ENSINO DE TEMAS DE ASTROFÍSICA NUCLEAR POR MEIO DE SIMULAÇÕES

Apresentado no
10° Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP
27 e 28 de novembro de 2019- Sorocaba-SP, Brasil

RESUMO: Este trabalho acadêmico analisa as possibilidades educacionais apresentadas pela utilização de simulações de fenômenos físicos disponíveis na internet na abordagem de temas associados à Astrofísica Nuclear, mais especificamente nos estudos acerca dos processos pelo qual os elementos químicos são criados dentro das estrelas (nucleossíntese). Uma das decorrências desta perspectiva é aproximar o trabalho educacional das disciplinas de Física e de Química, inclusive no que diz respeito a atividades de popularização da ciência. Serão analisadas atividades de educação científica que foram realizadas com alunos de ensino médio de uma escola pública estadual situada no município de Caraguatatuba, no litoral norte paulista. Um destaque foi dado ao caráter histórico da produção de conhecimentos científicos, em particular em áreas da Física com desenvolvimento mais recente.

PALAVRAS-CHAVE: Física Nuclear, Astrofísica; Ensino de Física; História da Ciência; Divulgação Cientifica.

TEACHING OF NUCLEAR ASTROPHYSICS THROUGH SIMULATIONS

ABSTRACT: This academic paper seeks to analyze the educational possibilities of using simulations of physical phenomena available on the internet to address issues associated with nuclear astrophysics, especially in studies of processes in which chemical elements are created within stars (nucleosynthesis). One of the consequences of this perspective is the educational work with physics and chemistry, including scientific popularization activities. Science education activities with high school students from a state public school located in Caraguatatuba, on the north coast of São Paulo, will be analyzed. A highlight was the historical character of scientific knowledge production, particularly in areas of physics with more recent development.

KEYWORDS: Nuclear Physics, Astrophysics; Physics teaching; History of science; Scientific Divulgation.

INTRODUÇÃO

De acordo com o modelo cosmológico padrão aceito atualmente o universo teve uma fase inicial extremamente quente e com alta densidade, o Big Bang (MACIEL, 2004). Tendo o Hidrogênio (Z=1) como tijolo básico no processo denominado de nucleossíntese primordial, foram formados núcleos de Deutério (um isótopo mais pesado do Hidrogênio), Hélio (Z=2) e um pouco de Lítio (Z=3). O processo de nucleossíntese primordial só foi interrompido pela própria expansão do universo que acarretou na diminuição da densidade de partículas do universo, tornando assim menos frequentes as colisões e reações entre estas partículas, impedindo que átomos mais pesados que Z=3 fossem formados (ROCHA-PINTO, 2007). Os elementos químicos mais leves, até o Ferro (Z=26), são formados basicamente dentro das estrelas, no processo conhecido como nucleossíntese estelar que começou a ocorrer cerca de 200 milhões de anos após o Big Bang, quando começaram a se formar as primeiras estrelas (CARNEIRO; MADEJSKY, 2016). A formação destes elementos mais leves na fornalha das estrelas decorre de reações nucleares. Portanto, é possível afirmar que as reações nucleares desempenham um papel que é fundamental na existência e evolução das estrelas e o seu estudo constitui aquilo que é denominado de astrofísica nuclear (GUIMARÃES; HUSSEIN, 2004). O problema é que para fundir sucessivamente elementos cada vez mais pesados este processo requer temperaturas cada vez mais altas para que os núcleos (com cargas positivas devido aos prótons que eles possuem) superem a repulsão eletrostática entre si (TYSON, 2016). Entretanto, quando se chega em Z=26, a fusão de núcleos de Ferro acaba por absorver energia em vez de liberar: portanto este não é mais um processo que é favorecido em termos energéticos. Como a fusão nuclear não mais consegue

se contrapor à gravidade, se a massa estelar for suficientemente grande, a estrela entra em colapso sobre si mesma, o que faz com que a temperatura aumente muito rápido, provocando como decorrência a explosão da estrela na forma de uma supernova, explosão essa em que a luminosidade de uma estrela pode aumentar de até 1 bilhão de vezes. É justamente nestas explosões que os elementos mais pesados que o Ferro são formados.

MATERIAL E MÉTODOS

A partir do acúmulo de experiências com atividades educacionais que envolveram o uso de *softwares* computacionais de modelagem de fenômenos físicos, desenvolvidas durante o projeto de pesquisa de iniciação cientifica intitulada "Simulações e modelagens de fenômenos da natureza no ensino de física", foi possível estruturar com maior embasamento palestras de divulgação cientifica sobre Astrofísica Nuclear para alunos de escolas públicas do litoral.

As atividades de popularização da ciência desenvolvidas para alunos das escolas públicas buscaram abordar o aspecto histórico da astrofísica nuclear, começando pela explicação da teoria cosmológica do "Big Bang", para assim dar início aos processos de construção dos elementos químicos: a Nucleossíntese Primordial que ocorreu com o Big Bang formando núcleos de átomos de H e He; a Nucleossíntese Estelar, que ocorre dentro do núcleo das estrelas; e Nucleossíntese Interestelar que ocorre após a morte de uma estrela, com a colisão de raios cósmicos com núcleos de elementos pesado.

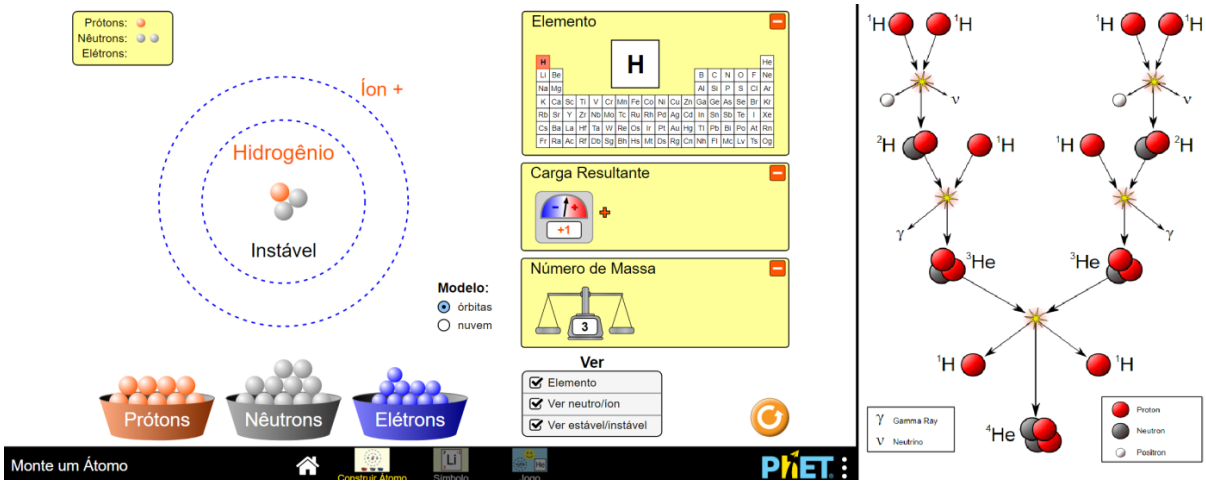

Figura 1: Utilização da Simulação "Monte seu átomo" para explicar o processo de Nucleossíntese Estelar

Este trabalho utilizou como principal ferramenta de ensino a simulação denominada "Monte um Átomo" do "PhET *Interactive Simulations*" elaborado pela Universidade do Colorado nos EUA. Pela utilização dessa simulação tornou-se possível exemplificar de maneira mais lúdica e visual o modelo atômico previsto pelo físico Ernest Rutherford, e assim trabalhar de forma mais didática com os alunos sobre o que ocorre com o núcleo atômico com a adição ou subtração de prótons e nêutrons, conhecimento importante para um melhor entendimento do processo de Nucleossíntese Estelar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As ações educacionais que são analisadas neste trabalho foram realizadas durante os anos de 2018 e 2019, junto a alunos de Ensino Médio e Ensino Fundamental de escolas estaduais e municipais situadas na cidade de Caraguatatuba e São Sebastião. São também feitas reflexões sobre experiências obtidas em atividades de divulgação cientifica realizadas no próprio ambiente acadêmico do IFSP-Caraguatatuba, como o caso do 5º Minicurso de Astronomia realizado no ano de 2019.

Seguindo-se alguns dos depoimentos fornecidos pelos estudantes ao final das palestras realizadas sobre os processos de formação dos elementos químicos presentes na tabela periódica (Nucleossíntese), ao serem questionados sobre o que eles tinham achado sobre o uso de softwares educacionais de fenômenos físicos no ensino de física, muitos apontaram que a utilização da simulação "Monte um Átomo" ajudou principalmente na compreensão e na visualização dos conceitos

físicos envolvidos, diminuindo dessa forma, a distância existente entre o conteúdo físico estudado em sala de aula e o fenômeno físico ao qual este conteúdo se refere. As atividades realizadas procuraram fugir da aula tradicional, em que o professor tenta representar por meio de ilustrações estáticas na lousa, fenômenos complexos e abstratos (as vezes microscópicos) que se encontram fora do contexto material usual da vida de muito dos estudantes presentes, como é o caso dos processos físicos nucleares que ocorrem dentro das estrelas.

Após a experiência obtida com essa simulação, foi possível perceber que os softwares de modelagem de fenômenos físicos podem se configurar com uma valiosa ferramenta auxiliar no ensino e na aprendizagem de conteúdos relacionados à Astronomia e Astrofísica Nuclear, apresentando-os de uma forma mais contextualizada e interativa em relação aos livros didáticos. Tais mecanismos permitem aproximar o aluno do conhecimento a ser estudado, tirando-o do cenário da passividade e removendo-o da condição de simples espectador teórico, de modo que ele possa de fato contribuir para o próprio desenvolvimento intelectual.

As ações tornaram mais claro que se as ferramentas associadas às novas Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs) forem usadas de forma planejada por professores que tenham sido previamente capacitados para isto, elas podem ser de grande ajuda nos processos de ensino-aprendizagem em diferentes outras áreas do conhecimento, pois conseguem alimentar a criatividade dos alunos e fornecer imagens que possam colaborar na aprendizagem dos conceitos abordados.

CONCLUSÕES

A execução desta pesquisa mostrou que há um interesse significativo por parte de diversos jovens por temas relacionados à astronomia e astrofísica. Além disso, um trabalho que associe o estudo científico do universo em nível macroscópico (astrofísica) com o estudo da constituição microscópica da matéria (física nuclear) possibilita estabelecer relações entre os fenômenos em escalas totalmente diferentes que em uma primeira vista não estariam interligados. Deste modo, é importante não concentrar o ensino de Física somente no trabalho com fórmulas e exercícios abstratos: a construção do conhecimento precisa ocorrer num contexto mais amplo que incorpore os processos de construção dos conteúdos relacionados à uma compreensão científica do universo. Assim, ensinar é cada vez menos transmitir mecanicamente conteúdos escolares, sobretudo no atual cenário de informatização do mundo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a bolsa PIBID da CAPES e a bolsa de iniciação científica da FAPESP, ambas concedidas a R. B. D., coautor deste trabalho.

REFERÊNCIAS

CARNEIRO, Brenda Pineiro; MADEJSKY, Rainer Karl. Nucleossíntese primordial e densidade de matéria bariônica. **Anais do Seminário de Iniciação Científica**, Universidade Estadual de Feira de Santana, n. 20, 2016. Disponível em: <http://periodicos.uefs.br/index.php/semic/article/view/3543/2849>. Acesso em 23 ago. 2019.

GUIMARÃES, Valdir; HUSSEIN, Mahir S.. Nucleossíntese dos elementos e astrofísica nuclear. **Revista USP**, São Paulo, n.62, p. 74-87, junho/agosto 2004.

MACIEL, Walter J..Formação dos elementos químicos. **Revista USP**, São Paulo, n.62, p. 66-73, junho/agosto 2004.

ROCHA-PINTO, Helio J.. Estrelas, que formam metais, que formam planetas. **Comciência - Revista Eletrônica de Jornalismo Científico**. 2007. Disponível em: <http://comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=27&id=308&tipo=1>. Acesso em 25 ago. 2019.

TYSON, Neil deGrasse. **Morte no buraco negro e outros dilemas cósmicos**. São Paulo: Planeta, 2016.