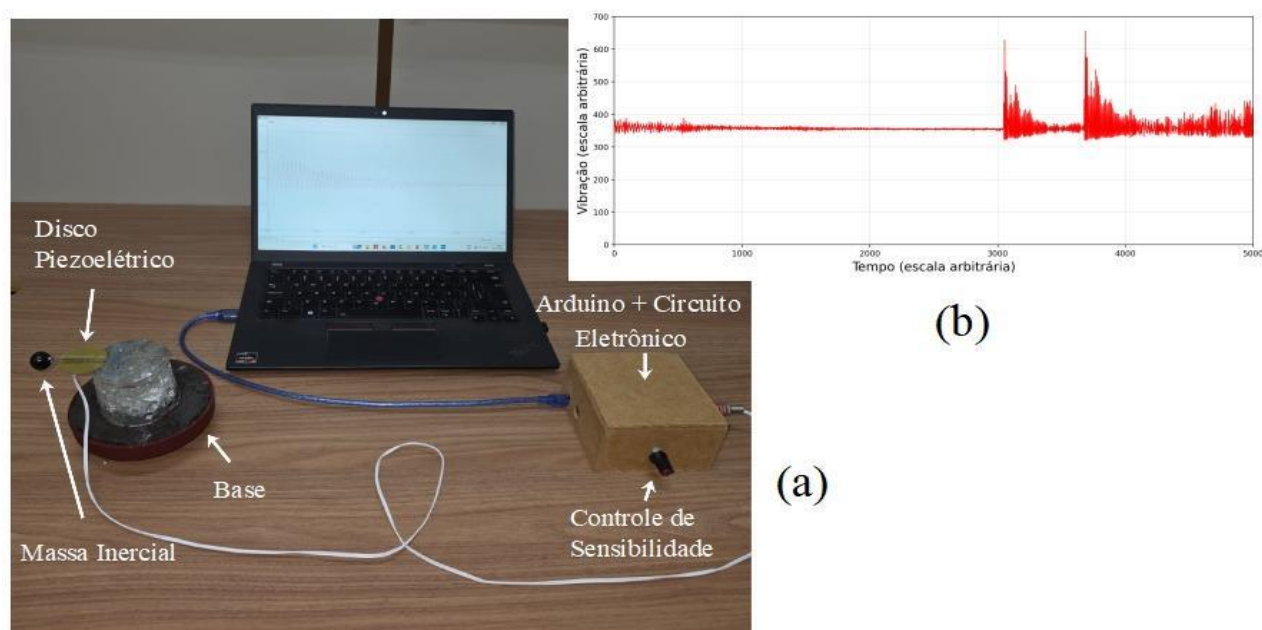


Figura 1 – Sismógrafo didático utilizado na atividade. (a) Aparato experimental composto por base, massa inercial, disco piezoelétrico, Arduino + circuito de controle. (b) Exemplo de registro temporal obtido em tempo real, evidenciando a resposta do sistema a perturbações mecânicas produzidas no ambiente.

Fonte: Autores.

3.2. Procedimento

A condução do estudo foi organizada de modo que o questionário fosse aplicado antes e depois da apresentação do sismógrafo. O questionário de entrada foi aplicado duas semanas antes da

apresentação, com a intenção de levantar o conhecimento prévio dos alunos e despertar sua curiosidade sobre o aparelho.

Após a coleta inicial, aguardou-se duas semanas para a realização da atividade na escola. No início da apresentação, os alunos do terceiro ano também estiveram presentes para acompanhar a explicação. A atividade foi iniciada com uma revisão sobre o conceito de ondas, seguida da apresentação do sismógrafo, de seu princípio de funcionamento e de sua relação com os conteúdos previamente trabalhados em sala.

Durante a apresentação, foram abordados aspectos como a finalidade do sismógrafo, sua construção, sua importância no estudo de vibrações e terremotos e alguns elementos históricos relacionados ao desenvolvimento da sismologia. As Figuras 2 e 3 mostram momentos da atividade desenvolvida com os alunos, incluindo a abordagem dos conceitos envolvidos no funcionamento do aparelho e a prática com o sismógrafo no espaço da biblioteca.

Após a apresentação, o mesmo questionário foi entregue novamente aos alunos, constituindo a coleta de dados de saída. Com as respostas obtidas nos questionários de entrada e saída, foi realizada uma comparação descritiva, buscando identificar possíveis mudanças no repertório conceitual dos estudantes sobre o sismógrafo, sua finalidade e os princípios físicos associados ao seu funcionamento.



Figura 2 – Abordagem dos conceitos do funcionamento do sismógrafo.
Fonte: Simoni Nogueira 2025.



Figura 3 – Prática do sismógrafo com os alunos na biblioteca.
Fonte: Simoni Nogueira 2025.

4. ANÁLISE E RESULTADOS

A análise dos resultados considerou dois aspectos complementares da atividade: a resposta experimental do sismógrafo didático às perturbações mecânicas e as respostas dos estudantes aos questionários aplicados antes e depois da intervenção. Do ponto de vista experimental, o registro temporal apresentado na Figura 1 evidencia que o aparato responde de forma distinta a excitações produzidas no ambiente, como passos ou pequenas batidas próximas ao sistema. Essa resposta aparece no gráfico como variações em torno de uma linha média, seguidas de oscilações transitórias, o que permite relacionar a observação experimental aos conceitos de inércia, amortecimento e propagação de perturbações mecânicas, em consonância com propostas que utilizam sismômetros didáticos para explorar conceitos fundamentais de Física experimental (van Wijk et al., 2013). Dessa forma, o equipamento não atuou apenas como objeto demonstrativo, mas como recurso para associar um fenômeno físico concreto a uma representação gráfica interpretável pelos estudantes.

Em relação aos dados obtidos nos questionários de entrada e saída, foi realizada uma análise descritiva, comparando as respostas apresentadas antes e depois da atividade.

A turma do segundo ano era composta por 19 alunos. Na aplicação do questionário de entrada, estavam presentes 15 alunos, dos quais 10 responderam ao instrumento. Entre esses 10 alunos, apenas 4 responderam à questão que solicitava a descrição do funcionamento do sismógrafo, e nenhum respondeu à questão sobre os princípios físicos envolvidos no aparelho.

No questionário de saída, observou-se uma mudança nesse padrão. Dos 19 alunos da turma, 16 estavam presentes no dia da apresentação, e 13 responderam ao questionário. Na questão sobre o funcionamento do sismógrafo, apenas 1 dos 13 alunos deixou de responder. Já na questão referente aos princípios físicos presentes no funcionamento do aparelho, 5 alunos não apresentaram resposta.

Com base nas respostas obtidas, foi elaborado um gráfico de colunas relacionando os dados dos questionários de entrada e de saída. No gráfico, foram comparados os seguintes aspectos:

1. número de alunos presentes no dia da aplicação;
2. número de alunos que responderam ao questionário;
3. número total de questões propostas;
4. número total de questões não respondidas;
5. número total de questões respondidas;
6. número total de acertos no questionário.

De acordo com os dados, observa-se uma mudança no padrão de respostas entre o questionário inicial e o questionário final. No questionário de saída, os estudantes responderam a um número maior

de questões, em comparação com o questionário de entrada, indicando maior participação na atividade e maior familiaridade com os conceitos discutidos durante a apresentação do sismógrafo.

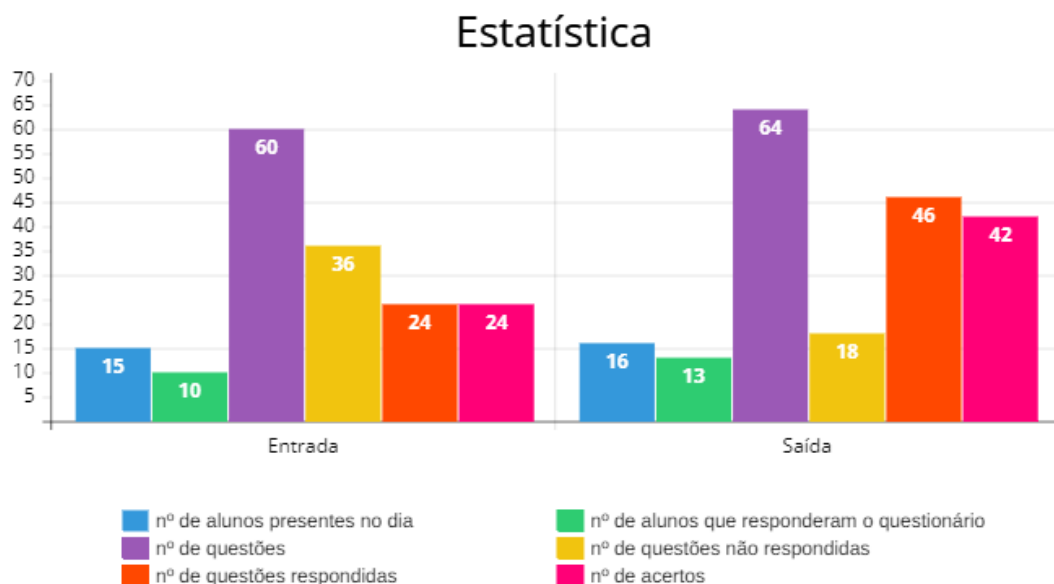


Figura 4 – Estatística de entrada e saída dos questionários.

Fonte: Autores.

Também foi observado aumento no número de respostas consideradas corretas ou conceitualmente mais próximas do esperado, especialmente nas questões relacionadas ao funcionamento do sismógrafo e aos princípios físicos envolvidos. Embora essa análise tenha caráter descritivo e esteja limitada ao grupo participante, os resultados sugerem que a apresentação prática do instrumento pode ter contribuído para ampliar o repertório conceitual dos estudantes sobre vibrações, ondas, inércia e princípio de funcionamento do sismógrafo.

Assim, a atividade indica que o uso de instrumentos didáticos em sala de aula pode favorecer a participação dos estudantes e tornar mais concreta a relação entre conceitos físicos e fenômenos observáveis, especialmente quando o aparato permite visualizar diretamente a resposta do sistema a perturbações mecânicas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos, a aplicação prática do sismógrafo em sala de aula mostrou-se uma estratégia promissora para aproximar os estudantes de conceitos físicos associados às ondas, vibrações mecânicas, inércia e funcionamento de instrumentos científicos. A comparação entre os questionários de entrada e saída indicou maior participação dos alunos e aumento no número de respostas conceitualmente mais próximas do esperado, sugerindo que a atividade pode ter contribuído para ampliar o repertório dos estudantes sobre o tema.

Além do aspecto conceitual, a visualização em tempo real do sinal produzido pelo sismógrafo favoreceu a relação entre fenômenos físicos observáveis e sua representação gráfica. Esse ponto é relevante porque permite que o aparelho seja compreendido não apenas como uma ferramenta para discutir terremotos, mas também como um recurso didático para explorar oscilações, amortecimento, propagação de perturbações mecânicas e aquisição de dados.

Dessa forma, a experiência reforça a importância de práticas experimentais no ensino de Física, especialmente quando os estudantes podem observar, questionar e interpretar diretamente os fenômenos estudados. A atividade também se articula com uma perspectiva construtivista de aprendizagem, na qual o conhecimento é favorecido pela interação do estudante com o objeto de estudo, pela mediação docente e pela reflexão sobre a experiência realizada.

Como perspectiva futura, pretende-se aprimorar o protótipo e ampliar as possibilidades de exploração didática do sistema, especialmente por meio de atividades investigativas envolvendo diferentes tipos de perturbação mecânica e a interpretação dos sinais registrados pelo aparato.

6. AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

AMORIM, C. A. D.; VILLAS-BÔAS, L. A.; MORAIS, F. J. O.; MATULOVIC, M. Desenvolvimento de um sismógrafo empregando sensores piezoelétricos em plataforma Arduino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, e20210267, 2021.

BARBOSA, P. M. R. O construtivismo e Jean Piaget. **Educação Pública**, v. 15, n. 12, 2015.
ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA. Seismograph. Britannica Online. Disponível em: <https://www.britannica.com/science/seismograph>. Acesso em: 7 mai. 2024.

FERRARI, S.; DURIGON DE SANTI, G.; HECKLER, M. Sismologia: construção de um sismógrafo. In: MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 1., 2011, Concórdia. **Anais...** Concórdia: Instituto Federal Catarinense, 2011.

FOESEL, A.; HINZ, D. Learning physics while monitoring vibrations of the Earth—investigating seismic phenomena by using a Raspberry Pi. **European Journal of Physics**, v. 46, n. 2, p. 025802, 2025.

KAFKA, A. L.; EBEL, J. E.; BARNETT, M.; MACHERIDES-MOULIS, A.; CAMPBELL, L.; GORDON, S. E. Classroom seismographs and the challenge of encouraging a culture of scientific inquiry in K–12 schools. **Seismological Research Letters**, v. 77, n. 6, p. 734–742, 2006.

MOURA, F. A. **Ensino de Física por investigação:** uma proposta para o ensino de empuxo para alunos do ensino médio. 2018. 98 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Sociedade Brasileira de Física, Belém, 2018.

PORTAL SÃO FRANCISCO. **Sismógrafo.** Disponível em: <https://www.portalsaofrancisco.com.br/fisica/sismografo>. Acesso em: 7 mai. 2024.

SARAÒ, A.; CLOCCHIATTI, M.; BARNABA, C.; ZULIANI, D. Using an Arduino seismograph to raise awareness of earthquake hazard through a multidisciplinary approach. **Seismological Research Letters**, v. 87, n. 1, p. 186–192, 2016.

SILVA, D. C. M. **A primeira lei de Newton e os terremotos.** Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/a-primeira-lei-inercia-os-terremotos.htm>. Acesso em: 7 mai. 2024.

VAN WIJK, K.; CHANNEL, T.; VISKUPIC, K.; SMITH, M. L. Teaching geophysics with a vertical-component seismometer. **The Physics Teacher**, v. 51, n. 9, p. 552–554, 2013.

VIANA, C. C. **Fundamentos de programação para Arduino.** Blog da Robótica, 21 set. 2020. Disponível em: <https://www.blogdarobotica.com/2020/09/21/fundamentos-de-programacao-para-arduino/>. Acesso em: 7 mai. 2024.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física II:** termodinâmica e ondas. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012. 392p.