

PULSARES E O ENSINO DE FÍSICA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA IMERSIVA PARA OS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Lucas Ferreira¹, Prof.^a Dr.^a Vanessa Carvalho de Andrade²

¹ Universidade de Brasília (UnB/MNPEF), lucasferreiraunb@gmail.com

² Universidade de Brasília (UnB), Instituto de Física (IF), vcandrade@unb.br

Resumo

Na atualidade, as tecnologias estão presentes nas salas de aula e no ambiente escolar. A presença do smartphone em sala de aula já é uma realidade para muitas escolas do Brasil e do mundo. Com o acesso a experimentos interativos em sala de aula, simulações, fotografias, vídeos, softwares e componentes eletrônicos, os estudantes podem explorar conceitos complexos, compreender processos e encarar o universo de maneira prática e inspiradora. Neste trabalho partiremos da funcionalidade de circuitos eletrônicos simples, como um circuito LED blinker, para relacionar com conceitos astronômicos e astrofísicos de pulsares, técnicas de detecção, radioastronomia e eletrônica. O enfoque do trabalho está no relato da aplicação de uma sequência didática (SD) nos anos finais do ensino fundamental, acessível e de baixo custo, no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), em uma escola de rede privada do Distrito Federal, para o ensino de física, astronomia e astrofísica através de componentes eletrônicos, uso de smartphones e análise de dados a partir de softwares livres. Os estudantes elaboraram slides e apresentaram seminários em inglês sobre temas selecionados, como pulsares, radioastronomia e LEDs. Além disso, a rotação dos estudantes entre grupos a cada atividade da sequência didática promoveu a colaboração e a troca de conhecimentos. A imersão na sala maker possibilitou uma ambientação STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática), com atividades hands-on sobre circuitos elétricos, componentes eletrônicos e o uso de smartphone para captura de vídeo. Trata-se de uma sequência didática que buscou envolver ativamente os estudantes no processo experimental, de forma que conseguissem relacionar os conteúdos escolares com a investigação e resolução de problemas em situações reais. Por fim, a SD “Dos LEDs aos Pulsares” demonstrou ser uma abordagem potencialmente inovadora e eficaz para o ensino de física, astronomia e astrofísica nos anos finais do ensino fundamental.

Palavras-chave: Pulsar; Ensino de Física e Astronomia; Ensino de Astrofísica.

O uso de tecnologia em sala de aula

Cada vez mais, as tecnologias estão presentes nas salas de aula e no ambiente escolar. A presença do *smartphone* em sala de aula já é uma realidade para muitas escolas do Brasil e do mundo. As novas tecnologias e modelos de linguagem gerados através de inteligência artificial, estão garantindo espaço no mercado e também na educação, além do uso de aplicativos gratuitos para *smartphones* e *softwares* livres. Nesse contexto, é importante que os professores e profissionais da área da educação acompanhem e dominem as inovações tecnológicas (BITTENCOURT; ALBINO, 2017; ANDRADE, 2011).

A incorporação de novas tecnologias em sala de aula desempenha um papel importante na transformação do processo de ensino-aprendizagem (SCHIVANI et al., 2017). Além de proporcionar aos estudantes um ambiente mais envolvente, dinâmico e engajador, a utilização de recursos acessíveis e de baixo custo, como jogos e recursos didáticos em ciências e astronomia e o uso de editores de imagens online

livres, são capazes de alavancar a democratização da educação, tornando-a mais inclusiva.

Com o acesso a experimentos interativos em sala de aula, simulações, imagens reais e fotografias, vídeos, *softwares* e componentes eletrônicos, por exemplo, os estudantes podem explorar conceitos complexos, compreender processos e encarar o universo de maneira prática e inspiradora. O uso dessas ferramentas não apenas enriquece o entendimento dos objetos de conhecimento (conteúdos, conceitos e processos), mas também instiga a curiosidade, estimula o pensamento crítico e prepara os estudantes para os desafios de um cenário cada vez mais tecnológico e dinâmico.

Neste artigo partiremos dos resultados de uma pesquisa realizada no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), obtidos na aplicação de uma sequência didática (SD) de ensino de física, para o 8º e 9º ano do ensino fundamental de uma escola de rede privada do Distrito Federal, que abordou conceitos astronômicos e astrofísicos de pulsares, técnicas de detecção, radioastronomia e eletrônica. A sequência didática contou com um experimento interativo, acessível e de baixo custo, para o ensino de astronomia e astrofísica através de componentes eletrônicos, uso de *smartphones* e análise de dados a partir de *softwares* livres. O enfoque do trabalho está na apresentação e análise dos dados obtidos, além da discussão de recursos didáticos e experiências para o ensino de física e astrofísica na educação básica.

Trata-se de uma sequência didática que buscou envolver ativamente os estudantes no processo experimental, de forma que conseguissem relacionar os conteúdos escolares com a investigação e resolução de problemas em situações reais.

A descoberta dos pulsares e Jocelyn Bell

A detecção detalhada de pulsares por Jocelyn Bell foi um dos marcos mais significativos na astrofísica e na história da astronomia. Jocelyn Bell Burnell, uma estudante de pós-graduação da Universidade de Cambridge, desempenhou um papel fundamental na descoberta dos pulsares em 1967, juntamente com seu supervisor.

Os pulsares são estrelas de nêutrons bastante compactas que emitem radiação eletromagnética em rajadas regulares, como pulsos, à medida que giram rapidamente em torno de seu eixo. Em geral, os Pulsares são estrelas compactas de dezenas de quilômetros de diâmetro, mas com massa média de $1,4 M_{\odot}$ (massa solar), o que gera condições específicas de alta rotação, emissões de alta energia, fortes campos magnéticos e intenso campo gravitacional. Além disso, as estrelas de nêutrons representam um dos possíveis estágios finais da vida de uma estrela massiva, juntamente da explosão de supernova ou um buraco negro (PIRES & PEDUZZI, 2021). O ciclo de vida estelar de estrelas tipo Sol e massivas pode ser melhor compreendido através da imagem “Evolução Estelar”, criada pela NASA e Night Sky Network, que foi traduzida e adaptada pelos autores.

Ao analisar as gravações feitas em tiras de papel, Jocelyn Bell notou uma fonte que apresentava um padrão de cintilação incomum. Após algumas semanas, percebeu que essa fonte, que não se assemelhava a outras fontes astronômicas conhecidas, nem às fontes terrestres de interferência de rádio, o sinal dela às vezes reaparecia, quando o telescópio estava apontado para uma direção específica do céu.

Após cuidadosa investigação, Bell descobriu que essa fonte era observada na mesma hora sideral a cada dia, indicando ser uma fonte astronômica fixa. Ela discutiu isso com seu orientador e decidiram examinar mais de perto o padrão de cintilação. No início de novembro de 1967, um registrador de gráficos mais rápido foi instalado. Após um mês sem avistamentos, no dia 28 de novembro daquele ano, a fonte reapareceu e foi revelada como uma série de pulsos curtos (menos de 0,3 segundos) separados por cerca de 1,3 segundos (PENNY, 2013). Como mostra as linhas de gráfico na parte superior da Figura 01, trata-se do sinal real capturado do pulsar CP1919.



Figura 01: Jocelyn Bell em primeiro plano e o Radiotelescópio Mullard de Cambridge ao fundo. Canto inferior esquerdo: Pulsar da Vela capturado pelo Telescópio Espacial Chandra. Canto superior esquerdo: Anotação original da descoberta do primeiro pulsar CP 1919, escrita à mão por Jocelyn em 1967. Autoria: Daily Herald Archive/National Science & Media Museum/Science & Society Picture Library; NASA/CXC/Universidade de Toronto/M.Durant et al; Jocelyn Bell e A. Hewish; Colagem e edição por Lucas Ferreira (UnB/MNPEF).

Sequência didática “Dos LEDs aos Pulsares”

A SD “Dos LEDs aos Pulsares” foi dividida em 5 momentos e sua aplicação ocorreu em um período de 3 semanas, em agosto de 2024, contando com a participação de 22 estudantes do ensino fundamental.

No Momento 1, os estudantes foram introduzidos ao contexto histórico dos pulsares e a contribuição da astrofísica Jocelyn Bell para a ciência e astronomia. Nesse momento, os estudantes foram divididos em quatro grupos e os temas foram distribuídos para cada grupo. Eles tiveram que elaborar *slides* com textos e imagens para uma apresentação em inglês do tema. Os temas podem ser visualizados nos Quadros 01 e 02.

Quadro 01: Temas das apresentações dos grupos do 8º e 9º ano.

Grupos	Temas
Grupo A	Estudos Iniciais de um Pulsar e a Detecção de um Pulsar
Grupo B	História dos LEDs e Seus Impactos na Sociedade
Grupo C	História da Radioastronomia e o Pulsar Mais Longo Observado
Grupo D	História de Jocelyn Bell e a Detecção do Pulsar CP1919

Ainda no Momento 1, os estudantes assistiram a um documentário sobre a vida e descoberta de Jocelyn Bell, produzido pelo The New York Times, em seguida, realizaram um debate em sala de aula e como atividade avaliativa foi solicitado que respondessem um roteiro *online*, contendo 10 perguntas sobre os tópicos abordados no documentário.

No Momento 2, os estudantes foram introduzidos aos temas de circuitos elétricos, componentes eletrônicos e *protoboard*. Eles interagiram e tocaram nos componentes e manusearam a *protoboard*. Utilizaram, também, no *smartphone* o guia digital “Como montar um circuito LED blinker em 6 passos” e exploraram os princípios básicos de eletrônica, componentes de um circuito e o funcionamento do LED.

No Momento 3, os estudantes se envolveram com a definição, estrutura e funcionamento dos pulsares e estrelas de nêutrons, através de um *site* e simulação 3D desenvolvida pelos autores, intitulado Pulsar 3D. No *site*, é possível clicar nos títulos e expandi-los, onde parágrafos e textos com definições aparecem próximos das imagens. A partir da simulação Pulsar 3D, os estudantes puderam visualizar e interagir de forma tridimensional e melhor compor a concepção de diversas características de um pulsar, como escala e dimensão, emissão de partículas, interação do campo magnético, superfície e atmosfera do pulsar, rotação, etc. O *site* e simulação Pulsar 3D foi desenvolvido de forma responsiva e pode ser reproduzido em computadores, *tablets* e *smartphones*.

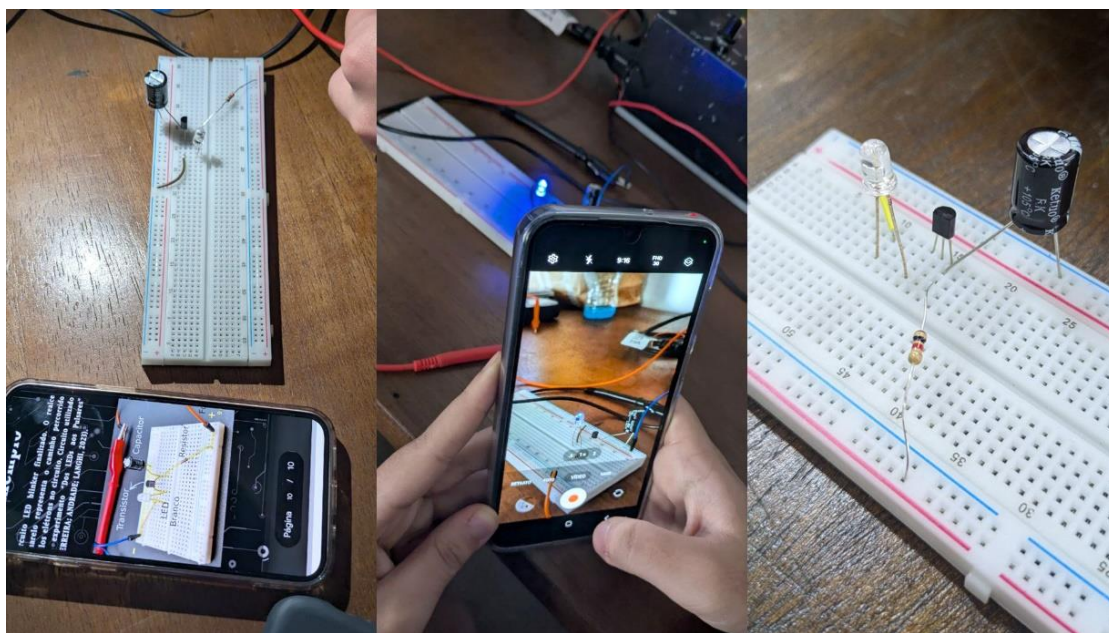


Figura 02: Realização do Momento 4 na sala maker. Montagem dos circuitos LED blinker e captura dos vídeos com *smartphone* pelos estudantes. Fonte: Autoria própria.

No Momento 4, os estudantes realizaram na sala maker o experimento prático para simular o comportamento dos pulsares, através da construção de um circuito LED blinker, com o auxílio do guia de montagem digital “Como montar um circuito LED blinker em 6 passos” no *smartphone*. Nesse momento, os estudantes realizaram a rotatividade entre os grupos. No final da atividade, realizaram a captura do vídeo do LED piscando ao final da atividade, utilizando a câmera do próprio *smartphone*. O vídeo gravado, foi utilizado posteriormente no programa de análise de vídeo Tracker Online.

No Momento 5, os estudantes realizam a análise dos vídeos capturados através do *software* livre e analisador de vídeo Tracker Online. Através de um roteiro passo a passo de como utilizar o Tracker Online, elaborado pelo professor e disponibilizado na plataforma da escola, os estudantes seguiram um passo a passo de como carregar e analisar o vídeo do LED no programa Tracker Online. Em sequência, os estudantes analisaram os dados gerados pelos programas Tracker Online com o auxílio de inteligência artificial, como ChatGPT, Microsoft Copilot, Gemini, etc., para determinar a frequência do brilho do LED. Ao final da atividade, os estudantes enviaram os gráficos do Tracker Online e capturas de tela dos textos e respostas elaboradas pelos programas de inteligência artificial, na plataforma utilizada pela escola.

A culminância da SD se deu através de uma conversa e debate em sala de aula, sobre cada Momento e a percepção dos estudantes e grupos em relação às experiências e temas propostos, com foco: nas dificuldades encontradas por eles; no que mais chamou a atenção deles na realização da SD; se conseguiram entender a relação entre o circuito LED blinker, com o comportamento e detecção de um pulsar; no manuseio do programa Tracker Online; interpretação dos dados com uso de inteligência artificial; no uso da simulação Pulsar 3D para compreender a estrutura e dinâmica dos pulsares; na importância de estudar as contribuições de Jocelyn Bell para a astronomia; nas questões de injustiça e sexismo sofrido por Jocelyn Bell; na experiência da SD como um todo, em especial como uma imersão em pulsares, circuitos eletrônicos e LEDs.



Figura 03: Realização do Momento 5 em sala de aula. Análise dos vídeos capturados com o *smartphone* pelos estudantes através do *software* livre Tracker Online. Gráficos de tempo x brilho do LED, gerados pelos estudantes. Fonte: Autoria própria.

Análise de dados e resultados

Através da ferramenta Formulários da empresa Google, um questionário estruturado foi elaborado contendo 25 questões, de caráter quanti-quali, para aferir a eficiência, o impacto e a qualidade da SD “Dos LEDs aos Pulsares”. A análise de dados foi realizada com base nas respostas do formulário, em observações e anotações realizadas em sala de aula através de um diário de bordo, dos registros fotográficos capturados pelos autores e dos trabalhos enviados e realizados pelos

estudantes. Toda a aplicação da SD, a coleta de dados e registros foi criteriosamente detalhada no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), termo que foi assinado prontamente por todos os responsáveis dos estudantes do 8º e 9º ano.

Apesar dos temas dos grupos serem iguais, o enfoque em cada ano foi diferente, pois no 8º ano os conteúdos estudados no 2º trimestre se deram no campo da Ótica, incluindo Espectro Eletromagnético, Radiação, Luz, Som, Lentes, Espelhos, Visão, Audição e aplicações no dia a dia. Já no 9º ano, os conteúdos se deram no campo da Astronomia e Astrofísica, incluindo Sistema Solar, Características dos Planetas e Corpos Celestes, Missões Espaciais, Eclipses, Fases da Lua, Estações do Ano, Constelações, Estrelas, Galáxias, Ciclo de Vida Estelar, Diagrama HR e Objetos Exóticos na astronomia.

No Momento 4, especificamente, foi percebida uma maior interação entre os alunos e grupos, pois além de estarem envolvidos na montagem dos circuitos, estavam interagindo com o *smartphone*, vendo o passo a passo de como montar o circuito LED blinker. Os estudantes estavam interessados e preocupados se o circuito e LED elaborados pelos respectivos grupos iriam funcionar e acender. Uma espécie de competição tomou conta da sala maker, o que promoveu um maior engajamento e participação dos estudantes.

O fato de os estudantes estarem fora da sala de aula, na sala maker, foi um fator crucial e decisivo para uma imersão na aplicação e temas da SD, pois os estudantes relataram que poucos professores utilizam a sala maker ao longo da vivência escolar do segmento do ensino fundamental anos finais, especialmente para a realização de experimento de física ou de ciências, que geralmente são realizados no laboratório de ciências e que boa parte das vezes se concentram em experimentos na área de química ou biologia. Fato esse que indica que a sala maker foi um ambiente propício para promover a imersão das atividades da SD. Além disso a sala maker é abarcada com mesas grandes e espaçosas, assim os grupos puderam se alocar de forma confortável e setorizada.

Caso a escola não possua sala maker, indicamos o uso de uma outra sala ou um ambiente diferente da sala de aula comum que os estudantes estão habituados.

Foi percebido que o envolvimento dos estudantes, ao utilizar o *smartphone* para utilizar o guia de montagem “Como montar um circuito LED blinker em 6 passos” para montar o circuito LED blinker foi satisfatório, pois todos os grupos conseguiram montar o circuito e fazer com que o LED acendesse. Todos os estudantes participaram e acabaram dividindo as tarefas de forma autônoma, uns auxiliando os outros, especialmente aplicando *zoom* no PDF do guia de montagem, comentando o lugar correto de encaixar os conectores dos componentes eletrônicos na *protoboard*, segurando a *protoboard* e verificando todas as conexões do circuito.

Na gravação do vídeo com o uso do *smartphone*, também foi percebido um maior envolvimento dos estudantes, pois através de uma fonte de bancada adaptada fixa num local específico da sala maker, os grupos levavam a *protoboard* com o circuito LED blinker montado para ser testado. O professor instruiu os estudantes para selecionar um membro do grupo para realizar a gravação de um vídeo de 10 segundos para todo o grupo, de forma que o *smartphone* ficasse apoiado na mesa para garantir maior estabilidade e que o LED ficasse no meio da tela do *smartphone* no momento da gravação, para que o vídeo fosse melhor aproveitado e ficasse mais fácil de ser analisado pelo programa Tracker Online.

No geral, os estudantes não tiveram dificuldade em utilizar o Tracker Online e analisar os vídeos do LED gravados na sala maker, pois seguiram um roteiro passo a passo de análise de Região RGB elaborado pelo professor.

Os gráficos da Figura 04 representam uma visão geral da SD “Dos LEDs aos Pulsares”, englobando diversos fatores como qualidade, interação com os colegas e facilidade de utilização e aplicação do circuito LED blinker em sala de aula. Num contexto geral, com base nos dados apresentados, o circuito LED blinker e o experimento “Dos LEDs aos Pulsares” foram avaliados de forma positiva pelas turmas do 8º e 9º ano, indicando uma aceitação pelos estudantes em questão, após terem realizado a sequência didática.

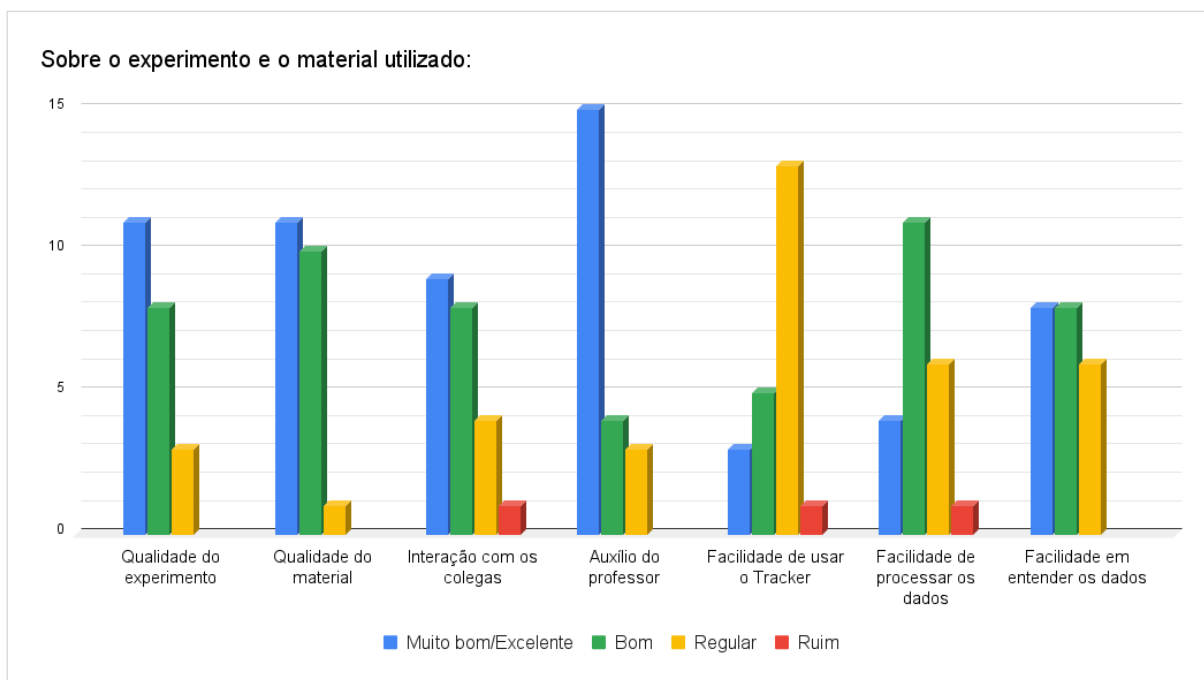


Figura 04: Gráfico de barras comparativo gerado a partir da análise das respostas dos estudantes em diferentes tópicos sobre o experimento e materiais utilizados na SD “Dos LEDs aos Pulsares”. Foi apresentada, também, a opção “muito ruim”, porém sem votos.
Fonte: Autoria própria.

A análise dos dados coletados, tanto quantitativos quanto qualitativos, demonstrou que o experimento foi eficaz em despertar o interesse dos estudantes, promover a compreensão de conceitos astronômicos complexos e estimular a participação ativa no processo educacional. A diversidade de preferências e percepções dos estudantes, em relação às diferentes etapas da SD, refletiu a adaptabilidade e o potencial da SD “Dos LEDs aos Pulsares”.

Considerações finais

A implementação de uma SD que integra tecnologias modernas e práticas experimentais, mostrou-se eficaz no ensino de conceitos complexos de física, astronomia e astrofísica. Através de atividades interativas e colaborativas, os estudantes puderam explorar e compreender temas como pulsares, circuitos eletrônicos e a contribuição histórica de figuras importantes como Jocelyn Bell.

Os momentos planejados permitiram uma imersão nos conteúdos, como a contextualização histórica e a elaboração de apresentações em inglês, o que não só reforçou o aprendizado dos conceitos, mas também desenvolveu nos estudantes habilidades de comunicação e trabalho em equipe. Já a introdução aos circuitos eletrônicos e o uso de *protoboards* proporcionaram uma experiência prática para a compreensão dos princípios básicos de eletrônica.

A utilização do *site* e simulação **Pulsar 3D** foi um momento importante da sequência didática, permitindo aos estudantes uma visualização tridimensional e interativa dos pulsares, o que facilitou a compreensão das características e do funcionamento de um pulsar. Além disso, a construção do circuito LED blinker na sala maker e a análise dos vídeos capturados com o software Tracker Online integraram de forma eficiente teoria e prática, sendo capaz de promover um aprendizado ativo e investigativo.

A culminância da sequência didática, com a análise dos vídeos no *software* Tracker Online e a análise dos dados gerados com o uso de inteligência artificial, destacou a importância da multidisciplinaridade e do uso de tecnologias inovadoras no processo educacional. Ademais, a discussão final em sala de aula permitiu uma reflexão crítica sobre as experiências vivenciadas, as dificuldades encontradas ao longo da SD e as aprendizagens adquiridas.

Por fim, a SD “Dos LEDs aos Pulsares” demonstrou ser uma abordagem potencialmente inovadora e eficaz para o ensino de física, astronomia e astrofísica nos anos finais do ensino fundamental, pois foi capaz de promover uma experiência de aprendizagem significativa e imersiva aos estudantes.

Referências

- ANDRADE, A. P. R. O uso das tecnologias na educação: computador e Internet. **Monografia Consórcio Setentrional de Educação a Distância**, Universidade de Brasília - UnB, Universidade Estadual de Goiás - UEG, Brasília, 2011. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/1770>. Acesso em: 25 ago. 2024.
- BITTENCOURT, P. A. S.; ALBINO, J. P. O uso das tecnologias digitais na educação do século XXI. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, p. 205–214, 2017. Disponível em: <https://shorturl.at/Fb0iv>. Acesso em: 25 ago. 2024.
- PENNY, A. J. The SETI episode in the 1967 discovery of pulsars. **The European Physical Journal**, 535-547, 2013. Disponível em <https://arxiv.org/pdf/1302.0641.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2024.
- PIRES, L. D. N., & PEDUZZI, L. O. (2021). Jocelyn Bell Burnell e a descoberta dos pulsares: revisando pesquisas do ensino de física e de astronomia em uma perspectiva histórica. **Investigações em ensino de ciências**, 26 (3), 2021. Disponível em <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/2517>. Acesso em: 25 ago. 2024.
- SCHIVANI, M., LUCIANO, P. G., & ROMERO, T. R. Novos materiais e tecnologias digitais no Ensino de Física. São Paulo: **Livraria da Física**, 2017.