

### VISUALIZANDO O INVISÍVEL: UMA PROPOSTA DIDÁTICA SOBRE ESPAÇO-TEMPO E BURACOS NEGROS NA FEIRA DE CIÊNCIAS

**Marcio Nascimento de Oliveira<sup>1</sup>.**

Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Caçapava do Sul, RS.

<http://lattes.cnpq.br/9918623225020511>

**RESUMO:** O presente relato descreve uma proposta didática desenvolvida por estudantes do Ensino Médio para a Feira do Conhecimento, abordando conceitos de espaço-tempo e buracos negros a partir da Teoria da Relatividade Geral. Por meio de pesquisa bibliográfica e construção de um experimento visual utilizando materiais acessíveis, foi possível representar a curvatura do espaço-tempo causada por corpos massivos. A atividade favoreceu a compreensão de temas da Física Moderna, estimulando o protagonismo estudantil, o pensamento crítico e a popularização científica no contexto escolar.

**PALAVRAS-CHAVE:** Feira de Ciências. Física Moderna. Educação Básica.

#### VISUALIZING THE INVISIBLE: A TEACHING PROPOSAL ON SPACE-TIME AND BLACK HOLES AT THE SCIENCE FAIR

**ABSTRACT:** This report describes an educational proposal developed by high school students for the Knowledge Fair, addressing concepts of space-time and black holes based on the Theory of General Relativity. Through bibliographic research and the construction of a visual experiment using accessible materials, it was possible to represent the curvature of space-time caused by massive bodies. The activity promoted understanding of topics in modern physics, stimulating student leadership, critical thinking, and the popularization of science in the school context.

**KEYWORDS:** Science Fair. Modern Physics. Basic Education.

#### INTRODUÇÃO

O respectivo trabalho emergiu no contexto da Educação Básica, desenvolvidos por discentes da 1<sup>o</sup> Série do Ensino Médio e 3<sup>o</sup> Série do Ensino Médio, no âmbito de uma proposta para a Feira do Conhecimento do Instituto de Educação Estadual Dr. Bulcão, localizada em Lavras do Sul, RS. Deste modo aqui discutiremos processos realizados na produção dos materiais de pesquisa desenvolvidos pelos discentes sobre Buracos Negro e Espaço-tempo e a confecção de uma alternativa experimental didática, para demonstrar uma representação da curvatura do espaço-tempo causada pela presença de corpos massivos, como descrito pela Teoria da Realidade Geral de Einstein.

De acordo com a formulação teórica desenvolvida por Albert Einstein e colaboradores no início do século XX, os conceitos de espaço-tempo, estabelecidos na Relatividade

Restrita, juntamente com a compreensão da gravidade pela Teoria da Relatividade Geral, permitem caracterizar o Buraco Negro como uma região do espaço onde nem mesmo partículas com velocidades próximas à da luz conseguem escapar. Essa condição extrema ocorre devido à intensa deformação do espaço-tempo provocada pelo colapso gravitacional de uma estrela extremamente massiva e compacta (Oliveira, 2016).

## **OBJETIVO**

Este trabalho tem como objetivo principal desenvolver e apresentar uma proposta didática para a compreensão dos conceitos de espaço-tempo e buracos negros, fundamentados na Teoria da Relatividade Geral de Albert Einstein, por meio de um experimento visual acessível voltado à Feira do Conhecimento no contexto da Educação Básica. Busca-se, com isso, promover a aprendizagem significativa de temas da Física Moderna, estimular o protagonismo estudantil e favorecer a popularização científica dentro do ambiente escolar. Pretende-se, ainda, demonstrar que é possível abordar conteúdos complexos utilizando materiais simples, integrando teoria e prática como estratégia para a construção do pensamento crítico e da autonomia investigativa dos alunos.

## **METODOLOGIA**

Este relato é resultado de uma pesquisa desenvolvida com duas discente da Educação Básica da 1º Série do Ensino Médio e 3º Série do Ensino Médio, com objetivo de um projeto na área da Física sobre temática selecionada pelas mesmas sobre Buracos Negros e Espaço-tempo, com afinidade de apresentação na Feira do Conhecimento, realizada no Instituto de Educação Estadual Dr. Bulcão no 1º Trimestre de 2025.

Nesta pesquisa, adotou-se como procedimento metodológico a pesquisa bibliográfica, a qual se caracteriza pelo levantamento, análise e interpretação de obras e publicações previamente divulgadas, com o intuito de construir o referencial teórico que fundamenta a proposta do trabalho desenvolvido. Tal abordagem visa reunir e examinar contribuições teóricas pertinentes ao tema em questão, oferecendo subsídios para a compreensão do contexto e servindo como base para possíveis desdobramentos conceituais ou empíricos (Oliveira, et al., 2025). Segundo Gil (2002, p. 44), a Pesquisa Bibliográfica “[...] é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados do projeto mostram que é possível abordar temas complexos da Física Moderna na Educação Básica com estratégias didáticas acessíveis. O experimento visual sobre a curvatura do espaço-tempo facilitou a compreensão de conceitos como gravidade, relatividade geral, horizonte de eventos e Buracos Negros. A participação ativa das alunas na pesquisa e apresentação na Feira do Conhecimento evidenciou engajamento e reforçou que a integração entre teoria, prática e materiais simples favorece a aprendizagem e a divulgação científica na escola.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA SOBRE BURACOS NEGROS E ESPAÇO-TEMPO

De acordo com a formulação teórica desenvolvida por Albert Einstein e colaboradores no início do século XX, os conceitos de espaço-tempo, estabelecidos na Relatividade Restrita, juntamente com a compreensão da gravidade pela Teoria da Relatividade Geral, permitem caracterizar o Buraco Negro como uma região do espaço onde nem mesmo partículas com velocidades próximas à da luz conseguem escapar. Essa condição extrema ocorre devido à intensa deformação do espaço-tempo provocada pelo colapso gravitacional de uma estrela extremamente massiva e compacta (Oliveira, 2016).

Buracos Negros são regiões do espaço com um campo gravitacional tão intenso que nada pode escapar de seu interior, nem mesmo a luz. Essa característica os torna completamente escuros e invisíveis, dificultando sua detecção e localização. Apesar da designação “buraco”, trata-se de uma estrutura esférica extremamente densa, não de um vazio no espaço. Ao se aproximar de um buraco negro, atinge-se um ponto sem retorno, onde a atração gravitacional aprisiona qualquer partícula ou radiação. Do ponto de vista do observador externo, é visível apenas uma esfera negra, pois a luz não consegue escapar dessa região para alcançar os olhos do observador (Santos; Silva; Fernandes, 2023).

Um conceito essencial relacionado a essa estrutura é o chamado horizonte de eventos, que corresponde ao limite além do qual a velocidade de escape necessária para superar a atração gravitacional ultrapassa a velocidade da luz. À medida que um corpo se aproxima do buraco negro, essa velocidade de escape aumenta, tornando-se impossível escapar uma vez que se atravessa esse limite (Franciolle, 2021).

A singularidade de um buraco negro, também chamada de seu “coração”, refere-se a um ponto do espaço onde as leis conhecidas da Física deixam de ser aplicáveis. Isso ocorre devido ao colapso gravitacional extremo de uma estrela supermassiva, cuja imensa quantidade de massa é comprimida em um volume extremamente reduzido, fazendo com que a densidade tenda ao infinito. Essa concentração de massa em uma região infinitesimal resulta em um comportamento físico que desafia a descrição matemática convencional, pois muitas grandezas, como a densidade e a gravidade, assumem valores infinitos (Santos; Silva; Fernandes, 2023).

O autor Penrose (2020) complementa essa visão ao afirmar que, nesse ponto singular, a gravidade e outras quantidades físicas se tornam infinitas, tornando-se impossível tratá-las com as ferramentas matemáticas tradicionais. Segundo o autor, qualquer equação que envolva tais infinitos perde o sentido, dando origem ao conceito de “singularidade” no espaço-tempo.

Assim como os buracos negros podem aumentar de tamanho ao absorver matéria, também existe a possibilidade de que percam massa ao emitir pequenas quantidades de energia. Stephen Hawking propôs que os buracos negros poderiam, eventualmente, evaporar e desaparecer por meio de um fenômeno conhecido como radiação Hawking (Santos; Silva; Fernandes, 2023). Segundo essa teoria, mesmo que nada possa escapar do interior de um buraco negro, efeitos quânticos nas proximidades do horizonte de eventos

permitem que ele emita radiação. Esse processo envolve partículas virtuais, pares de partículas e antipartículas que surgem espontaneamente no vácuo. Normalmente, essas partículas se aniquilam mutuamente, mas, próximo ao buraco negro, a intensa gravidade pode separar essas partículas, fazendo com que uma delas seja absorvida com energia negativa, reduzindo a massa do buraco negro, enquanto a outra escapa para o espaço como radiação (Hawking, 2016). Com o tempo, essa emissão contínua poderia levar à completa evaporação do buraco negro.

## CONFECÇÃO DA REPRESENTAÇÃO DA CURVATURA DO ESPAÇO-TEMPO

Neste tópico discutiremos materiais e procedimentos foram envolvidos para confecção do experimento de cunho didático, com intuito de explorar de maneira visual a curvatura do espaço-tempo causada pela presença de corpos massivos, logo a seguir discutiremos materiais e seus processos de confecção.

Materiais utilizados:

- Uma Bacia de 80 Litros com (62 cm de diâmetro e 29.5 cm de altura)
- Prendedores
- Tecido Lycra/cor preta
- Bolinhas de gude
- Bola de Bilhar ou esfera de vidro com (6 cm de diâmetro)

Os processos de confecção do experimento em um primeiro momento foi recortar um tecido Lycra com as dimensões 1x1 metros e prender nas bordas da bacia com prendedores pela parte de dentro da alça da bacia esticando o tecido. Com o tecido elástico preso por uma estrutura circular (Bacia) é deformado por uma bola (Bilhar) enquanto outras esferas menores (bolas de gude) orbitam ou se deslocam em torno da deformação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência relatada reforça a importância de metodologias ativas e interativas no ensino de física, especialmente quando se trata de temas da Física Moderna, frequentemente vistos como abstratos ou distantes da realidade dos estudantes. A representação visual e manipulável da curvatura do espaço-tempo, mesmo com recursos simples, contribuiu para tornar tangíveis conceitos fundamentais da Relatividade Geral, estimulando o pensamento crítico e o interesse científico. A atividade também ressaltou o potencial das Feiras de Ciências como espaços de expressão investigativa e criatividade estudantil, permitindo o protagonismo dos discentes e a valorização do conhecimento científico como prática viva e transformadora dentro da escola.

## REFERÊNCIAS

FRANCIOLLE, Marcello. **O que é o horizonte de eventos do buraco negro (e o que acontece lá?)**. Gaia Ciência, 2021.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

HAWKING, Stephen. **Buracos negros: os buracos negros não são tão negros**. São Paulo: Intrínseca, 2016.

OLIVEIRA, Antonio José Silva. Buracos negros, curvatura espaço-tempo e ondas gravitacionais. **Revista ComCiência**, 2016.

OLIVEIRA, Márcio Nascimento de; SILVA, André Luís Silva da; PINO, José Cláudio Del; TRINDADE, Mirella Branco da; RODRIGUES, Gisele Lopes. Aspectos biográficos de tesla, Rutherford e Heisenberg à luz de princípios da pesquisa bibliográfica: potenciais explorações para o ensino de ciências. **Caderno Pedagógico**, v. 22, n. 9, 2025.

PENROSE, Roger. **Singularidade dos Buracos Negros**. In.: BBC News. 2020.

SANTOS, Marli Santana dos; SILVA, Welberton Rios da; FERNANDES, Iranderly Fernandes de. ASTRONOMIA FÁCIL DE ENTENDER: O MISTÉRIO DOS BURACOS NEGROS: ASTRONOMY EASY TO UNDERSTAND: THE MYSTERY OF THE BLACK HOLES. **Caderno de Física da UEFS**, v. 21, n. 01, p. 1601.1-08, 2023.