

**TÍTULO: APRESENTANDO OUTROS SISTEMAS SOLARES NAS AULAS
DE CIÊNCIAS ATRAVÉS DE FERRAMENTAS ONLINE E APLICATIVOS
DIGITAIS**

***TITLE: INTRODUCING OTHER SOLAR SYSTEMS IN SCIENCE CLASSES
THROUGH ONLINE TOOLS AND DIGITAL APPLICATIONS***

***TÍTULO: LA INTRODUCCIÓN DE OTROS SISTEMAS SOLARES EN LAS
CLASES DE CIENCIAS MEDIANTE HERRAMIENTAS EN LÍNEA Y
APLICACIONES DIGITALES.***

Michele Rascalha^I

Charles Morphy Dias Santos^{II}

^IUniversidade Federal do ABC - E-mail: rascalha@gmail.com

^{II}Universidade Federal do ABC - E-mail: charlesmorphy@gmail.com



Educação: Teoria e Prática, Rio Claro, SP, Brasil - eISSN: 1981-8106

Está licenciada sob [Licença Creative Common](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Resumo

A descoberta dos exoplanetas – planetas que orbitam outras estrelas - tem fortes implicações não apenas sobre nosso conhecimento a respeito dos sistemas solares, mas também sobre o estudo da vida no universo, uma vez que expande as possibilidades de habitabilidade em nossa galáxia. Embora as pesquisas nessa área estejam evoluindo aceleradamente desde o final da década de 1990, os livros didáticos e os programas curriculares de Ciências da Natureza adotados na Educação Básica ainda apresentam uma visão ultrapassada da Astronomia, ignorando a diversidade de planetas e sistemas solares já identificados pela

Ciência. Tal fato acaba por obliterar o acesso dos estudantes a esse tipo de conhecimento, consequentemente limitando o trabalho dos professores. O objetivo do presente artigo é apresentar como algumas ferramentas de divulgação científica e pesquisa podem servir ao propósito de desenvolver o tema vida e universo nas escolas. Tais ferramentas incluem aplicativos para *tablets*, sites oficiais, simuladores e projetos de *citizen science* – por meio dos quais os internautas podem contribuir diretamente com as pesquisas científicas.

Palavras-chave: Astrobiologia; Exoplanetas; Ensino de Ciências; Ferramentas digitais: citizen science.

Abstract

The discovery of exoplanets – planets orbiting other stars – has strong implications not only on our knowledge of solar systems but also on the study of life in the universe as it expands the possibilities of habitability in our galaxy. Although research in this area is evolving rapidly since the late 1990s, the Primary Education's textbooks and curricula of Natural Sciences still have an obsolete view of Astronomy, ignoring the diversity of planets and solar systems identified by science. This fact turns out to obliterate the student access to such knowledge, thus limiting the work of teachers. The aim of this paper is to present how some tools for scientific dissemination and research can serve the purpose of developing the theme life and universe in schools. Such tools include applications for tablets, official websites, simulators and citizen science projects – through which Internet users can contribute directly with scientific research.

Keywords: Astrobiology; Exoplanets; Science Teaching; Digital Tools; Citizen Science.

Resumen

El descubrimiento de los exoplanetas - planetas que orbitan otras estrellas - tiene fuertes implicaciones no solo sobre nuestro conocimiento a respecto de los sistemas solares, sino también sobre el estudio de la vida en el universo, una vez que expande las posibilidades de habitabilidad en nuestra galaxia. Aunque las investigaciones en esta área hayan evolucionado aceleradamente desde el final de la década de 1990, los libros didácticos y los programas curriculares de Ciencias de la Naturaleza adoptados en la Educación Básica todavía presentan una visión antigua de la Astronomía, ignorando la diversidad de planetas y sistemas solares ya identificados por la Ciencia. Este hecho acaba por negar el acceso de los estudiantes a este tipo de conocimiento y, consecuentemente, limita el trabajo de los profesores. El objetivo del

presente artículo es presentar cómo algunas herramientas incluyen aplicativos para tabletas, sitios de internet oficiales, simuladores y proyectos de citizen science - por medio de los cuales los internautas pueden contribuir directamente con las investigaciones científicas.

Palabras clave: Astrobiología. Exoplanetas. Enseñanza de las ciencias. Herramientas digitales. Citizen science.

1 INTRODUÇÃO

Vivemos em um momento único para a história da Ciência, em especial para a Astronomia: em pouco mais de duas décadas, a lista de apenas oito planetas conhecidos saltou para quase 2000. Essas descobertas têm fortes implicações não apenas sobre nosso conhecimento a respeito dos sistemas solares, mas também sobre o estudo da vida no universo, afinal, quanto maior o número de mundos existentes, maiores são as chances de pelo menos alguns deles serem habitáveis (Dominik & Zarnecki, 2012).

Embora as pesquisas nessa área estejam evoluindo a passos largos, os livros didáticos e os programas curriculares de Ciências da Natureza adotados na educação básica ainda apresentam uma visão de Astronomia ultrapassada, ignorando a diversidade de planetas e sistemas solares já identificados pela ciência. Tal fato acaba por obliterar o acesso dos estudantes a esse tipo de conhecimento, consequentemente limitando o trabalho dos professores.

Sistemas educacionais tradicionais também parecem desconsiderar uma característica fundamental da nossa sociedade contemporânea: sua profunda inserção no ciberespaço. Para Lévy (1999), o ciberespaço é o novo meio de comunicação que surge da interconexão mundial de computadores, designando não apenas a infraestrutura material de comunicação digital, mas todo o universo oceânico de informações que é abrigado por ela, assim como os indivíduos que criam conteúdo e navegam por esse universo. Nesta sociedade tecnológica pós-moderna na qual estamos inseridos, a educação deve contemplar o contexto virtual, tanto em espaços formais quanto não formais.

O objetivo do presente artigo é apresentar como algumas ferramentas de divulgação e pesquisa podem servir ao propósito de desenvolver o tema vida e universo nas escolas, tanto no nível fundamental quanto no médio. Tais ferramentas incluem aplicativos para *tablets*, sites oficiais, simuladores e projetos de *citizen science* – por meio dos quais os internautas podem contribuir direta e ativamente com as pesquisas científicas – muitas delas gratuitas e

de ampla disseminação. Levando em conta a profusão contemporânea de ferramentas e ambientes computacionais com conteúdo científico (Batts *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2010), a utilização de algumas dessas ferramentas em salas de aula do Ensino Fundamental II e Médio poderia levar a resultados interessantes quanto ao aumento do interesse dos alunos pela astronomia e astrobiologia.

2 OS OUTROS SISTEMAS SOLARES ATRAVÉS DA HISTÓRIA

As primeiras especulações acerca da existência de outros sistemas solares, talvez até habitados por outras formas de vida, remontam à Antiguidade. Segundo Brake (2013) e Haven (2008), o filósofo grego Anaximandro de Mileto já teorizava no século VI a.C que deveriam existir outros planetas além da Terra, estabelecendo-se como um dos mais antigos precursores do pluralismo cósmico na história ocidental. No século III a.C, Aristarco de Samos sugeriu que o Sol seria uma estrela próxima à Terra, enquanto as demais estrelas seriam sois distantes, contrariando o modelo cosmológico geocêntrico aceito na Antiguidade. Tal sugestão era uma consequência direta de uma concepção de universo segundo a qual a Terra seria apenas mais um planeta, assim como os demais conhecidos na época (Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno), a girar em torno de si mesma e do Sol (DUARTE & LIMA, 2004). Epicuro, contemporâneo de Aristarco de Samos, foi dos primeiros a conjecturar a possibilidade de existência de vida em planetas fora da Terra (SANTOS & ALABI, 2013).

Para Brake (2013), o infinito número de mundos de Epicuro associava-se ao infinito número de átomos defendido pelos atomistas. Para ele, os átomos não estariam limitados ao nosso mundo e, da mesma forma que a Terra teria se formado a partir da agregação de muitos átomos em movimento, o mesmo poderia ocorrer com outros mundos. Em seus escritos, Epicuro sustentava que em todos os mundos deveria haver criaturas vivas, tal como ocorre na Terra. No século III a.C, o epicurista Metrodoro de Lâmpsaco considerava absurda a hipótese da Terra constituir o único mundo habitado no espaço infinito, assim como seria tolice afirmar que, num campo inteiro semeado com milho, somente um grão cresceria (Grinspoon, 2005).

Entretanto, o geocentrismo, modelo cosmológico mais próximo do senso comum e das escrituras bíblicas, prevaleceria quase intacto até o século XV, quando o médico polonês Nicolau Copérnico, em sua histórica obra *De Revolutionibus Orbitum Coelestium*, fez renascer as propostas de Aristarco de Samos, defendendo um modelo heliocêntrico do universo, o qual, ao contrário do que muitas vezes se alega, era de grande interesse para

alguns membros da alta hierarquia da igreja católica, pois as tábuas astronômicas desenvolvidas a partir de uma visão geocêntrica não eram precisas. Havia grandes dificuldades em estabelecer as datas das festas móveis como a Páscoa (a data calculada raramente correspondia às exigências eclesiásticas). O sistema copernicano oferecia uma possibilidade para se aperfeiçoarem os cálculos (FONTAINE & SIMAAN, 2003).

Mesmo assim, Copérnico, que vivera em pleno período de reforma religiosa, demoraria muito a publicar sua obra, uma vez que Lutero, em especial, condenava uma visão não geocêntrica do Universo por não se articular com a bíblia, que afirmava que Josué havia ordenado ao Sol e não à Terra que se detivesse, o que tornaria incorreto a visão heliocêntrica (FONTAINE E SIMAAN, 2003). Desde então, autores como Kepler e Galileu aprimoraram o entendimento humano sobre os movimentos planetários e a estrutura de nosso sistema solar, derrubando gradualmente algumas das noções implantadas por Ptolomeu e Aristóteles (DUNÉR, 2012). Por tais feitos revolucionários, Copérnico, Kepler e Galileu são frequentemente lembrados pela divulgação científica e pela Educação Básica, principalmente nas aulas de História e Ciências da Natureza.

Entretanto, um efeito direto de seus trabalhos, especialmente no caso de Copérnico e Galileu, é frequentemente omitido pelos professores e autores de livros didáticos. Ao se propor e demonstrar evidências de que a Terra se movia e não se localizava no centro do universo, estava aberto o caminho para resgatar uma ideia antiga: talvez o Sol não fosse a única estrela a hospedar planetas ao seu redor. Assim, talvez pudessem existir muitos outros mundos além dos que conhecemos em nosso sistema solar. Isso é contrário à abordagem aristotélica, segundo a qual outros mundos não eram possíveis, a Terra seria o centro do universo e tudo seria “puxado” somente em direção a ela. Aristóteles não pensava em gravidade como uma força que atrai todo objeto em direção aos outros. Se existissem outros planetas, eles cairiam por sobre o nosso (GRINSPOON, 2005). Graças às descobertas feitas por Galileu, com sua luneta que aumentava pouco mais de trinta vezes, a Terra passou a ser considerada um planeta dentre muitos outros. Até então, só a Terra era reconhecida como um mundo. Mesmo entre os antigos epicuristas, os "outros mundos" eram algo fora do alcance humano, muito além das próprias estrelas.

Foi preciso aguardar até o final do século XX para que a pluralidade de mundos em nossa galáxia, da qual se suspeitava desde a antiguidade, fosse corroborada. Em 1995, fazendo uso de um espectrógrafo, Michel Mayor e Didier Queloz encontraram o primeiro planeta extrassolar ao redor da estrela 51 Peg. (MAYOR & QUELOZ, 1995). Desde então,

por meio de técnicas indiretas (e mais raramente diretas) de detecção, como variação da velocidade radial das estrelas (resultante das interações gravitacionais entre o planeta e sua estrela), lente gravitacional (ocasionada pelo efeito gravitacional de um corpo de grande massa sobre a luz da estrela observada) e trânsito (provocado pela passagem de um ou mais planetas na frente de uma estrela, reduzindo temporariamente seu brilho), já foram confirmados aproximadamente 2000 planetas.

A recente integração do telescópio espacial Kepler a essa pesquisa permitiu uma rápida aceleração na detecção de planetas extrassolares, principalmente rochosos, de tamanho similar ou até menores do que a Terra. Segundo Grant (2012), desde seu lançamento em 2009, o telescópio Kepler detectou mais de 3000 planetas em potencial, incluindo gigantes gasosos quentes e outras variedades não encontradas em nosso sistema solar. Em meio a tantos planetas, há vários exemplos de mundos localizados nas chamadas zonas habitáveis de seus sistemas solares, ou seja, áreas onde a temperatura permite a presença de água líquida, ingrediente indispensável à vida como a conhecemos.

A despeito da sua centralidade na discussão sobre a vida no universo, os conhecimentos supracitados ainda não foram incorporados ao ensino de ciências da natureza na educação básica. As ferramentas citadas abaixo podem ser uma maneira de preencher, ao menos parcialmente, tais lacunas. Elas podem ser úteis tanto para professores quanto para alunos de ciências.

3 A DESCOBERTA DOS PLANETAS EXTRASSOLARES E SUA IMPORTÂNCIA PARA O ENSINO

Apesar da descoberta do primeiro planeta extrassolar ter sido feita há mais de duas décadas (MAYOR & QUELOZ, 1995), a existência de outros sistemas solares em nossa galáxia, bem como suas características e possível relação com a origem da vida fora da Terra, não têm sido devidamente exploradas no currículo de Ciências ou nos livros didáticos. Nos eixos temáticos dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino de Ciências (BRASIL, 1998), por exemplo, os temas universo e vida eram tratados em momentos distintos, dificultando o estabelecimento de conexões entre noções básicas de astronomia, a existência de planetas fora do Sistema Solar e conteúdos biológicos. O mesmo vale para o currículo sugerido pelo Estado de São Paulo para o Ensino Fundamental e Médio (São Paulo, 2010). Devido a isso, acaba-se por induzir a grande maioria dos estudantes de nível fundamental e

médio a construir uma visão limitada do universo, entendendo que nosso sistema solar é único ou que, no caso de haver outros, são iguais ao nosso, ignorando, ainda, a possibilidade de haver planetas semelhantes à Terra ou, por outro lado, incrivelmente diferentes dos oito planetas que conhecemos. Isso fica claro na análise de algumas coleções didáticas, como Gowdak & Martins (2012). Adotada no Ensino Fundamental II, esses livros-texto praticamente não discutem a relação entre universo, a existência de planetas semelhantes à Terra em outros sistemas solares e a possibilidade da vida ter surgido em alguns deles.

Há aqui também um outro problema: questões como "estamos sozinhos no universo?", "há outros mundos habitáveis?", "existirão outros planetas como a Terra?" são de grande interesse para as pessoas de um modo em geral (DOMINIK & ZARNECKI, 2012; SANTOS & ALABI, 2013), especialmente para crianças e adolescentes. Assim, se a educação formal não abordar cientificamente tais assuntos, muitos dos interessados acabarão por buscar fontes pseudocientíficas para saciar sua curiosidade, tratando-as como ciência. Esses novos conhecimentos e perspectivas para a pesquisa científica precisam ser abordados na escola, enriquecendo o ensino de Ciências, alertando para as distorções pseudocientíficas abundantes na mídia e gerando oportunidades para levar aos estudantes novas ferramentas de aprendizagem fornecidas pelas novas tecnologias da sociedade em rede (LEVY, 1999).

4 FERRAMENTAS ÚTEIS À DIVULGAÇÃO DO TEMA NAS ESCOLAS

Valendo-se de recursos audiovisuais, sites especializados, aplicativos para tablets, simuladores e projetos do tipo *Citizen Science*, que correspondem a iniciativas de colaboração voluntária às pesquisas científicas por meio de dados disponibilizados na internet, a variedade de sistemas solares já identificados em nossa galáxia pode ser explorada de modo interativo e científico. A seguir, descreveremos alguns exemplos de ferramentas relacionadas ao tema, as quais podem ser úteis a alunos e professores. Tais ferramentas ainda não se encontram disponíveis em português, o que pode levar à necessidade do uso de tradutores online (além de estimular o aprendizado de uma segunda língua desde os primeiros anos da educação formal). As descrições abaixo listadas dividem-se em três categorias: sites especializados, aplicativos para tablets e iniciativas *Citizen Science*.

1) Sites especializados

Planet Quest – JPL / NASA (Figs. 1–6): Site desenvolvido e mantido pelo Laboratório de Propulsão a Jato da NASA que traz informações atualizadas sobre exoplanetas e pesquisas científicas relacionadas à busca por vida fora da Terra, bem como ferramentas educacionais e conteúdos ligados aos temas ciência e tecnologia, sistema solar, Terra, estrelas e galáxias. Entre seus recursos oferecidos, encontram-se:

- Contador de exoplanetas candidatos ou já confirmados diariamente atualizado (Fig. 2).
- Extreme Planet Make Over (Fig. 3): construtor de planetas, em que o internauta pode conceber seu próprio mundo extrassolar. Trata-se de uma ferramenta de ensino bastante interessante, uma vez que, para construir seu exoplaneta, o internauta precisa considerar a distância em relação à estrela (*distance from star*), o tamanho do planeta (*planet size*), o tipo de estrela (*star type*) e a idade do planeta (*planet age*). Gostaríamos de chamar a atenção para os tipos ou categorias estelares propostos, sendo *F* destinado a estrelas maiores que o Sol, *G* para estrelas semelhantes ao Sol e *M* para estrelas anãs. Após combinar todos esses fatores, é possível observar como isso se reflete nas características e condições de habitabilidade do planeta construído. No final da atividade, é possível, ainda, gravar a imagem de cada mundo criado, o que permite o desenvolvimento de uma galeria.
- New Worlds Atlas (Fig. 4): catálogo dos novos mundos já descobertos em nossa galáxia, com informações detalhadas sobre cada um dos exoplanetas listados, mostrando qual o tipo de sistema planetário, o tipo de exoplaneta e o seu método de detecção.
- Eyes on the Exoplanets (Fig. 5): guia tridimensional dos sistemas extrassolares que possibilita visualizar sua localização na galáxia e distância em relação à Terra, os detalhes de sua estrutura e condições de habitabilidade, bem como curiosidades e últimas notícias sobre os exoplanetas. No menu superior, encontra-se um mecanismo de busca específica.
- Planet Quest Historic Timeline (Fig. 6): linha do tempo com textos e ilustrações sobre o estudo dos planetas ao longo da história e sua relação com a cultura de cada período. O recurso oferece opções de som e narração em inglês.

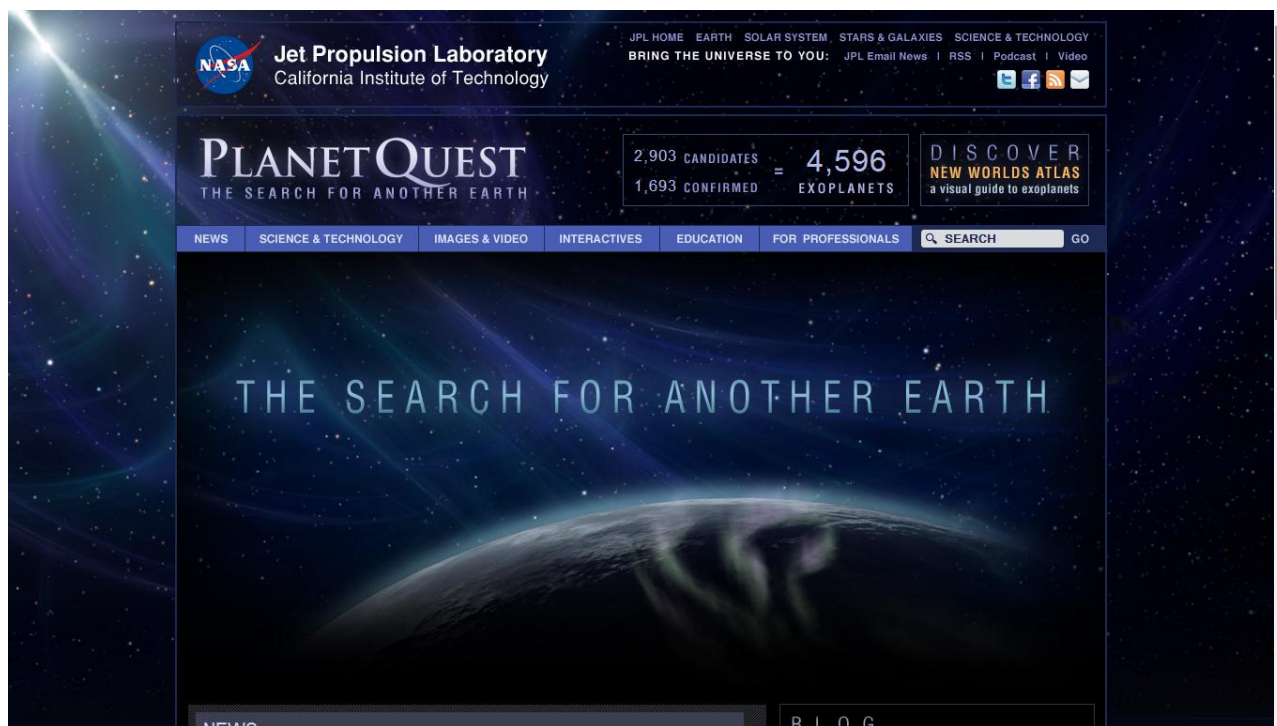


Figura 1. Planet Quest – NASA. Fonte: <http://planetquest.jpl.nasa.gov>



Figura 2. Contador de exoplanetas confirmados ou candidatos do site Planet Quest. Fonte:

<http://planetquest.jpl.nasa.gov>

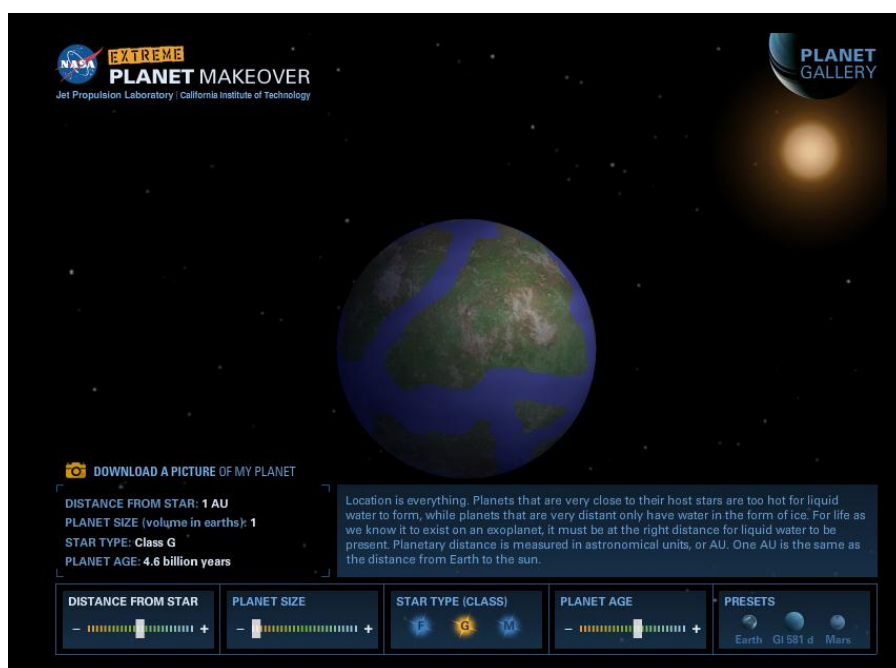


Figura 3. Extreme *Planet Make Over* (construtor de planetas). Fonte:

<http://planetquest.jpl.nasa.gov/system/interactable/1/>

New Worlds Atlas



Our Planet Hunting Neighborhood
Most of the planets found to date lie within about 300 light-years from our Sun

[VIEW ALL CONFIRMED EXOPLANETS ▶](#)

Find Planets

PLANET SYSTEM

☐ Planets with host stars visible to the naked eye

☐ Planets within multiple planet systems

PLANET TYPE

☐ Gas Giant

☐ Hot Jupiter

☐ Super Earth

☐ Terrestrial

☐ Unknown

DETECTION METHOD

☐ Astrometry

☐ Eclipse Timing Variations

☐ Imaging

☐ Microlensing

☐ Orbital Brightness Modulation

☐ Pulsar Timing

☐ Pulsation Timing Variations

☐ Radial Velocity

☐ Transit

☐ Transit Timing Variations

SEARCH

[SHOW RESULTS ▶](#)

Current Planet Counts

Total Exoplanet Discoveries	4,596
Confirmed Exoplanets	1,693
Exoplanet Candidates *	2,903

Confirmed Exoplanets

Stars with Planets	1024
Multi-planet Systems	442
Gas Giant	416
Hot Jupiter	997
Super Earth	193
Terrestrial	78
Unknown	9

* Exoplanet candidates are discoveries that have yet to be confirmed as actual exoplanet discoveries. These candidates are 80-90% likely to be actual exoplanet discoveries.



Figura 4. Atlas dos Novos Mundos. Fonte: <http://planetquest.jpl.nasa.gov/newworldsatlas>

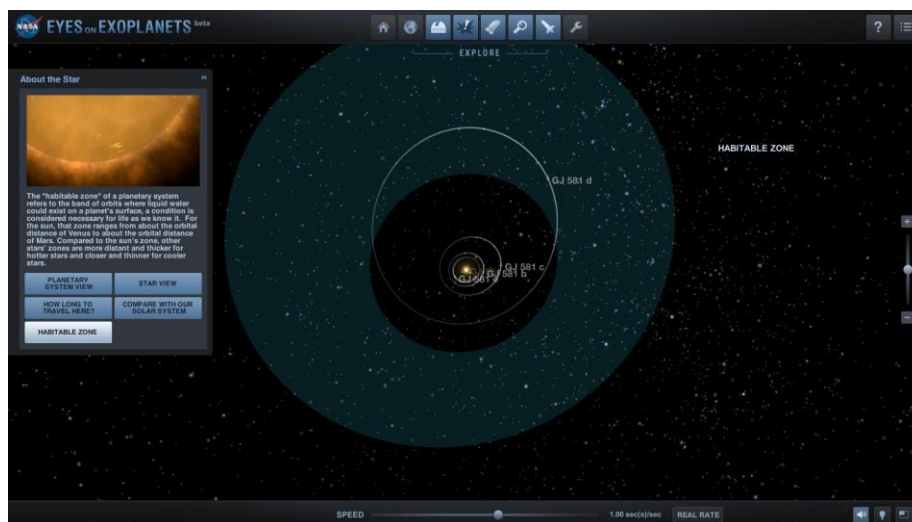


Figura 5. Simulador 3D *Eyes on Exoplanets*. Fonte: <http://planetquest.jpl.nasa.gov>



Figura 6. Cronologia do estudo dos planetas. Fonte:

<http://planetquest.jpl.nasa.gov/page/history>

Kepler Home Page – A Search for Habitable Planets: (Figs. 7–10): site oficial do telescópio espacial Kepler com informações sobre seu funcionamento e a busca por planetas habitáveis. Alguns dos seus recursos são:

- Notable Discoveries (Figs. 8 e 9): campo de visão interativo cujos pontos em destaque revelam as principais descobertas da missão Kepler. Ao clicar sobre cada um, são fornecidas as respectivas informações. Na opção *See all discoveries* é possível visualizar todas as descobertas.
- For Scientists: informações da missão Kepler dirigidas a especialistas.
- Mission: história e detalhamento da missão Kepler.
- Discoveries: listagem das descobertas realizadas pelo telescópio Kepler.
- Education (Fig. 10): sugestões e materiais dirigidos a educadores. Aqui são encontrados simuladores, atividades lúdicas, propostas didáticas, informações para astrônomos amadores, apresentações audiovisuais de domínio público para uso em sala de aula, projetos e cronograma de eventos. As animações funcionam tanto em PC como em tablets e smartphones.
- How does Kepler find planets? Informações e simulações interativas sobre as técnicas de busca utilizadas pelo Kepler e seu funcionamento.
- Multimedia: Galeria de fotos, imagens, animações, modelos tridimensionais e vídeos relacionados à missão Kepler e aos exoplanetas.



Figura 7. Kepler: a busca por planetas habitáveis. Fonte: <http://kepler.nasa.gov>



Figura 8. Descobertas notáveis. Fonte: <http://kepler.nasa.gov>

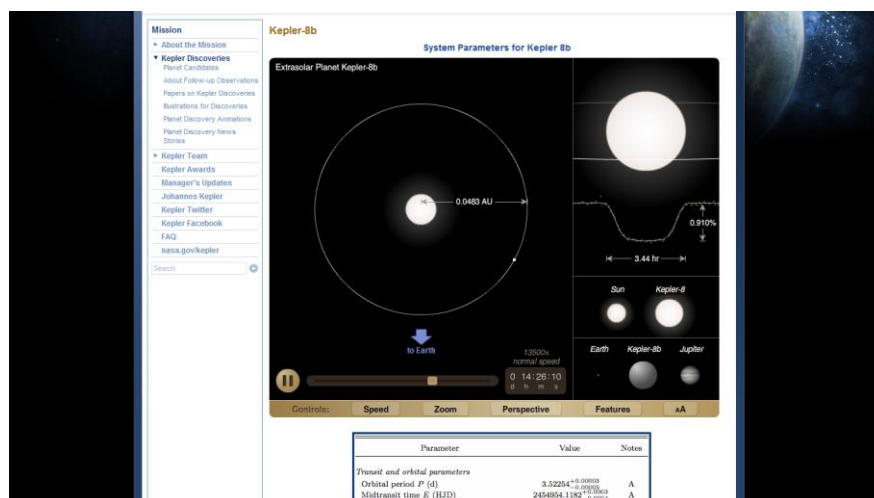


Figura 9. Detalhamento de exoplaneta pelo site do telescópio Kepler. Fonte:

<http://kepler.nasa.gov/discoveries>

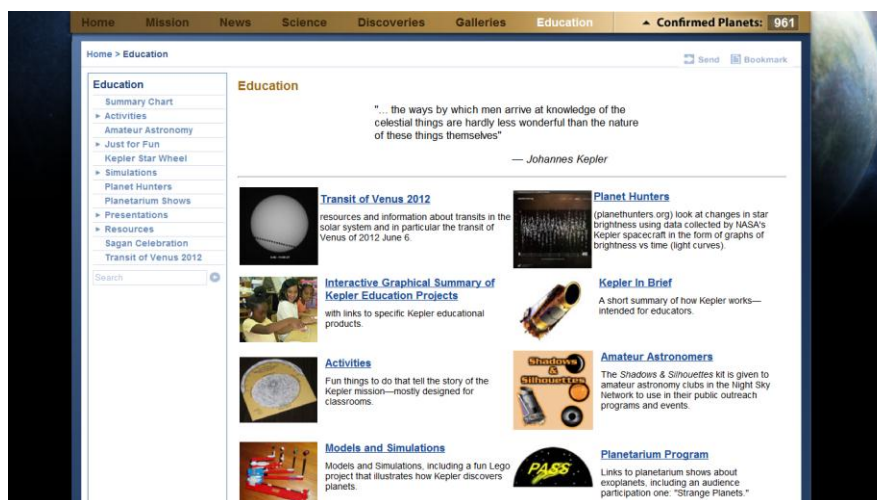


Figura 10. Sugestões do projeto Kepler para a Educação Básica. Fonte:

<http://kepler.nasa.gov/education>

2) Aplicativos para tablets

Exoplanet (por Hanno Hein) (Figs. 11–18): Aplicativo gratuito para dispositivos Apple desenvolvido pelo astrônomo profissional Hanno Hein, pós-doutor pelo departamento de Física Teórica e Matemática Aplicada da Universidade de Cambridge; atualmente, membro do Instituto de Estudos Avançados em Princeton. Essa ferramenta consiste em um banco de dados interativo, diariamente atualizado, que traz informações sobre todos os exoplanetas já descobertos. As informações disponíveis no aplicativo são fornecidas por catálogos abertos ligados a institutos de pesquisa e à missão Kepler. Oferece também visão tridimensional da galáxia, notícias, informações para estudo e diagramas (requer iOS 5.0 ou posterior, sendo compatível com Ipad, Ipod ou Iphone. Disponível na App Store). Tem um banco de dados com informações detalhadas sobre todos os exoplanetas já identificados. Ao clicar sobre um deles na listagem geral ou efetuar uma busca direta, será exibida uma sequência de informações e modelos relacionados não só aos planetas e sua localização, como também às suas estrelas e sistemas solares e às técnicas de detecção utilizadas em sua descoberta.

Exoplanets (por Neil Burlock): opção do aplicativo anterior para dispositivos Android. Compatível com tablets e smartphones e disponível na Google Play. Fornece recursos

semelhantes ao aplicativo anterior, listando e descrevendo os exoplanetas já confirmados. Oferece animações dos sistemas extrassolares apresentados.

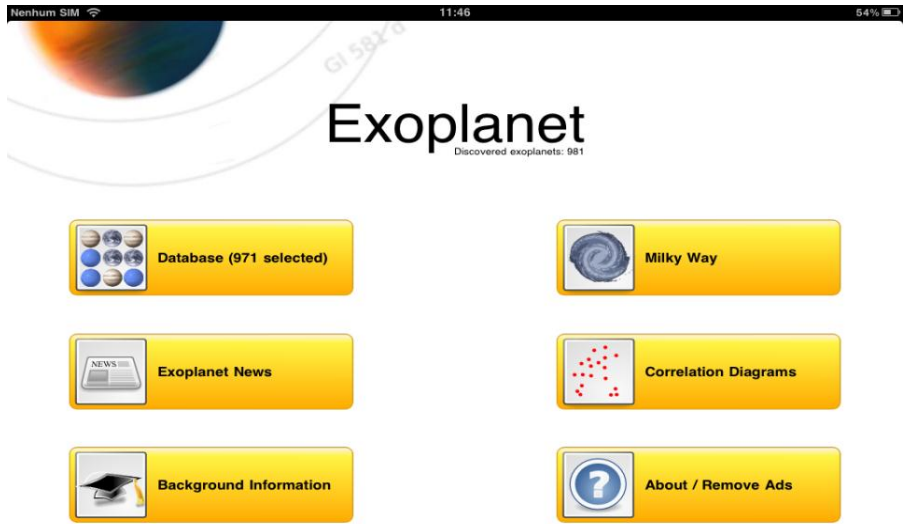


Figura 11. Aplicativo gratuito *Exoplanet*. Fonte: *App Store*.

The screenshot shows the 'Database' screen of the 'Exoplanet' app. It displays a list of exoplanets with their names, icons, and various data points. The status bar at the top shows 'Nenhum SIM', '11:48', and '54%'. The title bar says 'Database' with a 'Main Menu' button on the left and a 'Sort/Filter' button on the right.

	KELT-6 b	Mass: 0.43 Jupiter masses Period: 7.85 days Eccentricity: 0.220	Discovery method: transit Discovery year: 2013 Last updated: 13/08/13	
	KOI-1236 b	Mass: N/A Period: 35.74 days Eccentricity: 0.000	Discovery method: transit Discovery year: 2013 Last updated: 13/08/06	
	KOI-1236 c	Mass: N/A Period: 54.40 days Eccentricity: 0.000	Discovery method: transit Discovery year: 2013 Last updated: 13/08/06	
	KOI-1563 b	Mass: N/A Period: 5.49 days Eccentricity: 0.000	Discovery method: transit Discovery year: 2013 Last updated: 13/08/06	
	KOI-1563 c	Mass: N/A Period: 8.29 days Eccentricity: 0.000	Discovery method: transit Discovery year: 2013 Last updated: 13/08/06	
	KOI-2038 b	Mass: N/A Period: 8.31 days Eccentricity: 0.000	Discovery method: transit Discovery year: 2013 Last updated: 13/08/06	
	KOI-2038 c	Mass: N/A Period: 12.51 days Eccentricity: 0.000	Discovery method: transit Discovery year: 2013 Last updated: 13/08/06	
	KOI-2672 b	Mass: N/A Period: 88.52 days Eccentricity: 0.000	Discovery method: transit Discovery year: 2013 Last updated: 13/08/06	
	KOI-2672 c	Mass: N/A Period: 42.99 days Eccentricity: 0.000	Discovery method: transit Discovery year: 2013 Last updated: 13/08/06	
	Kepler-63 b	Mass: N/A Period: 9.43 days Eccentricity: 0.000	Discovery method: transit Discovery year: 2013 Last updated: 13/08/01	
	Gliese 328 b	Mass: 2.30 Jupiter masses Period: 4100.00 days Eccentricity: 0.370	Discovery method: RV Discovery year: 2013 Last updated: 13/07/31	
	HAT-P-8 b	Mass: 1.27 Jupiter masses Period: 3.08 days Eccentricity: 0.000	Discovery method: transit Discovery year: 2008 Last updated: 13/07/31	

Figura 12. Listagem geral dos exoplanetas.

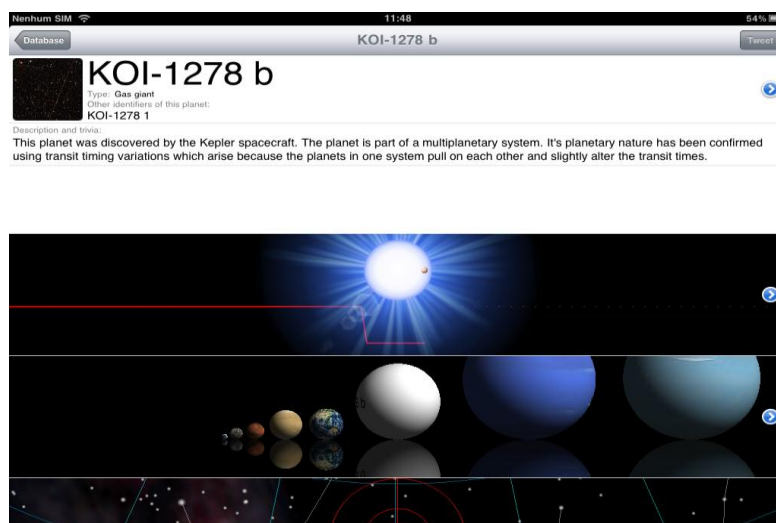


Figura 13. Descrição de um exoplaneta.

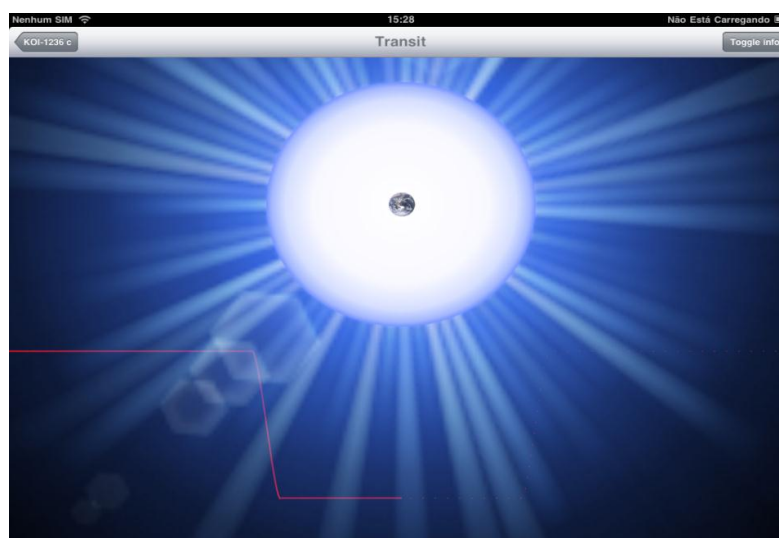


Figura 14. Simulação da técnica utilizada na descoberta do exoplaneta.

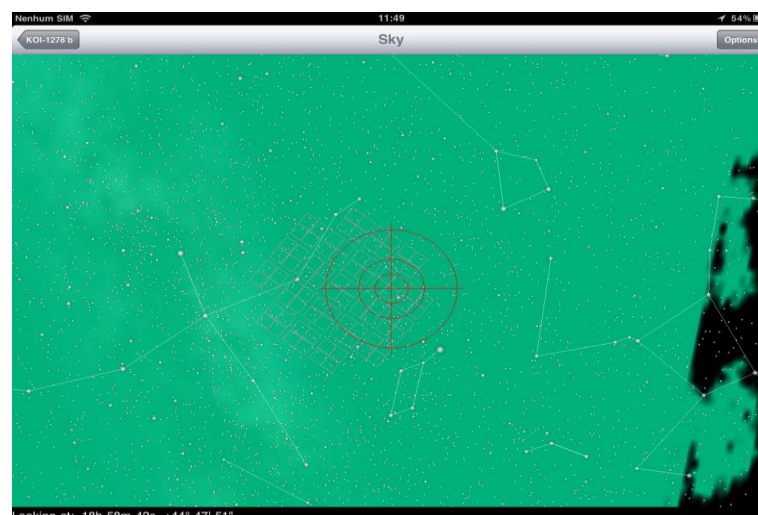


Figura 15. Localização do exoplaneta.

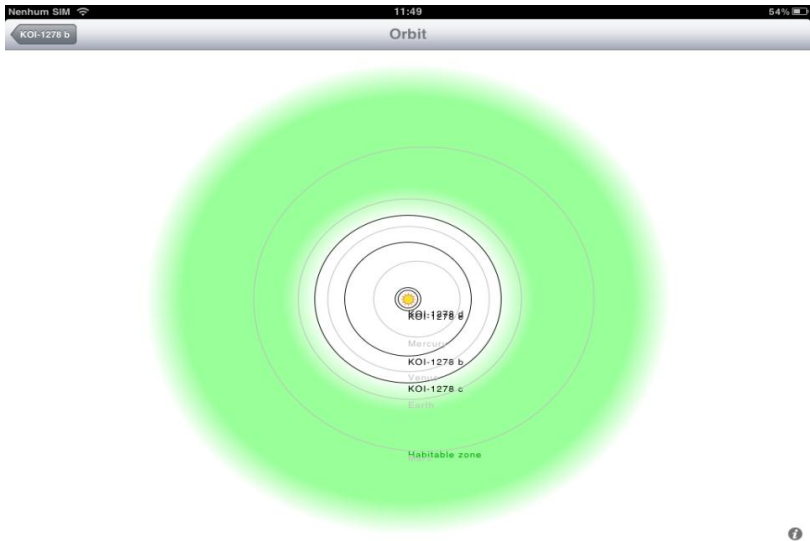


Figura 16. Modelo de um sistema extrassolar e demarcação de sua zona habitável.

A interface exibe uma tabela de dados para o sistema KOI-1278 b. No topo, há uma barra de status com 'Nenhum SIM', '11:49' e '64%'. Abaixo, uma barra de navegação contém 'Database', 'KOI-1278 b' e 'Tweet'.

Known planets in system	4
Find system in Milky Way	
Discovery year	2013
Detection method	transit
Last updated	13/09/13
Planet	
Mass	0.21 Jupiter masses
Radius	2.46 Earth radii
Orbital Period	24.81 days
Semi-major axis	N/A
Eccentricity	0.000
Inclination	N/A
Host star	
Stellar Mass	1.09 Solar masses
Stellar Radius	1.01 Solar radii
Distance from Earth	4520.7 light yrs
Stellar Metallicity	0.000 [Fe/H]
Spectral Type	N/A
Magnitude (V)	0.000
Habitable zone	1.13-2.02 AU
Right ascension	18h 58m 42s

Figura 17. Detalhamento físico do exoplaneta e respetivo sistema solar.



Figura 18. Apresentação de um exoplaneta (à esquerda) e comparação entre o nosso sistema solar e um sistema extrassolar (à direita).

Journey to the Exoplanets (por Edward Bell, Ron Miller) (Figs. 19–22): Aplicativo para dispositivos Apple, produzido com o apoio da revista *Scientific American*, que contém textos informativos referentes às ciências planetárias, simuladores de sistemas extrassolares, informações históricas e atividades interativas, como o construtor de planetas e o guia interativo, em que é possível realizar uma viagem virtual a ambientes extraterrestres a partir de concepções artísticas desenvolvidas com rigor científico (Requer iOS 4.0 ou posterior. Compatível com Ipad). Entre seus recursos, estão:

- What is a Planet? (Fig. 20): textos sobre o conceito de planeta e aspectos históricos da ciência planetária.
- Exoplanet Timeline: linha do tempo interativa sobre a observação e o estudo dos planetas através da história.
- What is a Star?: textos sobre o conceito de estrela e suas categorias. Apresenta um tópico especial chamado 20 stars, que consiste em um modelo tridimensional da vizinhança solar.
- Radiation and Space Travel: textos sobre os riscos e as dificuldades envolvidos nas viagens espaciais.
- Finding Exoplanets: detalhamento informativo e interativo sobre as técnicas de detecção de exoplanetas mais utilizadas atualmente. Oferece imagens e animações que ilustram cada uma das técnicas principais. Apresenta também o tópico Size of Exoplanets, cujo objetivo é comparar o tamanho da Terra aos tamanhos de alguns exoplanetas conhecidos.
- Exoplanet Gallery (Figs. 21 e 22): ampla galeria de representações artísticas dos exoplanetas. Em alguns casos, é possível movimentar a imagem de modo panorâmico, demonstrando as paisagens que possivelmente encontraríamos se estivéssemos na superfície desses mundos. Em meio às imagens, também estão disponíveis alguns vídeos de curta duração.
- Planet Builder: Construtor de exoplanetas muito semelhante ao recurso Extreme Planet Make Over, disponível no site Planet Quest.
- Filtering Starlight: textos explicativos, complementados por figuras e gráficos, que demonstram como as plantas filtrariam a luz de diferentes tipos estelares e como isso afetaria sua coloração. Em planetas ao redor de estrelas com luminosidade muito superior a de nosso Sol, as plantas poderiam ser azuis.
- Little Scientist: tutoriais de experimentos científicos sugeridos para alunos da educação básica. A complexidade das atividades é classificada em fácil, moderada ou difícil.

- Planet Picker: busca por exoplanetas dividida em variadas categorias, determinadas pelas características físicas dos mundos listados.

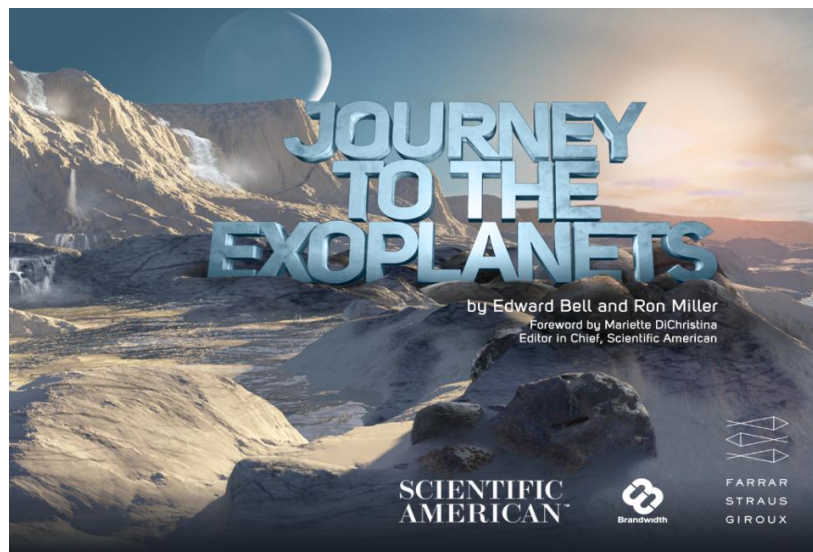


Figura 19. Tela de apresentação do aplicativo *Journey to the Exoplanets – Scientific American*.



Figura 20. Descrição das técnicas de detecção dos exoplanetas.

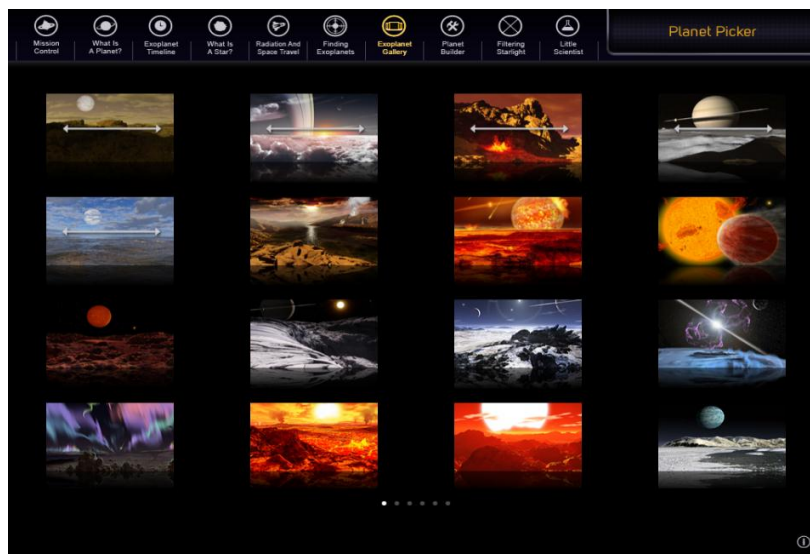


Figura 21. Galeria dos exoplanetas.



Figura 22. Vista panorâmica artística de um ambiente extraterrestre.

3) Iniciativas de *Citizen Science* (voluntariado científico)

Projeto Planet Hunters (por Zooniverse, Universidade de Yale e NASA) (Figs. 23–25):

Trata-se de uma atividade de voluntariado científico, prática que tem crescido nos últimos anos em diversas áreas do conhecimento. Resultado da colaboração entre a Universidade de Yale e o projeto *Zooniverse*, o site permite ao internauta desenvolver pesquisas de ciência

remota, ajudando a analisar e discutir dados coletados pelo telescópio espacial Kepler (NASA) a respeito de variações no brilho de estrelas, os quais podem ser resultantes da passagem de exoplanetas.

Ao indicar as variações de brilho suspeitas e selecionar tais estrelas para discussão, os cientistas podem realizar mais rapidamente uma filtragem do alto número de informações detectadas pelo telescópio Kepler. Assim, contando com a colaboração de milhões de internautas em todo o mundo, já foi possível confirmar a existência de três exoplanetas: *PH – 1 A(ab) b*, *PH – 2 b* e *PH3 c*.

Marcando as quedas de brilho no gráfico, as quais são representadas por “mergulhos” (*dips*) dos pontos em relação à faixa principal, é possível indicar estrelas com probabilidade de abrigar exoplanetas ao seu redor (veja exemplo acima). Para desenvolver a capacidade de localizar essas regiões do gráfico, o site conta com tutoriais em vídeo, que facilitam bastante o processo. Assim, alunos do Ensino Fundamental II e do Ensino Médio podem participar desse tipo de iniciativa, desde que fornecida uma explicação básica dos objetivos do projeto e dos procedimentos necessários ao cadastramento e participação. O grau de dificuldade da atividade é moderado, tornando-se mais simples com a prática.



Figura 23. Tela de apresentação do site Planet Hunters. Fonte: <http://www.planethunters.org/>

Apresentando outros sistemas solares nas aulas de ciências através de ferramentas online e aplicativos digitais

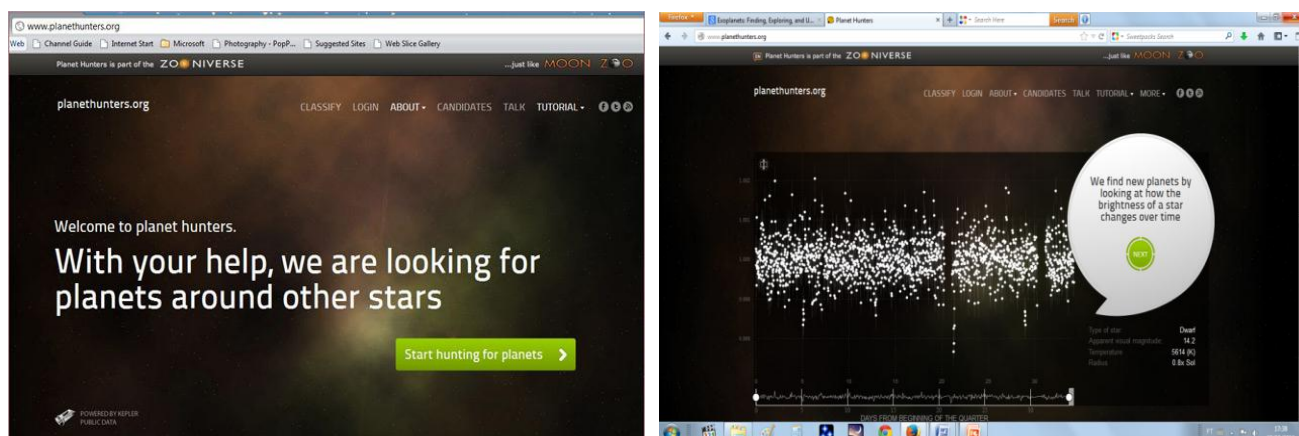


Figura 24. Tutoriais do site Planet Hunters. Fonte: <http://www.planethunters.org/>

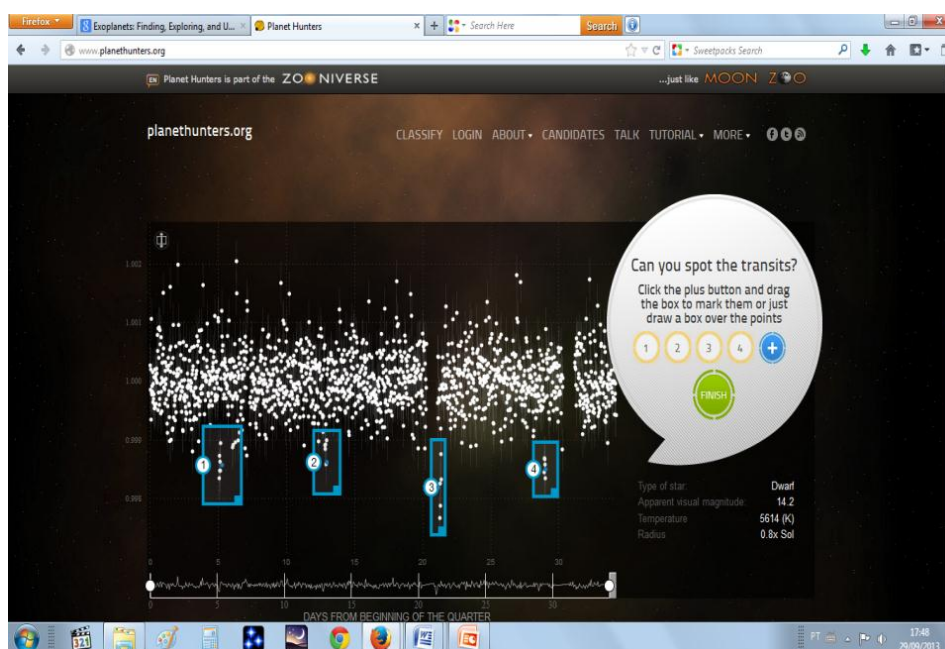


Figura 25. Demarcação de possíveis trânsitos nos gráficos fornecidos pelo site. Fonte: <http://www.planethunters.org/>

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desse estudo concentrou-se em apontar a necessidade de abordar o tema sistemas extrassolares na Educação Básica e sugerir a alunos e professores algumas ferramentas capazes de garantir a interação com as pesquisas científicas desenvolvidas nessa área.

A importância dessas ferramentas se justifica pela escassez de livros didáticos ou paradidáticos dedicados a esse tema. Sua eficácia, no entanto, depende da abordagem adotada pelos professores e de seu próprio conhecimento sobre o assunto. Assim, o contato com tais

ferramentas não dispensa a consulta à bibliografia especializada por parte dos educadores e um bom planejamento das atividades pautadas nos aplicativos e sites descritos nesse trabalho. A consulta a livros, artigos e sites especializados relacionados nas referências bibliográficas utilizadas para o desenvolvimento desse trabalho é, portanto, fundamental.

Uma vez que as ferramentas foram desenvolvidas de modo lúdico e com linguagem simplificada, evitando-se o vocabulário técnico, estudantes com idade entre 12 e 17 anos podem utilizá-las com sucesso, desde que as informações essenciais sejam traduzidas do Inglês ou o próprio educador explique aos seus alunos como utilizar seus recursos interativos.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a um parecerista anônimo pela leitura e comentários feitos em uma versão anterior desse manuscrito.

Referências

BATTS, S. A., ANTHIS, N. J. & SMITH, T. C. Advancing Science through conversations: Bridging the gap between blogs and the Academy. **PLoS Biology**, Cambridge, v. 6, p. 1837-1840, 2008.

BRAKE, M. **Alien life imagined**: communicating the Science and culture of Astrobiology. 1. ed. New York: Cambridge, 2013. 280 p.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: 1.º, 2.º, 3.º e 4.º ciclos. Brasília: MEC/SEF, 1998.

DOMINIK, M., ZARNECKI, J. C. The detection of extra-terrestrial life and the consequences for science and society. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, Londres, v. 369, p. 499-507, 2011.

DUARTE, R. & LIMA, I. Astrobiologia: o estudo da origem e evolução da vida dentro e fora do planeta Terra. **MacroCosmo.com**, São Paulo, v. 13, p. 11-30, 2004.

DUNÉR, D. Introduction: the History and Philosophy of Astrobiology. **Astrobiology**, Houston, v. 12, n. 10, p. 901 – 905, 2012.

FONTAINE, J. & SIMAAN A. **A imagem do mundo**: dos babilônios a Newton. 1. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2003. 352 p.

GOWDAK, D.O., MARTINS, E.L. **Ciências – Novo Pensar**. São Paulo: FTD, 2012.

GRANT, A. William Borucki – Planet Hunter. **Discover Magazine**, Waukesha, v. 12, p. 42-50, 2012.

GRINSPOON, D. **Planetas solitários**: a filosofia natural da vida alienígena. 1. ed. São Paulo: Globo, 2005. 560 p.

HAVEN, K. **As 100 maiores descobertas científicas de todos os tempos**. 1. ed. São Paulo: Ediouro, 2008. 320 p.

LÉVY, P. **Cibercultura**. 1. ed. São Paulo: Editora 34, 1999. 272 p.

MAYOR M. & QUELOZ, D. A Jupiter-mass companion to a solar-type star. **Nature**, Nova Iorque, v. 378, p. 355 – 359, 1995.

NASA. **Exoplanets:** Microlensing. Disponível em: <<http://wfirst.gsfc.nasa.gov/science/exoplanets/>>. Acesso em: 12 out. 2014.

NASA. **NASA's Kepler Mission Confirms Its First Planet in Habitable Zone of Sun-like Star**. Disponível em: <<http://www.nasa.gov/centers/ames/events/2011/kepsciconpresskit.html>>. Acesso em: 28 out. 2014.

PLANET HUNTERS. Disponível em: <<http://www.planethunters.org>>. Acesso em: 12 out. 2014.

PLANET QUEST. Disponível em <<http://planetquest.jpl.nasa.gov/>>. Acesso em: 12 out. 2014.

SANTOS, C.M.D. & ALABI, L.P. Todo biólogo é um pouco astrobiólogo. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 51, n. 312, p. 56-57, 2013.

SANTOS, C. M. D., MARTIN, A.C.R.C & TOSTA, L. P. Sobre o uso de blogs no ensino de biologia. **Revista da SBEnBIO**, São Paulo, v. 3, p. 2771-2780, 2010.

SÃO PAULO. **Currículo do Estado de São Paulo**: Ciências e suas tecnologias – Ensino Fundamental ciclo II e Ensino Médio. São Paulo: SEE, 2010.

Recebido em: 06/02/2015

Aprovado para publicação em: 29/05/2017

Publicado em: 31/08/2017