

ASTROFOTOGRAFIA NA ESCOLA COMO RECURSO DIDÁTICO DE BAIXO CUSTO

 *Lucas Ferreira*¹
 *Danilo Arruda Furtado*²

Resumo: Nas últimas duas décadas, com a chegada de novas tecnologias, as formas de comunicação e interação global mudaram. Parte do número gigantesco de imagens compartilhadas a todo momento na Internet, cada vez mais, são astrofotografias. No entanto, nem sempre as astrofotografias são utilizadas para ensinar ciências ou Astronomia, ou têm qualquer relação com a educação em Astronomia. É notável a falta de acesso a materiais direcionados ao ensino de Astronomia e ciências a partir de astrofotografias. Percebe-se, também, a falta de direcionamento, acesso e aplicação da astrofotografia como recurso didático em ambientes formais e não formais de aprendizagem em ciências. O objetivo do guia “Astrofotografia na escola” é tornar a astrofotografia e sua prática acessíveis e de baixo custo. Trata-se de um guia prático para ser utilizado na escola e em eventos de C&T, por professores, profissionais da educação e estudantes. A finalidade deste trabalho, é apresentar o recurso didático “Astrofotografia na escola: Um guia rápido de astrofotografia para professores e estudantes” e contribuir para o debate acerca do uso de astrofotografias enquanto recursos didáticos. Por fim, os objetivos propostos foram alcançados, uma vez que o guia “Astrofotografia na escola” foi apresentado, discutido, disponibilizado e difundido.

Palavras-chave: Astrofotografia; Mapa Celeste; Recurso Didático; Ensino de Astronomia; Baixo Custo.

ASTROFOTOGRAFÍA EN LA ESCUELA COMO RECURSO DIDÁCTICO DE BAJO COSTO

Resumen: En las últimas dos décadas, con la llegada de nuevas tecnologías, las formas de comunicación e interacción global han cambiado. Parte del gigantesco número de imágenes compartidas todo el tiempo en Internet, cada vez más, son astrofotografías. Las astrofotografías no siempre se utilizan para enseñar ciencia o astronomía, ni tienen relación con la educación en astronomía. Se percibe la falta de acceso a materiales destinados a la enseñanza de la astronomía y las ciencias desde la astrofotografía. También se percibe la falta de orientación, acceso y aplicación de la astrofotografía como recurso didáctico en entornos formales y no formales de aprendizaje de las ciencias. El objetivo de la guía “Astrofotografía en la Escuela” es hacer accesible y de bajo costo la astrofotografía y su práctica. Es una guía práctica para ser utilizada en la escuela y eventos de CyT, por profesores, profesionales de la educación y estudiantes. El propósito de este trabajo es presentar el recurso didáctico “Astrofotografía en la escuela: Una guía rápida de astrofotografía para profesores y estudiantes” y contribuir al debate sobre el uso de las astrofotografías como recurso didáctico. Finalmente, se lograron los objetivos propuestos, ya que se presentó, discutió, dispuso y difundió la guía “Astrofotografía en la Escuela”.

Palabras clave: Astrofotografía; Mapa Celeste; Recurso Didáctico; Enseñanza de la Astronomía; Bajo Costo.

ASTROPHOTOGRAPHY IN SCHOOL AS A LOW-COST DIDACTIC RESOURCE

Abstract: In the last two decades with the rise of new technologies, the forms of communication and global interaction have changed. Part of the gigantic number of images shared all the time on the internet,

¹ Universidade de Brasília (UnB), Planaltina, Brasil. E-mail: lucasferreiraunb@gmail.com.

² Universidade de Brasília (UnB), Planaltina, Brasil. E-mail: danilof@unb.br.

increasingly, are astrophotographs. However, astrophotographs are not used very often to teach science or astronomy or have any relation with astronomy education. There is a notable lack of access to materials aimed at science and astronomy teaching using astrophotographs. It is also noticed the lack of instruction, access and application of astrophotography as a didactic resource in formal and non-formal environments of science learning. The goal of the “Astrophotography in school” guide is to make astrophotography and its practice low-cost and accessible. It is a practical guide to be used in school and S&T events, by teachers, education professionals and students. The purpose of this work is to present the didactic resource “Astrophotography in school: A quick astrophotography guide for teachers and students” and to contribute to the debate about the use of astrophotographs as teaching resources. Finally, the proposed goals were achieved, since the “Astrophotography in school” guide was presented, discussed, made available and disseminated.

Keywords: Astrophotography; Sky Map; Didactic Resource; Astronomy Teaching; Low-cost.

1 Introdução

Nas últimas duas décadas, com a chegada de novas tecnologias e o avanço dos aparelhos portáteis e *smartphones*, as formas de comunicação e interação global mudaram. Com o surgimento das plataformas digitais e redes sociais (*Orkut, Facebook, Twitter, Instagram, WhatsApp, sites*, etc.), entre outros fatores, foi possível aproximar as relações humanas, além de agilizar o acesso e a disseminação da informação. Uma das vantagens visíveis desse avanço está na praticidade do compartilhamento imediato - em tempo real - dos fatos e acontecimentos, seja através de texto, seja através de imagens ou vídeos. Um cenário quase que inimaginável nas décadas anteriores, como nos anos 70 ou 80, por exemplo (Galli, 2002; Boyd & Ellison, 2007).

Parte do número gigantesco de imagens compartilhadas a todo momento na Internet, cada vez mais, são astrofotografias. Tanto para o registro de acontecimentos celestes, objetos astronômicos e efemérides, quanto para entretenimento e apreciação (sendo esses os mais comuns e populares). Registros diversos, como de eclipses, passagens de cometas, planetas, conjunções, chuvas de meteoros, galáxias, solstícios e equinócios, etc. Um bom exemplo, são os vídeos *timelapse*, sequência de fotos, como o do astrofotógrafo neozelandês Mark Gee (2013) e do astrofotógrafo brasileiro Leo Caldas (2020). O intrigante é que, nem sempre essas astrofotografias são utilizadas para ensinar ciências ou Astronomia, ou têm qualquer relação com a educação em Astronomia.

É notável a falta de acesso a materiais direcionados ao ensino de Astronomia e ciências a partir de astrofotografias, como uma oficina ou material didático, por exemplo. Em relação aos materiais impressos, quando existentes, são demasiado caros, inacessíveis e pouco presentes - escassos - em feiras de ciências ou eventos de C&T. Como é o caso das Reuniões Anuais da SBPC, Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT), Feira Brasileira de Ciência e Engenharia (FEBRACE), Jornada Espacial (OBA; AEB), Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG), dentre outros.

Percebe-se, também, a falta de direcionamento, acesso e aplicação da astrofotografia como recurso didático em ambientes formais e não formais de aprendizagem em ciências, como em planetários, eventos de ciências e Astronomia, em sala de aula, em cursos de capacitação e de formação de professores e estudantes, semanas universitárias, etc.



Figura 1 - Exemplos do uso de astrofotografias em *sites* e meios digitais.

Fonte: Esquerda: G1/Globo (2020). Direita: Voltmer (2020).

Portanto, a produção desse trabalho prioriza o acesso, a disseminação e a produção de um recurso didático a partir da astrofotografia, com a finalidade de exemplificar a aplicação e materialização da astrofotografia como recurso didático. Além disso, procura tornar o processo acessível e de baixo custo para professores, profissionais da educação, astrônomos profissionais e amadores, astrofotógrafos e entusiastas. Para que possam complementar, aplicar e utilizar a astrofotografia nas diversas atividades que englobam as esferas do ensino de ciências e da Astronomia.

O recurso didático “Astrofotografia na escola: Um guia rápido de astrofotografia para professores e estudantes” é um guia prático para ser utilizado na escola e em eventos de C&T, por professores, estudantes, profissionais da educação e astrônomos amadores. Seu formato rápido e acessível foi pensado para ser uma espécie de guia de bolso, para ser impresso ou acessado digitalmente.

O objetivo do guia “Astrofotografia na escola” é tornar a astrofotografia e sua prática acessíveis e de baixo custo, podendo ser aplicado no ensino fundamental, no ensino médio e também a nível de graduação, especialmente em cursos de licenciatura, como nos cursos de física, ciências naturais e pedagogia, por exemplo. De modo que, a partir da aplicação do guia “Astrofotografia na escola” seja facilitado o estudo e o entendimento de variados conteúdos, eixos e temas, que permeiam a Astronomia e a astrofotografia, como: observação do céu; reconhecimento das constelações; mecânica celeste; história da Astronomia e da astrofotografia; nebulosas e meio interestelar; fenômenos celestes; objetos do céu profundo; astrofísica; teoria básica da fotografia, etc.

A finalidade deste trabalho é apresentar o recurso didático “Astrofotografia na escola: Um guia rápido de astrofotografia para professores e estudantes” e contribuir para o debate acerca do uso de astrofotografias enquanto recursos didáticos. Objetiva, também, revisar, complementar e discutir acerca da literatura em astrofotografia como recurso didático, educação em Astronomia e ensino de ciências, história da astrofotografia e, por fim, mapa celeste e observações do céu.

2 Educação em Astronomia e ensino de ciências

A educação em Astronomia justifica-se pelo fato dessa ciência participar intensamente de nossas vidas, como é o caso da sucessão dos dias e das noites, da divisão

e noção do tempo e dos calendários (anos, meses, semanas, horas, minutos e segundos), das estações do ano, das marés, da vida em nosso planeta (relação energia solar e regulação da vida na Terra) e até das auroras polares (Langhi & Nardi, 2012).

O ensino de ciências e a Astronomia apresentam potencial para instigar no estudante o interesse por diversas áreas do conhecimento, assim como incentivar e despertar a vontade e curiosidade em relação às carreiras científico-tecnológicas. Além disso, ensinar e aprender ciências e Astronomia mostra quem somos, de onde viemos, onde estamos e para onde vamos (Damineli & Steiner, 2010).

O papel da Astronomia, dentre muitos, inclui despertar no público (estudantes, professores, profissionais da educação, astrônomos amadores, astrofotógrafos, entusiastas, etc.) o interesse, a admiração e certa aproximação pelas áreas e ramos das ciências. Como conteúdo a ser ensinado, a Astronomia possui um potencial motivador, tanto para estudantes quanto para professores e profissionais da educação, por ser altamente interdisciplinar e por seu caráter universal, sendo de fundamental importância na formação, reeducação e reciclagem dos indivíduos e cidadãos (Langhi & Nardi, 2012).

Entendendo a importância das observações astronômicas no ensino de ciências e na Astronomia, os documentos oficiais (diretrizes de educação) sugerem que o professor de ciências esteja preparado para fornecer subsídios aos estudantes, a fim de que sejam capazes de: identificar algumas constelações, através da observação direta do céu; compreender a causa do dia e da noite, bem como das estações do ano e o que isso tem a ver com observar ou registrar - astrofotografar - o céu; valorizar o conhecimento historicamente acumulado em Astronomia e ciências (Langhi & Nardi, 2012).

3 Astrofotografia como recurso didático

A astrofotografia apresenta potencialidades para ser utilizada como recurso didático, enriquecedor no aprendizado de conceitos de ciências, Astronomia e afins, especialmente envolvendo a interdisciplinaridade como mediadora desse processo (Neves & Pereira, 2007).

A proposta de enquadrar a astrofotografia como recurso didático e metodologia interdisciplinar, pode proporcionar uma gama de atividades práticas ricas e agradáveis aos estudantes, fazendo uso de instrumentos como telescópio, luneta, computador, aplicativos, câmeras digitais de *smartphones* e câmeras digitais, a fim de capturar e analisar imagens de objetos astronômicos (Ribeiro, 2019).

Variados conteúdos podem ser trabalhados a partir da observação e registro do céu, encontrados nos documentos oficiais (diretrizes de educação), sendo estes: localização a olho nu de diferentes estrelas, constelações e planetas ao longo do ano; horários e locais de nascimento do Sol, da Lua, das estrelas e das constelações ao longo do ano; duração do dia em diferentes épocas; noção da periodicidade das constelações, dos planetas e dos corpos celestes no céu; verificação do movimento aparente das estrelas em relação ao horizonte; compreensão das diferentes distâncias e tamanhos dos corpos celestes vistos no céu (Langhi & Nardi, 2012).

Através da astrofotografia, com foco em seu uso como recurso didático, é possível trabalhar diferentes conteúdos, partindo de cinco eixos temáticos, norteadores e interdisciplinares (Langhi & Nardi, 2012):

- I. Observação do Céu: noções de localização no espaço e no tempo; movimento aparente dos astros; diferença e comparação das estrelas, constelações, cartas e mapas celestes e constelações da época; cultura celeste e arte das constelações; condições para observações astronômicas.
- II. Sistemas de medidas: tempo universal; escalas de distância e de tamanho; tamanho aparente; esfera celeste (abóbada); separação angular de estrelas e corpos celestes; unidade astronômica; velocidade da luz; tempo-luz.
- III. Instrumentos fotográficos e astronômicos: tipos de câmeras; tipos de lentes fotográficas; técnicas fotográficas; teoria básica fotográfica; tipos de telescópios; tipos de lentes e acessórios astronômicos; propriedades das lentes, ampliação e resolução; mapas estelares; mapas lunares; etc.
- IV. Objetos de céu profundo: aglomerados de estrelas; estrelas duplas; nebulosas; galáxias.
- V. Fenômenos celestes: fases da Lua; dia e noite; estações do ano; chuva de meteoros; passagem de satélites artificiais; ocultações e trânsitos; eclipses solares e lunares; mancha da Via Láctea.

Ainda que escasso, limitado e pouco presente na literatura o termo “astrofotografia como recurso didático” necessita de uma definição concreta, com critérios bem estabelecidos e conceitos direcionados que fomentem sua prática, pesquisa e ensino, bem como sua aplicação e implementação por profissionais da área da educação, astrônomos, astrônomos semiprofissionais e amadores, astrofotógrafos e entusiastas.

O termo “astrofotografia como recurso didático” pode ser entendido como sendo um recurso baseado num registro fotográfico do céu ou de corpos celestes, direcionado ao ensino de Astronomia, ciências e demais áreas do saber. Esse recurso pode ser materializado e aplicado em diferentes ambientes, formais e não formais de aprendizagem em ciências e Astronomia, em formato físico ou digital.

Um dos materiais, que se aproxima do caráter da astrofotografia impressa como recurso didático é o livro *Encontros Brasileiros de Astrofotografia*, vol. 1 (CASB, 2018). Apesar de não ter como objetivo principal utilizar a astrofotografia como recurso didático, o livro apresenta uma breve descrição dos objetos celestes capturados, com informações científicas e detalhes relevantes, informados pelos astrofotógrafos amadores.

Em sua dissertação de mestrado, junto ao Departamento de Astronomia da Universidade de São Paulo (USP/IAG), do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia (MPEA), Amaral (2019) discorre sobre a astrofotografia como recurso didático e traça estratégias para ensinar Astronomia e ciências a partir de fotos do céu e instrumentação para o ensino de Astronomia. Podendo ser considerado, um dos poucos trabalhos bem fundamentados, estabelecidos e direcionados ao uso específico da astrofotografia como recurso didático. Nesse trabalho, Amaral ressalta a potencialidade das astrofotografias como excelentes recursos e ferramentas para ensinar Astronomia na educação básica, partindo de estratégias práticas, de forma lúdica e acessível.

4 Astrofotografia e os primeiros registros do céu

A história da astrofotografia fornece - favorece - uma visão mais abrangente do desenvolvimento da Astronomia, não incorrendo e caindo na superficialidade apresentada nos materiais didáticos e documentos oficiais de educação (Amaral, 2019).

A história da fotografia começou na ruptura da representação gráfica para a fotográfica, quando experimentalistas tentaram capturar a luz - uma cena, um objeto, um momento - numa superfície fotossensível, por volta do começo da década de 1800. Tratava-se de materiais rudimentares à base de petróleo fotossensível (betume da Judéia) e, em pouco tempo, à base de sais de prata, materiais sensíveis à luz, em maior parte no espectro visível. Eram necessários vários minutos, ou até horas para a luz ser capturada por uma lente, passar por uma espécie de câmara escura, até chegar nesses materiais e ser fixada numa placa ou numa emulsão em filme. Na parte posterior do equipamento, uma imagem era formada. Era a gênese da câmera fotográfica. Esse processo químico (também histórico, político, científico, tecnológico e cultural), utilizado até os dias atuais por entusiastas, deu início à fotografia tal como é conhecida, que revolucionou a forma como é percebido o mundo, os fatos, as coisas e, em específico, o céu (Lima, 2007).

Alguns cientistas, experimentalistas e inventores podem ser mencionados em relação à criação e melhoria dos processos fotográficos e da câmera fotográfica, tais como Thomas Wedgwood (1771-1805), Joseph Nicéphore Niépce (1765-1833), Hercule Florence (1804 - 1879), Hippolyte Bayard (1801-1887), Louis Daguerre (1787-1851) e William Fox Talbot (1800-1877). É atribuído a esses inventores-pioneiros, o título de criadores da câmera fotográfica e da fotografia (Stoduto, 2012).

As chapas fotográficas - placas - tinham duas vantagens adicionais: primeiro para preservar a condição do céu observado para investigações futuras, em arquivos de chapas, segundo para analisar com grande facilidade em laboratório. Naturalmente, uma precisão de medição muito maior poderia ser alcançada no laboratório, do que durante à noite usando um micrômetro ou microscópio (Wolfschmidt, 2005).

Em 2009 o biólogo, astrônomo e astrofotógrafo português Pedro Ré, em sua pesquisa sobre a história da astrofotografia, fez um levantamento - uma linha do tempo - dos principais acontecimentos históricos relacionados à astrofotografia. A partir do trabalho “Linha do tempo da história da astrofotografia” (RÉ, 2009) é possível visualizar o processo da astrofotografia como um todo, seu surgimento, suas dificuldades, suas aplicações e possibilidades. Em complemento à essa linha do tempo (Quadro 6, Anexo A), foram adicionados outros marcos históricos importantes e de relevância para a astrofotografia (NASA, n. d.; NASA, n. d.; Dubach & Ng, 1988; NASA & ESA, 2015; ESO/EHT, 2019; ESA, 2022).

As câmeras digitais representam uma evolução natural das câmeras de vídeo e de TV, criadas nos anos 50, que convertiam sinais de luz em eletricidade, gravando esses sinais em fita magnética. Esse sistema analógico foi convertido para digital pela Agência Espacial Norte Americana (NASA), nos anos 60, no auge da corrida espacial. Uma câmera fotográfica digital foi utilizada na missão Mariner 4, ao planeta vermelho Marte, que foi a primeira sonda a tirar fotos da superfície marciana, em 1965. Tal feito pode ser considerado o primeiro uso prático, de impacto, da fotografia digital (Villegas, 2009, apud Ferreira & Furtado, 2019).



Figura 2 - Esquerda: Placa fotográfica da galáxia de Andrômeda de 1923 (45 min de exposição) tirada com o Telescópio Hooker de 2,54 m do Observatório Monte Wilson, na qual Edwin Hubble primeiro notou uma nova e anotou “N”, em seguida riscou e acrescentou "VAR!" quando descobriu que a estrela era na verdade uma variável Cefeida, podendo assim estimar sua distância. Essa descoberta representa a observação direta de que Andrômeda não fazia parte da Via Láctea e que o Universo era maior do que se pensava na época. Direita: O Telescópio Espacial Hubble revisitou a famosa estrela variável Cefeida V1 do Hubble entre dezembro de 2010 e janeiro de 2011.

Fonte: Esquerda: Carnegie Observatories (2022). Direita: NASA, ESA, & Hubble Heritage Team (STScI/AURA). (2021).

As imagens fotográficas são de particular importância para um astrônomo e para a Astronomia. Longas exposições documentam os detalhes e o esplendor galáctico e extragaláctico do céu profundo, muito além do alcance da observação visual (Schröder & Lüthen, 2009).

Mourão (1987) define em seu Dicionário Enciclopédico de Astronomia e Astronáutica, que a astrofotografia é a aplicação da técnica fotográfica à Astronomia, fotografia celeste.

A astrofotografia pode ser entendida como uma técnica de investigação em Astronomia, já que está direcionada ao estudo e entendimento dos objetos e corpos celestes, como estrelas, satélites naturais, planetas, nebulosas, cometas, aglomerados de estrelas, galáxias, etc. (Ribeiro, 2019).

É possível, ainda, definir a astrofotografia como sendo um método de captura de eventos, fenômenos e objetos celestes, a partir do uso de equipamentos fotográficos. A astrofotografia se dá através de um processo, sistemático e com pré-requisitos técnicos, práticos e teóricos. Fazer astrofotografia não se trata apenas de apontar uma câmera ou *smartphone* para o Céu e tirar uma foto. É necessário um conhecimento prévio, um preparo, um certo entendimento de sua prática e das potencialidades do uso de seus produtos finais (as astrofotos), em específico, como recurso didático e ferramenta de ensino (Ferreira & Furtado, 2019).

Neves e Pereira (2007, p. 29) complementam:

Trabalhar com a Astrofotografia pode aproximar o interesse das pessoas num céu já tão empobrecido pelo sistema de ensino e pelas luzes e poluição das cidades. Investir, pois, numa astrofotografia simples, significa tocar a imaginação das pessoas, trazendo para um “pedaço de papel” um pedaço do céu como nunca antes observado.



Figura 3 - Evolução das astrofotografias. Recorte do fôlder “Astronomia e Astrofotografia: Uma janela para o Ensino de Ciências” (material didático).

Fonte: Ferreira e Asfour (2015).

5 Mapa celeste e as observações do céu

Na pré-história, a prática da Astronomia era feita essencialmente a partir da observação - rudimentar - do céu e dos astros, a partir do uso limitado da visão. Mesmo assim, nesse período a Astronomia contou com o uso de instrumentos primitivos. O primeiro e mais rudimentar desses instrumentos, parece ter sido o mapa estelar - mapa celeste. Trata-se, basicamente, de um mapa do céu, um repositório de conhecimentos que

os antigos conseguiam apreender, organizar e registrar a partir das observações feitas a olho nu (Nogueira & Canalle, 2009).

Uma carta celeste é um mapa, uma representação do céu. Esse mapa é utilizado para identificar e localizar os objetos astronômicos, como as constelações, estrelas e planetas, por exemplo. A confecção dessas cartas rememora as primeiras civilizações. Até as primeiras décadas do século XX, as cartas celestes eram essenciais para a navegação, tanto aérea quanto marítima, assim como para a confecção dos calendários, identificação das estações do ano e para o planejamento de atividades socioeconômicas e culturais (Justiniano & Botelho, 2016).

Conhecer a posição e o movimento dos corpos celestes era a forma que se tinha para se localizar, medir a passagem do tempo e determinar os melhores períodos para o plantio e para a colheita. Em razão ao avanço da ciência e da tecnologia, junto de métodos mais precisos na medição da passagem do tempo e de localização, o uso direto das cartas celestes se tornou quase que obsoleto, passaram então a ser utilizadas, em sua maioria, para fins de entretenimento, divulgação, ensino e pesquisa em Astronomia e demais áreas (Justiniano & Botelho, 2016).

Um dos exemplos mais precisos e detalhados de mapas celestes antigos foi um produzido pelo polímata, cartógrafo e astrônomo chinês Huang Shang, conhecido como o mapa celeste de Suzhou, que foi gravado em pedra por volta de 1247 Era Comum. Nesse mapa foram gravadas 1.434 estrelas, agrupadas em 283 constelações chinesas. No mapa celeste conseguimos reconhecer duas constelações familiares da atualidade: Órion e Ursa Maior (Couper & Henbest, 2007). No mapa, Órion está na posição de “quatro horas” e a Ursa Maior na parte inferior do círculo central.

Outro mapa celeste de grande relevância é o do astrônomo polonês Johannes Hevelius, chamado *Firmamentum Sobiescianum sive Uranographia*. Trata-se de um atlas celeste, de 1690, composto de 56 chapas - futuramente páginas - com os nomes, os delineados e os desenhos das artes das constelações. Contém, também, a representação do brilho das estrelas, uma espécie de escala de magnitude, referente aos seus catálogos estelares produzidos anteriormente (Targosz, 1988; Ridpath, 2018).

Em relação às constelações, os documentos oficiais (diretrizes de educação) indicam três exemplos principais para realizar a observação noturna - ou registro fotográfico: Cruzeiro do Sul, Órion e Escorpião. Além disso, afirma que os estudantes podem observar as constelações do Cruzeiro do Sul e seu movimento em relação ao horizonte, num intervalo de três a quatro horas durante a noite. Vale lembrar, que a visibilidade do Cruzeiro do Sul depende da latitude do local que está sendo feita a observação. Não só o Cruzeiro do Sul, assim como outras (incluindo Órion e Escorpião) não são visíveis durante todo o ano, existindo períodos estabelecidos de observação de cada uma dessas constelações no céu noturno, geralmente durante os períodos de inverno e verão (Langhi & Nardi, 2012).

Boa parte das 88 constelações do céu, oficiais reconhecidas pela UAI (União Astronômica Internacional), podem ser observadas do hemisfério sul. Essas constelações podem ser identificadas, desenhadas e memorizadas, a partir de fotografias da esfera celeste, servindo como uma espécie de guia. Com base nessas representações, é possível estudar diversos detalhes, como: a periodicidade de objetos celestes no céu; a mitologia e lendas associadas; o número e densidade de estrelas; os tipos de objetos; a escala de

magnitude e temperatura das estrelas; etc., despertando então o interesse pela Astronomia e ciências correlatas (Amaral, 2019).

Estudar as estrelas é relevante, pois servem de laboratório para obter medidas diretas e indiretas de fenômenos da natureza, muitos deles irreproduzíveis em laboratórios. Compreendê-las significa aumentar nosso entendimento acerca do Universo, sua história, evolução e estrutura (Arany-Prado, 2006).

6 Capturando as astrofotos: equipamentos e técnicas

A grande vantagem da fotografia digital é a rapidez que pode ser processada no computador ou *laptop*, para uma melhor visualização, edição e reprodução do que foi fotografado (Schröder & Lüthen, 2009).

Uma das melhores formas, e mais fáceis, de capturar uma astrofoto é realizar uma captura de longa exposição, de 1 a 30 segundos, para mostrar as constelações como aparecem a olho nu no céu. A exposição ideal depende muito da qualidade do céu noturno e da poluição luminosa do local. Com essa técnica de longa exposição, você pode facilmente fazer o seu próprio “Atlas das constelações do céu”, ao longo das semanas, ou meses. Essa é uma boa ideia para um primeiro projeto de astrofotografia, para realizar com os estudantes numa escola, por exemplo, é pouco exigente em técnica e muito adequado para grupos de jovens estudantes e professores. Além de ser acessível, é possível até de ser feita com o uso de *smarthphones*, usando um adaptador universal de celular para tripé, através de aplicativos que permitam capturar longas exposições através da própria câmera do celular (Schröder & Lüthen, 2009).

Astrofotografias de até 30 segundos, capturadas com tripé fixo e com lentes grande angulares, a partir de *smartphones* ou câmeras DSLR, não possuem efeitos significativos de rastro das estrelas (*Star trail* em inglês), causados pelo movimento de rotação da Terra. Existe uma fórmula para calcular o tempo máximo de exposição, de determinado equipamento, antes de ocorrer rastro de estrelas na imagem, conhecida como Regra NPF. Essa regra foi desenvolvida pelo engenheiro Frédéric Michaud, da Sociedade Astronômica do Havre, na França. Hoje, aplicativos como *Shutter Speed Calculator*, *Planit*, *PhotoPills*, dentre outros, são capazes de calcular de forma rápida o tempo máximo de exposição, a partir da Regra NPF.

Para capturar uma astrofotografia são necessários alguns equipamentos básicos, como uma câmera digital, um tripé, um temporizador (a maioria das câmeras atuais já vem com essa função embutida) e uma lente grande angular (*wide-angle*). É possível, também, realizar a captura de astrofotografias a partir de câmeras de *smartphones*.

Para a captura das astrofotografias do material “Mapa celeste astrofotográfico” (Págs. 45-49) foi utilizada uma câmera DSLR *Canon EOS 60D* e uma lente 18-135 mm, da mesma marca, além de um tripé universal robusto, para sustentar o peso da câmera e da lente.

As regiões do céu selecionadas para as astrofotografias foram: do Cruzeiro do Sul, de Órion e de Escorpião. Alguns aspectos particulares podem ser listados, em relação às regiões do céu e constelações selecionadas: são de fácil visualização no céu noturno; são constelações conhecidas desde a antiguidade e apresentam variadas aplicações históricas, sociais e culturais; representam a mudança do tempo, do clima e das estações;

são as constelações recomendadas para a observação - e registro - nos documentos oficiais (diretrizes de educação).

As astrofotografias foram capturadas em lugares e momentos distintos:

Astrofotografias do material “Mapa celeste astrofotográfico”						
Região (Constelação)	Local	Data	Horário	Distância focal e abertura	Exposição	ISO
Cruzeiro do Sul	Buritis - MG	21/06/2020	19:15	44 mm f/5	5 s	ISO 4000
Escorpião	Buritis - MG	21/06/2020	22:14	30 mm f/4.5	5 s	ISO 4000
Órion	Formosa -GO (BR 030)	14/12/2018	21:01	37 mm f/4.5	5 s	ISO 1600

Quadro 1 - Dados da captura e informações das astrofotografias do material “Mapa celeste astrofotográfico”.

Fonte: Fornecido pelos autores.

As astrofotos foram capturadas a partir da técnica de longa exposição. Depois de apontar e enquadrar na região de interesse, foi feito o foco nas estrelas através do visor de LCD da própria câmera, através da função *Live View Mode* (A maioria das câmeras semiprofissionais hoje no mercado apresentam essa função, de pré-visualização da cena). Em seguida, um teste de exposição foi realizado. Por último, foi colocado o tempo de exposição para 5 segundos, com a função de temporizador (*self-timer*) ligado para 10 segundos, com a finalidade de prevenir borrões e tremidos indesejados. Hoje em dia, a maioria dos *smartphones* também possuem essa função de temporizador (*self-timer*).

Importante ressaltar que a localidade, quando o assunto é astrofotografia, é bastante importante. Quanto mais afastado das luzes das cidades, dos carros, de outdoors, de postes e de outras fontes de luz artificial melhor. A finalidade é tentar obter um resultado das estrelas, dos corpos celestes e do céu, nas astrofotos, mais limpo, bem definido e de cor uniforme. Um *site* (Figura 4) que mostra a poluição luminosa, de diversas cidades e localidades pode ser acessado em www.lightpollutionmap.info. Esse recurso pode auxiliar no planejamento de melhores condições de captura e localidades para as astrofotografias.

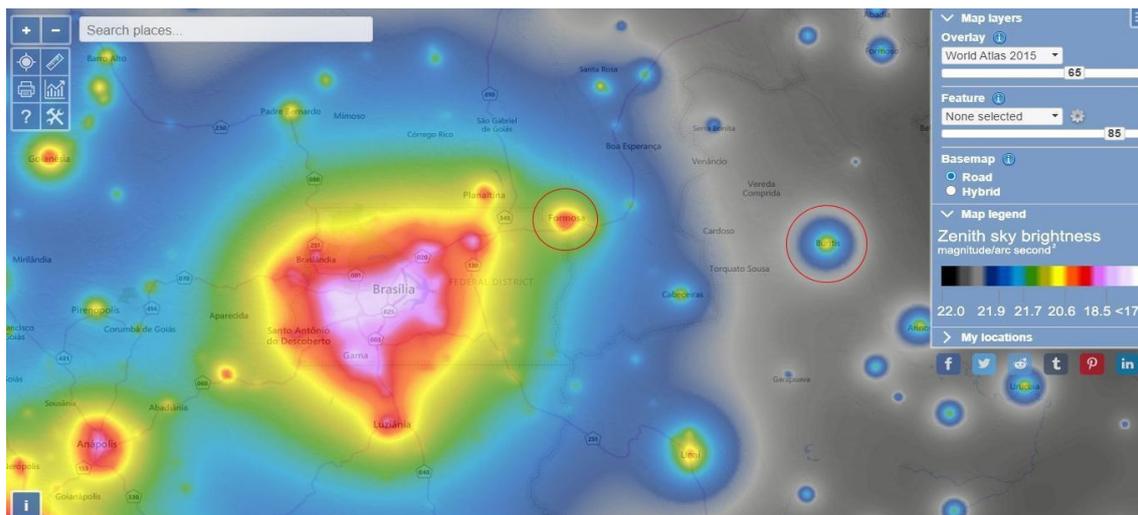


Figura 4 - Mapa interativo de poluição luminosa. Circulados em vermelho estão os locais onde as astrofotografias foram capturadas: Formosa - GO e Buritis - MG.

Fonte: Captura realizada pelos autores. Light Pollution Map. (2020).

7 O recurso didático “Astrofotografia na escola: Um guia rápido de astrofotografia para professores e estudantes”

Trabalhos e pesquisas recentes em educação em Astronomia, cada vez mais, têm mostrado as potencialidades da astrofotografia, principalmente quando utilizada como recurso didático, em atividades práticas ou mesmo no cotidiano de sala de aula. Os trabalhos, artigos e projetos revisados por Ferreira (2022, p. 282):

[...] apontam para uma real necessidade de novos recursos pedagógicos e de práticas educacionais a partir de astrofotografias, assim como de definições e critérios bem estabelecidos acerca da astrofotografia como recurso pedagógico (didático), principalmente sob uma ótica multi e interdisciplinar.

A partir dos novos enfoques e mudanças dos documentos oficiais e diretrizes de educação, como a implementação da BNCC, foi preciso aproximar e adaptar as propostas de atividades do guia “Astrofotografia na escola” aos conteúdos de Astronomia e de ciências vigentes. O guia foi então projetado para se adaptar às novas tendências e necessidades educacionais e tecnológicas de sala de aula e do contexto escolar. No Quadro 2, elaborada por Carvalho e Ramos (2020), é possível ver um recorte dos conteúdos ao longo do ensino fundamental, no eixo “Terra e Universo, e a aplicabilidade desses conteúdos a partir do recurso didático “Astrofotografia na escola: Um guia rápido de astrofotografia para professores e estudantes” (Apêndice A).

	Ano	Objetos do conhecimento	Aplicabilidade
Anos iniciais	1º	Escalas de tempo	Aplicável
	2º	Movimento aparente do Sol no céu; O Sol como fonte de luz e calor.	Possível
	3º	Características da Terra; Observação do céu; Usos do solo.	Aplicável
	4º	Pontos cardeais; Calendários, fenômenos cíclicos e cultura.	Aplicável
	5º	Constelações e mapas celestes; Movimento de rotação da Terra; Periodicidade das fases da Lua; Instrumentos ópticos	Aplicável
Anos finais	6º	Forma estrutura e movimentos da Terra.	Possível
	7º	Composição do ar; Efeito Estufa; Camada de Ozônio; Fenômenos naturais (vulcões, terremotos e tsunamis); Placas tectônicas e derivas continentais.	Não aplicável
	8º	Sistema Sol, Terra e Lua; Clima.	Possível
	9º	Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo; Astronomia e cultura; Vida humana fora da Terra; Ordem de grandeza astronômica; Evolução estelar.	Aplicável

Quadro 2 - Objetos do conhecimento do eixo “Terra e Universo”, a cada ano do Ensino Fundamental. Aplicabilidade a partir do uso do guia “Astrofotografia na escola”. Legenda: Aplicável (verde), possível de ser aplicado (amarelo) e não aplicável (vermelho).

Fonte: Carvalho e Ramos, 2020. Adaptado pelos autores.

O recurso didático “Astrofotografia na escola: Um guia rápido de astrofotografia para professores e estudantes” está disponível no formato PDF de alta resolução e pode ser acessado em <https://doi.org/10.5281/zenodo.6777193>.

A estrutura do guia “Astrofotografia na escola” foi elaborada em dezembro de 2021. No esboço inicial, foi definido o formato, os conteúdos, a estrutura do recurso didático e as estratégias. Ainda em dezembro, foi dado início a produção digital, *layout*, *design* e diagramação do recurso didático. O *software* utilizado para a elaboração do guia “Astrofotografia na escola” foi o *Adobe Photoshop 2020*.

O recurso didático “Astrofotografia na escola: Um guia rápido de astrofotografia para professores e estudantes” é composto por 32 páginas, no formato A4 e com resolução de 300 dpi. As imagens e arquivos foram exportados em alta resolução, ideal para impressão em gráficas e impressoras comuns.

O guia “Astrofotografia na escola” está dividido da seguinte forma: conteúdos de Astronomia e astrofotografia; planos de atividades, projetos e oficinas multi e interdisciplinares; moldes e astrofotografias para impressão; imagens de referência; recursos para ensinar Astronomia, astrofotografia e ciências.

Os Planos de atividade do guia “Astrofotografia na escola” surgem como uma orientação, uma ferramenta, destinada a professores e profissionais da educação, de como

aplicar os materiais baseados em astrofotografia, em sala de aula, no contexto escolar, eventos de C&T, etc. através de atividades, projetos e oficinas multi e interdisciplinares.

A seguir, serão apresentados os resumos dos Planos de atividades que fazem parte do guia “Astrofotografia na escola”.

Plano de atividade I (Roxo): Tem o foco na aplicação de uma atividade ou evento escolar envolvendo a captura de astrofotografia, observação noturna e uso de *smartphones* e aplicativos. Faz uso do material “Como capturar uma astrofotografia”.

Plano de atividade II (Amarelo): Instiga os professores e estudantes a desenvolverem um projeto interdisciplinar na escola, envolvendo a astrofotografia e seus processos. Faz uso do material “Como capturar uma astrofotografia”.

Plano de atividade III (Verde): Propõe uma oficina didática dialogada, envolvendo o uso de uma astrofotografia impressa, para ensinar sobre as constelações, mitologia, história da Astronomia e cultura celeste. É construído um mapa celeste baseado numa astrofotografia impressa.

Plano de atividade IV (Azul): Propõe uma oficina didática expositiva, envolvendo o uso de uma astrofotografia impressa, para ensinar os seguintes conteúdos: astrofísica, Astronomia de posição, ângulos, magnitudes, distâncias estelares, etc. É construído um mapa celeste baseado numa astrofotografia impressa.

Plano de atividade V (Rosa): Apresenta uma oficina didática guiada, fazendo uso de uma astrofotografia impressa, para construir um mapa celeste com nebulosas coloridas, feitas com algodão colorido e glitter. É possível, também, colorir com lápis de cor ou pintar com tinta guache (aquarela) as nebulosas e nuvens moleculares na astrofotografia impressa.

Os Planos de atividade do guia “Astrofotografia na escola” se baseiam em três recursos, que envolvem astrofotografia, que são: Passo a passo “Como capturar uma astrofotografia”, “Mapa celeste astrofotográfico” e “Brincando com as nebulosas”.

Os Planos de atividades seguem uma organização, um padrão, para que seja facilitada sua leitura, interpretação e aplicação. Estão estruturados da seguinte forma: Identificação do plano de atividade; tema geral ou assunto; características; proposta de atividade; objetivos; conteúdos relacionados; metodologia; abordagem; público-alvo; procedimentos e tempo necessário para aplicação. Tal organização pode ser visualizada nos Planos de atividade, nas páginas 6, 7, 13, 21 e 24 do PDF disponível em <https://doi.org/10.5281/zenodo.6777193>.

A ideia do material “Como capturar uma astrofotografia” é de tornar o processo da astrofotografia prático e acessível. Foi elaborado de modo que seu *layout* fosse de fácil visualização e leitura em *smartphones*, dispositivos eletrônicos, no computador, ou mesmo impresso em A4 ou em formatos menores, como “livreto”, por exemplo. Esse passo a passo envolve técnicas de fotografia, dicas de como capturar uma astrofotografia, edição de imagens e de observação do céu através de aplicativos. Sua abordagem é simplificada, direta e enumerada em 8 passos, para que seja acessível a estudantes do ensino fundamental, do ensino médio, para professores e entusiastas que desejam realizar astrofotografia.

O material “Mapa celeste astrofotográfico” é um recurso didático de baixo custo, para ser impresso e utilizado por professores e estudantes, dentro e fora da sala de aula.

Trata-se de um processo e seu produto final é uma astrofotografia no formato de mapa celeste em preto e branco, de uma região do céu, contendo a proporção e a representação real das estrelas e dos corpos celestes. As regiões disponíveis para impressão são de Órion, Escorpião e Cruzeiro do Sul.

O material “Brincando com as nebulosas (Nebulosas em 3D)” consiste numa astrofotografia da região da constelação de Órion, com as regiões de nebulosas e nuvens moleculares destacadas, para serem coladas com algodão colorido e glitter, coloridas com lápis de cor ou pintadas com tinta guache, por exemplo.

O recurso didático “Astrofotografia na escola: Um guia rápido de astrofotografia para professores e estudantes” surge com o intuito de despertar o interesse de estudantes e professores pela astrofotografia, para que seja utilizado na escola, em sala de aula ou em espaços de ciência, tecnologia e cultura. Um dos focos do recurso didático está no uso de *smartphones* e aplicativos, tanto para observar o céu, quanto para capturar astrofotografias de campo grande, através de processos simplificados e materiais de baixo custo.

Para a captura de astrofotografias com os estudantes, para efeitos de teste e experiência sobre a parte prática, é possível aplicar os Planos de atividade I e II, por exemplo. Caso seja impossibilitada a captura de astrofotos, devido a regiões de intensa poluição luminosa, obstrução de visibilidade do céu, etc. é possível utilizar as astrofotografias do material “Mapa celeste astrofotográfico” e os Planos de atividade III, IV e V, para a realização de atividades, projetos e oficinas.

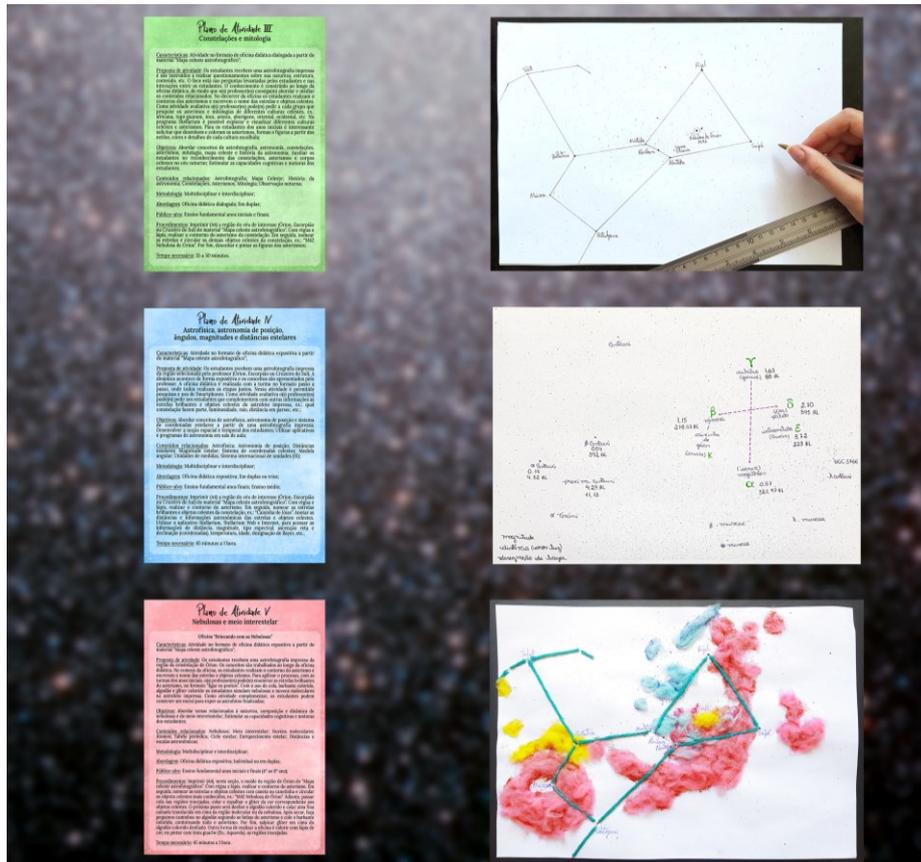


Figura 5 - Exemplos da aplicação dos Planos de atividade III, IV e V.
Fonte: Imagem produzida pelos autores.

8 Potencialidades e discussões

A popularização do uso das cartas celestes pode ser observada nos diversos *softwares*, tanto para computadores quanto para *smartphones*, que produzem em tempo real um mapa do céu para qualquer local e horário. Os programas *Stellarium*, *Solar System Scope*, *Cartes du Ciel*, *SkytechX* e os aplicativos *SkyMap*, *Stellarium*, *SkySafari*, *SkEye*, *SkyView* e *Mobile Observatory* são exemplos de alguns, dentre muitos, dos *softwares* e recursos disponíveis hoje no mercado (Justiniano & Botelho, 2016).

Uma dificuldade que pode ser levada em consideração, sobre as cartas celestes digitais, ou até mesmo impressas, é que são simulações das constelações e dos objetos do céu. Diferente das capturas e dos registros astrofotográficos, que são representações reais das estrelas e do céu noturno. Além disso, é evidente a dificuldade de visualização de algumas cartas celestes e planisférios, primeiro por estarem fora de escala em relação ao que é observado no céu, segundo por apresentarem distorções de área, devido às projeções e reproduções do céu e dos corpos celestes nesses materiais. Na Figura 6 é possível comparar tais características de visualização e distorção.

Outro fator interessante a ser observado é o da relação de escala de magnitude (brilho) com a proporção das estrelas e constelações nos mapas celestes e em diversos planisférios. Por estarem representadas muito próximas, as estrelas e constelações são apresentadas fora de escala e de tamanho do que se observa na realidade (Figura 6). Isso acaba dificultando sua localização no céu, ou até mesmo o entendimento da relação brilho-posição das estrelas. Essa relação é muito importante, em especial para o reconhecimento e construção imagética - fixação - das constelações e das regiões características do céu noturno. No entanto, esse fator de escala de magnitude e de proporção (“distorção”) não ocorre nas astrofotos do material “Mapa celeste astrofotográfico”, por serem registros reais e precisos da realidade - fotografias, do céu noturno, das estrelas e dos corpos celestes.

Nas Figura 6 é possível comparar a riqueza de detalhes, presente na astrofoto, em relação aos recortes das regiões de alguns planisférios do hemisfério sul. Portanto, a partir das astrofotos do material “Mapa celeste astrofotográfico” é possível obter uma representação mais precisa e verossímil do que é observado no céu.

Ao utilizar e adaptar as técnicas de inversão de cores digital (negativo digital) e de conversão para preto e branco (escala de cinza), nas astrofotografias, percebeu-se uma melhoria na visualização do desenho da constelação, das estrelas que fazem parte da constelação, dos aglomerados estelares e até de nebulosas, que são considerados objetos de céu profundo (DSOs³).

Os processos de inversão de cores das astrofotos (negativo digital) e da conversão para preto e branco (escala de cinza), tornam o material “Mapa celeste astrofotográfico” acessível e de baixo custo. Dessa forma, o material pode ser impresso em impressoras comuns. Além disso, adotar um método de baixo custo possibilita um processo mais rápido e prático de ser reproduzido, impresso e utilizado, como em oficinas e atividades direcionadas ao ensino de ciências e Astronomia, por exemplo.

Democratizar o acesso a recursos didáticos, como é o caso do recurso didático “Astrofotografia na escola: Um guia rápido de astrofotografia para professores e

³ DSOs é a sigla do inglês para *Deep-Sky Objects*.

estudantes”, contribui para a prática da Astronomia e das ciências. De certa forma, novas abordagens, metodologias e recursos didáticos impulsionam e abrem portas para novas experiências educacionais, nos diferentes tipos de ambientes de aprendizagem, para diversos públicos e faixas etárias.

É recomendado a impressão do material “Mapa celeste astrofotográfico” em preto e branco, impressão padrão de gráficas e impressoras (comuns e comerciais), em papel sulfite (folha A4), como mostra a Figura 7. O que acaba por tornar o processo barato e acessível, quando comparado às impressões das fotografias originais (coloridas), que demandam muita tinta. Na impressão colorida comum, nem sempre é possível a extração de detalhes, essenciais para o material “Mapa celeste astrofotográfico” e para as atividades que envolvem o reconhecimento do céu, das estrelas, das constelações e de DSOs.

Acerca dos custos e aplicações, tendo como base o valor médio de uma impressão comum em preto e branco, em papel A4, que custa por volta de 15 centavos a impressão, uma turma de 40 estudantes pode ser atendida a partir de seis reais (R\$ 0,15 x 40 estudantes = R\$ 6,00), por exemplo. Para atividades presenciais, e.g. em sala de aula, é aconselhado a formação de duplas ou trios, no intuito de reduzir os gastos e tornar as atividades mais sustentáveis e acessíveis. Ao adotar o esquema de duplas, numa turma de 40 estudantes, por exemplo, o valor é reduzido e as atividades podem ser realizadas a partir do custo de três reais (R\$ 0,15 x 20 estudantes = R\$ 3,00).

Para fins de comparação e contexto, em relação às atividades envolvendo astrofotografia como recurso didático, o projeto/oficina “Brincando com as constelações de inverno e verão”, resultado de uma parceria entre a Universidade de Brasília (UnB) e a Agência Espacial Brasileira (AEB) em 2015, contou com 1 astrofotografia impressa em alta qualidade (formato A3, em papel fotográfico) e 1 folha de acetato (plástico transparente) com as artes das constelações. Ambos materiais (kit) custaram em média R\$ 60,00 por participante, levando em consideração os custos de impressão e de distribuição.

Por serem atividades de natureza semelhante, atividades envolvendo astrofotografias para ensinar ciências e Astronomia, ao comparar o valor de R\$ 60,00 por participante (kit), do material da oficina “Brincando com as constelações de inverno e verão”, com os 15 centavos por participante, da impressão do material “Mapa celeste astrofotográfico”, é apontada uma redução de custo de 40.000%, ou 400 vezes mais barato - acessível. Portanto, ressalta a praticidade e a acessibilidade do material “Mapa celeste astrofotográfico”, que pode ser impresso em gráficas, escolas ou até mesmo em impressoras comuns. Desse modo, é notável o potencial do material “Mapa celeste astrofotográfico”, para ser aplicado em escolas e outros contextos educacionais, que envolvam astrofotografia, Astronomia e ciências.

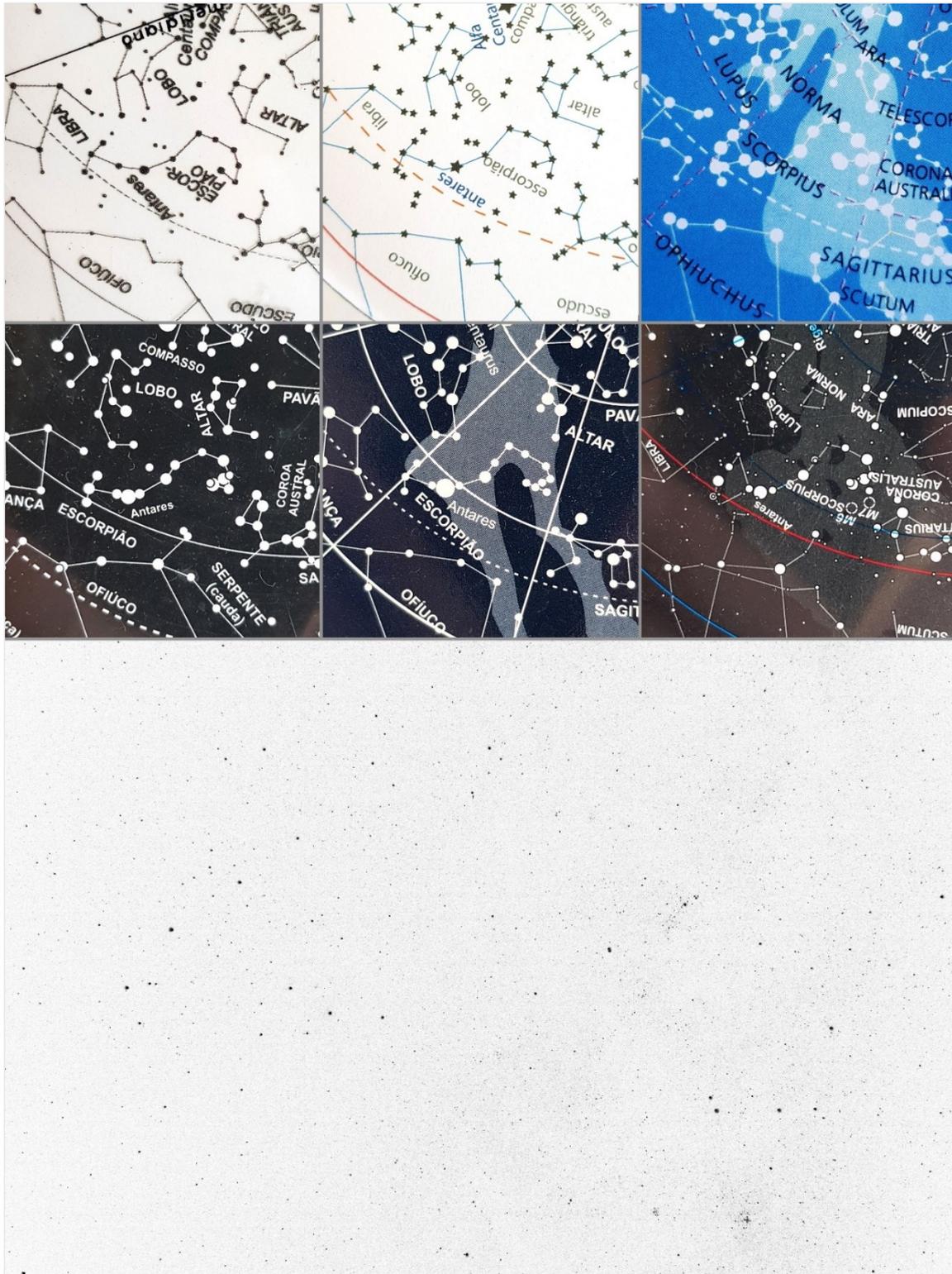


Figura 6 - Acima: Recortes da região de Escorpião a partir de 6 planisférios. Abaixo: Astrofoto da região de Escorpião do material “Mapa celeste astrofotográfico”.
Fonte: Imagem produzida pelos autores.

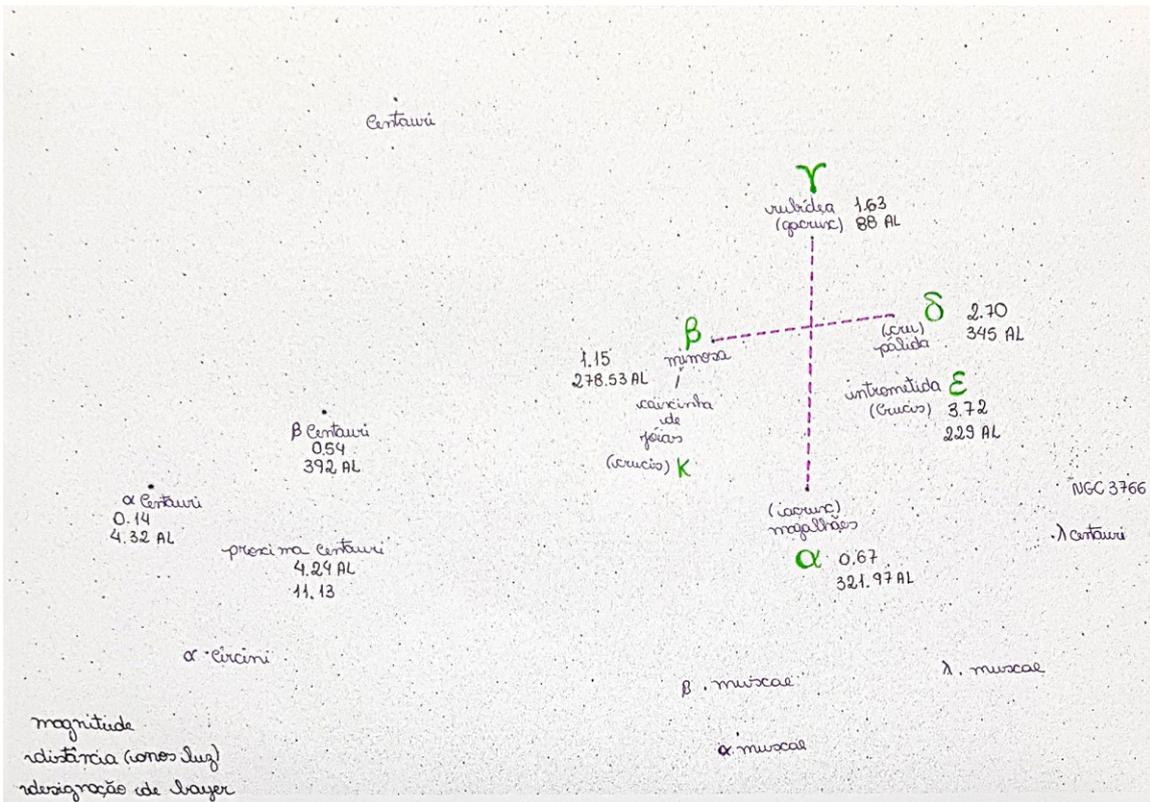


Figura 7 - Material “Mapa celeste astrofotográfico” impresso em preto e branco (papel sulfite A4). Astrofotografia da região do Cruzeiro do Sul. Feito por uma participante, durante uma capacitação de monitores educacionais bilíngues no Planetário de Brasília, em março de 2022. Aplicação dos Planos de atividade III e IV (Verde e Azul).

Fonte: Imagem produzida pelos autores.

No Quadro 3 (Pág. 21), é possível compreender as informações, relações e diferenças entre os Planos de atividade do guia “Astrofotografia na escola”, para melhor direcionar os professores e profissionais da educação em relação à seleção e aplicação dos Planos de atividades, em sala de aula, no contexto escolar ou em ambientes de C&T e cultura.

Num primeiro momento, foram aplicados os planos de atividade III, IV e V, para fins de testes, aprimoramentos, *feedback* dos participantes (crianças e adultos), adaptações e modificações, tanto na estrutura do guia “Astrofotografia na escola”, quanto nos Planos de atividade e oficinas.

Em março de 2022, durante uma capacitação de 12 monitores educacionais bilíngues do Planetário de Brasília, foi aplicado os Planos de atividade III e IV do guia “Astrofotografia na escola”, para duas equipes e em dias distintos. Durante a apresentação dos conteúdos da capacitação e da aplicação da oficina “Mapa celeste astrofotográfico”, junto aos Planos de atividade III e IV, foi direcionado o uso de *smartphones* para consulta do molde de referência da constelação e também o uso de aplicativos e *sites*, como o *Stellarium* e o *Stellarium Web*. Os monitores participantes pesquisaram diversas informações, como os nomes das estrelas e objetos do céu profundo, as distâncias em anos-luz, assim como a designação de Bayer para as estrelas mais brilhantes da constelação (Figura 8). O intuito da capacitação era fazer com que os monitores participantes tivessem contato com recursos didáticos, baseados em astrofotografia e de

baixo custo, além de uma reciclagem em história da Astronomia, da astrofotografia, da fotografia e do papel da astrofotografia nas observações astronômicas e grandes descobertas científicas.

Foi percebido que alguns monitores participantes tiveram facilidade em utilizar o *Stellarium Web*, para obter os detalhes e informações de estrelas e objetos. No geral, os monitores participantes que tiveram facilidade em utilizar o *Stellarium Web*, finalizaram a atividade proposta (Plano de atividade IV) mais rapidamente e sem dificuldades, em relação a outros monitores participantes. Foi seguido o Plano de atividade IV e aconselhado a montagem de duplas, para a realização da oficina, organização que se mostrou proveitosa e positiva, pelo aspecto da defasagem citado.

No geral, os monitores participantes relataram que a atividade é factível, de fácil execução e interessante para compor o quadro de atividades e oficinas de planetários, por exemplo, como o do Planetário de Brasília, que se destina a crianças, adolescentes e público geral. Relataram, também, que utilizar os moldes de referência no *smartphone* era mais prático do que quando projetado, devido à qualidade de resolução do projetor. Desse modo, na tela do *smartphone*, os monitores participantes puderam dar *zoom*, aumentar a imagem e selecionar as regiões de interesse (Figura 8), e.g. no desenho da constelação do Cruzeiro do Sul, onde se encontra a Caixinha de Joias (NGC 4755) e a estrela “Intrometida” (Epsilon Crucis).

Portanto, tanto o guia “Astrofotografia na escola”, quanto os Planos de atividade e oficinas, podem ser aplicados em cursos de capacitação e aprimoramento de professores e profissionais da educação, como monitores educacionais de instituições que abordam ou estão envolvidas com Astronomia, divulgação científica e ciências, e.g. como o Planetário de Brasília.

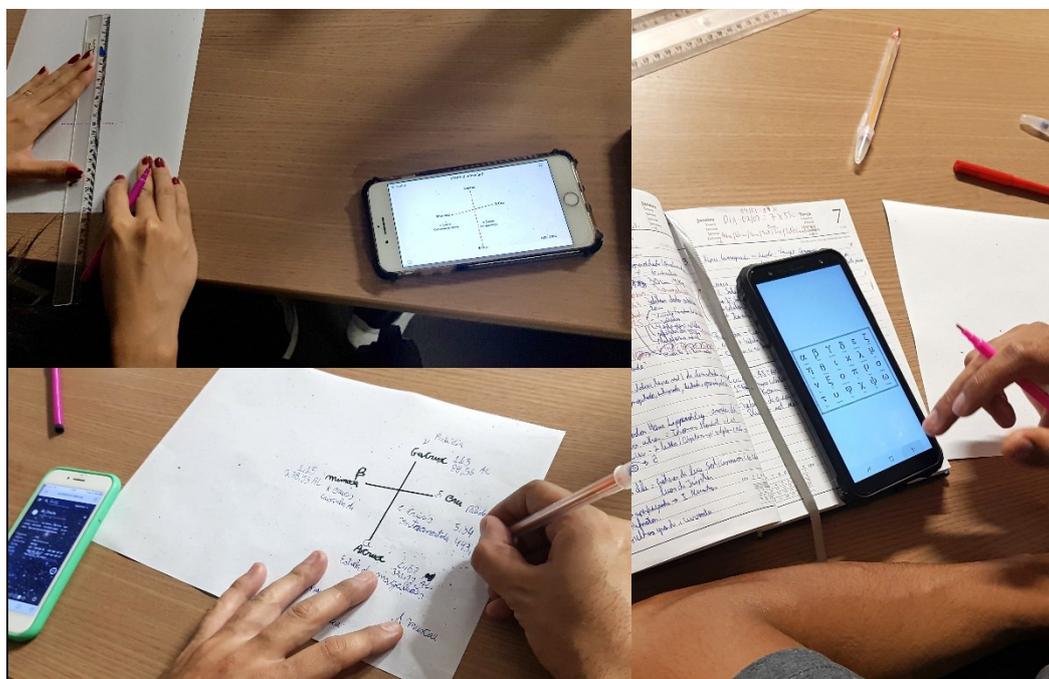


Figura 8 - Uso de *smartphones* para visualização do molde de referência, *Stellarium Web* e Internet. Capacitação de monitores educacionais do Planetário de Brasília. Aplicação da oficina “Mapa celeste astrofotográfico”, Plano de atividade IV.

Fonte: Imagem produzida pelos autores.

	Plano de atividade I	Plano de atividade II	Plano de atividade III	Plano de atividade IV	Plano de atividade V
Público-alvo	Ensino fundamental anos finais; Ensino médio	Ensino fundamental; Ensino médio	Ensino fundamental anos iniciais e finais	Ensino fundamental anos finais; Ensino médio	Ensino fundamental anos iniciais e finais
Faixa etária	12 a 17 anos	12 a 17 anos	9 a 14 anos	12 a 17 anos	9 a 13 anos
Tema	Astrofotografia, observação noturna, fotografia	Astrofotografia, observação noturna, fotografia	Constelações, mitologia e cultura celeste	Astrofísica, distância estelar, Astronomia de posição, magnitude estelar	Nebulosas e meio interestelar
Característica da atividade	Evento de observação noturna e captura de astrofotografia na escola	Projeto interdisciplinar de Astronomia e ciências, envolvendo astrofotografia	Oficina didática dialogada, a partir do material “Mapa celeste astrofotográfico”	Oficina didática expositiva, a partir do material “Mapa celeste astrofotográfico”	Oficina didática expositiva, a partir do material “Brincando com as nebulosas”
Metodologia	Multidisciplinar e interdisciplinar	Interdisciplinar	Multidisciplinar e interdisciplinar	Multidisciplinar e interdisciplinar	Multidisciplinar e interdisciplinar
Abordagem	Dinâmica investigativa em etapas; Em grupos	De forma colaborativa; Extraclasse; Em grupos	Oficina didática dialogada; Em duplas	Oficina didática expositiva; Em duplas ou trios	Oficina didática expositiva; Individual ou em duplas
Materiais necessários	Ter acesso ao passo a passo “Como capturar uma astrofotografia”, <i>smartphone</i> e tripé simples	Ter acesso ao passo a passo “Como capturar uma astrofotografia”, <i>smartphone</i> e tripé simples	Imprimir o material “Mapa celeste astrofotográfico”, lápis, caneta, régua	Imprimir o material “Mapa celeste astrofotográfico”, lápis, caneta, régua, <i>smartphone</i> , acessar o app <i>Stellarium</i> ou <i>Stellarium Web</i>	Imprimir o material “Brincando com as nebulosas”, lápis, caneta, régua, glitter, algodão colorido, cola, barbante, tinta guache (opcional)
Tempo necessário para execução	1 a 2 horas	1 a 3 semanas	35 a 50 minutos	45 minutos a 1 hora	45 minutos a 1 hora

Quadro 3 - Quadro geral com as informações, relações e diferenças entre os Planos de atividade do guia “Astrofotografia na escola”.

Fonte: Produzido pelos autores.

Outro momento importante foi a aplicação do Plano de atividade V e da oficina “Brincando com as nebulosas”, em março de 2022, na escola integral CEPI Prof.^a Izabel Christina de Sousa Ortiz, em Formosa - GO, para 35 estudantes de 6º a 9º ano. Em parceria com o professor de física da escola, foi desenvolvida uma atividade no laboratório de ciências, que abordou conteúdos sobre os tipos de nebulosas, meio

interestelar, vida e evolução das estrelas, escalas e dimensões, constelações, história da Astronomia e cultura celeste. Essa atividade teve o objetivo de preparar os estudantes, selecionados pelo professor de física, para a prova da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA), a partir do Plano de atividade V e da oficina “Brincando com as nebulosas”.

Na aplicação do Plano de atividade V e da oficina “Brincando com as nebulosas”, foi percebido que os estudantes demonstraram interesse e atenção aos conteúdos e imagens da apresentação que precedeu a atividade. Esse detalhe se mostra relevante, pois o professor de física relatou da falta de atenção dos estudantes e do uso excessivo do celular em sala de aula, principalmente em momentos inoportunos. Atividades como a oficina “Brincando com as nebulosas”, acabam por chamar a atenção dos estudantes, primeiro por ser uma novidade e abordar conteúdos que os estudantes têm curiosidade, segundo por usar materiais lúdicos, como algodão colorido, glitter, cola e uma astrofotografia impressa, terceiro pela possibilidade de ser aplicada num ambiente fora da sala de aula, e.g. laboratório de ciências.

Os materiais utilizados, como o glitter, algodão colorido, barbante, etc. foram manuseados com facilidade pelos estudantes, ao longo da oficina “Brincando com as nebulosas”. Os autores observaram que, ao utilizar cola glitter colorida, é obtido um melhor resultado e controle na hora da aplicação, como mostra o quadrante superior direito da Figura 9.

Durante a aplicação das atividades e oficinas propostas, os autores recomendam entregar as astrofotografias impressas apenas ao final da apresentação ou introdução dos conteúdos, pois ocorre a dispersão dos estudantes, ou participantes, caso seja entregue antes das instruções. Já as instruções, precisam ser bem claras e seguir o que está descrito na seção “Procedimentos” dos Planos de atividade.

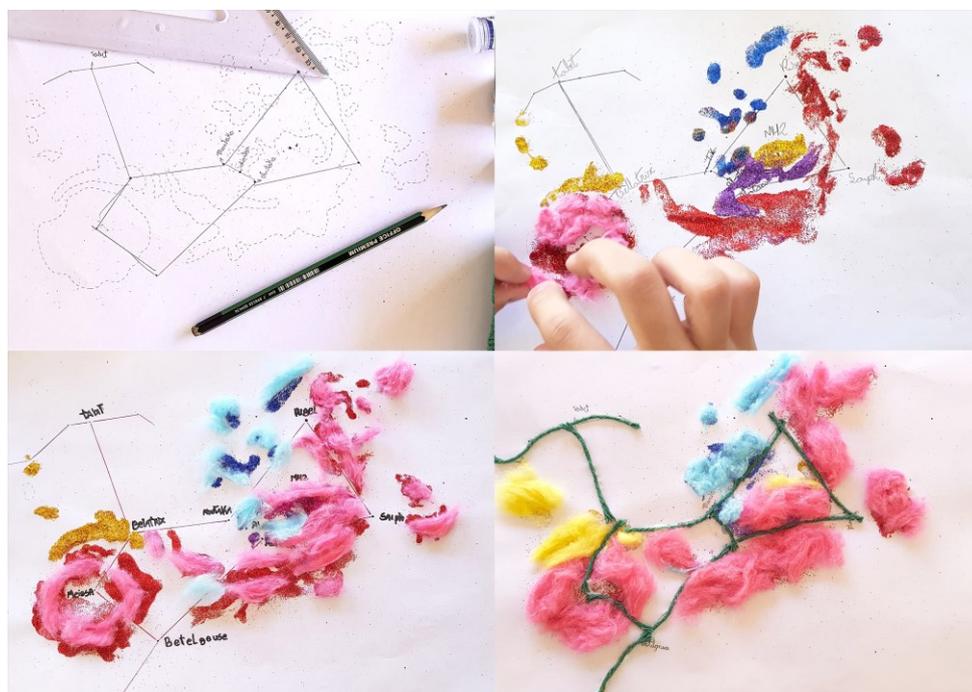


Figura 9 - Etapas da oficina “Brincando com as nebulosas (Nebulosas em 3D)”, realizadas pelos estudantes. Exemplificação dos procedimentos do Plano de atividade V.

Fonte: Imagem produzida pelos autores.

Desse modo, tanto o guia “Astrofotografia na escola”, quanto os Planos de atividade e oficinas, podem ser aplicados, também, em atividades preparatórias para a prova da OBA, por exemplo, pois englobam os conteúdos e temas de Astronomia que são trabalhados na prova, dos níveis I ao IV (Quadro 4).

O guia “Astrofotografia na escola”, seus Planos de atividade, oficinas e conteúdos se mostram relevantes enquanto recursos didáticos, pois dentre as potencialidades: envolvem processos dinâmicos e interessantes para os estudantes; promovem trocas de experiência e diálogos entre os professores, estudantes e envolvidos; são fáceis de serem aplicados e realizados; possibilitam experiências educacionais diferenciadas; proporcionam a abordagem, assimilação e construção de conteúdos diversos; trabalham noções espaço-temporais e habilidades motoras; são acessíveis e de baixo custo; atendem ampla faixa etária e diferentes etapas educacionais; podem ser adaptados ou modificados a partir do contexto escolar ou dos participantes.

Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA)				
	Nível I	Nível II	Nível III	Nível IV
Etapa/ano	Ensino fundamental: 1º a 3º ano	Ensino fundamental: 4º e 5º ano	Ensino fundamental: 6º a 9º ano	Ensino médio: 1º ao 3º ano
Conteúdos	Pontos cardeais, dia e noite, fases da Lua, eclipses, meses, ano, estações do ano, constelações e reconhecimento do céu	Dia e noite, horas, fases da Lua e eclipses, eclíptica, ano, estações do ano, objetos do Sistema Solar, galáxias, estrelas, ano-luz, origem do Universo e história da Astronomia, constelações e reconhecimento do céu	Além dos conteúdos do nível II, rotação, pontos cardeais, coordenadas geográficas, solstícios, equinócios, planetas, estrelas, cometas, galáxias, elementos químicos, unidade astronômica, ano-luz, mês-luz, dia-luz e segundo-luz	Além dos conteúdos do nível III, história da Astronomia, espectro eletromagnético, ondas, comprimento de onda, frequência, manchas solares, evolução estelar

Quadro 4 - Conteúdos da prova da OBA, dos níveis I a IV, possíveis de serem trabalhados a partir de astrofotografias, da aplicação do guia “Astrofotografia na escola”, dos Planos de atividade e oficinas.

Fonte: Regulamento OBA 2022. Adaptado pelos autores.

Ainda assim, o guia “Astrofotografia na escola” apresenta caráter multi e interdisciplinar, primeiro por ter sido projetado almejando alcançar tais características, segundo por propor o envolvimento e a troca de metodologias durante o processo, entre professores, estudantes, comunidade escolar, etc. Essas características multi e interdisciplinares, podem ser vistas com mais clareza nas aplicações mencionadas anteriormente, nas figuras das atividades e oficinas, nos Planos de atividade e mais especificamente no Quadro 3 (Pág. 21).

O recurso didático “Astrofotografia na escola: Um guia rápido de astrofotografia para professores e estudantes” pode ser aplicado em diferentes níveis e etapas

educacionais, como no ensino fundamental, médio e até no ensino superior. É capaz de englobar diversos componentes curriculares, como: ciências; projeto interdisciplinar; física; química; história; artes; filosofia; tópicos especiais em educação e recursos didáticos; ensino de física e ciências; estágios supervisionados; etc. Da mesma forma, sua aplicação pode ser feita em diversos contextos e eventos educacionais, e também científicos, como em: feiras de ciências; simpósios; encontros; planetários; clubes e eventos de Astronomia (internos e externos); reuniões; semanas universitárias; escolas; aulas preparatórias para a OBA; sala de aula; etc. Sendo possível atender uma ampla faixa etária e abranger uma extensa gama de possibilidades de sua aplicação.

As atividades e oficinas propostas no guia “Astrofotografia na escola”, se enquadram, também, em alguns eventos de Astronomia e C&T no Brasil. Os autores fizeram um levantamento de alguns eventos de C&T e cultura, onde são possíveis a aplicação e divulgação do guia “Astrofotografia na escola”. O guia “Astrofotografia na escola” pode ser aplicado, também, em atividades como capacitações, alinhamentos, eventos em Planetários, disciplinas de cursos de licenciatura, etc.

No Quadro 5, constam alguns eventos de C&T e cultura possíveis do guia “Astrofotografia na escola” ser aplicado, reproduzido e difundido.

Possibilidade de aplicação do guia “Astrofotografia na escola” em eventos de ciência, tecnologia e cultura no Brasil	
Eventos de C&T e Cultura	Instituição promotora
SNEA – Simpósio Nacional de Educação em Astronomia	SNEA
ENAST – Encontro Nacional de Astronomia	ENAST
EREA – Encontro Regional de Ensino de Astronomia	OBA
SeITA – Semana de Imersão Total em Astronomia	ODA/Unesp Bauru
CIAA – Curso de Introdução à Astronomia e Astrofísica	INPE
SIASTRO – Simpósio Internacional de Astronomia e Astronáutica	MCTI
SNCT – Semana Nacional de Ciência e Tecnologia	MCTI
Jornada Espacial	OBA/AEB/DCTA
Reuniões Anuais da SBPC	SBPC
SBPC Jovem	SBPC
CONCINAT – Congresso Nacional de Ciências Naturais/ da Natureza	CONCINAT
SNEF – Simpósio Nacional de Ensino de Física	SNEF

Quadro 5 - Possibilidade de aplicação do guia “Astrofotografia na escola” em eventos de C&T e cultura no Brasil.

Fonte: Produzido pelos autores.

Vale lembrar, ao professor ou profissional da educação, que é possível utilizar a “Linha do tempo da história da astrofotografia: um breve resumo” (Quadro 6, Anexo A), como complemento do guia “Astrofotografia na escola” e atividades que envolvam astrofotografia e Astronomia. Interessante reforçar que, a história da fotografia e da astrofotografia, bem como os momentos históricos, são excelentes recursos para mostrar aos estudantes e servem de conteúdo introdutório para variados temas e assuntos, por exemplo. No trabalho publicado por Pedro Ré (2009), é possível encontrar algumas imagens históricas, de alguns dos itens listados na Quadro 6.

O projeto “Astrofotografia na Escola” se estende para além do escopo desse trabalho. Os autores pretendem aplicar o recurso didático “Astrofotografia na escola: Um guia rápido de astrofotografia para professores e estudantes”, a priori em escolas do Distrito Federal, e a posteriori em outros estados brasileiros e eventos de C&T. Por isso, o interesse dos autores que o guia seja acessível, gratuito, reproduzível e compartilhado, no âmbito da educação em Astronomia e ciências. Dessa forma, os professores ou interessados podem ter acesso e aplicar em sala de aula, escolas, eventos, feiras de ciências, clubes de Astronomia, desenvolver projetos, etc. utilizando os Planos de atividade, materiais e projetos do guia “Astrofotografia na escola”, por exemplo.

Para ampliar o acesso e a discussão em astrofotografia, o compartilhamento de projetos, astrofotografias profissionais e amadoras, recursos didáticos em astrofotografia e Astronomia, técnicas de captura e equipamentos, etc., foram criados dois canais de comunicação, ou grupos virtuais, denominados “Astrofotografia na escola”. Os grupos são abertos, públicos e visam ampliar o uso da astrofotografia, no âmbito da educação e como recurso didático. Nesses grupos serão disponibilizados materiais, recursos didáticos, tutoriais, vídeos, textos, curiosidades, notícias, etc. e estabelecidas parcerias, debates e projetos, entre professores, profissionais da educação e interessados em astrofotografia e Astronomia. As plataformas *WhatsApp* e *Telegram* foram escolhidas, para hospedarem os grupos virtuais, por questões de praticidade e acessibilidade. O grupo do *WhatsApp* pode ser acessado em <https://chat.whatsapp.com/CDCOby8KyAPKAH0psSI0xR>. Já o grupo do *Telegram* pode ser acessado em <https://t.me/astrofotografianaescola>.



Figura 10 - QR Codes para acessar os grupos “Astrofotografia na escola”. À esquerda, o QR Code para o grupo do *WhatsApp*. À direita, o QR Code para acessar o grupo do *Telegram*.
Fonte: Imagem produzida pelos autores.

Além dos grupos virtuais, existe um perfil do projeto “Astrofotografia na escola”, no Instagram (@astrofotografianaescola), que pode ser acessado em www.instagram.com/astrofotografianaescola/. Nesse espaço, serão divulgadas visitas em escolas, eventos que envolvam astrofotografia, Astronomia e ciências, registros de oficinas ou capacitações, palestras, curiosidades, dicas, referências, etc. O perfil será utilizado como uma ferramenta para a divulgação de atividades, como oficinas e projetos, realizadas através da aplicação do guia “Astrofotografia na escola” e dos Planos de atividade.

Os autores almejam realizar aplicações do guia “Astrofotografia na escola” em diferentes contextos educacionais, a fim de colher dados e aprimorar a estrutura, a qualidade do material e dos recursos didáticos presentes no guia, assim como os métodos de aplicação, tanto dos Planos de atividade, como das oficinas e recursos didáticos.

Junto aos projetos, atividades e aplicação dos Planos de atividade do guia “Astrofotografia na escola”, é interessante elaborar uma apresentação de *slides*, contendo temas introdutórios, imagens, figuras, moldes, etc. a fim de facilitar a compreensão, por parte dos estudantes e participantes. A partir dessa abordagem, foi percebida uma melhor qualidade da apresentação dos conteúdos e materiais, assim como da atenção e foco, por parte dos participantes. Um modelo de apresentação, para a execução do Plano de atividade V e da oficina “Brincando com as nebulosas”, está disponível e pode ser baixado em <https://doi.org/10.5281/zenodo.6640650>. O modelo de apresentação, para a execução dos Planos de atividade III e IV e da oficina “Mapa celeste astrofotográfico”, está disponível e pode ser baixado em <https://doi.org/10.5281/zenodo.6647407>. A partir dos modelos de apresentação, é possível adicionar *slides*, mudar a ordem e também adaptar a apresentação, para abordar diversos temas e conteúdos.

9 Conclusões

A discussão acerca da astrofotografia como recurso didático se faz necessária, pois ao revisar a literatura foi percebida uma nítida defasagem e escassez de materiais e termos voltados para a prática da astrofotografia como recurso didático, e.g. sua materialização e uso em atividades de ensino de ciências e Astronomia.

O recurso didático “Astrofotografia na escola: Um guia rápido de astrofotografia para professores e estudantes”, assim como as astrofotografias apresentam grande potencial para serem inseridos e utilizados na prática das ciências e da Astronomia. Ademais, o guia “Astrofotografia na escola” pode ser aplicado em atividades práticas e lúdicas, como em oficinas de Astronomia, de ciências e de astrofotografia, em projetos, eventos e feiras interdisciplinares, capacitações de professores, etc., bem como em ambientes formais e não formais de aprendizagem em ciências, como em planetários fixos ou móveis, exposições e feiras de ciência e tecnologia, simpósios, congressos, reuniões, sala de aula, etc.

Por fim, os objetivos propostos nesse trabalho foram alcançados, uma vez que o recurso didático “Astrofotografia na escola: Um guia rápido de astrofotografia para professores e estudantes” foi apresentado, discutido, disponibilizado e difundido. Além disso, acreditamos ter contribuído para o debate acerca do uso de astrofotografias enquanto recursos didáticos, nos diferentes espaços de educação, ciência, tecnologia e cultura.

É encorajado aos professores, profissionais da educação e demais leitores a reflexão e elaboração de novas estratégias a partir de astrofotografias e seus processos, assim como a construção de recursos didáticos (materialização) baseados em astrofotografias, para ensinar Astronomia e ciências.

Referências

- Amaral, J. A. D. (2019). *Astrofotografia como estratégia no ensino da Astronomia*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo. doi:10.11606/D.14.2019.tde-13052019-162428. Recuperado em 2022-08-14, de www.teses.usp.br
- Arany-Prado, L. I. (2006). *À luz das estrelas*. Rio de Janeiro: DP&A.
- Boyd, D. M. & Ellison, N. B. (2007). Social network sites: Definition, history, and scholarship. *Journal of computer-mediated Communication*, 13(1), 210-230. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://bit.ly/2MPnp9o>
- Caldas, L. (2020). *All is Dust in the Wind* [Video]. Instagram. <https://bit.ly/34DSovd>
- Carnegie Observatories. (2022). *Hubble's Famous M31 VAR! plate*. Recuperado em 14 jul., 2022, de <https://obs.carnegiescience.edu/PAST/m31var>
- Carvalho, T. F. G., & Ramos, J. E. F. (2020). A BNCC e o ensino da Astronomia: o que muda na sala de aula e na formação dos professores. *Revista Currículo e Docência*, 2(2), 84-101. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://periodicos.ufpe.br/revistas/CD/article/download/249561/37714>
- CASB. (2018). *Clube de Astronomia de Brasília. Encontros Brasileiros de Astrofotografia*, 1. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://bit.ly/3vFeHwB>
- Couper, H. N., & Clarke, A. C. (2007). *The history of astronomy*. Londres: Firefly Books.
- Crossley, M. (2014). *Stellarium Hevelius Constellation Art*. Wilmslow Astro: Astronomy from a Cheshire suburb. Recuperado em 26 out., 2021, de www.wilmslowastro.com/software/software.htm
- Damineli, A. & Steiner, J. (2010). *Fascínio do universo*. São Paulo: Odysseus.
- Dubach, L. L. & Ng, C. (1988). *Compendium of meteorological space programs, satellites, and experiments*. (No. NSSDC/WDC-AR/S-88-03). Recuperado em 26 out., 2021, de <https://go.nasa.gov/2LBb73L>
- ESA. (2022). *Webb Delivers Deepest Image of Universe Yet*. Recuperado em 14 jul., 2022, de <https://esawebb.org/news/weic2209/>
- ESO/EHT. (2019). *Astronomers capture first image of a black hole*. Recuperado em 26 out., 2021, de www.eso.org/public/news/eso1907/
- ESO/EHT. (2022). *Astrônomos divulgam primeira imagem do buraco negro no coração da nossa Galáxia*. Recuperado em 04 jun., 2022, de www.eso.org/public/brazil/news/eso2208-ehm-mw/
- Ferreira, L. & Asfour, D. (2015). *Astronomia e Astrofotografia: Uma janela para o Ensino de Ciências*. Programa AEB Escola. Agência Espacial Brasileira (AEB). Brasília, 2015. Recuperado em 14 jul., 2022, de <https://doi.org/10.5281/zenodo.5950001>

Ferreira, L. & Furtado, D. A. (2019). Fotografia e Astrofotografia: O que é, como é feita e para que serve?. *Anais do Congresso Nacional de Ciências Naturais/da Natureza - CONCINAT*. Planaltina, Brasil, 3. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://bit.ly/3cDL59i>

Ferreira, L. (2022). Astrofotografia como recurso pedagógico multi e interdisciplinar para ensinar ciências e Astronomia. In Braga, D. L. S. *Pesquisas e inovações nacionais em engenharias, ciências agrárias, exatas e da terra*. (Chap. 18, pp. 252-297). Florianópolis: Instituto Scientia. Recuperado em 04 jun., 2022, de <https://instituto.scientia.com/wp-content/uploads/2022/04/Livro-Engenharia-Agrarias-Exatas.pdf>

G1/Globo. (2020). *Fotos: confira imagens da bola de fogo registrada no céu do interior de SP*. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://glo.bo/38ruFzs>

Galli, F. C. S. (2004). Linguagem da Internet: um meio de comunicação global. *Hipertexto e gêneros digitais: novas formas de construção de sentido*. Rio de Janeiro, 120-134. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://bit.ly/3s7iBg0>

Gee, M. (2013). *Full Moon Silhouettes* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/ehulHtKfpuM>

Justiniano, A. & Botelho, R. (2016). Construção de uma carta celeste: Um recurso didático para o ensino de Astronomia nas aulas de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 38(4). Recuperado em 26 out., 2021, de <https://bit.ly/3mxW08f>

Langhi, R. & Nardi, R. (2012). *Educação em Astronomia: repensando a formação de professores*. São Paulo: Escritoras editoras.

Light Pollution Map. (2020). *Light Pollution Map*. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://bit.ly/3orsIvd>

Lima, M. R. N. (2007). *A fotografia como instrumento da documentação e preservação da memória: arte e sobrevivência no alto Vale do Ribeira*. (Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo). Recuperado em 26 out., 2021, de <https://bit.ly/38d9S2A>

Mourão, R. R. F. (1987). *Dicionário Enciclopédico de Astronomia e Astronáutica*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.

NASA & ESA. (2015). *Sharpest ever view of the Andromeda galaxy*. Hubble space telescope - HST. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://bit.ly/2Lt5SDn>

NASA & ESA. (n.d.). *The Hubble deep fields*. Hubble space telescope - HST. Recuperado em 26 out., 2021, de https://esahubble.org/science/deep_fields/

NASA, ESA, & Hubble Heritage Team. (2021). *About - Story | Edwin Hubble*. Recuperado em 26 out., 2021, de www.nasa.gov/content/about-story-edwin-hubble

NASA. (2015). *Mariner 4 mission page*. NSSDC Image Catalog. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://go.nasa.gov/2Lg6Y5x>

NASA. (n.d.). *Apollo missions*. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://go.nasa.gov/39dRCXo>

- NASA. (n.d.). *Voyager: The mission timeline*. Jet propulsion laboratory - JPL. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://go.nasa.gov/35qAj4m>
- Neves, M. C. D. & Pereira, R. F. (2007). Adaptando uma câmera fotográfica manual simples para fotografar o céu. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, (4), 27-45. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://bit.ly/2TSZVjI>
- Nogueira, S. & Canalle, J. B. G. (2009). *Astronomia: ensino fundamental e médio*. Coleção explorando o Ensino, 11. Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB.
- Ré, P. (2009). *History of astrophotography timeline*. History of astrophotography. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://bit.ly/3gZuJdL>
- Ribeiro, C. A. (2019). Astrofotografia na divulgação da Astronomia: uma experiência em escolas de ensino fundamental e médio de Trairi. *Revista Docentes: Inovação metodológica do ensino através da inserção tecnológica*, 4(8). Fortaleza. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://bit.ly/2IzWY2n>
- Ridpath, I. (2018). *Hevelius and the Firmamentum Sobiescianum*. Ian Ridpath. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://bit.ly/34qQDRR>
- Schröder, K. P. & Lüthen, H. (2009). Astrophotography. *Handbook of Practical Astronomy*, p. 133-173. Springer, Berlin, Heidelberg. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://bit.ly/34rHbOk>
- Stoduto, R. D. (2012). *Lomografia: a fotografia como forma de manifestação visual do imaginário contemporâneo*. (Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul). Recuperado em 26 out., 2021, de <https://bit.ly/3mspLY0>
- Targosz, K. (1988). *Firmamentum Sobiescianum: the magnificent baroque atlas of the sky*. *Organon*, 24, 151-179. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://bit.ly/34u6yPw>
- Villegas, A. (2009). *O controle da cor: gerenciamento de cores para fotógrafos*. Santa Catarina: Photos.
- Voltmer, S. (2020). Great conjunction: Saturn and Jupiter converge. NASA. Michigan Technological University. Recuperado em 14 jul., 2022, de <https://go.nasa.gov/3pgDu5Q>
- Wolfschmidt, G. (2005). Josef Petzval (1807-1891) and the early development of astrophotography. *Acta Universitatis Carolinae. Mathematica et Physica*, 46, 213-231. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://bit.ly/39ANORD>

Artigo recebido em 05/11/2021.

Aceito em 12/07/2022.

ANEXO A - LINHA DO TEMPO DA HISTÓRIA DA ASTROFOTOGRAFIA: UM BREVE RESUMO

Linha do tempo da história da astrofotografia: um breve resumo (1800 – 2022)
1800 - Thomas Wedgwood produz "pinturas de Sol" colocando objetos opacos em couro tratado com nitrato de prata; as imagens resultantes deterioraram-se rapidamente.
1816 - Joseph Nicéphore Niépce combina a câmera obscura com papel fotossensível.
1826 - Joseph Niépce produz a primeira imagem permanente usando uma câmera obscura e betume branco.
1834 - Henry Fox Talbot cria imagens permanentes (negativas) usando papel embebido em cloreto de prata e fixado com solução salina.
1837 - Louis Daguerre cria imagens em cobre folheado à prata, revestido com iodeto de prata e "revelado" com mercúrio aquecido (daguerreótipo).
1939 - John William Herschel usa pela primeira vez o termo Fotografia (que significa escrever com a luz).
1939 - Primeiro daguerreótipo da Lua, sem sucesso, obtido por Daguerre (imagem borrada - longa exposição).
1840 - John Draper obtém o primeiro daguerreótipo, bem-sucedido (corretamente exposto), da Lua usando um refletor de 13 cm com uma longa distância focal (exposições de 20 min).
1842 - Astrônomo austríaco G. A. Majocchi obtém a primeira fotografia da fase parcial de um eclipse solar em um daguerreótipo (2 min de exposição).
1849 a 1852 - William Bond e John Adams Whipple obtém uma série de daguerreótipos lunares com o refrator de Harvard de 38 cm (exposições de 40 s).
1850 - Primeira fotografia estelar (α Lyrae, Vega), obtida por John Adams e William Bond usando o refrator Harvard de 38 cm (daguerreótipo, exposição de 100 s).
1851 - Frederick Archer melhora a resolução fotográfica espalhando uma mistura de colódio (algodão nitrado dissolvido em éter e álcool) e produtos químicos em folhas de vidro. A fotografia de colódio em placa úmida era mais barata do que os daguerreótipos; o processo negativo para positivo permitia reproduções ilimitadas.
1851 - Primeiro daguerreótipo de eclipse total do Sol obtido por M. Berkowski, registrando a coroa interna e várias proeminências. Em Roma, Angelo Secchi registra as fases parciais do eclipse (refrator de 162 mm).
1857 - George Bond fotografa (colódio úmido) a estrela dupla Mizar (ζ UMa) e Alcor (80 UMa) usando o refrator Harvard de 38 cm.
1857 - Warren de la Rue obtém imagens de Júpiter e Saturno com um refletor de 33 cm. As exposições (12 s para Júpiter e 60 s para Saturno) foram malsucedidas (as imagens do planeta mediram apenas 0,5 mm na placa).
1858 - George Bond mostra que a magnitude das estrelas pode ser derivada de fotografias astronômicas (fotometria estelar).

<p>1861 - Warren de la Rue menciona a possibilidade de realizar um levantamento fotográfico para obter um Mapa Estelar de todo o céu (astrometria).</p>
<p>1861 - James Clerk Maxwell demonstra um sistema de fotografia colorida, envolvendo três fotografias em preto e branco, cada uma tirada através de um filtro vermelho, verde e azul.</p>
<p>1871 - O astrônomo alemão Hermann Carl Vogel obtém excelentes fotografias do Sol usando um refrator de 294 mm, equipado com um obturador elétrico (exposições de 1/5000 a 1/8000s).</p>
<p>1872 - Henry Draper registra pela primeira vez um espectro estelar (Vega), usando um refletor de 72 cm e um prisma de quartzo.</p>
<p>1874 - Pierre Janssen desenvolve o revólver fotográfico para registrar o trânsito do planeta Vênus, pela face do Sol, em 8 de dezembro de 1874.</p>
<p>1875 - Henry Draper fotografa os espectros de quase todas as estrelas brilhantes, usando uma lente de 29 cm e um prisma de quartzo localizado próximo à placa fotográfica.</p>
<p>1876 - William Huggins usa a placa seca pela primeira vez para registrar espectros. De 1876 a 1886, Huggins e Miller fotografam os espectros de todas as estrelas de primeira e segunda magnitude (exposições de 60 min).</p>
<p>1879 - Andrew Common fotografa Júpiter usando seu refletor de 91 cm (exposições de 1 s).</p>
<p>1879 a 1883 - Henry Draper fotografa o espectro de 50 estrelas.</p>
<p>1880 - Henry Draper obtém a primeira fotografia da nebulosa de Orion (M42). Draper usou um refrator Alvan Clark de 28 cm. Draper obtém duas outras fotografias de M42 em 1881/1882 com tempos de exposição mais longos (104 min e 137 min).</p>
<p>1881 - Primeira imagem bem-sucedida de um cometa (Tebbutt 1881 III) obtida por Jules Janssen em 30 de junho. Janssen usou uma placa seca e uma exposição de 30 min.</p>
<p>1882 - W. Huggins fotografa o espectro de uma nebulosa (M42) pela primeira vez (exposição de 45 min).</p>
<p>1882 - Edward Pickering inicia um programa no observatório de Harvard usando prismas objetivos. Esta configuração permitiu que Pickering obtivesse vários espectros em uma única placa.</p>
<p>1883 - Andrew Common fotografa a nebulosa de Orion usando seu refletor de 91 cm. Os 37 minutos de exposição revelam estrelas que não foram detectadas visualmente pela primeira vez.</p>
<p>1885 a 1886 - Os Irmãos Henry, Paul Henry e Prosper Henry, fotografam Júpiter e Saturno usando o refrator de 33 cm do Observatório de Paris. Estas foram as primeiras imagens planetárias de sucesso.</p>
<p>1887 a 1899 - William Wilson registra várias imagens do céu profundo no observatório de Daramona (Westmeath, Irlanda). As fotos de Wilson são praticamente desconhecidas hoje.</p>
<p>1888 a 1890 - William Pickering fotografa com sucesso Marte, usando dois refratores (38 cm e 32 cm de abertura) no observatório Pic du Midi (França).</p>
<p>1890 - Edward Singleton Holden obtém imagens de alta resolução da Lua, usando o refrator Lick de 91 cm.</p>
<p>1899 - James E. Keeler inicia um levantamento fotográfico das nebulosas no observatório Lick (Mount Hamilton, Califórnia).</p>

1889 - Primeira de uma longa série de astrofotografias de campo profundo obtidas por Edward Barnard.
1899 - O astrônomo alemão Julius Scheiner registra o espectro da galáxia de Andrômeda (M31), com uma exposição de 7 h e 30 min, provando que era composto de estrelas individuais.
1909 a 1911 - George Ritchey registra vários aglomerados de estrelas e nebulosas com o refletor Mount Wilson de 1,52 m (exposições de até 11 h obtidas durante várias noites).
1923 a 1924 - Edwin Hubble usando o telescópio Hooker de 2,54 m, foi capaz de identificar variáveis Cefeidas na galáxia de Andrômeda e estima sua distância (800.000 anos-luz). Hubble mudou a compreensão dos astrônomos sobre a natureza do universo, demonstrando a existência de outras galáxias além da Via Láctea.
1929 - Edwin Hubble, com base em fotografias de espectros (exposições de dezenas de minutos), descobre que o grau de desvio para o vermelho - <i>redshift</i> - observado em várias galáxias aumenta na proporção de sua distância à Via Láctea. Isso ficou conhecido como a lei de Hubble e ajudaria a estabelecer que o universo está se expandindo.
1936 - Milton Humason fotografa galáxias a 240 milhões de anos-luz com o telescópio Hooker.
1946 - Primeira foto da Terra tirada do espaço pelo foguete alemão V-2 N°13.
1948 a 1958 - Conclusão do Palomar Observatory Sky Survey (POSS), as astrofotografias foram capturadas utilizando placas fotográficas sensíveis ao azul (Kodak 103a-O) e ao vermelho (Kodak 103a-E) no telescópio Samuel Oschin Schmidt de 1,22 m.
1960 - Sonda Mariner 4 transmite a primeira fotografia digital planetária. Série de 21 fotos da superfície do planeta Marte em seu sobrevoo em 1965.
1966 - Primeira foto da Terra vista da órbita lunar, tirada pela sonda Lunar Orbiter 1.
1968 - Fotografia colorida do nascer da Terra, vista da Lua por um astronauta da Apollo 8.
1969 - Fotografias em solo lunar capturadas pelos astronautas da Apollo 11.
1977 - Voyager 1 captura a Terra e a Lua numa mesma foto, a uma distância de 11,6 milhões de km da Terra.
1979 a 1989 - As sondas Voyager 1 e 2 capturam imagens históricas em suas passagens próximas aos planetas gasosos: Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, e algumas de suas luas.
1990 - A sonda Voyager 1 tira a famosa foto “Pálido ponto azul”, da Terra, a 6,4 bilhões de quilômetros e quebra o recorde da foto mais distante tirada do planeta Terra.
1995 - Telescópio Espacial Hubble captura, durante 10 dias, sua primeira imagem de campo profundo, a partir de sensores CCDs, de galáxias a bilhões de anos-luz da Terra.
2015 - Primeira foto, em alta resolução, do planeta-anão Plutão pela sonda New Horizons.
2015 - Telescópio Espacial Hubble captura a maior (4,3 GB) e mais precisa imagem da galáxia de Andrômeda (M31), revelando 100 milhões de estrelas e milhares de aglomerados estelares.
2019 - Primeira imagem de um buraco negro capturada pela equipe do Event Horizon Telescope (EHT).
2022 - Primeira imagem do buraco negro supermassivo do centro da Via Láctea, Sagittarius A*, captura realizada pela equipe do Event Horizon Telescope (EHT).

2022 - Telescópio Espacial James Webb captura, numa imagem de campo profundo de 12,5 horas, o registro em infravermelho mais profundo do Universo, na direção da constelação Volans (Peixe Voador).

Quadro 6 - Linha do tempo da história da astrofotografia; as datas em negrito representam uma leitura rápida dos grandes avanços astrofotográficos e astronômicos.

Fonte: Pedro Ré, 2009. Revisado e complementado pelos autores.