

O ENSINO DE ASTRONOMIA EM UM CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES: O CASO DA SUPERFÍCIE MARCIANA

 Hualan Patrício Pacheco ¹
 Marli Lúcia Tonatto Zibetti ²

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo o relato da experiência de ensino de Astronomia em um curso de formação de professores, especificamente sobre as características areológicas do planeta Marte por meio da utilização de materiais didáticos impressos em impressora 3D. Os estudantes que participaram da prática de ensino eram do curso de licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO) e estavam no sétimo período, cursando a disciplina optativa de Introdução à Astronomia e Astronáutica. A prática docente foi desenvolvida com êxito no sentido de permitir que os discentes buscassem conhecimento acerca das questões relacionadas à superfície de Marte, utilizando-se de outras áreas do conhecimento, tais como a Geologia e a Física. Ao final percebeu-se o engajamento dos estudantes nas atividades propostas pelo docente e o domínio de informações pesquisadas, demonstrando que a prática de ensino extrapolou aquilo para a qual havia sido pensada inicialmente.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia; Formação de Professores; Superfície Marciana; Relato de Experiência.

LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA EN UN CURSO DE FORMACIÓN DOCENTE: EL CASO DE LA SUPERFICIE MARCIANA

Resumen: El presente trabajo tiene como objetivo relatar la experiencia de la enseñanza de la Astronomía en un curso de formación docente, específicamente sobre las características areológicas del planeta Marte mediante el uso de materiales didáticos impresos en una impresora 3D. Los alumnos que participaron de la práctica docente eran de la carrera de Física del Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Rondônia (IFRO) y estaban en el séptimo período, cursando la optativa *Introducción a la Astronomía y Astronáutica*. La práctica docente se desarrolló con éxito en el sentido de permitir a los estudiantes buscar conocimientos sobre temas relacionados con la superficie de Marte, utilizando otras áreas del conocimiento, como la Geología y la Física. Al final, se notó el compromiso de los estudiantes en las actividades propuestas por el docente y el dominio de la información investigada, demostrando que la práctica docente extrapoló lo inicialmente pensado.

Palabras clave: Enseñanza de Astronomía; Formación de Profesores; Superficie Marciana; Informe de Experiencia.

TEACHING ASTRONOMY IN A TEACHER TRAINING COURSE: THE CASE OF THE MARCIAN SURFACE

Abstract: The present work aims to report the experience of teaching Astronomy in a teacher training course, specifically on the areological characteristics of planet Mars through the use of didactic materials printed with a 3D printer. The students who participated in the teaching practice were from the Physics degree course at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Rondônia (IFRO) and were engaged in the seventh period, taking the optional course *Introduction to Astronomy and*

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), Porto Velho, Brasil. E-mail: hualan.pacheco@ifro.edu.br.

² Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Porto Velho, Brasil. E-mail: marlizibetti@unir.br.

Astronautics. The teaching practice was successfully developed in order to allow students to seek knowledge about issues related to the surface of Mars, using other areas of knowledge, such as Geology and Physics. In the end, the students' engagement in the activities proposed by the teacher and the mastery of researched information was noticed, demonstrating that the teaching practice extrapolated what it had been initially thought.

Keywords: Teaching Astronomy. Teacher Training. Martian Surface. Experience Report.

1 Introdução

Dentro do cenário educacional a formação docente é um dos pilares para a melhoria do ensino e da educação nacional, sendo foco de diversas discussões e ponto de questionamento intenso pelos pesquisadores da área. No contexto histórico, podemos separar três modelos distintos para a formação docente: o modelo conteudista, que é pautado na organização do conteúdo a partir do esquema 3+1 (três anos de conteúdos e conhecimentos específicos mais um ano de conhecimentos pedagógicos e didáticos); o modelo de transição, baseado na aprovação da primeira Resolução do CNE/CP nº 1/02, que cria as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores/as para a Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena; e o modelo de resistência, que surge a partir da aprovação da Resolução do CNE/CP nº 2/15 sobre a formação de professores/as e a Resolução CNE/CP nº 2/19 que modifica as diretrizes de formação de professores (Coimbra, 2020).

Embora os diversos modelos possuam suas contribuições para a sociedade e sobre a forma como o ser humano tem atuado no ambiente é impossível desvincular em cada um destes o papel do professor como aquele indivíduo que forma os diversos profissionais para a atuação no mercado de trabalho e nas tomadas de decisões dos novos rumos da humanidade. A escola e a educação são o ponto central para a humanização, sendo parte integrante da evolução do homem e da busca pela cidadania, esta é uma das argumentações de Gatti (2017).

A educação escolar é vital para a garantia da cidadania sendo ponto importante para o processo de humanização do indivíduo. Neste sentido a escola é central e se torna campo de interesse público, pois reflete a organização da sociedade vigente. A educação escolar deve ser fomentada em qualquer nível, desde a educação básica até a educação superior e no contexto geral destaca-se o trabalho e a figura dos professores como parte da força motriz das mudanças escolares.

A educação é um processo complexo que se realiza com seres humanos, não sendo, portanto, um processo que ocorre facilmente através da aplicação de técnicas acumuladas ao longo dos anos de formação. Assim a formação docente está associada ao incentivo a uma prática reflexiva na qual os formadores devem valorizar os diferentes aspectos da história individual e profissional do docente e reconhecer que a formação de professores se dá em um *continuum* (Gatti et al., 2019).

Assentados nesses princípios e na formação de docentes observamos que práticas em Astronomia têm contributos para a reflexividade e criticidade, tal como podemos ver em Costa et al. (2016). Essas práticas permitiram a mudança de concepção dos alunos e a perspectiva de que a ciência se constrói de maneira histórica, superando o senso comum. Neste sentido as práticas em ensino de Astronomia permitem que os

alunos, em qualquer nível de escolaridade, busquem outras maneiras de se informar por meio de espaços não formais de ensino.

A necessidade de utilização de metodologias ativas para o ensino de Astronomia em escolas do ensino básico reside nas próprias diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio, tal como pode ser visto em Mota et al. (2009), além disso é imprescindível que o ensino desses temas seja realizado, tendo em vista os avanços tecnológicos e as novas descobertas que são realizadas a cada dia.

A partir desta justificativa a prática aqui relatada foi desenvolvida com base na perspectiva da formação pedagógica que incentive a pesquisa e a reflexividade. O ensino de Astronomia é ponto importante para a alfabetização científica e tem sido utilizado como fator motivador para o estudo de ciências, conforme evidenciado por Rodrigues e Briccia (2019):

[...] o ensino de Astronomia pode despertar o interesse dos alunos pelas Ciências Naturais e as demais áreas subjacentes a ela, desde que não seja apresentada de forma superficial e permita que os alunos percebam a profundidade a ser explorada por temas implícitos em face de outras Ciências.

Assim o ensino de Astronomia é um campo fértil para a motivação de alunos de diversos níveis de escolaridade. Quando tratado nos cursos de formação de professores pode atuar no sentido de permitir que o futuro docente amplie a sua visão da transversalidade das ciências e as suas relações com outros ramos que aparentemente estão totalmente desconexos.

Esta prática com base na aplicação de escalas cartográficas, na exploração e reconhecimento da superfície marciana com a identificação de crateras mostrando a interdisciplinaridade do conhecimento escolar é aplicável em outras propostas, dentre estas podemos destacar aquela descrita por Dutra e Goulart (2014), que traz uma atividade de ensino sobre a órbita de Marte aplicável ao ensino médio, com um alto poder de conectar conteúdos de Física, Astronomia e Matemática.

Desta maneira espera-se o impacto na formação dos estudantes que participaram desta prática educacional e, por fim, a modificação de sua futura atividade pedagógica com a aplicação dos conhecimentos que foram colocados ao longo das aulas.

2 O ensino do relevo marciano por meio da Astronomia: transversalidades na formação de professores

A Geologia é a ciência que estuda a Terra, sua formação, sua composição, sua estrutura, seus tipos de relevo e suas origens, por meio de evidências concretas, retiradas da observação das formações geológicas, colhidas em análises minuciosas de fósseis e camadas de sedimentos.

Especificamente os conhecimentos da Geofísica, que estuda a estrutura, a composição e a dinâmica da Terra por métodos físicos (magnetometria, gravimetria e sismologia), têm grande importância quando aplicados ao contexto da Astronomia, por permitir o entendimento de aspectos de planetas do nosso Sistema Solar que inferem

diretamente sobre a formação, origem e evolução do planeta ao longo dos bilhões de anos que se sucederam à sua formação (Silva & Crispim, 2019).

Os quatro primeiros planetas do Sistema Solar, Mercúrio, Vênus, Terra e Marte, são rochosos ou telúricos e possuem uma estrutura de camadas que conta com uma crosta rochosa. Observamos que os estudos desses astros são parcialmente fundamentados nas pesquisas realizadas na crosta terrestre onde comparações de aspectos da nossa superfície se estendem para Marte, Vênus e Mercúrio (Oliveira Filho & Saraiva, 2016).

O Vulcanismo e a Vulcanologia são ramos da Geologia que se preocupam com a formação de vulcões e com a ejeção de material magmático para a crosta terrestre e estes estudos tem implicações importantes nos planetas e até mesmo nas luas do Sistema Solar. Um exemplo da importância desse estudo é a existência de um platô vulcânico em Marte, a região de Tharsis, conhecida por abrigar o maior vulcão do Sistema Solar, Monte Olimpo, que comentaremos adiante.

Ao entendermos os diversos ramos da Geologia, principalmente aqueles que se preocupam com as formações rochosas e que tem implicações para a Astronomia elevamos o nosso conhecimento sobre o universo e sobre a formação do Sistema Solar. Observamos que, com a interdisciplinaridade entre as ciências, o estudo de determinadas características do Sistema Solar não pode ser realizado por ciências isoladas, mas sim pela integração entre estas disciplinas e por meio do entendimento da transversalidade da Astronomia.

No contexto de um curso de formação de professores foi possível estabelecer uma prática pedagógica que tivesse como finalidade o ensino de Astronomia, especificamente a morfologia do planeta Marte, utilizando-se de modelos em impressoras 3D que permitissem aos alunos observarem as diversas formações areológicas (areologia é o estudo da superfície marciana) e crateras de impacto deste planeta.

Os 10 estudantes que participaram do estudo tinham faixa etária que variava entre 22 e 45 anos, sete do sexo masculino e três do sexo feminino, cursando o sétimo período do Curso de Licenciatura em Física (noturno) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – IFRO, campus Porto Velho – Calama. Os alunos cursavam a disciplina optativa de Introdução à Astronomia e Astronáutica, que já havia sido ofertada anteriormente em outras turmas, no entanto, a utilização desta metodologia não havia sido feita, mesmo que os temas escolhidos fossem os mesmos de momentos anteriores.

3 As regiões e crateras da superfície marciana

O material didático que propomos, para o ensino de Astronomia não se limita somente ao ensino desta ciência, mas também pode ser aplicado ao ensino de diversos conceitos de geografia indo desde a formação de cânions e depressões, até a planícies e outras formas de relevo.

O material de baixo custo que pode ser utilizado para o ensino dos aspectos de Marte e outros corpos celestes é tido como um material de fácil acesso, já que pode ser encontrado nos sites de grandes instituições de pesquisa espacial, tais como a NASA

(Administração Nacional do Espaço e Aeronáutica) através do site “sa3d.arc.nasa.gov”. Neste endereço eletrônico podemos encontrar arquivos para impressão 3D em diversos formatos e também sobre diversos corpos celestes, tais como a nossa Lua, Marte, Vênus e asteroides em geral.

Foram escolhidas 6 regiões marcianas que são importantes para os estudos realizados por sondas e *rovers*, tais como o Curiosity, Opportunity e Perseverance. As regiões que foram estudadas são: Cratera Victória, Cratera Gusev, Região de Tharsis, Cratera Gale, Cratera Jezero e a Valle Marineris.

A Cratera Victória (Figura 1) é localizada em Marte e consiste em uma cratera de impacto que possui características suaves, ou seja, tem grande diâmetro se comparado com sua profundidade ou seus depósitos de materiais. Ela possui aproximadamente 730 m de largura por 70 m de profundidade, sendo continuamente afetada pela erosão e foi visitada em 2006 pela nave Opportunity, após esse veículo viajar por 21 meses até Marte (NASA, 2006a).



Figura 1 - Cratera Victória.

Fonte: NASA (2006b).

A Cratera Gale (Figura 2) é de impacto e possui 150 km de diâmetro e um montículo em seu centro (conhecido como Monte Sharp) que tem entre 4,5 km e 5 km acima das bordas da cratera. Muitas crateras de impacto na Lua têm configurações semelhantes e por essa razão se faz necessário, em Astronomia, estudar esse ponto específico de Marte (NASA, 2011).



Figura 2 - Cratera Gale, visitada por sonda da NASA.
Fonte: NASA (2011).

A Região de Tharsis (Figura 3) é um platô vulcânico localizada no equador de Marte onde é possível encontrar diversos montes que antes eram vulcões ativos, incluindo um dos maiores do nosso Sistema Solar, denominado Monte Olimpo, que possui aproximadamente 27 km de altura e mais de 600 km de diâmetro, sendo cercado por uma escarpa de até 6 km de altura. O Platô foi formado a aproximadamente 3,7 bilhões de anos e formou diversos outros relevos da superfície de Marte, incluindo o Cânion de Valles Marineris (NASA, 1998a).

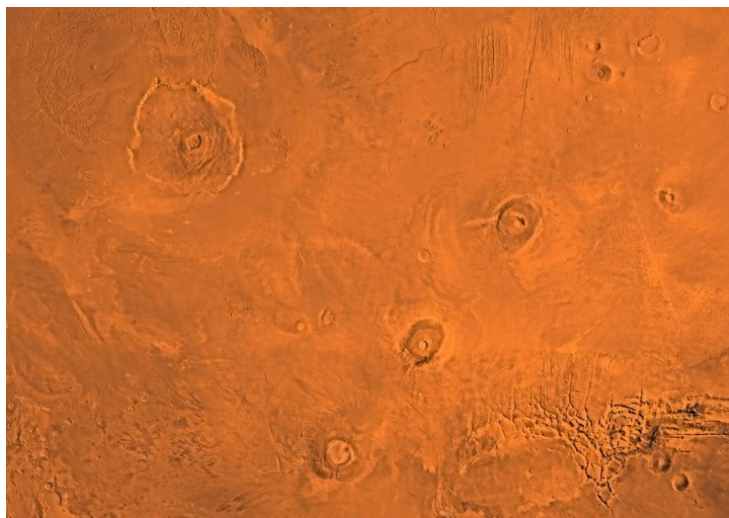


Figura 3 - Região de Tharsis.
Fonte: NASA (1998a).

O Cânion de Valle Marineris (Figura 4) tem aproximadamente 3.000 km de extensão e 600 km de largura, por comparação a extensão desse cânion é maior que a distância que separa o leste e o oeste dos Estados Unidos. O Valle Marineris é situado no equador do planeta e outra teoria de formação para essa região é que existia uma grande quantidade de água fluindo até formar o cânion que conhecemos hoje, que possui, em alguns pontos, 8 km de profundidade (NASA, 1998b).

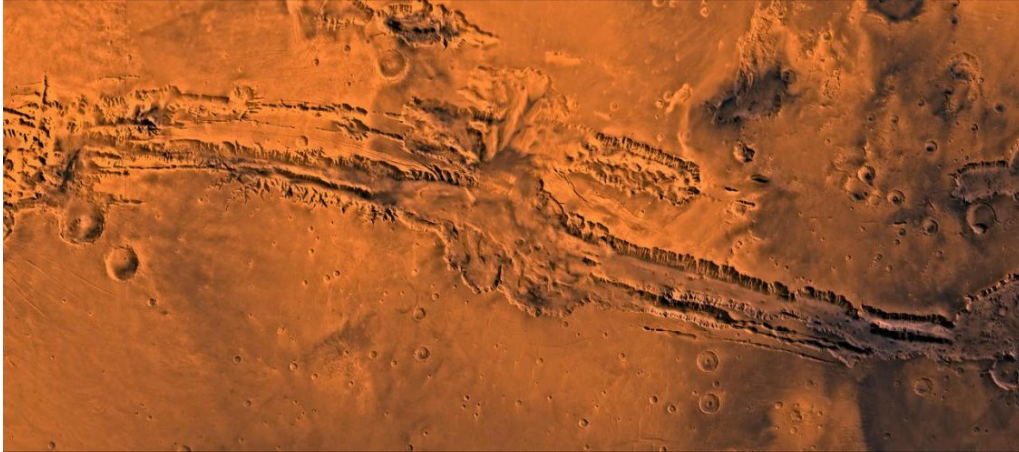


Figura 4 - Cânion Valle Marineris.
Fonte: NASA (1998c).

A Cratera Gusev (Figura 5) é de impacto, com diâmetro de aproximadamente 180 km, e se acredita que tenha sido formada há alguns bilhões de anos (entre 3 e 4 bilhões de anos). Este relevo é de grande importância, pois foi visitado pela espaçonave Spirit em 3 janeiro de 2004. Essa cratera fica em um local que supostamente foi, em um passado longínquo, um leito de rio, por essa razão esperava-se que existisse indícios de água que poderiam ser captados pelo veículo de exploração (NASA, 2016).

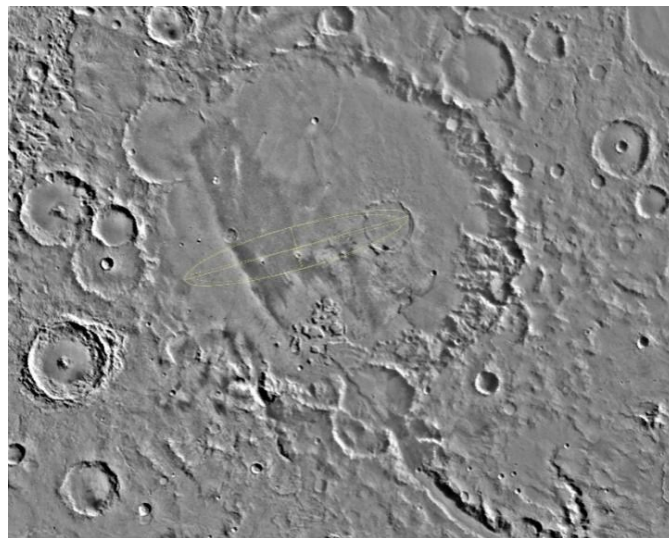


Figura 5 - Cratera Gusev, nome dado ao astrônomo russo Matvei Gusev.
Fonte: NASA (2003).

A Cratera Jezero (Figura 6) fica na região da Planície (Bacia) Isidis e provavelmente foi, em algum momento da história de Marte, inundada por água e possivelmente abrigou vida. A cratera possui 45 km de diâmetro e possui 750 metros de profundidade, tendo nomenclatura inspirada em algumas línguas eslavas que dão significado de “lago” a palavra que denomina a cratera. A cratera foi visitada pelo rover Perseverance e a região tem interesse de pesquisa devido às evidências de fluxo de rio antigo formando um delta que há muito tempo está seco (NASA, 2020a).



Figura 6 - Cratera Jezero, evidenciando local de pouso do Rover Perseverance no ano de 2020.
Fonte: NASA (2020b).

4 A construção do material didático

O material didático da Cratera Jezero (O’Kane, 2019), que aparece na Figura 7 a), levava em consideração a região de pouso da sonda Perseverance, que tem aproximadamente 7,7 km de comprimento por 6,8 km de largura, o que é uma região pequena se comparada com o tamanho da cratera como um todo. O modelo impresso tem 18 cm por 15 cm e permite que o estudante observe com precisão os detalhes que estão sendo colocados, como o cânion e o delta que são característicos dessa região.

Na Figura 7 b), podemos observar a Cratera Gusev (NASA, 2015b) que tem ao redor diversas outras crateras pequenas de impacto, essas formações são datadas de bilhões de anos atrás e o ponto principal que deve ser ressaltado na prática de ensino é a presença de um leito de rio, detectado por meio da depressão que liga a planície à cratera de impacto. Ao redor da cratera maior é possível observar outros pontos que devem ser ressaltados na inspeção por meio do tato, fazendo o estudante observar os impactos ao redor que foram causados pelo fato de haver muitos registros de colisões de meteoros no planeta Marte devido à sua baixa densidade atmosférica.

A representação do Valles Marineris (NASA, 2014) foi dividida em três impressões e podemos detectar detalhadamente as informações sobre essa região do corpo celeste que são evidenciadas pela impressão em 3D. o conjunto todo tem aproximadamente 45 cm e é através desse material que podemos detectar os cânions que estão presentes ao longo da superfície de Marte. Na Figura 7 c) observamos o comprimento total da impressão, se comparada com uma régua de 30 cm de extensão.

A região de Tharsis (NASA, 2015c) que pode ser observada na Figura 7 d) possui aproximadamente 20 cm de comprimento por 15 cm de largura e permite que sejam detectadas as disposições dos 4 principais vulcões existentes na região.

Na Figura 7 e) visualizamos a cratera Victória (NASA, 2015d) que foi descrita anteriormente, observa-se também a construção de acordo com o formato original, com

detalhes que são imprescindíveis para o entendimento da morfologia da cratera, permitindo que os estudantes possam formar imagens mentais sobre aquela região do espaço.

A cratera Gale (NASA, 2015a) é de grande importância devido ao seu depósito de minério no centro da formação, ou seja, esse ponto deve ser colocado com precisão para que seja possível a formação de imagens mentais por parte dos estudantes e isso é observado na Figura 7 f) em que vemos o relevo acidentado ao redor e a diferença entre as texturas do relevo que é colocada por meio de detalhes na modelagem antes da impressão acontecer.

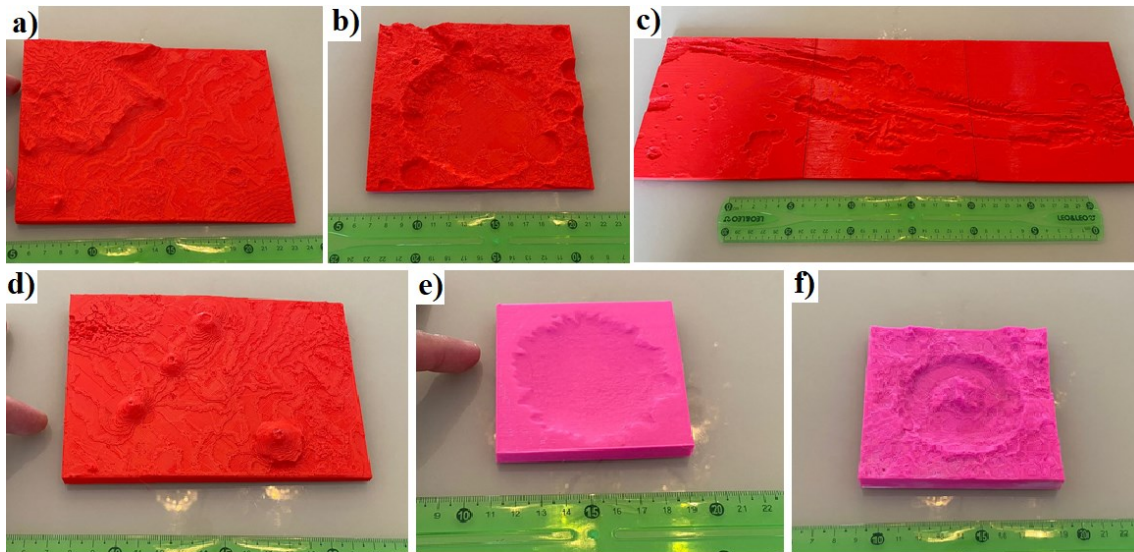


Figura 7 - a) Região de pouso da sonda Perseverance na Cratera Jezero, com aproximadamente 18 cm de comprimento e 15 cm de largura; b) Representação da Cratera Gusev, visitada por missões de exploração de Marte e que foram enviadas pela NASA; c) Valles Marineris, localizado na região do equador de Marte e com aproximadamente 3000 km de extensão; d) Placa referente a região de Tharsis, com aproximadamente 10 cm de largura e 15 de comprimento. podemos observar os 4 maiores vulcões da região com destaque, bem como o relevo acidentado; e) Cratera Victória impressa em impressora 3D; f) Cratera Gale com relevo e formações areológicas próximas.

Fonte: os autores.

5 Descrevendo a prática didática desenvolvida

A prática foi desenvolvida em dois momentos, com duração de quatro aulas cada, totalizando 200 minutos por encontro, o que era equivalente a uma noite letiva, esses momentos eram semanais.

Os conteúdos trabalhados neste primeiro momento foram as formações geológicas dos planetas rochosos, assim ensinamos, através de aula expositiva, sobre as características principais dos planetas um a um, perpassando suas características físicas e químicas como densidade, massa, composição, distância ao Sol, indo desde a discussão sobre a existência de atmosfera dos planetas, até as crateras mais importantes.

A aula foi desenvolvida por meio de slides e vídeos, contendo informações básicas, fotografias e animações de sondas. As naves e missões de exploração foram

destacadas, dando ênfase para as descobertas de cada uma das mais importantes missões a cada planeta. Até este ponto tínhamos dois objetivos, o primeiro deles era despertar a curiosidade e a necessidade de aprofundamento do conteúdo pelos estudantes, bem como garantir que todos acessassem conhecimentos básicos sobre o assunto e permitir, a partir dali o avanço nos estudos sobre as características planetárias.

Foi dado ênfase ao planeta Marte, pois este seria o ponto chave para o segundo momento que iria ocorrer na semana seguinte. Ao término da aula foi recomendado que os estudantes pesquisassem, para a semana seguinte, pelo menos uma região da superfície marciana que lhes interessasse e trouxessem informações sobre este item para compartilharem com os colegas.

O segundo momento da prática teve o mesmo tempo de desenvolvimento (200 minutos). Iniciamos a aula fazendo uma socialização daquilo que havia sido buscado pelos alunos e pedimos que apresentassem um de seus itens pesquisados. Uma informação recorrente das pesquisas dos estudantes foram os polos de Marte, que possuem gelo de diversos compostos e o Platô vulcânico conhecido como Tharsis. Esse último apareceu na pesquisa de 8 estudantes que se interessaram particularmente pelos quatro maiores Vulcões que são denominados de Montes Olimpo, Pavonis, Ascraeus e Arsia.

Terminado esse momento os estudantes foram convidados a se organizarem em grupos de até quatro pessoas (nesse momento formaram-se dois grupos com três pessoas e um grupo com quatro pessoas), para que socializassem as informações que seriam buscadas durante a prática de ensino. Os materiais didáticos foram distribuídos de maneira igual em número, para cada um dos grupos (Figura 8), assim, cada grupo ficou com dois componentes didáticos.



Figura 8 - Alunos reunidos em grupos para realização da atividade de medição e de pesquisa.
Fonte: os autores.

Aos alunos foi dado o nome das crateras principais ou formações areológicas, e foi pedido que fizessem as seguintes ações:

- Pesquisassem na internet sobre os principais pontos de interesse de cada uma das regiões que estavam ali em suas mãos e anotassem;

- Fizessem a medida da escala de impressão dos arquivos em 3D;
- Medissem a distância entre dois pontos de referência que estivessem nos materiais didáticos impressos e comparassem com a realidade;
- Trocassem com os companheiros os materiais didáticos e repetissem as ações;
- Apresentassem oralmente ao professor as anotações e conclusões sobre as medidas realizadas.

A ação de pesquisa é um ponto de grande necessidade para os professores e aprender esta atividade e pô-la em prática é necessário. Os estudantes desenvolveram esse papel sem nenhuma dificuldade (Figura 9), visto que já haviam praticado esse aspecto em suas casas e isso é parte integrante da vida profissional.

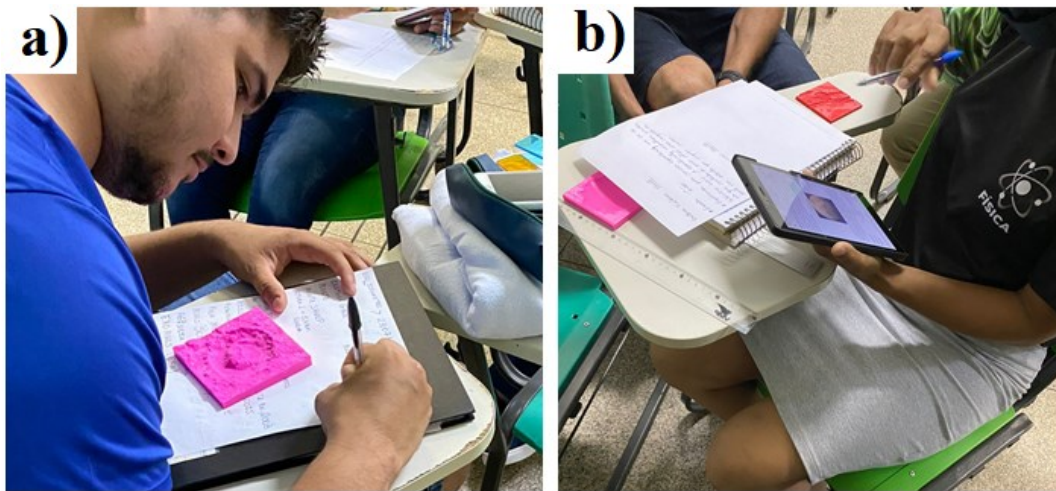


Figura 9 - a) Estudante participando das atividades de reconhecimento e realizando anotações sobre a Cratera Gale; b) Aluna estudando a formação geológica e cratera de impacto, especificamente a cratera Victória e o Valle Marineres.

Fonte: os autores.

Para fazer a medida das escalas os estudantes fizeram o uso de uma régua simples, pois os materiais didáticos, como apresentado na seção anterior, não eram de grandes proporções. Essas medidas eram realizadas utilizando pontos de referência que os alunos já haviam, durante suas pesquisas, determinado suas dimensões, em km, para aí então, no material didático, realizar a comparação com o tamanho real da região no planeta. Como exemplo o Monte Olimpo, que tem mais de 600 km de extensão tinha apenas 3 cm no material didático e assim o aluno pode fazer a escala de que cada centímetro equivale a 100 km, aproximadamente.

As escalas obtidas variavam de acordo com a região que cada aluno trabalhava, ou seja, tínhamos disponíveis seis regiões, portanto os alunos teriam seis escalas diferentes ao longo desta atividade, estes pontos podem ser vistos na Figura 10 a) e b).

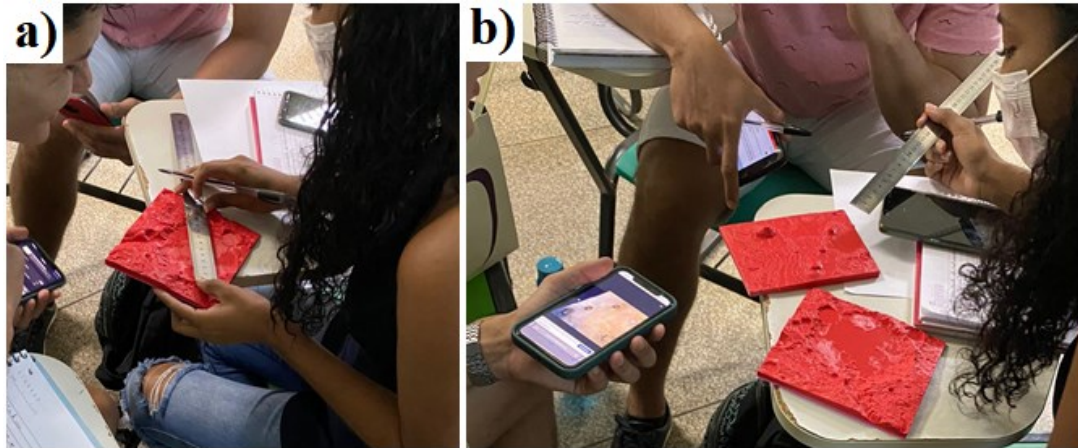


Figura 10 - a) Estudantes realizando a medida do diâmetro da Cratera Gusev para estabelecer a escala de impressão; b) estudantes realizando a escolha do ponto de referência na região de Tharsis.

Fonte: os autores.

6 Resultados e discussões

A prática docente foi recebida pelos alunos como uma oportunidade de aprofundar os conhecimentos referentes a pesquisa que foi solicitada pelo professor ao longo da semana que antecedeu a atividade, este aprofundamento agiu como fator de motivação para a prática didática. O efeito referente à novidade de uma atividade de ensino que aproximasse o conteúdo de algo real e não apenas de imagens mentais ou dados captados por sondas e satélites permitiu à amplificação do engajamento dos alunos, evidenciando assim a motivação dos discentes ao longo de todos os momentos.

A atividade de ensino foi facilitada pela relação entre as imagens resultantes da pesquisa dos alunos e o objeto didático que representava as crateras, cânions e outras formações areológicas, fazendo com que o professor e os estudantes tivessem uma fluidez maior em tratar o objeto de estudo. Durante todos os momentos foi possível observar uma concatenação de uma relação das imagens pesquisadas com os modelos que foram trazidos pelo professor agregando profundidade ao tema e aos estudos.

A partir das medidas e das escalas que foram estabelecidas algumas informações adicionais foram exploradas pelos alunos, especificamente quando tratávamos de distâncias entre dois objetos no mesmo modelo em 3D. Durante a realização das medições em uma placa um dos alunos se interessou por uma cratera vizinha e realizou a medida de diâmetro dessa região mostrando que o diâmetro daquela cratera real de seu interesse era semelhante ao que havia obtido na sua atividade, evidenciando o êxito da prática e do método que foi utilizado pelos alunos para a obtenção de informações por métodos indiretos.

Algumas crateras utilizadas já haviam sido exploradas por sondas, como a Opportunity e Spirit e etc. e isso foi motivo de abertura para mais pontos de pesquisa pelos alunos que buscavam informações sobre essas regiões e sobre esses objetos. Observa-se assim a extrapolação do objetivo inicial, a conexão com a astronáutica, que,

embora seja o foco da disciplina em que foi dada a prática docente, não era o foco da atividade em si.

Outro ponto de interesse por parte dos estudantes foram os nomes dados às crateras, induzindo à pesquisa sobre essas características, ou seja, ao conhecimento de astrônomos e personalidades da Astronomia. Outro ponto que aguçou a curiosidade dos estudantes foram as grandezas dos dados observados e um exemplo disso foi a cratera Victória que, de acordo com as pesquisas dos alunos, tem 730 m de diâmetro e até 70 metros de profundidade, o que equivalia a quase 10% do diâmetro, sendo considerada rasa pelos alunos que constataram essa característica. Em outro extremo observa-se a cratera Gale que possui em seu centro o chamado Monte Sharp com até 5,5 km de altura. Constatou-se que os estudantes buscavam informações adicionais sobre as regiões de interesse e identificavam cada um dos elementos que mais se destacavam no modelo impresso.

Ao tratar da região de Tharsis os estudantes identificaram todos os vulcões principais e as regiões que eram destaque na sua pesquisa, assim como ao falarem sobre a cratera Jezero, que foi impressa de maneira parcial (toda a região circulada na Figura 6), os alunos buscaram as evidências da existência de um lago, bem como o escoamento da água há bilhões de anos atrás por essa região.

Ao apresentarem ao professor as conclusões que foram obtidas, os estudantes demonstraram domínio de informações e puderam ter ciência daquilo que era importante para o entendimento das regiões que estavam sendo colocadas pelo material didático apresentado. A visualização, através das impressões em 3D, das características básicas das regiões foi essencial para impulsionar os alunos a buscarem conhecimento de outras crateras ou formações areológicas presentes nos arredores das superfícies mencionadas.

7 Conclusão e perspectivas futuras

Com base no que foi mostrado é possível observar que o material didático proposto permite a sua utilização para o ensino de diversos conceitos que foram colocados no âmbito da Física, da Astronomia e da Geologia, pontos essenciais para a educação escolar e que estão presentes no currículo dos estudantes dos cursos de ensino médio e também de diversas graduações do nosso país.

A utilização da metodologia aqui apresentada pode ser aplicada a outros corpos do Sistema Solar, como a Lua e os outros planetas rochosos, mais ainda, podemos explorar outras regiões além das seis apresentadas aqui, tendo em vista a grande quantidade de materiais didáticos nesse formato.

A formação docente, especialmente aqueles da área científica, pode ser complementada com a utilização de metodologias de ensino que levem em consideração a aplicação dos princípios, leis e conteúdos da Astronomia ao contexto da educação básica, já que a transversalidade dessa ciência é quase imediata com aquelas pertencentes às Ciências Exatas e da Terra.

Ao término da atividade os estudantes demonstraram grande interesse sobre a prática que foi desenvolvida, bem como o aprofundamento no tema e nas relações entre as diversas atividades que foram propostas. Estes estudantes puderam extrair

informações adicionais com base na exploração completa do material didático apresentado.

A formação de professores, que tem como base o *continuum* formativo, foi impulsionada por meio desta prática, mostrando que as atividades em Astronomia podem ser utilizadas como fator motivador para os estudos no campo das ciências e para a alfabetização científica.

Referências

- Coimbra, C. L. (2020) Os modelos de formação de professores da educação Básica: Quem formamos?. *Educação & Realidade*, 45(1), 1-22. Recuperado em 17 abr. 2022, de <https://seer.ufrgs.br/index.php/educacaoerealidade/article/view/91731>
- Costa, S., Euzébio, G. J. & Damásio, F. (2016). A Astronomia na formação inicial de professores de ciências. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA*, (22). 59-80. Recuperado em 17 abr. 2022, de www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/263
- Dutra, C. M. & Goulart, A. R. (2014). Determinando a forma da órbita de Marte no ensino médio. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA*, 18, 11-25. Recuperado em 17 abr. 2022, de www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/download/198/265/674
- Gatti, B. A. (2017). Formação de professores, complexidade e trabalho docente. *Revista Diálogo Educacional*, (17)53, 721-737. Recuperado em 17 abr. 2022, de <https://periodicos.pucpr.br/dialogoeducacional/article/view/8429/17739>
- Gatti, B. A., Barreto, E. S. S., André, M. E. D. A. & Almeida, P. C. A. (2019). *Professores do Brasil: novos cenários de formação*. Brasília: UNESCO.
- Mota, A. T., Bonomini, I. A. M. & Rosado, R. M. M. (2009). Inclusão de temas astronômicos numa abordagem inovadora do ensino informal de Física para estudantes do ensino médio; *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA*, 8, 7-17. Recuperado em 17 abr. 2022, de www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/135
- NASA. (1998a). *Tharsis*. Recuperado em 17 abr. 2022, de www.jpl.nasa.gov/images/pia00408-tharsis
- NASA. (1998b). *Valles Marineris and Chryse outflow channels*. Recuperado em 17 abr. 2022, de www.jpl.nasa.gov/images/pia00426-valles-marineris-and-chryse-outflow-channels
- NASA. (1998c). *Valles Marineris*. Recuperado em 17 abr. 2022, de www.jpl.nasa.gov/images/pia00422-valles-marineris
- NASA. (2003). *Gusev Crater*. Recuperado em 17 abr. 2022, de www.jpl.nasa.gov/images/pia04274-gusev-crater

NASA. (2006a). *Animated Elevation Model of 'Victoria Crater'*. Recuperado em 17 abr. 2022, de www.jpl.nasa.gov/news/animated-elevation-model-of-victoria-crater

NASA. (2006b). *'Victoria Crater' at Meridiani Planum*. Recuperado em 17 abr. 2022, de www.jpl.nasa.gov/images/pia08813-victoria-crater-at-meridiani-planum

NASA. (2011). *Astronomy Picture of the Day: Gale Crater*. Recuperado em 17 abr. 2022, de <https://apod.nasa.gov/apod/ap110729.html>

NASA. (2014). *Valles Marineris*. Recuperado em 17 abr. 2022, de <https://nasa3d.arc.nasa.gov/detail/valles-marineris>

NASA. (2015a). *Curiosity Landing Site (QR)*. Recuperado em 17 abr. 2022, de <https://nasa3d.arc.nasa.gov/detail/CuriosityQR>

NASA. (2015b). *Spirit Landing Site*. Recuperado em 17 abr. 2022, de <https://nasa3d.arc.nasa.gov/detail/SpiritLanding>

NASA. (2015c). *Tharsis*. Recuperado em 17 abr. 2022, de <https://nasa3d.arc.nasa.gov/detail/tharsis>

NASA. (2015d). *Victoria Crater*. Recuperado em 17 abr. 2022, de <https://nasa3d.arc.nasa.gov/detail/marstrek-victoriacrater>

NASA. (2016). *Gusev Crater*. Recuperado em 17 abr. 2022, de www.jpl.nasa.gov/images/pia21006-gusev-crater

NASA. (2020a). *Jez like Mars*. Recuperado em 17 abr. 2022, de <https://earthobservatory.nasa.gov/images/147041/jez-like-mars>

NASA. (2020b). *Perseverance Rover's Landing Site: Jezero Crater*. Recuperado em 17 abr. 2022, de <https://mars.nasa.gov/mars2020/mission/science/landing-site/>

O'Kane, C. (2019). *Jezero Crater, Mars*. Recuperado em 17 abr. 2022, de www.thingiverse.com/thing:3839531

Oliveira Filho, K. S. & Saraiva, M. F. O. (2017). *Astronomia e Astrofísica*. (4a ed.) São Paulo: Livraria da Física.

Rodrigues, F. M. & Briccia, V. (2019). O ensino de Astronomia e as possíveis relações com o processo de alfabetização científica; *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA*, (28), 95-111. Recuperado em 17 abr. 2022, de www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/419

Silva, M. V. C. & Crispim, A. B. (2015). *Geologia Geral*. Fortaleza: EdUECE.

Artigo recebido em 17/04/2022.

Aceito em 18/04/2022.