

15º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2024

O SOL COMO EIXO TEMÁTICO NO ENSINO DE FÍSICA

PATRICIA RODRIGUES SILVA¹, RICARDO ROBERTO PLAZA TEIXEIRA²

¹ Discente do curso de Licenciatura em Física e bolsista do projeto de extensão “Ciência, História e Cultura: Democratizando o acesso ao conhecimento”, IFSP, Campus Caraguatatuba, r.patricia@aluno.ifsp.edu.br.

² Doutor em Ciências pela USP e Docente do IFSP, Campus Caraguatatuba, rteixeira@ifsp.edu.br.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 7.08.04.02-8 Métodos e Técnicas de Ensino.

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo investigar como o tema da física solar pode ser usado em atividades de ensino. O estudo dos fenômenos solares pode estabelecer algumas relações fecundas com temas que são usualmente trabalhados no ensino médio, como a espectroscopia e o magnetismo. De diversas formas, o Sol pode ser considerado uma espécie de laboratório natural para estudar diversos conceitos de maneira simples e contemplar aplicações da física em situações que estão presentes em nosso dia a dia, tornando o processo de aprendizagem mais significativo. Nesse contexto foram selecionados trabalhos acadêmicos tendo o Sol como eixo temático e que foram estudados para sistematizar suas principais ideias e assim apontar metodologias e temas científicos para trabalhar com a física do Sol no ensino.

PALAVRAS-CHAVE: mancha solar; ensino; estrela.

THE SUN AS A THEMATIC AXIS IN PHYSICS TEACHING

ABSTRACT: This work aims to investigate how the topic of solar physics can be used in teaching activities. The study of solar phenomena can establish some fruitful relationships with topics that are usually covered in high school, such as spectroscopy and magnetism. In many ways, the Sun can be considered a kind of natural laboratory to study different concepts in a simple way and contemplate applications of physics in situations that are present in our daily lives, making the learning process more meaningful. In this context, academic works were selected with the Sun as a thematic axis and that were studied to systematize their main ideas and thus point out methodologies and scientific topics for teaching the physics of the Sun.

KEYWORDS: sunspot; teaching; star.

INTRODUÇÃO

Tanto os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), no final da década de 1990, quanto a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), no final da década de 2010, indicam que o ensino das ciências da natureza no ensino médio precisa fornecer ferramentas para o aluno entender o mundo em que vive de modo organizado e racional, ao mesmo tempo em que também é estimulado na sua curiosidade e é incentivado a indagar.

O ensino de física atual se depara com o desafio de tornar compreensíveis conceitos abstratos e teoricamente densos, o que muitas vezes afasta os estudantes devido à complexidade existente. O

presente trabalho busca pensar nas possibilidades para superar esse problema por meio de abordagens interdisciplinares em torno da Física Solar como eixo temático no ensino, uma área que pelas suas características possui um grande potencial educativo. Assim, a utilização dos conhecimentos científicos atuais existentes sobre o Sol pode enriquecer o processo de aprendizado dos estudantes e aumentar o interesse deles pela física.

METODOLOGIA

Este trabalho procurou estudar possíveis formas para tratar o tema da física solar no ensino. Em termos metodológicos, este é um trabalho de revisão da literatura existente sobre as possibilidades do uso da física solar em atividades educacionais. As etapas de sua execução seguiram uma abordagem estruturada para garantir a abrangência da revisão. Inicialmente, foram definidos claramente os objetivos da revisão, sobretudo o objetivo principal de identificar as principais abordagens pedagógicas que utilizam conceitos de física solar no ensino, mas também objetivos específicos como o de avaliar o impacto dessas atividades na aprendizagem e o de destacar lacunas na literatura.

As buscas por trabalhos científicos na internet foram realizadas utilizando bases de dados confiáveis e palavras-chave específicas (SEVERINO, 2007). As palavras-chave usadas nas buscas incluíram termos como “física solar”, “Sol”, “educação científica”, “atividades educacionais”, “ensino de física” e “mancha solar”, com combinações usando o conectivo “ou”. As fontes foram selecionadas em termos da sua relevância para esta pesquisa e a partir da experiência prévia do orientador desta investigação (o segundo autor deste trabalho); o material encontrado foi analisado com o cuidado de garantir a pertinência das informações obtidas.

O processo de busca e seleção de literatura envolveu a definição de critérios de inclusão e exclusão de termos de busca, as palavras ou expressões digitadas nos motores de busca (como o Google) para encontrar informações relevantes acerca do tema pesquisado e que são fundamentais para a otimização dos motores de busca, pois determinam fortemente os resultados que serão exibidos em resposta a uma consulta de pesquisa. As bases de dados do “Google Acadêmico” (“Google Scholar”) e do SciELO foram utilizadas para localizar artigos publicados em revistas, trabalhos apresentados em congressos, teses, dissertações e livros abertos na internet que abordem o uso da física solar em contextos educacionais. Os trabalhos foram então selecionados tendo como critério atender o objetivo desta pesquisa de refletir sobre possibilidades para abordar conceitos de física solar na educação.

A seguir, os trabalhos selecionados passaram por uma leitura criteriosa e pela produção de sínteses, para extrair informações relevantes, como os objetivos das atividades educacionais já realizadas, os temas tratados, a metodologia aplicada e os resultados obtidos. Essas informações foram então organizadas e categorizadas para identificar padrões, tendências e divergências na literatura.

Em particular, a revisão envolveu uma análise crítica das metodologias empregadas nos estudos revisados, avaliando a validade das abordagens e dos instrumentos utilizados. A síntese dos resultados permitiu a construção de um panorama abrangente sobre pesquisas realizadas até o presente momento nesta área, apontando os temas mais comuns de física solar tratados em atividades de ensino e as contribuições já consolidadas. Isso forneceu uma base sólida para pensar no desenvolvimento de práticas pedagógicas inovadoras envolvendo a física solar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram selecionados inicialmente para esta pesquisa 26 trabalhos acadêmicos (artigos, capítulos de livros, teses e dissertações) que foram analisados, lidos e resenhados; desses 26 trabalhos, 6 eram voltados para o ensino de física abordando temas relacionados à física solar, enquanto 20 tratavam especificamente do estudo da física solar. Dentre os trabalhos analisados, se destacou o uso de temas relacionados às áreas da espectroscopia (que estiveram presentes em 12 trabalhos) e do magnetismo

(que estiveram presentes em 14 trabalhos), tornando possível que sejam discutidos conceitos tanto de física clássica, quanto de física moderna.

A espectroscopia está diretamente ligada ao estudo das denominadas linhas espectrais, enquanto o magnetismo está relacionado à forte interação do campo magnético com as manchas solares. Esses dois temas podem ser trabalhados experimentalmente com os estudantes em sala de aula. A Espectroscopia em particular permite incentivar os jovens a construírem espectroscópios simples e de baixo custo que possibilitam a observação de diversas fontes de luz: algumas discussões possibilitam comparar o espectro produzido pelo sol com os espectros de diferentes elementos químicos, o que desperta a curiosidade dos jovens sobre a origem das linhas espectrais, a sua relação com os elementos e a composição do sol. Embora geralmente alguns alunos saibam que um espectro pode ser formado por um prisma ou rede de difração, grande parte deles desconhece a natureza das linhas espectrais (Aroca; Colombo Junior; Silva, 2012) e o estudo da física solar pode ser utilizado para contextualizar o processo de aprendizagem a respeito dos conceitos envolvidos nesta área do saber.

Por sua vez, o fenômeno das manchas solares está associado à área de estudo do magnetismo. Trabalhos realizados em centros de ciência facilitam a observação das manchas solares já que há equipamentos adequados para essa observação. Entretanto, não é necessário ter equipamentos caros para observar as manchas solares, desde que a observação seja feita sob a instrução de um profissional, pois nunca se deve apontar uma lente (telescópio) diretamente para o Sol, a menos que ela possua algum filtro adequado para isso, e, também, nunca se deve olhar diretamente para o Sol a olho nu. Feitas estas ressalvas, para observar o Sol de forma segura, uma das maneiras mais simples é por meio da projeção de sua sombra.

Uma explicação sobre as características magnéticas das manchas solares pode ser estabelecida de forma clara por um eletroímã, por exemplo, que consegue mostrar como é gerado um campo magnético. Ímãs possuem campos magnéticos que podem atrair e repelir materiais. Forças similares associadas aos fortes campos magnéticos de certas regiões da fotosfera do Sol (área da estrela que está na superfície) dificultam o transporte de calor proveniente de zonas de convecção, provocando uma redução na temperatura dessas regiões em comparação com o restante da fotosfera e o conseqüente surgimento de manchas solares (Aroca, 2008). Essa diferença de temperatura faz com que as manchas solares apareçam como áreas mais escuras na superfície do Sol, embora ainda sejam muito brilhantes, apenas menos brilhantes do que as áreas ao redor. As manchas solares são, portanto, manifestações visíveis a partir da Terra do comportamento magnético do Sol. O ciclo das manchas solares, que ocorre aproximadamente a cada 11 anos, está associado ao ciclo solar, durante o qual o campo magnético do Sol se inverte. Durante o ciclo solar, o número de manchas solares aumenta até atingir um máximo solar, quando a atividade magnética é mais intensa, e depois diminui até um mínimo solar (Echer *et al.*, 2023).

Os Chineses – e posteriormente, os árabes – já utilizavam algum tipo de filtro para as observações das manchas escuras do Sol desde pelo menos 1000 d.C., o uso das câmeras escuras para realizar observações do céu noturno se tornou comum entre os séculos XVI e XVII na Europa, antes do advento dos telescópios. O cientista Johannes Kepler foi o primeiro a observar uma mancha solar com a câmera escura na primeira década do século XVII. Kepler primeiro acreditou que o que tinha observado se tratava do trânsito de Mercúrio em frente ao Sol e somente após um tempo descobriu que, na verdade, havia registrado uma mancha solar. Ainda no século XVII ocorreu a invenção do telescópio. Galileu Galilei foi o primeiro a observar o Sol com este equipamento que tornou possível conhecer a estrutura das manchas solares e a posição delas, além de determinar que o Sol possuía uma rotação diferencial entre os polos e a região equatorial. Após a observação e contagem das manchas, os cientistas concluíram que o surgimento e desaparecimento das manchas dependiam do comportamento do Sol, o que foi denominado como “atividade solar” (Lorensi; Pacini, 2016).

O estudo do Sol pode ser trabalhado de modo interdisciplinar está relacionado a diferentes campos de conhecimento como física, química, biologia, matemática e história (Colombo Junior, 2011). Quanto

à biologia, é importante estudar o Sol para aprender sobre como ele contribui para a manutenção da vida na Terra, de forma que os alunos conheçam sua importância para os processos de fotossíntese, para o fornecimento de energia renovável e para a boa saúde, pois a exposição ao sol está relacionada à produção de vitamina D. Já em Matemática o conceito de Unidade Astronômica (UA) pode ser usado para ilustrar como foi estimado o diâmetro do Sol há mais de dois milênios a partir de conceitos de geometria, como o de semelhança de triângulos. Em História é possível estudar civilizações do passado (como os incas e os egípcios) que tinham o Sol (o “astro rei”) como um de seus principais deuses. No caso dos incas o deus Sol era conhecido como Inti e sua importância era tanta que os reis Incas eram conhecidos como filhos do Sol: o povo inca tinha muitos conhecimentos em astronomia e apresentou um avanço expressivo em diversas áreas da ciência. Em Química, os estudos do Sol podem ser apresentados tendo o foco em como ocorre a produção de energia da estrela, enfatizando as diferenças entre reações químicas e nucleares e explicando como a fusão nuclear de núcleos de átomos de Hidrogênio ocorre no interior da estrela.

Uma proposta de ensino sobre as manchas solares abre margem para a discussão sobre o fato de que o seu estudo permitiu determinar a existência de um ciclo de onze anos associado à atividade solar. O cientista Rudolf Wolf (1816-1893) reconstruiu a atividade Solar por cerca de 100 anos desde meados do século XVIII e estabeleceu os primeiros métodos matemáticos para fornecer o período de variação do ciclo (Alves; Lyra, 2008). Em 1998, Hoyt e Schatter determinaram uma série similar à de Wolf com observações feitas ao longo de quatro séculos, desde 1610, com o objetivo de corrigir a amplitude e conseguir dados mais precisos. O trabalho com os estudantes de análise de dados sobre a atividade solar tendo como base em teorias estatísticas que permitem determinar a extensão do ciclo solar apresenta possibilidades didáticas promissoras para reflexões sobre como o conhecimento científico é produzido.

Dentre os conceitos de física solar que mais despertam o interesse dos jovens estão as tempestades geomagnéticas que são bastante comentadas em sites da internet. Fenômenos como o vento solar e as auroras estão relacionados a processos físicos podem ser acompanhados desde o interior solar até a liberação de matéria que é expelida pela estrela. O Sol não possui uma superfície sólida ou líquida como a da Terra, ele possui uma superfície gasosa: a fotosfera é a sua primeira camada externa, que impede a visualização direta das camadas mais internas da estrela (Pereira, 2012).

Há vários fenômenos solares relacionados às tempestades que tratam da liberação de matéria solar e ocorrem nas camadas externas da estrela (fotosfera, cromosfera e coroa): os flares são explosões grandes que ocorrem na Cromosfera e duram apenas alguns minutos, os spiculos são explosões menores que também ocorrem na cromosfera, a ejeção coronal de massa deriva da coroa solar e envolve enormes bolhas de gás ionizado ejetadas do Sol ao longo de várias horas e o vento solar é o fluxo de plasma liberado pelo Sol que percorre o meio interplanetário (Morris, 2023). A partir do momento que é ejetado do sol o vento solar leva entre 4 e 5 dias para atingir a Terra e quando essa matéria entra em contato com a magnetosfera Terrestre ocorrem as tempestades geomagnéticas. Conhecer a ciência envolvida nesses fenômenos que estão ocorrendo no dia a dia atualmente estimula os alunos para uma postura mais ativa no processo de aprendizagem, além de ajudá-los a adquirirem o hábito de pensar de modo crítico acerca de notícias falsas e desinformação sobre hipotéticas “catástrofes” associadas a tempestades solares, por exemplo.

CONCLUSÕES

Este trabalho procurou investigar o potencial de atividades relacionadas a Física Solar para enriquecer o aprendizado dos estudantes e aumentar o interesse do público em geral pela ciência. A integração de fenômenos solares no currículo de física e em atividades de divulgação acessíveis que contribuem para uma educação científica de qualidade e para o fortalecimento da cultura científica na sociedade. Por meio do estudo do Sol, os alunos podem desenvolver uma apreciação mais profunda pela

ciência, compreendendo melhor o nosso lugar no universo e a importância da investigação científica para o desenvolvimento da sociedade.

O estudo científico de fenômenos associados à física solar é também uma ferramenta para desenvolver uma postura crítica nos alunos em relação a notícias falsas sobre catástrofes. Ao estudar fenômenos solares, como as tempestades solares e suas interações com a Terra, os alunos aprendem a distinguir entre informações baseadas em evidências e especulações sem fundamento. A compreensão de como o Sol e seus fenômenos afetam a Terra, fornece uma base sólida para questionar afirmações exageradas ou incorretas e para discernir entre uma ameaça verdadeira e um desastre fictício.

A educação científica precisa colaborar para o desenvolvimento do pensamento crítico, inclusive na seleção de fontes confiáveis de informações, na busca por evidências e na análise crítica das notícias veiculadas por redes sociais, especialmente aquelas que sugerem catástrofes iminentes sem bases sólidas. A aprendizagem sobre a natureza da ciência ajuda os alunos a reconhecerem quando uma notícia está distorcendo fatos científicos ou tirando conclusões alarmistas sem justificativa. O ensino de física solar ao incluir a discussão sobre como cientistas monitoram o sol e preveem tempestades solares, mostra aos alunos como a ciência trabalha de forma proativa para mitigar riscos, ao invés de simplesmente criar pânico.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

R.R.P.T. contribuiu para a seleção dos trabalhos acadêmicos que foram estudados e analisados. P.R.S. contribuiu para a leitura e sistematização dos trabalhos selecionados. Todos os autores contribuíram para a redação e a revisão deste trabalho e aprovaram a versão submetida.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao IFSP pelo apoio concedido.

REFERÊNCIAS

ALVES, Mauro A.; LYRA, Cássia S. Manchas Solares e a Lei de Newcomb Benford. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 6, p. 21-31, 2008. Disponível em:

<<https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/119>>. Acesso em: 16 ago. 2024.

AROCA, Silvia Calbo. **Ensino de física solar em um espaço não formal de educação**. 2008. 173f. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos (SP), 2008. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/76/76131/tde-13032009-100501/pt-br.php>>. Acesso em: 11 ago. 2024.

AROCA, Silva Calbo; COLOMBO JUNIOR, Pedro Donizete; SILVA, Cibelle Celestino. Tópicos de Física Solar no ensino médio: análise de um curso com atividades práticas no observatório Dietrich Schiel. **Revista Latino-americana de Educação em Astronomia**, n. 14, p. 7-25, 2012. Disponível em: <<https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/12>>. Acesso em: 11 ago. 2024.

COLOMBO JUNIOR, Pedro Donizete. O Sol sob um olhar interdisciplinar-relato de uma experiência didática com ênfase na física solar. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 6, n. 2, p. 133-150, 2011. Disponível em: <<https://if.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/397/369>>. Acesso em: 11 ago. 2024.

ECHER, Ezequiel et al. O número de manchas solares, índice da atividade do sol. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 157–163, 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/MC3Wc4LDPxCYFVX4RrzQLZq/?format=html&lang=pt#>>. Acesso em: 11 ago. 2024.

HOYT, D. V.; SCHATTEN, K. H. Group Sunspot Numbers: A New Solar Activity Reconstruction. **Solar Physics**, v. 181, p. 491-512, 1998. Disponível em: <<http://svalgaard-redir.leif.org/research/SSN/SSN1/Hoyt-Schatten-1998-2.pdf>>. Acesso em: 19 ago. 2024.

LORENSI, Caren; PACINI, Alessandra Abe. Observação das manchas solares – Uma história antiga. **Revista Univap**, v. 22, n. 39, p. 116-125, 2016. Disponível em: <<https://revista.univap.br/index.php/revistaunivap/article/view/422>>. Acesso em: 16 ago. 2024.

MORRIS, A. J. The sun and the solar wind. **Space Physics Handout**, v. 1, p. 1-30, 2023. Disponível em: <<http://www.sp.ph.imperial.ac.uk/~mkd/Handout1.PDF>>. Acesso em: 16 ago. 2024.

PEREIRA, Vera Jateco. A Estrela Sol. **Licenciatura em Ciências**, parte 1, tópico 4, p. 40-49, 2012. Disponível em: <https://midia.atp.usp.br/impressos/lic/modulo01/estrelas_PLC0006/Estrelas_top04.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2024.

SEVERINO, Antonio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico**. São Paulo: Cortez, 2007.