



### FÍSICA EM UM MUSEU DE BIOLOGIA: UM ESTUDO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS ATRAVÉS DE VARIÁVEIS HIDROLÓGICAS DA MATA ATLÂNTICA

#### PHYSICS IN A MUSEUM OF BIOLOGY: A STUDY OF CLIMATE CHANGE THROUGH HYDROLOGICAL VARIABLES IN THE ATLANTIC FOREST

Thiago Auer Camilo de Jesus<sup>1</sup>, Laercio Ferracioli<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGEFis/UFES)  
<http://www.ensinodefisica.ufes.br/>

<sup>2</sup>Instituto Nacional da Mata Atlântica (INMA), <https://www.gov.br/inma/pt-br>

#### Resumo

Estudos em escala global apontam que as mudanças climáticas são uma realidade concreta a ser enfrentada. Dados atuais revelam uma variação em medidas de variáveis hidrológicas em biomas, tais como, o bioma Mata Atlântica. Esses estudos revelam tendências em mudanças acentuadas no padrão de períodos de secas e cheias, com conseqüente desaparecimento de ecossistemas. Nesse contexto, foi estruturada uma oficina visando levar estudantes de Ensino Fundamental e Médio a refletirem sobre as mudanças climáticas a partir de conceitos da Física, Biologia, Química e Matemática, com um enfoque na articulação entre *pensar e fazer*, além do referencial da ciência cidadã e da Base Nacional Comum Curricular. Partindo de procedimentos de coleta de dados de pesquisa desenvolvida no INMA - Instituto Nacional da Mata Atlântica, estudantes engajaram na proposta apresentada. A oficina foi realizada tanto em sala de aula quanto em um *hotspot* de biodiversidade na Mata Atlântica, o parque do Museu de Biologia Prof. Mello Leitão (MBML), sede do INMA, em Santa Teresa, Estado do Espírito Santo e contou com a participação de 118 alunos de 6 turmas da 1ª série do Ensino Médio da EEEFM José Pinto Coelho que coletaram dados para o cálculo da vazão do Córrego São Pedro que passa pelo Parque do Museu e atrás da Escola. Após as atividades, resultados preliminares revelam que os alunos apresentam dificuldades em realizar matemática básica, média aritmética, equações e conversão de unidades. Em relação às mudanças climáticas, foi possível observar que apresentaram um conhecimento básico sobre a temática.

**Palavras-Chave:** Ciência; tecnologia; ensino médio; mudanças climáticas; vazão.

#### Abstract

Studies on a global scale point out that climate change is a reality to be faced. Current data reveal a change in hydrological variable measures in such as the Atlantic Forest biome. These studies show changes in the pattern of drought periods, with consequent disappearance of ecosystems. Then, a workshop was structured for elementary and high school students to reflect on climate change from concepts of Physics, Biology, Chemistry and Mathematics, with a focus on the context between thinking and doing, in addition to the reference of citizen science and Common National Curriculum Base. Part of procedures for collecting data from research developed at INMA - Instituto Nacional da Mata Atlântica, students engaged in the proposal presented. The workshop was held both in the classroom and in a biodiversity hotspot in the Atlantic Forest, the park of the Museum of Biology Prof. Mello Leitão (MBML), INMA's headquarters, in Santa Teresa, State of Espírito Santo and was attended by 118 students from 6 classes of the 1st grade of high school at EEEFM José Pinto Coelho who collected data to calculate the flow of the Stream São Pedro that passes through the park of the Museum and behind the School. After the activities, the results revealed that students



## 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*

have difficulties in performing basic math calculations, arithmetic average, equations e unit conversion. In relation to climate change, it was possible to observe that the students presented a basic knowledge on the subject.

**Keywords:** Science; technology; communication; high school; climate change.

### Introdução

A Mata Atlântica é a segunda maior floresta tropical da América do Sul, se distribui de norte a sul por todo o litoral leste do Brasil. A riqueza de espécies, endemismo e a pequena fração do original floresta leva esse bioma ocupar a 5ª posição no ranking de hotspots de biodiversidade (MITTERMEIER *et. al.*, 2005), por isso essa região é altamente prioritária para a conservação da biodiversidade mundial. No local da pesquisa, região de Santa Teresa, Estado do Espírito Santo, em 1997, foram registradas 443 espécies de árvores por hectare (THOMAS; MONTEIRO, 1997) e essa diversidade de árvores pode ser tão alta quanto nas florestas do Parque Estadual da Serra do Mar no Estado de São Paulo (ROCHELLE, 2008). A manutenção dos regimes climáticos depende da preservação do que resta da Mata Atlântica, assim como, os ciclos hidrológicos (RIBEIRO *et. al.*, 2009).

O território brasileiro também é dotado de uma vasta e densa rede hidrográfica, muitos de seus rios destacam-se por sua extensão, largura ou profundidade. A vazão média anual dos rios brasileiros é de 179 mil m<sup>3</sup>/s, o que corresponde a aproximadamente 12% da disponibilidade hídrica superficial mundial (PBMC, 2013). De acordo com ALVARENGA *et. al.*, 2018, a avaliação anual da água, mostra uma redução da sua disponibilidade em 83%, 73% e 67% e 59%, 53% e 65% durante três períodos de tempo, 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2099, respectivamente. Os resultados sugerem que as mudanças climáticas e podem afetar o balanço hídrico de diversas maneiras, tais como, mudanças na evapotranspiração, teor de umidade do solo, problemas de saúde humana, ecossistemas, desastres naturais, redução da disponibilidade de água, alimentos e produção de energia. Portanto há a necessidade de uma avaliação mais aprofundada do potencial impacto das mudanças climáticas sobre os biomas e os recursos hídricos (ALVARENGA *et. al.*, 2018) para sua divulgação para a sociedade. Nesse contexto é que foi estruturado esse estudo envolvendo alunos da Educação Básica para promover a divulgação, entendimento e engajamento nesse cenário de impactos no bioma Mata Atlântica.

### 1. Fundamentação Teórica

O estudo foi estruturado no formato de oficinas que, além de enfatizar os impactos das mudanças climáticas sobre os biomas e bacias hidrográficas, abordou aspectos da BNCC que sugerem a utilização de tecnologias nos processos de ensino e aprendizagem e o envolvimento social promovido pela ciência cidadã. Visando promover a participação de cidadãos na coleta de dados em pesquisas acadêmicas a partir de metodologias participativas, a ciência cidadã além ampliar a rede de pessoas comprometidas com alguma temática, promove a compreensão dessas pessoas do processo de investigação para a construção do conhecimento científico. Daí a conexão



## 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*

com as competências gerais da BNCC relacionadas ao *Conhecimento, Pensamento científico, crítico e criativo, Argumentação e Comunicação*.

No contexto de coleta voluntária de dados ambientais para o conhecimento do ambiente natural, incluindo o monitoramento biológico e a coleta ou interpretação de observações (ROY *et al.*, 2012), a ciência cidadã emerge de sua utilização em diversas áreas da ciência observacional, tais como, mudanças climáticas, espécies invasoras, biologia da conservação, restauração ecológica, monitoramento da qualidade da água, ecologia populacional (SILVERTOWN, 2009), biodiversidade, fenologia, meteorologia e astronomia (ROY *et al.*, 2012).

A Ciência Cidadã tem um grande potencial, pois o envolvimento e sentimento de controle sobre o processo científico é um poderoso motivador, mesmo assim é importante saber que a motivação de cada um pode variar, uma vez que não é possível organizar e desenvolver um projeto de ciência cidadã que atenda às necessidades de todos voluntários, o que muitas vezes pode tornar o processo falho. Desta forma, os projetos devem ser adaptados aos interesses e conjuntos de habilidades dos participantes, portanto, compreender as motivações e expectativas é crucial para desenvolver projetos de sucesso (ROY *et al.*, 2012). A participação voluntária em estudos ecológicos tornou-se um dos pilares da pesquisa voltada para a conservação da biodiversidade (DICKINSON; ZUCKERBERG; BONTER, 2010), fato que nos motivou a levar a ciência cidadã para a escola, alinhando os conceitos de Ciências da Natureza à temática mudanças climáticas e impactos ambientais, abrindo caminhos para possíveis reflexões acerca dos temas abordados.

## 2. Métodos e Materiais

### 2.1. Área de estudo

O parque do Museu de Biologia Prof. Mello Leitão (MBML), sede do INMA - Instituto Nacional da Mata Atlântica, está localizado no centro de Santa Teresa - Espírito Santo. Possui uma área de aproximadamente 80 hectares de Mata Atlântica que abriga uma variedade de espécies representantes da fauna e flora brasileira. O objetivo do INMA é realizar pesquisa, promover a inovação científica, formar recursos humanos, conservar acervos e disseminar conhecimento nas suas áreas de atuação, relacionadas ao bioma, propiciando ações para a conservação da biodiversidade e a melhoria da qualidade de vida da população brasileira. Assim, a sede do INMA é frequentada por cerca de 90 mil visitantes/ano, constituído de públicos escolares e grande público, além de visitas técnico-científicas (INMA, 2021).

### 2.2. A oficina

A Oficina teve a duração de aproximadamente um mês e contou com a participação de 118 alunos de 6 turmas, da 1ª série do Ensino Médio da EEEFM José Pinto Coelho e seus professores de Física. Foi desenvolvida em três etapas, conforme descrito a seguir.

### 2.3. Avaliação dos conhecimentos prévios, apresentação e organização da oficina

Em sala de aula, foi aplicado um questionário com o objetivo de diagnosticar o que os alunos entendiam sobre o tema “Mudanças Climáticas”. Na sequência, uma breve introdução sobre o tema e objetivos gerais do projeto foram apresentados. Após a discussão, cada aluno foi designado a



uma função específica na coleta dos dados no MBML. Para fazer as medidas manuais da velocidade da água que passa no córrego, como parte do cálculo de fluxo, foram selecionados 5 alunos para lançamento do limão, 11 alunos para medir o tempo, 1 aluno para coletar o limão depois de lançado e os demais alunos ficaram responsáveis pelo registro de fotos e vídeos. Foi montada uma tabela com a organização dos grupos e suas respectivas anotações.

### 2.4. Visita e coleta de dados no parque do MBML

Nos dias 22/03/2022, 24/03/2022 e 31/03/2022, nos turnos matutino e vespertino, os estudantes fizeram um *tour* pelo Museu passando pelos principais pontos, logo depois se dirigiram ao local de coleta de dados, a ponte que dá acesso à casa Augusto Ruschi, próximo ao viveiro de pássaros. Depois de um aprofundamento no tema, com enfoque na importância da Mata Atlântica, os alunos foram posicionados em seus devidos lugares: lançadores de limão ficaram próximos à margem do córrego, a montante, a seis metros da ponte; marcadores de tempo ficaram distribuídos em cima da ponte; o coletor de limão ficou depois da ponte, a jusante; responsáveis pela filmagem ficaram distribuídos por toda a área de coleta. Foram realizados 5 lançamentos, 11 medidas de tempo para cada um e os dados foram anotados em uma tabela. No encerramento da atividade, medições de profundidades, largura e comprimento do trecho do córrego foram feitas.

### 2.5. Cálculo da vazão em sala de aula

Os alunos receberam um roteiro com todas as instruções de como calcular a área média da seção transversal do córrego, assim como o tempo médio em que o limão percorreu a extensão de 6 metros. A atividade foi realizada em três aulas, onde cada estudante foi orientado a determinar o fluxo médio em litros por minuto. Foram envolvidos os conceitos de Mecânica de Fluidos da Física, Geometria Espacial e Estatística da Matemática.

## 3. Resultados e Discussões

Durante a oficina houve três momentos de avaliação: o questionário diagnóstico, a participação na coleta de dados e o cálculo da vazão do córrego. O questionário diagnóstico apresentou 5 perguntas de múltipla escolha e uma discursiva, sendo que na primeira pergunta “Você já ouviu falar em Mudanças Climáticas?” (múltipla escolha), 112 dos 118 alunos responderam que sim e os outros 6 responderam talvez. Nenhum aluno respondeu que não. Nas outras 4 perguntas de múltipla escolha, duas criadas pelo professor, uma do livro didático e uma do ENEM, percebeu-se que os alunos apresentaram resultados medianos e constatando que não tiveram conhecimentos básicos consolidados no passado. Assim, foi necessário um aprofundamento no tema “Mudanças Climáticas”. Na questão discursiva os alunos foram solicitados a escrever 6 palavras ou expressões relacionadas a mudanças climáticas. Como resposta obtivemos: aquecimento global (45,76 %), chuva (38,98 %), frio (35,59 %), efeito estufa (31,35 %), calor (29,66 %), secas (23,72 %), desmatamento (21,18 %), enchentes (16,10 %), Sol (14,40 %), queimadas (14,40 %), derretimento das geleiras (13,55 %), furacão (11,01 %), temperatura (9,32 %). As palavras: poluição, chuva ácida, raios, massas de ar, desastres, vento, granizo, combustíveis fósseis, terremotos, gás carbônico, umidade, frente fria, reflorestamento e biodigestor apareceram com frequência abaixo de 9 %.

O segundo momento foi a visita e coleta de dados no MBML onde a tabela foi preenchida com as medidas de tempo coletadas pelos estudantes. Logo depois, medidas de largura, profundidade e comprimento do trecho do córrego foram feitas e anotadas.



## 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*

A terceira parte aconteceu em sala de aula e os alunos fizeram os cálculos da vazão do córrego. Dos 118 alunos, 78 alunos conseguiram concluir a atividade seguindo o roteiro explicativo elaborado pelo professor, sendo que os 40 alunos que não fizeram, não seguiram o roteiro ou não se interessaram em realizar a atividade. Dos 78 que concluíram, 43 realizaram adequadamente e chegaram a uma resposta de vazão média de aproximadamente 15 mil litros por minuto, já os 35 restantes conseguiram finalizar, mas erraram nas unidades de medidas e chegaram a uma resposta errada. Analisando os resultados, podemos perceber que os alunos apresentam dificuldades na hora de seguir o roteiro explicativo, realizar cálculos de matemática básica, média aritmética, equações e conversão de unidades.

No contexto da prática da ciência cidadã, a atividade de pesquisa em um Museu de Biologia evidenciou que o aluno teve uma visão mais ampla e significativa dos conteúdos de Ciências da Natureza e Matemática, talvez pelo fato de que a teoria e prática estão conectadas e o estudante consegue observar, empiricamente, uma utilidade naquilo em que está fazendo. Além disso, são as asserções de valor, aquilo que o aluno aprende de mais importante, os pontos que mais importam na oficina, onde a significância dos resultados é evidenciada pelo fato deles induzirem um questionamento do processo de ensino-aprendizagem relacionado a esses conceitos. (FERRACIOLI, 2010).

#### 4. Considerações Finais

Os resultados da Oficina “Vazão do Córrego São Pedro” apontam para o fato de que, em atividades experimentais dentro de um ambiente diferente da escola, partindo da perspectiva da ciência cidadã, o aluno tende a um engajamento maior quando comparada a uma aula expositiva tradicional, talvez pelo fato do aluno vivenciar um ambiente diverso ao da escola. Atividades como esta devem ser feitas com maior frequência, partindo do princípio que é importante que o estudante esteja envolvido com o método científico. Além disso, diante das mudanças no clima e ecossistemas, esse tipo de oficina parece constituir em uma ferramenta essencial para o desenvolvimento tanto intelectual quanto experimental, logo, como parte do planejamento, uma oficina de pluviometria e outra de temperatura e umidade relativa do ar aplicadas em seguida, buscam, em conjunto, evidenciar ainda mais a relação que há entre mudanças climáticas e variáveis hidrológicas. Portanto o projeto em geral, busca através da coleta e análise de dados, conscientizar os jovens a buscar medidas que possam reduzir os danos que o ser humano vem causando durante anos, melhorando a qualidade de vida desta e das próximas gerações.

#### Referências

ALVARENGA, L.A, DE MELLO, C.R., COLOMBO, A., CHOU, S.C., CUARTAS, L.A. and VIOLA, M.R. Impacts of Climate Change on the Hydrology of a Small Brazilian Headwater Catchment Using the Distributed Hydrology-Soil-Vegetation Model. **American Journal of Climate Change**, v.7, p.355-366, 2018. <https://doi.org/10.4236/ajcc.2018.72021>

DICKINSON, J.L., ZUCKERBERG, B. & BONTER, D.N. Citizen Science as an Ecological Research Tool: Challenges and Benefits. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, pp. 149-172, 2010.

FERRACIOLI, L. O ‘V’ Epistemológico como Instrumento Metodológico para o Processo de Investigação. **Revista Didática Sistêmica 1**: p.106-125, 2010.



## 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*

INMA, Instituto Nacional da Mata Atlântica. **O Museu de Biologia Professor Mello Leitão (MBML)**. Disponível em: <https://www.gov.br/inma/pt-br> (acessada em 13/10/2022).

MITTERMEIER, R. A. et al.. **Hotspots revisited**: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. Cemex, Hardcover, 2005.

PBMC – Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 2 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Sumário Executivo do GT2. PBMC**, Rio de Janeiro, 2013.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, 142, p.1141-1153, 2009.

ROCHELLE, A. L. C. **Heterogeneidade ambiental**: diversidade e estrutura da comunidade arbórea de um trecho da Floresta Ombrófila. 2008. 126f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, São Paulo.

ROY, H.E., POCOCK, M.J.O., PRESTON, C.D., ROY, D.B., SAVAGE, J., TWEDDLE, J.C. & ROBINSON, L.D. **Understanding Citizen Science & Environmental Monitoring**. Final Report on behalf of UK-EOF. NERC Centre for Ecology & Hydrology and Natural History Museum, pp. 5-11, 2012.

SILVERTON, J. **A new dawn for citizen science**. Trends in Ecology & Evolution. v.24, p.467-471, 2009.

MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**, v.1, Brasília, 2016.

THOMAZ, L.D. & MONTEIRO, R. Composição florística da Mata Atlântica de encosta da Estação Biológica de Santa Lúcia, município de Santa Teresa – ES. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão (Nova Série)**, v.7, p.1-48, 1997.