



APLICAÇÃO DIDÁTICA DA PONTE DE EINSTEIN–ROSEN: CONSTRUÇÃO DE UMA MAQUETE DO ESPAÇO-TEMPO

Zilda Maria Pedroso

Escola Estadual Wenceslau Braz Itajubá-MG, *zildamariapedroso@yahoo.com.br*

Anna Cecília dos Santos

Escola Estadual Wenceslau Braz Itajubá-MG, *ceciliaaanna8@gmail.com*

Guilherme Vinicius Coimbra Balbino

Escola Estadual Wenceslau Braz Itajubá-MG, *guilhermevinicius311206@gmail.com*

João Vitor Silva Simplício Lopes

Escola Estadual Wenceslau Braz Itajubá-MG, *jaoosimplicio1@gmail.com*

José Antonio Silva Simplício Lopes

Escola Estadual Wenceslau Braz Itajubá-MG, *josesimplicio110707@gmail.com*

Lucas Emanuel Silvestre Castro

Escola Estadual Wenceslau Braz Itajubá-MG, *lsilvestre947@gmail.com*

Yasmin Caroline Rosa Ferreira

Escola Estadual Wenceslau Braz Itajubá-MG, *yasmincaroline3095@gmail.com*

Luara Moraes da Silva Wenceslau

Escola Estadual Wenceslau Braz Itajubá-MG, *luara17moraes@gmail.com*

Rayan Neves Dias

Universidade Federal de Itajubá, *d2023002734@unifei.edu*

Adhimar Flávio Oliveira

Universidade Federal de Itajubá, *adhimarflavio@unifei.edu*

João Ricardo Neves da Silva

Universidade Federal de Itajubá, *jricardo.fisica@unifei.edu.br*

RESUMO

O projeto “Explorando o Espaço-Tempo: Construção de uma Maquete Didática sobre a Ponte de Einstein–Rosen” surge como uma proposta inovadora para aproximar estudantes do ensino médio de conceitos complexos da Física Moderna, como buracos de minhoca, buracos negros e a curvatura do espaço-tempo, conteúdos raramente aprofundados nas escolas públicas. Desenvolvido por alunos do 3º ano da Escola Wenceslau Brás, em Itajubá, e direcionado a turmas do 1º ano, o trabalho consiste na construção de uma maquete que ilustre, de forma acessível e visual, o funcionamento teórico de uma ponte de Einstein–Rosen, facilitando a compreensão de sua estrutura e implicações. A metodologia baseia-se na integração de linguagens oral, gestual e visual, alinhada à teoria de Vygotsky, que valoriza a mediação simbólica e a aprendizagem colaborativa. Após a apresentação, os estudantes interagem com a maquete, fazem perguntas e registram, em um breve formulário, o que compreenderam, permitindo classificar as respostas em três níveis: irregular, regular e excelente. No campo teórico,



o trabalho contextualiza que buracos de minhoca são soluções matemáticas da relatividade geral que funcionariam como atalhos no espaço-tempo, embora sua existência não tenha comprovação experimental, e que sua estabilidade dependeria de matéria exótica com energia negativa. Já os buracos negros, confirmados por observações como imagens diretas e detecções de ondas gravitacionais, são regiões do espaço-tempo com curvatura tão intensa que nem a luz escapa, resultando do colapso gravitacional de estrelas massivas ou da fusão de outros buracos negros. A curvatura do espaço-tempo, proposta por Einstein, é o princípio que unifica essas ideias, descrevendo a gravidade como deformação geométrica causada pela presença de massa e energia. A ponte de Einstein–Rosen, concebida por Einstein e Rosen em 1935, foi inicialmente pensada como um túnel ligando dois buracos negros simétricos, mas mostrou-se instável e de duração efêmera, servindo como base para modelos teóricos posteriores. O processo de construção da maquete, ainda em andamento, prioriza baixo custo e uso de materiais reaproveitados, com possibilidade de incorporar peças feitas por impressão 3D para maior precisão. A execução ocorre em encontros semanais de cerca de 50 minutos, envolvendo pesquisa, planejamento, montagem e integração com a proposta pedagógica. Ao unir teoria e prática, o projeto estimula a curiosidade científica, o raciocínio crítico e habilidades como comunicação e trabalho em equipe, configurando-se como um recurso motivador e inclusivo para o ensino de tópicos avançados de Física.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, B. P. et al. Observation of gravitational waves from a binary black hole merger. *Physical Review Letters*, v. 116, n. 6, p. 061102, 2016.
- AUSUBEL, David P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- EHT COLLABORATION. First M87 Event Horizon Telescope Results. I. The Shadow of the Supermassive Black Hole. *The Astrophysical Journal Letters*, v. 875, n. 1, p. L1, 2019.
- EINSTEIN, Albert. Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie. *Annalen der Physik*, v. 354, n. 7, p. 769-822, 1916.
- EINSTEIN, Albert; ROSEN, Nathan. The particle problem in the general theory of relativity. *Physical Review*, v. 48, n. 1, p. 73-77, 1935.
- FULLER, R. W.; WHEELER, J. A. Causality and multiply connected space-time. *Physical Review*, v. 128, p. 919-929, 1962.
- GIBSON, Ian; ROSEN, David; STUCKER, Brent. *Additive manufacturing technologies: 3D printing, rapid prototyping, and direct digital manufacturing*. 2. ed. New York: Springer, 2015.
- KELLER, Vitor; BUSTAMANTE, Cláudio. Uso de materiais de baixo custo no ensino de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 38, n. 3, e3502, 2016.
- MORRIS, Michael S.; THORNE, Kip S. Wormholes in spacetime and their use for interstellar travel: a tool for teaching general relativity. *American Journal of Physics*, v. 56, n. 5, p. 395-412, 1988.



MORRIS, Michael S.; THORNE, Kip S.; YURTSEVER, Ulvi. Wormholes, time machines, and the weak energy condition. *Physical Review Letters*, v. 61, n. 13, p. 1446-1449, 1988.

OLIVEIRA, Fabio Ferreira de; VIANNA, Deise Miranda; GERBASSI, Reuber Scofano. Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, p. 447-454, 2007.

THORNE, Kip S. *Black holes & time warps: Einstein's outrageous legacy*. New York: W. W. Norton & Company, 1995.

VISER, Matt. *Lorentzian wormholes: from Einstein to Hawking*. Woodbury: AIP Press, 1995.

VYGOTSKY, Lev Semenovich et al. *A formação social da mente*. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1984.