

SIMULAÇÕES, ASTRONOMIA, DIVULGAÇÃO DA CIÊNCIA E EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

Rafael Brock Domingos¹
Ryan Nepomuceno Montemor²
Ricardo Roberto Plaza Teixeira³

Resumo: Este artigo faz uma análise das potencialidades existentes no uso didático de três *softwares* de simulação elaborados para o ensino de conceitos científicos: “*Stellarium*”, “Monte um átomo” do “*PhET – Interactive Simulations*” e “*Exoplanet Transit Hunt*”. Durante a investigação foram estruturadas e realizadas apresentações de divulgação científica sobre temas de astronomia, astrofísica e cosmologia que se utilizaram estes softwares. São relatadas experiências envolvidas nas ações que ocorreram em 2018 e em 2019, em instituições de ensino do litoral norte paulista, a partir das parcerias desenvolvidas com o campus de Caraguatatuba do Instituto Federal de São Paulo (IFSP). A fundamentação teórica para as atividades realizadas foi feita a partir de uma revisão bibliográfica sobre a literatura científica existente sobre os temas em questão, em livros, artigos de revistas especializadas, trabalhos apresentados em congressos acadêmicos, dissertações de mestrado e teses de doutorado. As atividades realizadas evidenciaram que os três softwares utilizados colaboraram consideravelmente com a compreensão dos conceitos científicos envolvidos. As ações permitiram notar também um grande interesse por temas de astronomia pelos alunos da educação básica, o que é algo que deve ser considerado na elaboração de estratégias para a melhoria da educação científica nas escolas de ensino fundamental e médio.

Palavras-chave: divulgação científica; modelagem; astrofísica.

SIMULATIONS, ASTRONOMY, SCIENCE OUTREACH AND SCIENCE EDUCATION

Abstract: This article analyzes the existing potential for the didactic use of three simulation software designed to teach scientific concepts: “*Stellarium*”, “Build an atom” from “*PhET - Interactive Simulations*” and “*Exoplanet Transit Hunt*”. During the investigation, scientific dissemination

1 Graduando em Licenciatura em Física do IFSP, Campus Caraguatatuba.

2 Graduando em Licenciatura em Física do IFSP, Campus Caraguatatuba.

3 Doutor em Física pela USP e docente do IFSP, Campus Caraguatatuba.

presentations on astronomy, astrophysics and cosmology were structured and made using these softwares. Experiences related to the actions that took place in 2018 and 2019 in educational institutions on the north coast of São Paulo are reported, based on the partnerships developed with the Caraguatubá campus of the Federal Institute of São Paulo (IFSP). The theoretical basis for the activities carried out was based on a bibliographic review of the existing scientific literature on the themes in question, in books, papers from specialized journals, works presented at academic congresses, master's dissertations and doctoral theses. The activities carried out showed that the three software programs used collaborated considerably with the understanding of the scientific concepts involved. The actions also made it possible to note a great interest in astronomy themes by students of basic education, which is something that must be considered in the elaboration of strategies to improve science education in elementary and high schools.

Keywords: science outreach; modeling; astrophysics.

INTRODUÇÃO

Este artigo procura relatar e investigar experiências de divulgação científica que permitiram analisar as potencialidades existentes no uso de três *softwares* de simulação elaborados para o ensino de conceitos científicos: “*Stellarium*”, “Monte um átomo” do “*PhET – Interactive Simulations*” e “*Exoplanet Transit Hunt*”. O seu principal objetivo é avaliar como a utilização destes programas pode colaborar para uma melhor formação científica dos alunos em geral. Após a introdução deste artigo, são analisados alguns referenciais teóricos acerca de áreas como ensino de astronomia e divulgação científica. Na sequência são abordados trabalhos acadêmicos que discutem acerca da importância do uso de simulações na educação científica e são descritos diferentes aspectos dos três softwares tratados neste artigo. Posteriormente, são caracterizadas tanto as atividades de divulgação científica realizadas utilizando estes softwares, quanto os seus resultados em termos educacionais. Ao término, nas considerações finais são retomadas algumas questões tratadas ao longo do artigo e apresentadas algumas conclusões e indicações a respeito do trabalho com simulações na educação científica.

O uso das novas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) em práticas educacionais vem se intensificando com os anos (MIRANDA, 2007). As TICs envolvem recursos de aprendizagem que podem ajudar a desenvolver ambientes educacionais inovadores e propícios para uma aprendizagem efetiva, mas elas por si só não têm o condão de influenciar positivamente o desempenho dos estudantes: para isto ocorrer é fundamental o fator humano relacionado ao desempenho do professor na criação de atividades desafiadoras e criativas que permitam explorar ao máximo as possibilidades oferecidas pelas tecnologias.

As simulações computacionais no ensino iniciaram-se em campos nos quais estas práticas se mostravam inicialmente mais promissoras, como, por exemplo, a área médica (BRADLEY, 2006; FLATO; GUIMARÃES, 2011). Os *softwares* educacionais com simulações computacionais têm se tornado crescentemente acessíveis e, inclusive, em muitos casos, de acesso gratuito. Mas o uso destas novas tecnologias inevitavelmente altera os papéis desempenhados por professores e estudantes dentro da sala de aula (RIBEIRO; GRÉCA, 2003). Estes tipos de

ferramentas computacionais permitem explorar novas estratégias de ensino, ao possibilitar que os alunos percebam a relação causal entre as variáveis, pelo isolamento de um parâmetro por vez, o que por sua vez faz com que determinadas hipóteses explicativas possam ser testadas diretamente pelos alunos nas atividades de modelagem envolvidas.

As simulações computacionais ao serem usadas como ferramentas auxiliares no processo de ensino-aprendizagem tornam possível explorar o que ocorre quando alteramos algumas das diversas grandezas de um sistema físico e permitem explicar com maior facilidade o que é observado a partir dos conceitos científicos envolvidos; quando isto é acompanhado pela reflexão e pelo questionamento sistemático, pode de fato superar o ensino mecanizado, tornando mais significativos os conteúdos aprendidos (SANTOS; OTERO; FANARO, 2000).

ENSINO DE ASTRONOMIA E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

O ensino de astronomia é uma prática social que tem se expandido com o passar do tempo (CHASSOT, 2003). É importante que a formação escolar básica permita ao cidadão conhecer minimamente o consenso científico atual sobre a constituição e a história do universo. Há uma componente filosófica que nos aproxima e que está também implícita nesta tarefa: o conhecimento sobre a origem do cosmos permite refletir sobre a situação cósmica de “igualdade química” entre os seres humanos, pois somos todos igualmente feitos de “poeira de estrelas”. Este trabalho trata das especificidades relacionadas à divulgação científica de temas como a formação e evolução dos planetas, das estrelas, das galáxias e do universo, com a história da ciência sendo utilizada de modo valioso como forma de contextualização.

A astronomia desempenhou um papel fundamental para a formação das sociedades humanas, pois observar os movimentos das estrelas e dos planetas no céu noturno é uma prática milenar (DAMINELI; STEINER, 2010). O conhecimento acerca de noções básicas de astronomia permite ampliar a nossa visão de mundo e ter outras perspectivas acerca do nosso próprio papel neste universo: o estudo da astronomia é, de certo modo, uma lição de humildade (SAGAN, 2019). A História da Astronomia revela que a preocupação com os movimentos dos corpos celestes (Sol, Lua, planetas, estrelas, cometas etc.) remonta às civilizações da antiguidade e até mesmo à pré-história: neste caso específico temos o campo da arqueoastronomia, que estuda as formas como no passado, em tempos pré-históricos, as pessoas compreendiam os fenômenos do céu, como elas usavam estes fenômenos para atender a objetivos específicos e qual o papel que o céu desempenhava em suas culturas (BROSH, 2011).

Um problema que surgiu logo nos primeiros séculos da civilização egípcia na antiguidade, no decorrer do terceiro milênio a.C., foi sobre a determinação de quantos dias tinha um ano, problema este que foi resolvido a partir do desenvolvimento da observação atenta e metódica acerca dos astros do céu noturno, em particular, das observações realizadas no chamado dia do nascimento heliacal da estrela Sirius (a mais brilhante de todas as estrelas), definido como o dia em

que Sirius surge no horizonte, no céu noturno, momentos antes do Sol (“Hélio”) nascer (JONG, 2006): foi assim que há aproximadamente 5 mil anos, os egípcios conseguiram determinar que a duração do ano era de aproximadamente 365 dias, um feito que pode ser considerado notável para a sua época. Questões como esta, relacionadas aos primórdios da história da astronomia, mostram que mesmo as perguntas mais simples podem servir como problematizadoras e propulsoras do processo de aprendizagem.

O consenso científico contemporâneo aponta que o Universo surgiu a partir de um ponto primordial, há cerca de 14 bilhões de anos (DAMINELLI; STEINER, 2010) e vem se expandindo desde então: a formação das estrelas ocorreu a partir de aglomerados de partículas e poeiras em nebulosas, no meio interestelar, constituído principalmente de hidrogênio (FRAZZOLI, 2012). Estes aglomerados, pela própria força de gravidade, começaram a se contrair e a estruturar “caroços” que são os embriões de estrelas em formação. Nós somos feitos – dentre outros elementos constituintes – de carbono, oxigênio e nitrogênio, átomos que não existiam inicialmente no universo, mas que foram sendo criados no interior das estrelas, a partir de reações de fusão nuclear (MILANI *et al.*, 2012). Além disso, eventos de explosão de estrelas, conhecidos como supernovas, expõem materiais que encontram outros detritos oriundos da fusão nuclear nas estrelas que estão espalhados pelo universo, propiciando a formação de novas estrelas e de estruturas como os sistemas planetários. Atualmente descobrimos alguns milhares de exoplanetas orbitando em torno de outras estrelas (HOWELL, 2018), inclusive alguns deles podem ter água em estado líquido, como acontece na Terra, pois estão na chamada zona de habitabilidade.

Conhecimentos de astrofísica e cosmologia, como estes acima, sobre a evolução do Universo e acerca da formação (cosmogênese) dos elementos são importantes que sejam conhecidos e apropriados pelos cidadãos leigos, pois ajudam no processo de alfabetização científica, colaboram para a ampliação da visão do mundo, democratizam o acesso à ciência de fronteira e permitem uma compreensão mais realista sobre os métodos usados pelos cientistas para a construção de conhecimentos científicos.

A aprendizagem de conteúdos relacionados à astronomia acontece tanto na chamada educação formal (no âmbito de diferentes disciplinas, como é o caso da física), quanto em atividades cujo objetivo é tornar determinados assuntos científicos acessíveis à população em geral, atividades estas que recebem várias denominações, tais como divulgação, popularização, disseminação e difusão da ciência (LANGHI; NARDI, 2009), sendo que a expressão divulgação científica é a mais utilizada no Brasil (MARANDINO *et al.*, 2004). A divulgação científica na área da astronomia é um campo que conta, em diferentes regiões e países do mundo, com muita diversidade e com bastante protagonismo, sendo realizada geralmente por profissionais dedicados e entusiastas (MARQUES, 2017): para este processo se efetivar são utilizados diferentes recursos, técnicas, processos e produtos (BUENO, 2010).

Devido ao caráter inerentemente interdisciplinar da astronomia, é possível trabalhar conceitos que estão relacionados a outras ciências, o que favorece uma visão mais integradora acerca do conhecimento científico, desperta habilidades de observação, estimula a formação do senso crítico e sensibiliza as pessoas para uma reflexão mais embasada cientificamente sobre questões cósmicas acerca da existência, da origem e da evolução do universo (CARNEIRO; LONGHINI, 2015).

SIMULAÇÕES

Uma simulação é um programa de computador que tenta modelar um sistema natural específico, no âmbito do qual os usuários podem manipular as variáveis do modelo para verificar como ele se comporta em diferentes condições, de modo que o resultado dessas alterações seja informado pelo programa. Algumas simulações de computador são particularmente valiosas para professores de ciências, pois ajudam os alunos a visualizarem aspectos da ciência geralmente inacessíveis, em escalas muito grandes (cósmicas) ou muito pequenas (subatômicas), escalas essas que implicam na dificuldade – e, às vezes, na impossibilidade – de serem vistas com nossos olhos, mesmo com o uso de instrumentos de medida poderosos, como microscópios e telescópios.

Programas de simulação são, portanto, recursos didáticos bastante adequados para testar hipóteses, para verificar com rapidez certas ideias e para estudar a forma pela qual uma grandeza depende de certas variáveis, comportamento este que é revelado por meio de gráficos ou figuras, algo que ajuda na compreensão de muitos conceitos científicos considerados geralmente abstratos e complexos por muitos alunos (KHAN, 2010).

As simulações são recursos de aprendizagem altamente eficazes, mas elas são apenas ferramentas e não podem substituir um bom professor que planeje as situações de aprendizagem mais adequadas para serem usadas e que oriente os alunos durante o processo de ensino (WIEMAN *et al.*, 2010). Uma boa estratégia para o seu uso implica em definir previamente os objetivos específicos da aprendizagem, em compreender os conhecimentos prévios dos alunos e em encorajar os estudantes a criarem sentido sobre os conceitos que estão aprendendo. Práticas interativas propiciadas pelas simulações desenvolvem também uma dimensão cooperativa ao processo de aprendizagem que é fundamental para o desenvolvimento intelectual e o crescimento coletivo de um grupo de alunos (AGYEL; JITA; JITA, 2019).

Em particular, no processo de desenvolvimento desta investigação três softwares de simulação foram utilizados em atividades de divulgação científica e são discutidos neste artigo: o “*Stellarium*”, o “Monte um átomo” do “*PhET Interactive Simulations*” e “*Exoplanet Transit Hunt*”. Abaixo, serão discutidas, de modo breve, as principais características de cada uma destas simulações.

O “*Stellarium*” é um *software* de código aberto (<https://stellarium.org/pt/>) e de acesso gratuito que tem como principal objetivo simular os astros no céu em tempo real, equiparando-se à ideia de um planetário pessoal que permite que o

usuário observe estrelas, constelações, planetas, nebulosas e outros corpos celestes na tela do seu computador. Pelo uso do *Stellarium* é possível “se locomover” para diferentes locais do universo por meio da ferramenta de *zoom*, aproximando-se ou afastando-se do corpo celeste a ser observado. Esse programa permite também que sejam alteradas as coordenadas do ponto de observação da Terra (latitude e longitude), de modo semelhante ao recurso *Street View* utilizado no “*Google Maps*”. Outra ferramenta característica do programa *Stellarium* é o controle do tempo, pois é possível adiantar, retroceder ou parar o tempo, possibilitando a realização de diferentes tipos de experiências educacionais envolvendo a história da astronomia, tendo em vista que isso nos permite voltar a datas importantes historicamente, relativas a fatos que ocorreram em diferentes locais do globo terrestre: este foi o caso, por exemplo, das observações realizadas pelo físico e matemático Galileu Galilei em 1610, ao estudar as luas de Júpiter, em Veneza, na Itália. Uma atividade deste tipo foi realizada para alunos das escolas da região, em algumas das ações de extensão de divulgação científica que ocorreram, pela alteração da contagem do tempo do *Stellarium* para mais de quatro séculos no passado. O *Stellarium* pode ser baixado para o computador, mas também pode ser usado diretamente na web pelo navegador.

Figura 1: Tela do simulador “*Stellarium*”.

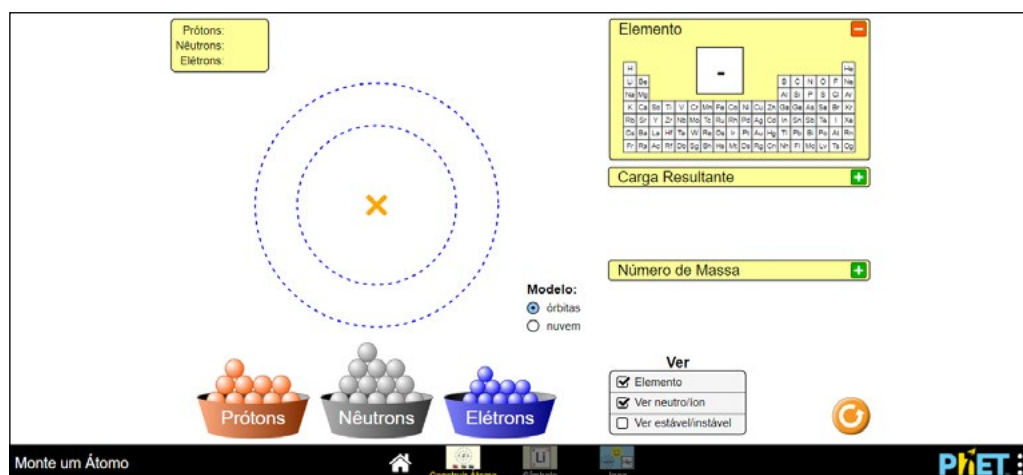


Fonte: Elaboradas pelos autores (2021).

A simulação de acesso gratuito “Monte um Átomo”, do site “*PhET Interactive Simulations*” da Universidade de Colorado (https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/build-an-atom), proporciona uma maneira didática (interativa e visual) de se estudar as principais características do modelo atômico proposto pela física moderna nas primeiras décadas do século XX. Na prática, a observação direta do átomo está fora do contexto visual de qualquer ser humano, mas recursos didáticos

como esse, permitem superar tal dificuldade. Sendo assim, esta ferramenta possibilita “construir” um átomo, variando-se o número de suas partículas constituintes (prótons, nêutrons e elétrons); em cada etapa de construção é possível pensar sobre o que ocorre com o equilíbrio do núcleo atômico quando se tem a adição ou a subtração de prótons e nêutrons, por exemplo. A partir dessa perspectiva, torna-se realizável a construção dos átomos mais leves da tabela periódica (até o número atômico 10), o que pode proporcionar uma rica discussão a respeito do número de massa e do número atômico de um átomo, da estabilidade nuclear e da carga total do átomo, temas que são de grande importância para a Astrofísica Nuclear, em particular no caso do estudo da formação ou cosmogênese dos elementos dentro das estrelas.

Figura 2: Tela do simulador “Monte um átomo” do site “PhET Interactive Simulations”



Fonte: Elaboradas pelos autores (2021).

Finalmente, o “*Exoplanet Transit Hunt*” (em tradução livre, “Caça de Exoplanetas em Trânsito”) é um *software* de acesso gratuito, disponível na internet no link <http://www.planetarium-activities.org/shows/sp/exoplanet-transit-hunt> e que foi elaborado pela Universidade da Califórnia em Berkeley, dentro do projeto intitulado “*Planetarium Activities for Successful Shows*” (PASS), que possui uma série de atividades referentes à área de astronomia, com foco no estudo de exoplanetas. Este *software* tem por finalidade apresentar uma simulação de uma detecção de um exoplaneta pelo método de trânsito – também conhecido como de “eclipse planetário” – que ocorre quando o planeta, ao transitar em sua órbita pela frente da sua estrela hospedeira (ao longo da nossa linha de visão), produz uma queda minúscula, mas mensurável, da intensidade do brilho da estrela, fornecendo dados importantes sobre ele e sobre a estrela em torno da qual orbita. A interface inicial desse programa permite observar o fenômeno da queda da intensidade do brilho da estrela seguida de uma breve explicação do método. A partir de um catálogo, o

usuário escolhe uma estrela que será seu objeto de estudo. A simulação é realizada e são anotados os dados obtidos em um “caderno de notas”, disponível na parte inferior da interface do programa. Ao coletar esses dados, passa-se para outras etapas que utilizam esses dados para a obtenção de características referentes ao exoplaneta e sua estrela. Ao completar o “caderno de notas”, com todas as informações que foram previamente calculadas ao longo da sua utilização, o programa apresenta uma imagem digitalizada da suposta superfície desse planeta e o compara com a Terra. A determinação da posição de cada planeta na órbita do seu sistema estelar permite observar se ele se encontra em uma zona habitável – região ao redor da estrela com condições necessárias para a presença de água líquida – permitindo discussões sobre a questão da existência de vida fora do planeta Terra, relacionada à área da astrobiologia (KANE; GELINO, 2012).

Figura 3: Tela do simulador “*Exoplanet Transit Hunt*”.

KEPLER EXOPLANET TRANSIT HUNT

Select Star > Star Info > Data Collection > Distance > Habitable Zone Position > Surface Temperature > Radius > Summary > Visit

FIND THE STAR'S MASS, SIZE, and TEMPERATURE

You selected this star →

Below is the STAR TYPE chart with the spectral type selected corresponding to your star.

Spectral Type: K0

Drag or type your star's type, mass, radius, and temperature data from the STAR TYPE chart into the proper boxes in the NOTEBAR at the bottom. We'll need this data to help calculate properties of any planet we discover.

The star you selected has spectral type of K0

STAR TYPE DATA													
Spectral Type	B0	A1	F6	F7	G0	G1	G1	G2	G3	G4	K0	K5	M5
Star's Mass	17	1.9	1.37	1.21	1.35	1.22	1.07	1	1.21	0.89	0.81	0.89	0.22
Star's Radius	7.60	1.8	1.70	1.40	1.84	1.40	1.02	1	1.30	1.06	0.75	0.74	0.32
Temperature (K)	21000	9600	6207	6213	5933	5857	5777	5770	5647	5627	4780	4000	2600

For comparison:
 A star with a stellar mass of 1 is equal to our Sun's mass.
 A star with a solar radius of 1 is equal to our Sun's radius.
 Our Sun's temperature is 5780 K.

How does the star you picked compare to our Sun?

NOTEBAR

STAR TYPE: Star's Mass (in Sun Masses): Star's Radius (in Sun Radii): Star's Temperature (K°):

COLLECTED DATA:
 DISTANCE:
 TEMPERATURE & RADIUS:

BACK NEXT

Fonte: Elaboradas pelos autores (2021).

Estas três simulações abordam fenômenos diversificados e contam com recursos diferentes para a sua manipulação, mas todas elas apresentam características úteis para promoverem processos de aprendizagem que envolvam os alunos, estimulem a participação e despertem a curiosidade e a vontade por saber mais sobre os fenômenos estudados.

ATIVIDADES DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICAS REALIZADAS COM USO DE SIMULAÇÕES

Diversas atividades de divulgação científica a respeito de temas de astronomia, astrofísica e cosmologia – permeadas pelo uso de programas de simulação como ferramentas didáticas – foram realizadas pelos autores deste trabalho, em 2018 e em 2019, em diferentes espaços de instituições de ensino do litoral norte paulista: a experiência desenvolvida no transcorrer do processo de realização destas ações permitiu um conhecimento mais aprofundado acerca do uso de *softwares* com objetivos educacionais. Este trabalho ocorreu no âmbito das ações de extensão desenvolvidas junto à comunidade externa pelo campus de Caraguatatuba do Instituto Federal de São Paulo (IFSP). Em cada uma destas apresentações, foram usados pelo menos um dos três *softwares* de simulação que são foco específico desta investigação: o “*Stellarium*”, o “Monte um átomo” do “*PhET Interactive Simulations*” e “*Exoplanet Transit Hunt*”. Destes três programas, o primeiro e o último são diretamente relacionados a conhecimentos de astronomia. Já o segundo programa aborda uma temática que está na interface entre a física atômica e a química, entretanto, a simulação para montar átomos com números atômicos entre 1 e 10 pode ser usada para explicar os mecanismos de formação dos átomos mais leves pelas reações de fusão nuclear que ocorrem dentro de estrelas, conteúdo este associado à disciplina de astrofísica.

As apresentações de divulgação científica que foram realizadas tiveram como eixo condutor temas relacionados à astronomia, tais como a detecção de exoplanetas, o ciclo de vida das estrelas e os conhecimentos astronômicos desenvolvidos no passado por diferentes civilizações e culturas. Um ponto em comum, era que elas procuraram sempre contextualizar historicamente os conhecimentos abordados. Estas apresentações eram previamente agendadas com professores ou gestores de escolas públicas parceiras do IFSP-Caraguatatuba e tinham como um dos seus objetivos principais despertar o interesse dos alunos presentes para o estudo de conteúdos científicos, particularmente de física e de astronomia. Os educadores destas instituições de ensino selecionavam entre 20 e 40 alunos para participarem das apresentações; um dos critérios usados pelos professores era escolher para participar das atividades, aqueles alunos que apresentassem um maior interesse por temas relacionados às ciências naturais. As apresentações foram feitas em salas das escolas visitadas que não tivessem muita claridade natural (para propiciar uma melhor visibilidade aos *slides*) e que fossem razoavelmente silenciosas; os equipamentos utilizados e disponibilizados pelas próprias escolas, foram um projetor de *slides* (*datashow*) acoplado a um computador e a uma caixa de som e uma tela (ou parede branca) adequada para a projeção de imagens.

A elaboração destas apresentações de divulgação científica envolvia a sua estruturação na forma de um arquivo para a exibição de imagens e slides, do tipo do *powerpoint*. Para a fundamentação teórica acerca da ciência envolvida, foram consultados artigos de referência, livros e manuais didáticos com informações atualizadas a respeito dos temas abordados. Uma preocupação sempre presente foi

com o processo de transposição didática, ou seja, com a tentativa de traduzir o conhecimento científico sistematizado de modo a torná-lo o mais compreensível para estudantes da educação básica em geral, sem, obviamente, descaracterizá-lo. Em alguns momentos, o uso de vídeos curtos associados aos temas trabalhados foi usado como ferramenta complementar. A inclusão nas atividades das simulações citadas anteriormente – “*Stellarium*”, “Monte um átomo” (do PhET) e “*Exoplanet Transit Hunt*” – como recursos para ajudar os alunos a compreenderem melhor os conceitos científicos em questão, constituiu-se em um diferencial bastante positivo destas apresentações, como ficou nítido tanto pelo envolvimento e pelas intervenções dos alunos durante as atividades, quanto pelos depoimentos deles e de seus professores, fornecidos após o término de cada uma das apresentações.

RESULTADOS

O interesse dos alunos a respeito das simulações ficou evidente pelos seus impactos no contexto das apresentações de divulgação científica implementadas: uma característica destas simulações é que elas são acessíveis e gratuitas a qualquer pessoa com um computador com acesso à internet, o que serviu como estímulo a muitos alunos que procuraram se informar acerca dos sites destas simulações para poder interagir com elas após o final das atividades, em seus computadores pessoais, por exemplo, ou até mesmo, nos computadores existentes nas próprias instituições de ensino em que estudavam.

As ações de divulgação científica realizadas procuraram ampliar o diálogo entre o saber científico sobre astronomia que é estudado e investigado academicamente (inclusive dentro do IFSP-Caraguatatuba) e o dia a dia dos jovens presentes nas atividades, de modo a aproximar o público das mais recentes descobertas científicas realizadas nesta área do conhecimento.

As observações metódicas feitas durante a implementação destas atividades de divulgação científica – juntamente com outros dados e informações obtidos, por exemplo, por conversas estabelecidas com alunos e professores das escolas visitadas – permitiram notar a existência de um expressivo interesse pela aquisição de conhecimentos atualizados sobre astronomia, cosmologia e astrofísica, por diversos dos alunos presentes.

As parcerias estabelecidas com professores de diversas escolas da região permitiram ampliar o leque de alunos interessados nas atividades de divulgação científica propostas, bem como conhecer melhor o perfil deste tipo de aluno. O IFSP-Caraguatatuba que abriga os cursos de licenciatura em física e em matemática, deste modo, também se beneficiou com este processo, pois a valorização das áreas científicas é um fator de motivação para que jovens alunos vocacionados para a ciência e para a educação avaliem a possibilidade de ingressar nestes cursos de graduação.

Vários dos ganhos observados com o uso de simulações no processo de ensino-aprendizagem nas atividades de divulgação científica realizadas estão

em concordância com a literatura científica existente a respeito (RUTTEN; JOOLINGEN; VEEN, 2012; PRICE; WIEMAN; PERKINS, 2019). Entre outros motivos, as simulações usadas se provaram adequadas para atingir diversos objetivos, tais como: criar um ambiente de liberdade para a exploração de diferentes cenários e possibilidades; testar hipóteses que possam ser respondidas e verificar a validade de concepções errôneas; refletir sobre as características de um modelo científico e sobre os limites das simplificações; fazer previsões, justificar conclusões e discutir acerca das suas implicações no mundo real; compreender sobre como as diferentes variáveis afetam um fenômeno e sobre quais as relações existentes entre as variáveis envolvidas; organizar as informações de um modo que ajude a interpretá-las e criar representações gráficas dos dados quantitativos existentes; visualizar mecanismos subjacentes a certos fenômenos; decidir entre duas diferentes explicações ou modelos; gerar questões que possam ser um ponto de partida para reflexões fecundas; tornar os alunos ativos e engajados no seu próprio processo de aprendizagem; possibilitar a experiência da sensação de prazer associada ao processo de descoberta; perceber de modo mais real a forma como ocorre o processo de produção de conhecimentos científicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante as atividades de divulgação científica empreendidas, foi possível perceber uma interrelação muito positiva entre os temas relacionados à astronomia escolhidos para serem abordados e os três programas com simulações selecionados para colaborar nas explicações acerca dos conceitos científicos envolvidos: o “*Stellarium*”, o “Monte um átomo” do “*PhET – Interactive Simulations*” e “*Exoplanet Transit Hunt*”. Estas são três simulações de acesso livre e gratuito que estão disponíveis para serem usadas na internet por qualquer interessado: apesar de terem diferentes características, todas as três se mostraram como recursos didáticos valiosos para situações de aprendizagem acerca de tópicos científicos relacionados à disciplina da astronomia. O uso das simulações ajudou que os alunos tivessem uma postura mais ativa durante as apresentações, estabelecendo conjecturas, testando hipóteses, verificando as relações entre as grandezas envolvidas e refletindo acerca de explicações científicas sobre os fenômenos estudados que estivessem ancoradas em evidências experimentais e no raciocínio lógico.

O uso das simulações nas ações de divulgação científica realizadas permitiu que os alunos conseguissem identificar com mais nitidez as informações que eram mais relevantes para a compreensão de um certo fenômeno em termos científicos, em relação aos dados que influenciavam menos o comportamento observado para um determinado fenômeno (PFEFFEROVÁ, 2015). Além disso, a aprendizagem mais ativa pelos alunos, possibilitada pelo uso de simulações, levou à apropriação efetiva de novos conhecimentos embasados cientificamente e que passaram a ser usados para a compreensão da realidade. As simulações também colaboraram para incrementar a criatividade e a capacidade de imaginação dos alunos acerca de diferentes aspectos dos fenômenos abordados nas atividades de divulgação científica

realizadas, o que contribui para uma melhor compreensão dos conceitos científicos envolvidos (TAWIL; DAHLAN, 2017).

A organização de atividades de divulgação da ciência sobre astronomia em escolas de educação básica da região do litoral norte paulista se mostrou um processo proveitoso, em diferentes aspectos, para todos os envolvidos. O estreitamento das relações entre a instituição formadora de professores de física e de matemática (o IFSP-Caraguatatuba) e a rede de escolas públicas estaduais e municipais foi um ganho importante. A aproximação produzida entre os estudantes universitários do IFSP-Caraguatatuba e os estudantes das escolas públicas de ensino médio e dos últimos anos do ensino fundamental da região, produziu efeitos positivos para a formação de todos os discentes envolvidos.

Muitas vezes, as atividades de divulgação da ciência se limitam aos espaços acadêmicos, dentro das instituições universitárias, por exemplo, atingindo apenas aqueles mesmos grupos e pessoas que já têm laços mais estreitos e uma maior proximidade com a produção da ciência. As ações realizadas aconteceram em espaços das escolas de educação básica e se embasaram na concepção de que a divulgação científica tem um papel relevante na intermediação necessária entre ciência e sociedade. Elas tornaram clara a importância de serem desenvolvidas mais pesquisas educacionais acerca desta área, para investigar os modos como o conhecimento “flui” pelos diversos grupos e classes sociais e as formas como as representações acerca da ciência são produzidas e se disseminam (CARNEIRO; LONGHINI, 2015).

Algo que ficou evidente no transcorrer das atividades realizadas é a necessidade de que as ações de divulgação sobre astronomia procurem tanto combater as concepções espontâneas equivocadas, os erros conceituais e os mitos que são comuns entre o público leigo (LANGHI; NARDI, 2009), quanto democratizar o acesso à ciência para que a posse de conhecimentos não fique nas mãos de poucos, o que pode se tornar sinônimo de concentração de poder, de dominação social e de desigualdades sociais. A divulgação científica acerca de temas de astrofísica e cosmologia, permitiu também discutir em paralelo conceitos relacionados à Física Moderna e Contemporânea, uma área da Física bastante relevante para a formação dos alunos (MARQUES; SILVA, 2006).

O trabalho realizado indicou que é crucial que seja estimulado o ativismo e engajamento por parte de professores universitários, pesquisadores e divulgadores da ciência em prol da popularização dos conhecimentos sistematizados contemporaneamente na astronomia, na astrofísica e na cosmologia, da forma mais ampla possível, para que a população como um todo possa ter acesso aos saberes produzidos pelo esforço intelectual coletivo da humanidade. As ações de divulgação científica realizadas permitiram notar que, de fato, para muitos jovens, a astronomia é altamente motivadora. As experiências vivenciadas na realização de apresentações de disseminação de conhecimentos de astronomia pelo uso de simulações revelaram um interesse surpreendentemente alto por assuntos situados na fronteira da ciência atual.

O “laboratório” natural para o ensino de astronomia, o céu, está disponível a todos os interessados, o que favorece muito o desenvolvimento da cultura científica, de habilidades de observação e da aprendizagem acerca dos métodos usados pela ciência para formular conclusões a respeito do universo e inferir os princípios e leis que regem a natureza.

Popularizar conteúdos associados à astronomia para alunos da educação básica, por meio de simulações gratuitas e de fácil acesso, teve como um dos mais relevantes resultados instigar, nos jovens em geral, a curiosidade pela ciência e pela pesquisa acadêmica. As ações implementadas identificaram a importância de os alunos terem um papel mais ativo no processo de ensino, o que pode ocorrer por meio da interação com *softwares* de simulação. O diálogo estabelecido com a comunidade externa abriu oportunidades educacionais e permitiu cumprir os três papéis de toda instituição de caráter universitário (como é o caso do IFSP): ensino, pesquisa e extensão. Um dos resultados adicionais da realização deste trabalho foi perceber que o interesse existente por astronomia entre o público em geral pode ser usado para alavancar propostas de ensino e materiais didáticos que contribuam para que os jovens egressos da educação básica possuam uma formação científica mais sólida e bem fundamentada.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao IFSP e ao CNPq pelo financiamento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

AGYEL, Elizabeth Darko; JITA, Thuthukile; JITA, Loyiso C. Examining the effectiveness of simulation-based lessons in improving the teaching of high school physics: ghanaiian pre-service teachers' experiences. **Journal of Baltic Science Education**, v. 18, n. 6, p. 816-832, 2019. Disponível em: http://www.scientiasocialis.lt/jbse/files/pdf/vol18/816-832.Agyei_JBSE_Vol.18_No.6.pdf. Acesso em: 23 fev. 2021.

BRADLEY, Paul. The history of simulation in medical education and possible future directions. **Medical Education**, n. 40, p. 254-262, 2006.

BROSH, Noah. **Thinking about Archeoastronomy**. ArXiv, 2011. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1103.5600>. Acesso em: 27 fev. 2021.

BUENO, Wilson Costa. Comunicação científica e divulgação científica: Aproximações e rupturas conceituais. **Informação & Informação**, Londrina, v. 15, n. 1, p. 1-12, 2010. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/informacao/article/view/6585>. Acesso em: 28 fev. 2021.

CARNEIRO, Dalira Lúcia Cunha Maradei; LONGHINI, Marcos Daniel. Divulgação científica: as representações sociais de pesquisadores brasileiros que atuam no campo da astronomia. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA*, n.

20, p. 7-35, 2015. Disponível em: <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/204/307>. Acesso em: 26 fev. 2021.

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89-100, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbedu/n22/n22a09.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2021.

DAMINELLI, Augusto; STEINER, João. **O fascínio do universo**. São Paulo: Odysseus, 2010.

FLATO, Uri Adrian Prync; GUIMARÃES, Helio Penna. Educação baseada em simulação em medicina de urgência e emergência: a arte imita a vida. **Revista Brasileira de Clínica Médica**, São Paulo, v. 9, n. 5, p. 360-364, 2011. Disponível em: <http://files.bvs.br/upload/S/1679-1010/2011/v9n5/a2250.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2021.

FRAZZOLI, Jean Carlo Feital. **Astrofísica de estrelas compactas como atividade suplementar para o ensino médio**. Rio de Janeiro: Dissertação de Mestrado - UFRJ, 2012. Disponível em: https://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2012_Jean_Frazzoli/dissertacao_Jean_Frazzoli.pdf. Acesso em: 26 fev. 2021.

HOWELL, Elizabeth. **Exoplanets: Worlds Beyond Our Solar System**. March 29, 2018. Disponível em: <https://www.space.com/17738-exoplanets.html>. Acesso em: 01 set. 2018.

JONG, Teije de. The heliacal rising of Sirius. In: HORNING, E.; KRAUSS, R.; WARBURTON, D. A. (editors). **Ancient Egyptian Chronology**, Handbook of Oriental Studies, v. 83, p. 432-438, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/275033106_The_Heliacal_Rising_of_Sirius. Acesso em: 27 fev. 2021.

KANE, Stephen R.; GELINO Dawn M. The Habitable Zone Gallery. **Publications of the Astronomical Society of the Pacific**, v. 324, p. 323-328, 2012. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1086/665271/pdf>. Acesso em: 28 fev. 2021.

KHAN, Samia. New Pedagogies on Teaching Science with Computer Simulations. **Journal of Science Education and Technology**, v. 20, p. 215-232, 2011. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10956-010-9247-2>. Acesso em: 23 fev. 2021.

LANGHI; Rodolfo; NARDI, Roberto. Ensino da astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, 4402, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbef/v31n4/v31n4a14>. Acesso em: 27 fev. 2021.

MARANDINO, Martha et al. A Educação não formal e a divulgação científica: o que pensa quem faz? **Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC)**, Bauru, 2004. Disponível em: http://paje.fe.usp.br/estrutura/geenf/textos/oquepensa_trabcongresso5.pdf. Acesso em: 25 fev. 2021.

MARQUES, Adílio Jorge; SILVA, Cláudio Elias da. É possível uma iniciação científica no ensino médio como projeto para a divulgação da Física Moderna e Contemporânea?

Revista de Educação em Ciências e Matemática, v. 2, p. 9-13, 2006. Disponível em: <https://www.periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/1671/2066>. Acesso em: 27 fev. 2021.

MARQUES, Joana Brás Varanda. **Educação Não-Formal e Divulgação de Astronomia no Brasil: Atores e Dinâmica da área na Perspectiva da Complexidade**. São Carlos: Tese de Doutorado – UFSCar, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/9613/MARQUES_Joana_2018.pdf?sequence=4&isAllowed=y. Acesso em: 23 fev. 2021.

MILANI, Nikele. Química estelar e estrelas apocalípticas: estudo comparativo. 2012. **Colloquium Exactarum**, v. 4, n.2, p. 37-46, 2012. Disponível em: <http://revistas.unoeste.br/index.php/ce/article/view/843>. Acesso em: 23 fev. 2021.

MIRANDA, Guilhermina Lobato. Limites e possibilidades das TIC na educação. **Sísifo - Revista de Ciências da Educação**, n. 3, p. 41-50, 2007. Disponível em: <http://ticsproeja.pbworks.com/f/limites+e+possibilidades.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2021.

PFEFFEROVÁ, Miriam Spodniaková. Computer Simulations and their Influence on Students' Understanding of Oscillatory Motion. **Informatics in Education**, v. 14, n. 2, 279–289, 2015. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1079075.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2021.

PRICE, Argenta; WIEMAN, Carl; PERKINS, Katherine. Teaching with simulations. **The Science Teacher**, v. 86, n. 7, p. 46-52, 2019. Disponível em: https://www.oecconsortium.org/wp-content/uploads/gravity_forms/16-c1480780880d51a4fc44ed750d41335f/2019/05/2019_03_TST_PhET_TeachingPractices.pdf. Acesso em: 28 fev. 2021.

RIBEIRO, Angela A.; GRECA, Ileana M. Simulações computacionais e ferramentas de modelização em educação química: uma revisão de literatura publicada. **Química Nova**, v. 26, n. 4, p. 542-549, 2003. Disponível em: http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=4640. Acesso em: 25 fev. 2021.

RUTTEN, Nico; JOOLINGEN, Wouter R. van; VEEN, Jan T. van der. **The learning effects of computer simulations in science education**. *Computers & Education*, v. 58, n. 1, p. 136-153, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/216743334_The_learning_effects_of_computer_simulations_in_science_education. Acesso em: 23 fev. 2021.

SAGAN, Carl. **Pálido Ponto Azul**. São Paulo: Companhia das Letras, 2019.

SANTOS, G.; OTERO, M. R.; FANARO, M. de los A. ¿Como Usar Software de Simulación en Clases de Física? **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 17, n. 1, p. 50-66, abr. 2000. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6785>. Acesso em: 26 fev. 2021.

TAWIL, Muhammad; DAHLAN, Ahmad. Developing Students' Creativity through Computer Simulation Based Learning in Quantum Physics Learning. **International Journal of Environmental & Science Education**, v. 12, n. 8, p. 1829-1845, 2017. Disponível em: <http://eprints.unm.ac.id/3944/1/Developing%20Student%20Creativity.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2021.

WIEMAN, Carl *et al.* Teaching physics using PhET simulations. **The Physics Teacher**, v. 48, n. 4, p. 225-227, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/238560172_Teaching_Physics_Using_PhET_Simulations. Acesso em: 27 fev. 2021.