

ADAPTANDO UMA CÂMERA FOTOGRÁFICA MANUAL SIMPLES PARA FOTOGRAFAR O CÉU

Marcos Cesar Danhoni Neves¹

Ricardo Francisco Pereira²

Resumo. O presente artigo procura introduzir um método de astrofotografia utilizando uma câmera fotográfica não reflex, de baixo custo. É feita uma revisão do processo fotográfico comumente empregado para fins de comparação com os objetivos pretendidos no presente trabalho.

Palavras-chave: Astrofotografia, máquina reflex, filme fotográfico, referencial geocêntrico.

ADAPTANDO UNA CAMARA FOTOGRAFICA COMUN PARA OBTENER FOTOGRAFIAS DEL CIELO

Resumen. En este trabajo será introducido un método de astrofotografía que utiliza una cámara fotográfica non-reflex (un método de bajo costo). Serán revisados algunos procesos fotográficos comúnmente utilizados actualmente para comparación con los objetivos de este trabajo.

Palabras clave: Astrofotografía, cámara reflex, película fotográfica, referencial geocêntrico.

ADAPTING A COMMON PHOTOGRAPHIC CAMERA TO TAKE PICTURES OF THE SKY

Abstract. In this paper will be introduced a method of astrophotography using a non-reflex photographic camera (a low-cost method). It will be revised some photographic processes commonly used nowadays for comparison with the aims of this paper.

Keywords: Astrophotography, reflex camera, photographic film, geocentric referential.

1. Introdução

A Astronomia é, provavelmente, a mais antiga e a mais bela ciência desenvolvida pela civilização humana. Segundo Filho e Saraiva (2004):

“O estudo da Astronomia tem fascinado as pessoas desde os tempos mais remotos. A razão para isso se torna evidente para qualquer um que contemple o céu em uma noite limpa e escura. Depois que o Sol – nossa fonte de vida – se põe, as belezas do céu noturno surgem em todo o seu esplendor”.

Além da beleza, outros sentimentos podem surgir quando se estuda Astronomia. De acordo com Neves e Argüello (2001): *“Observar os céus, tem produzido e continua*

¹ Programa de Mestrado em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática. Centro de Ciências Exatas. Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Maringá-PR, 87020-900. e-mail: macedane@yahoo.com

² Programa de Mestrado em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática. Centro de Ciências Exatas. Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Maringá-PR, 87020-900. e-mail: ricardoastronomo@gmail.com

produzindo no homem, sensações de imensidão, solidão, beleza, mistério e induzem profundos sentimentos, religiosos ou românticos”. De maneira similar, Moreno (em: http://gedal.astrodatabase.net/artigos_e_textos_ensinoedivulgacaodaastronomia.html) escreve: “*Certamente, não há aquele que, ante a primeira observação por um telescópio, mostre-se indiferente. As reações são as mais diversas possíveis. O entusiasmo dos jovens, a estupefação dos adultos ou o incredulismo dos mais velhos, não importa, o primeiro contato com o Cosmos é sempre algo especial e marcante*”.

A Astronomia, apesar de ser considerada a mais antiga das ciências, é a “grande desconhecida” de nossos alunos nas escolas e da população em geral (LANGHI, 2004; PEDROCHI e NEVES, 2005). Falta uma boa divulgação (e ensino) dessa ciência tanto nas escolas de Ensino Fundamental e Médio e nas Universidades quanto na imprensa de um modo geral. A esse respeito, escreve Moreno (2006):

“O único elo com o conhecimento mencionado será aquele exposto, brevemente, nas salas de aula ou de forma ainda mais efêmera pela imprensa. E, o que é ainda pior, não raramente as informações passadas dessas formas acabam se mostrando confusas, distantes e, o que é ainda mais lastimável, expostas de forma incorreta” [MORENO, 2006, em http://gedal.astrodatabase.net/artigos_e_textos_ensinoedivulgacaodaastronomia.html]

Menezes, professor do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP) e um dos coordenadores dos Parâmetros Curriculares Nacionais, assim aludiu ao aprendizado da Astronomia:

“É interessante olhar para o céu e identificar partícipes do nosso pequeno condomínio, o Sistema Solar. Ah, aquilo não é uma estrela, é Vênus, um planeta. Reconhecer a Via Láctea, nossa metrópole. O barato é dominar isso, não para repetir na prova, mas para debater e filosofar sobre. Não é verdade que a criança não se interessa por filosofar. Ela só não quer ser incomodada”. (MENEZES, 2003)

Reeves, astrofísico canadense e autor de livros de divulgação científica, afirma:

“Pode-se desejar reconhecer as estrelas e as constelações. Mas, de início, podemos perguntar por quê. Por que nos dar a esse trabalho? Por que investir esforços nesse sentido? Reconhecer as estrelas talvez seja tão útil (ou inútil...) quanto saber dar os nomes das flores selvagens nos bosques. Hoje, a navegação é feita com satélites apropriados. Só mesmo quem gosta de velejar é que às vezes levanta os olhos aos céus para se guiar; e uma ou duas constelações são suficientes para se encontrar a Estrela Polar [no Hemisfério Norte]. A verdadeira motivação é outra. Ela diz respeito ao prazer, ao prazer de transformar um mundo desconhecido e indiferente em um mundo maravilhoso e familiar. Trata-se de “domesticar” o céu para habitá-lo e, nele, sentir-se em casa”. (REEVES apud PELLEQUER, 1991)

Para expressar a importância da observação do céu e realçar esse entusiasmo, hoje quase perdido, o presente artigo busca explorar as possibilidades de fotografar o céu

(Astrofotografia) de forma simples e que pode servir como um suporte razoável para o ensino de Astronomia no nível Fundamental (5^a a 8^a séries) e no Ensino Médio.

Para tal fim, podemos utilizar uma analogia com um caso conhecido de ensino de Física. Um professor dessa disciplina, quando pretende ensinar aos seus alunos sobre lançamento de projéteis, normalmente desenha a trajetória no quadro e se apropria das imagens do livro didático. O problema é que nesse caso, os alunos não têm contato nenhum com a tridimensionalidade da situação. Há praticamente um ‘exílio’ da situação real. Quando um professor realiza com seus alunos experiências práticas com lançamento de projéteis, esses alunos passam a ter um contato direto com a situação, tornando a atividade como um fato “palpável”, concreto.

Como o ensino de Física envolve muita subjetividade, seu aprendizado, na escola atual, é sempre realizado de forma teórica, quase sempre desmotivante. Quando utilizamos experimentos, simulações, softwares e outros recursos do gênero no ensino de Física, transformamos essa subjetividade em um tipo de objetividade que pode colaborar de maneira mais eficaz na aprendizagem dos alunos. Com a Astronomia não é diferente. Os astrônomos estudam objetos que estão a milhares, milhões ou bilhões de quilômetros de distância (Sistema Solar) e objetos que estão a milhares, milhões e bilhões de anos-luz de distância (nossa galáxia, outras galáxias e aglomerados de galáxias). Motivar as pessoas a estudar ou analisar objetos que estão a distâncias inimagináveis para os padrões humanos é tarefa muito árdua. Como, então, estudar esses objetos tão distantes sem o uso de fotografias, que tanto encantam e motivam o interesse pela astronomia?

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. Além disso, a fotografia astronômica pode se constituir num recurso didático enriquecedor para o aprendizado de conceitos de Astronomia e do aprendizado de Física, especialmente envolvendo a interdisciplinaridade entre aquela ciência e os conceitos de ótica.

As primeiras fotografias astronômicas foram feitas em 1840, pouco depois da invenção da placa fotográfica pelo norte-americano John W. Draper. Nessa ocasião foram registradas imagens da Lua. Em 1842, o físico G. A. Majocchi fotografou o eclipse de Sol de 8 de julho. A partir daí, a Astronomia evoluiu consideravelmente associando observações sistemáticas a registros fotográficos cada vez mais melhores:

“O progresso da fotografia no último século foi a arma poderosa para a humanidade curiosa. Mais do que, isso serviu para transformar várias ciências e artes. Se os astrônomos continuassem a depender da visão humana para conhecer o universo, pouco saberiam, embora as lentes e espelhos telescópicos, complementos da visão, contribuíssem de maneira espetacular para atingir distantes galáxias e desvendar a química cósmica. Na verdade, sem a fotografia, a bela visão pictórica do universo não teria sido possível.”
(BIBLIOTECA DA NATUREZA LIFE, 1970).

Fotografar objetos e eventos astronômicos não é apenas trabalho de astrônomos profissionais que possuem telescópios gigantesco. Muitas das belas fotografias que encontramos em livros ou em sites de astronomia foram feitas por astrônomos amadores que usam equipamento apropriado modesto (Figura 1). A astrofotografia é normalmente o passo seguinte de quem já possui um telescópio e já tem bons conhecimentos sobre o céu, e naturalmente, quer registrar e compartilhar o que está observando. No entanto, o fato de não possuir um telescópio não impede que se dê o primeiro passo em Astrofotografia. Mesmo que a técnica de câmera fixa no tripé imponha certas limitações, é possível produzir fotos surpreendentes. Naturalmente o conhecimento básico de fotografia e uso de equipamento fotográfico favorecerá essa tarefa.



Figura 1. Observação do cometa Hale-Bopp na primavera de 1997. [Courtesy: “Sky and Telescope, 2006. Em: <http://www.covingtoninnovations.com/astro/exhibit.htm>]

Como afirma Ré (2003):

“Fotografar o céu é uma ambição natural de muitas pessoas, entre as quais incluem-se os entusiastas da fotografia e da astronomia, os amantes da natureza e os astrônomos amadores. Por vezes pensa-se que registrar estas imagens exige equipamentos altamente sofisticados e amplos conhecimentos, mas algumas fotografias, estão ao alcance de qualquer pessoa motivada e persistente e nem por isso deixam de ser belas. O equipamento necessário é por vezes, muito simples”.

Essas são recomendações para aqueles que buscam informações sobre como se iniciar na Astrofotografia. Hoje em dia, as máquinas fotográficas estão mais sofisticadas e uma imensidão de câmeras digitais inundam o mercado, com preços cada vez mais acessíveis. Ainda assim, uma câmera do tipo reflex (Figura 2 - com lentes intercambiáveis, velocidade B) continua com preço proibitivo quando comparamos com uma câmera comum (dessas que podem ser facilmente encontradas em qualquer bazar ou até em lojas de produtos importados com preços acessíveis, comumente chamadas de “1,99”).



Figura 2. Câmeras mecânicas do tipo reflex. [Em http://www.astropix.com/HTML/I_ASTROP/I03/I03.HTM]

Para iniciar-se na astrofotografia, será necessário o uso de uma câmera reflex 35 mm (SLR³) preferencialmente do tipo mecânica (que não necessita de baterias para operar) e que possua controle de velocidade (“velocidade B”⁴). Lentes adicionais são imprescindíveis. Algumas abrangem distâncias focais de 28mm até 200mm, um cabo de disparo com trava e um cronômetro. Os filmes fotográficos podem ser adquiridos em lojas de materiais fotográficos e existem diferentes tipos de filmes no que diz respeito à sensibilidade do mesmo:

“A câmara fotográfica deve ser munida de uma objetiva normal, (50 mm, 1:2.8 ou mais luminosa; evitar o uso de objetivas com zoom) montada num tripé estável. Devem utilizar-se, de preferência, câmaras fotográficas que sejam munidas de obturação mecânica (a maioria das câmaras existente atualmente no mercado possui obturação eletrônica). Se utilizar uma câmara com obturação eletrônica, as pilhas se gastarão rapidamente por terem de efetuar poses relativamente longas (maiores que 30 segundos)”. (RÉ, 2003).

Pelo trecho acima, poderíamos concluir que a Astrofotografia não é uma tarefa tão simples como parece. As máquinas reflex possuem muitas configurações, onde o fotógrafo tem que ter um bom domínio sobre seus recursos. Por esse motivo, desenvolver um método de baixo custo para se fotografar o céu pode constituir num poderoso agente motivador para o ensino de Astronomia para todos aqueles que nunca teriam acesso ao equipamento necessário para fotografar o céu. Imbuídos desse objetivo, o presente artigo buscará descrever a câmera fotográfica e suas características essenciais antes de explorar uma metodologia adequada para o uso de uma máquina simples, não reflex, para a Astrofotografia.

2. O uso do filme fotográfico e da câmera fotográfica

Entender quais são as características principais de uma emulsão fotográfica e como se obtém uma fotografia nos ajudará a indicar boas maneiras para obter fotografias razoáveis do céu noturno.

³ SLR – sigla que vem da expressão inglesa “Single Lens Reflex”). 35 mm é a dimensão da diagonal de uma pose do filme.

⁴ “B” – sigla que vem da palavra inglesa “Brief”, ou “Breve” em português.

Os filmes fotográficos possuem uma característica denominada ISO⁵ ou ASA⁶. Quanto maior o número ISO, maior a sensibilidade do filme à luz, mas também há a relação com a velocidade. Os números ISOs são 100, 200, 400, 800, 1600. Quanto menor o número ISO, menor a sua velocidade, mas precisa-se de um maior tempo de exposição para o filme. Por exemplo: cada vez que se duplica a velocidade ISO, necessita-se da metade do tempo de exposição. Um filme ISO 400 é duas vezes ‘mais rápido’ que um ISO 200 e quatro vezes ‘mais rápido’ que um filme ISO 100. Um objeto que requer uma exposição de 1 minuto com um filme ISO 100 necessitará somente de 30 segundos com um ISO 200 e uma velocidade mais curta de só 15 segundos com um ISO 400; caso não haja falha de reciprocidade de exposição da emulsão para tempos relativamente longos [tempos “não longos” são aqueles que vão de 1segundo a ¼ segundo]. Quanto mais rápido seja o filme, menor será o tempo de exposição à luz.

Quanto maior o número ISO, mais caro é o filme fotográfico. Os mais comuns são os de ISO 100 e 400. Um filme de ISO 400 custa cerca de 50% a mais que um de ISO 100⁷. Os filmes de ISO 800 e 1600 são bem mais caros e, normalmente, devem ser encomendados nas lojas de materiais fotográficos.

Na tabela 1, abaixo, podemos identificar vários filmes, suas marcas, o ISO ou ASA e as condições de uso.

Tabela I – características de alguns filmes fotográficos [em http://www.geocities.com/alnitack_br/filmes.htm]

Filme/Marca	ISO (ASA)	Número de poses	Condições de Uso
Kodak Gold 100	100	12, 24 e 36	Uso geral externo, grandes ampliações; Passeios, viagens, retratos, praia, neve.
Fuji Super HG V 100	100	12, 24 e 36	Uso geral externo, grandes ampliações; Passeios, viagens, retratos, praia, neve.
Agfa HDC 100	100	36	Uso geral externo, grandes ampliações; Passeios, viagens, retratos, praia, neve.
Kodak ProImagem 100	100	36	Uso geral externo e interno, grandes ampliações, pessoas Para casamentos, batizados, eventos sociais, retratos, com uso de flash profissional. Use-o em lugar do Kodak Gold (é mais barato...)
Fuji Superia 100	100	24 e 36	Uso geral externo, grandes ampliações; pessoas Passeios, viagens, retratos, praia, tom de pele "aquecido".

⁵ ISO – da expressão inglesa “International Standards Organization”.

⁶ ASA – da expressão inglesa “American Standards Association”.

⁷ Por exemplo, um filme ISO 100 de 36 poses custava no Brasil cerca de dez reais (menos de cinco dólares) em 2006.

Kodak Gold 200	200	24 e 36	Uso geral externo e interno, câmeras automáticas com zoom; Passeios, viagens, natureza, festas, campo, cotidiano.
Fuji Super HG V 200	200	36	Uso geral externo e interno, câmeras automáticas com zoom; Passeios, viagens, natureza, festas, campo, cotidiano.
Fuji Superia 200	200	36	Uso geral externo e interno, câmeras automáticas com zoom; Passeios, viagens, natureza, festas, campo, cotidiano, tom de pele "aquecido".
Kodak Gold Ultra 400	400	12, 24 e 36	Uso externo e principalmente para uso interno com flash, câmeras com lentes zoom e teleobjetivas; Festas, aniversários, jogos, viagens e visita à lugares diversos (igrejas, museus), fogos de artifício.
Fuji Super HG V 400	400	36	Uso externo e principalmente para uso interno com flash, câmeras com lentes zoom e teleobjetivas; Festas, aniversários, jogos, viagens e visita à lugares diversos (igrejas, museus), fogos de artifício.
Fuji Superia 400	400	36	Uso externo e principalmente para uso interno com flash, câmeras com lentes zoom e teleobjetivas; Festas, aniversários, jogos, viagens e visita à lugares diversos (igrejas, museus), fogos de artifício
Agfa HDC 400	400	36	Uso externo e principalmente para uso interno com flash, câmeras com lentes zoom e teleobjetivas; Festas, aniversários, jogos, viagens e visita à lugares diversos (igrejas, museus), fogos de artifício
Kodak Gold Zoom 800	800	24 e 36	Para ambientes de pouca luz sem uso de flash, ambientes internos com flash, câmeras automáticas com zoom e teleobjetivas; Eventos noturnos, festas, jogos, espetáculos.

Na primeira experiência com astrofotografias com câmera fixa, é importante realizar alguns testes com o tempo de exposição do filme fotográfico. Várias fotografias podem ser obtidas com tempos de exposições diferentes em relação à mesma região do céu e também com filmes de números ISO diferentes. É muito importante anotar meticulosamente os dados de cada fotografia tirada, tais como: tipo de filme (ISO), região do céu e tempo de exposição para comparar as fotografias depois de revelado o filme fotográfico para que possamos identificar o tempo de exposição ideal para o filme fotográfico adotado (ISO).

O trabalho que desenvolvemos aqui procura apresentar um método de adaptação de uma máquina fotográfica comum para obter fotografias do céu. Porém, para obtermos fotografias em máquinas comuns (não reflex) é necessário aprender como é o processo fotográfico como um todo.

Numa máquina fotográfica, as partes mais importantes são: a lente, o diafragma, e o obturador. A lente é a responsável por focalizar a imagem exatamente onde se encontra o filme. Este tem a finalidade de absorver a luz que passa pela lente formando a imagem. A principal característica de uma câmera para uso em Astrofotografia é a abertura de sua objetiva. Quanto maior o diâmetro da objetiva, mais luminosa será a imagem formada e, portanto, estrelas ou astros de brilho aparente menor poderão ser registrados nas imagens.

O diafragma⁸ (Figuras 3 e 4) é o responsável pelo controle da quantidade de luz por tempo de exposição, que chega ao filme (ver imagens abaixo). Se chegar pouca luz em um determinado intervalo de tempo, o filme absorverá pouca luz, formando uma imagem muito escura. Se chegar muita luz nesse mesmo intervalo de tempo, o filme absorverá muita luz, ficando muito sensibilizado e formará uma imagem muito clara, podendo “queimar” outras fotografias ou até velar o filme inteiro.



Figura 3. Dispositivo que contém a lente de uma máquina reflex e as ilustrações das diferentes “aberturas” de um diafragma. [em: <http://www.astrosurf.com/pedro/tecnica/Camaras.htm>]

⁸ Os números-f usados para a abertura do diafragma (1, 1.4, 2, 2.8, 4, 5.6, 11, 16 e 22) em câmeras reflex denotam uma leitura recíproca, ou seja, quanto maior o número, menor a abertura. O número-f (notação f) representa a razão focal efetiva da objetiva, ou seja, é a divisão da sua distância focal (fixa) pelo diâmetro da abertura do diafragma (variável), ambos na mesma unidade (ex. mm). Quando se muda de um número-f para o seu adjacente superior, a área da abertura é reduzida por volta da metade em relação a anterior e, conseqüentemente, o tempo de exposição deverá ser dobrado para resultar numa mesma exposição do filme. O feixe de luz que atravessa a lente ou objetiva terá diâmetro menor e a imagem formada será menos luminosa.



Figura 4. Fotografia comparativa da diferença entre um diafragma fechado (à esquerda) e um diafragma aberto (à direita) em uma lente de máquina fotográfica. [em: <http://home.planet.nl/~fotoroos/les1.html>]

O obturador (Figura 5) é um dispositivo que controla o tempo de exposição de um filme à luz. Nas máquinas reflex mecânicas, o fotógrafo pode controlar o tempo de exposição, inclusive para poder obter exposições longas. Na Astrofotografia, o tempo de exposição é demasiadamente longo para os padrões fotográficos normais. Por esse motivo, geralmente os astrofotógrafos acoplam ao botão do obturador, um disparador manual que trava esse botão por quanto tempo se desejar.



obturador

Figura 5. Fotografia indicando o obturador mecânico de plano focal da máquina dentro do retângulo vermelho (fotografia dos autores)

Em uma máquina fotográfica normal (não-reflex), o obturador é aberto e fechado muito rapidamente no momento em que se “dispara” a máquina. O fotógrafo não tem o controle

desse dispositivo, não podemos deixá-lo aberto pelo tempo⁹ que precisar e o diafragma tem uma abertura fixa, que não pode ser mudada.

Resumindo, a diferença entre as máquinas reflex e as máquinas comuns está no controle da quantidade de luz que entra na máquina por unidade de tempo, o qual é proporcionado pela liberdade de escolha da abertura de diafragma e do tempo de exposição (ou velocidade de obturação).

Teoricamente é impossível obter astrofotografias com as máquinas normais sem nenhum tipo de adaptação. Porém, através de uma simples adaptação, mostraremos como podemos utilizar máquinas normais manuais para obter fotografias do céu. É essa adaptação a principal contribuição do presente artigo.

3. Fotografar o céu com o uso de uma câmera comum (não-reflex)

O primeiro passo é encontrar uma máquina fotográfica comum (para filme de 35 mm ou 28 mm) e *manual* (figura 6). É nela (máquina obtida numa loja de comércio popular) que faremos uma adaptação muito simples, do ponto de vista técnico.

A intenção aqui é fazer com que o obturador da máquina fotográfica fique aberto e não fechado, como ocorre normalmente. Assim, agindo dessa maneira podemos simular a velocidade “B” das câmeras reflex. A máquina deve ser aberta no local onde se coloca o filme fotográfico. É possível observar nessa oportunidade o funcionamento do obturador, “disparando” a máquina seguidas vezes.

Podemos observar claramente que o obturador abre e fecha muito rapidamente. É exatamente isso que queremos evitar. Se colocarmos o dedo no obturador e o deixarmos semi-aberto, notamos que a máquina fotográfica continua disparando normalmente. Então, podemos, com o auxílio de um pouco de cola, selar o obturador aberto. Para isso vamos precisar de uma cola poderosa e de secagem rápida, do tipo “superbonder”. Coloca-se a cola no obturador e, com o auxílio de um palito de dentes, ou palito de sorvete ou ainda uma caneta, empurra-se o obturador totalmente para dentro da máquina de forma a não deixá-lo voltar à sua posição original. Após a secagem da cola, deve-se conferir se o obturador ficou bem colado. Isso se faz “disparando” a máquina várias vezes. Se o obturador não voltou à posição de origem (que é obstruir a passagem de luz) é por que ele está bem selado. A adaptação já está pronta e a máquina pronta para registrar fotografias do céu.

Agora que a máquina já está adaptada, falta escolher o filme fotográfico e estabelecer um modo seguro de como obter uma boa fotografia de uma região do céu. Para o primeiro teste, é recomendado o filme ISO 400¹⁰, uma vez que apresenta boa sensibilidade e um

⁹ A escala de tempos de exposição – em segundos – usada em câmeras reflex (... , 8, 4, 2, 1, ½, ¼, 1/8, 1/15, 1/30, 1/60, 1/125, 1/250, 1/500, 1/1000, ...) baseia-se na redução pela metade, ou quase a metade, a cada ponto, de forma análoga à escala de números-f do diafragma).

¹⁰ Um filme de ISO 100 também pode ser utilizado, mas demanda uma exposição maior.

custo bastante acessível (além de ser facilmente encontrado em lojas e supermercados). A marca do filme não é relevante; procure escolher uma marca de sua preferência.

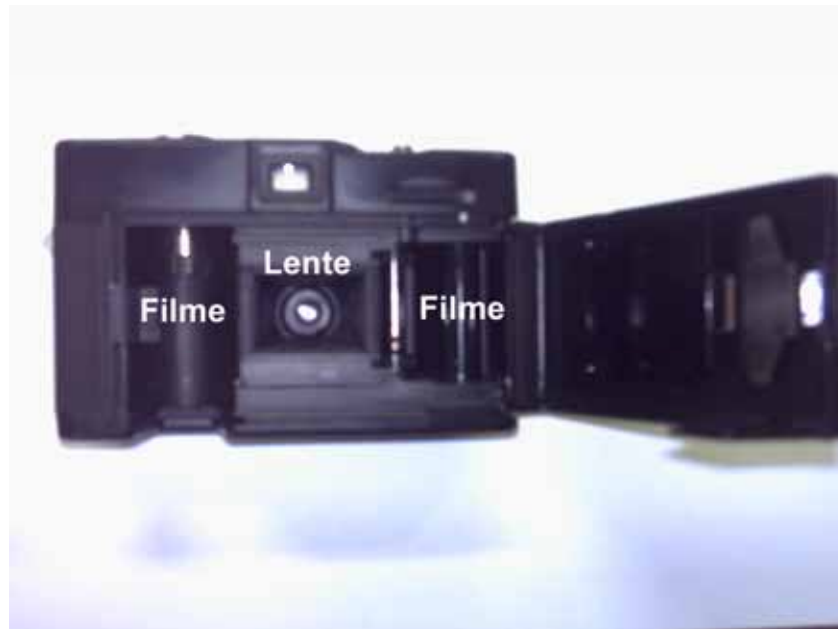


Figura 6. Foto de uma máquina de baixo custo já adaptada para fotografar o céu. Podemos observar que abaixo da palavra “lente” existe um ponto branco. Ali fica a lente da câmera e o obturador da objetiva. (fotografia dos autores)

Como a máquina não possui o obturador para obstruir a luz que passa pela lente deve-se tomar cuidado extra para se colocar o filme. Esse cuidado se deve porque é preciso disparar a máquina para rodar o filme, mas para realizar essa ação, a máquina deve estar num local muito escuro ou, simplesmente, colocada contra o corpo do fotógrafo, com a lente apontada contra o peito. Imediatamente após esse processo, com a máquina ainda pressionada ao peito, deve-se fechar a parte que impede a entrada de luz na máquina. Todas as máquinas possuem esse dispositivo. Com esse dispositivo fechado, a máquina não “dispara”, ou seja, é impossível tirar fotografias. Com a máquina pronta para fotografar, é necessário agora um tripé ou um lugar onde a máquina possa ser apoiada firmemente, deixando-a estável, sem balançar. Isso evitará que as imagens das estrelas saiam “trêmulas”.

Para fotografar o céu noturno é necessário encontrar um local aberto, um campo ou um pasto, por exemplo, em total escuridão, distante das luzes da cidade ou de qualquer lugar iluminado. Quanto mais “claro” o céu, piores serão as fotografias.

Além de um bom local, o momento para se obter essas fotografias também é importante. A Lua, reflete a luz do Sol. Dependendo da fase em que se encontre, uma maior quantidade de luz é refletida em direção a Terra. A luz que a Lua reflete é dispersa pela atmosfera. Então, da superfície da Terra, vemos a região em volta da Lua quase azulada e as estrelas parecem “brilhar” menos. Quanto mais próximo da fase da Lua Cheia, maior será a região “azulada” em torno da Lua, e, conseqüentemente, pior para se obter boas

fotografias do céu. Na época da Lua Nova, isso não ocorre e o céu fica bem escuro, com as estrelas brilhando com maior intensidade aparente. Essa é a época mais apropriada para fotografar o céu.

Após a escolha de um local adequado para fotografar e do posicionamento da máquina sobre uma superfície fixa (ou sobre um tripé), aponte a mesma para a região do céu que se deseja fotografar (p.ex., as estrelas do Cinturão de Órion, as Plêiades, a região ao redor do pólo elevado sul – circumpolar, o Cruzeiro do Sul, etc.). Abra a tampa da lente da máquina, “bata a foto”, pressionando o botão disparador da câmera, soltando-o em seguida. Deixe a máquina nesse estado por alguns minutos, dependendo do tempo de exposição que se deseja dar (baseado, também, na sensibilidade do filme, ISO 100 ou 400). Transcorrido o tempo de exposição e procurando não mexer a máquina, cubra a lente objetiva totalmente com um pano escuro, para evitar que se transmita qualquer réstia de luz para o interior da câmara escura da máquina. Feche então a tampa da lente e gire o filme.

Para se ter uma idéia do tipo de fotografia que essa máquina fotográfica, agora adaptada, pode obter, observe as Figuras 7 e 8 abaixo:



Figura 7. Fotografia de longa exposição do pólo celeste sul. [cortesia: Felipe Braga Ribas – CAPEP (Clube de Astronomia do Colégio Estadual Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil)]



Figura 8. Fotografia de longa exposição da Constelação de Órion. [Em: <http://astrosurf.com/diniz/trailsorion.html>]

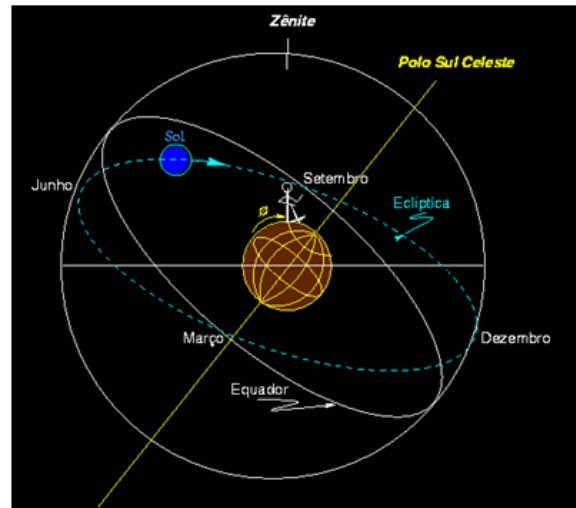


Figura 9. Representação esquemática da esfera celeste: uma visão geocêntrica do Universo. [Em: <http://astro.if.ufrgs.br/coord.htm>]

Olhando para o céu em uma noite estrelada, parece que estamos no centro de uma grande esfera oca, como parecem indicar os traços luminosos nas fotografias de longa exposição apresentadas (Figuras 7 e 8). As estrelas parecem estar “coladas” nessa esfera. Com o passar do tempo, as estrelas mudam de posição, porque para um observador na superfície da Terra toda a abóbada celeste parece se mover (Figura 9) carregando todas as estrelas “fixas”, os planetas e a Lua (astros ‘móveis’). Se observarmos o céu em dias seguidos e na mesma hora, perceberemos que as estrelas aparentam voltar sempre ao

mesmo lugar. Porém, se observarmos o céu por períodos longos, meses por exemplo, perceberemos que as estrelas, apesar de manterem as mesmas distâncias relativas entre si, mudam de posição no céu quando observadas sempre à mesma hora, o que acaba diferenciando para cada uma das estações do ano, as diferentes constelações predominantes no céu noturno¹¹.

A Figura 10 ilustra o movimento aparente do sol em diferentes latitudes e a Figura 11 a disposição de uma câmera (reflex no caso) sobre um tripé.

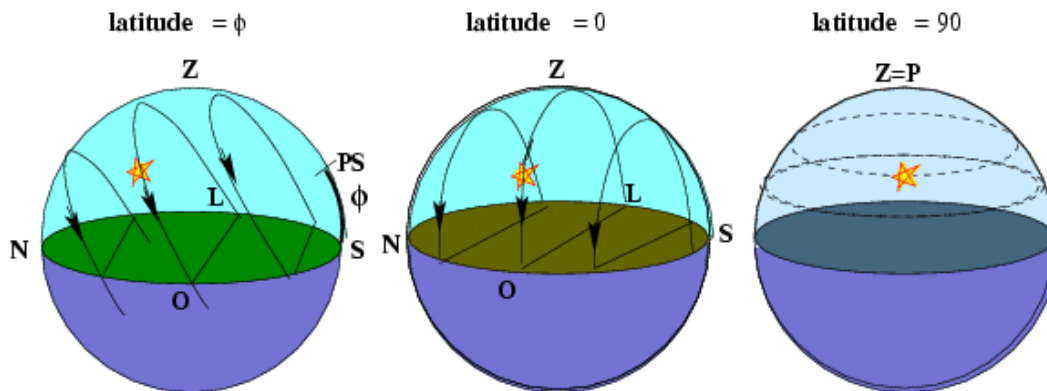


Figura 10. Movimento aparente do Sol no céu em diferentes localidades no globo terrestre. [Em: <http://astro.if.ufrgs.br/coord.htm>]



Figura 11. Câmeras reflex dispostas sobre tripés (uso profissional). [Em: <http://www.rugift.com/photocameras/astrophotography-camera-sets.htm> e <http://www.fireflybooks.com/books/7801XA.html>]

A série de ilustrações na Figura 10 indica que uma pessoa na linha do equador (latitude = 0°) perceberá o movimento aparente das estrelas na esfera celeste como arcos perpendiculares ao horizonte. Uma pessoa em qualquer um dos pólos terrestres (latitude = 90°), perceberá o movimento das estrelas como arcos paralelos ao horizonte, ou seja, determinados astros sempre estão à vista e nunca se “põem” no horizonte (os do mesmo

¹¹ É importante salientar que esse movimento aparente da abóbada celeste, de leste para oeste, se dá a uma ‘velocidade’ de cerca de 15° a cada hora (resultado da divisão de 360° pelas 24 horas do dia). Esse é o movimento diário da esfera celeste. Durante o transcorrer de um mês, o céu gira, de leste para oeste, de cerca de 30° (resultado da divisão de 360° por 12 meses) ou, 1° a cada dia, que corresponde ao movimento aparente anual da esfera celeste devido à translação da Terra ao redor do Sol.

hemisfério do local) enquanto outros não serão observados (os do hemisfério celeste oposto). Uma pessoa em uma latitude intermediária perceberá o movimento dos astros como arcos inclinados em relação ao horizonte. Fotografias tiradas nesses diferentes locais, indicarão, pois, diferentes movimentos, facilitando muito o aprendizado de vários conceitos (latitude, estações do ano, inclinação do eixo de rotação da Terra em relação à perpendicular do plano de sua órbita ou ainda em relação ao plano do horizonte do observador, etc.) necessários à compreensão da fenomenologia que envolve o céu e a história da ciência.

À medida que observamos o céu começamos, paulatinamente, a nos familiarizar com o posicionamento das estrelas e, assim, podemos escolher as melhores épocas para fotografar determinadas constelações, que *acabam se constituindo em “agrupamentos aparentes de estrelas, os quais os astrônomos, da antiguidade imaginaram formar figuras de pessoas, animais ou objetos. Numa noite escura, pode-se ver entre 1000 e 1500 estrelas, sendo que cada estrela pertence a alguma constelação”*. (FILHO E SARAIVA, 2004)

Para aqueles que estão iniciando é interessante obter várias fotografias de uma mesma região do céu, mas com tempos de exposições diferentes. O ideal é começar com uma exposição de um minuto, aumentando sucessivamente (para cada fotografia) por unidades de um minuto até se chegar a 10 minutos de exposição. Como as estrelas estão “se movendo” no céu e a câmera está parada, e dependendo do tempo de exposição do filme, as estrelas certamente sairão como “traços” contra o fundo escuro do céu noturno (que poderá aparecer claro em exposições prolongadas, especialmente em ambientes urbanos). Quanto maior o tempo de exposição do filme, maior será o traço deixado no filme¹². Assim, uma das tarefas é trabalhar para encontrar uma boa relação com o tempo de exposição para que as estrelas sejam registradas como pontos e não traços.

Ao enviar o filme para revelação é importantíssimo não esquecer de avisar aos atendentes para ampliarem *todas* as poses, pois elas são fotos astronômicas. Se isso não for feito, aquele que revelar não perceberá os pequenos pontos luminosos marcados no filme fotográfico e, assim, não ampliará as fotografias.

Mesmo a prática de uma atividade não muito complicada como é a Astrofotografia, requer alguns cuidados muito importantes, que podem ser muito bem compreendidos no que se refere à observação solar (Ré, 2004): “*A observação e fotografia do Sol revestem-se de numerosos perigos: **nunca se deve observar ou fotografar o Sol sem recorrer ao uso de filtros apropriados***” [grifos nossos]. Outro fato importante é que não existe um filtro específico para uma câmera fotográfica normal, e não se deve tentar uma adaptação para fotografar o Sol em nenhuma hipótese. Se isso for feito, que o seja usando a projeção em tela da imagem do Sol por meio de um telescópio ou binóculo, mesmo de baixa resolução.

¹² Uma exposição de uma hora proporciona um arco de 15 graus, como afirmado anteriormente. Esse arco ficará maior em fotografias nas direções leste ou oeste do horizonte, ou ainda na direção do equador celeste, e menor na direção sul, onde se encontra o pólo sul celeste (se estivermos no hemisfério sul). Devemos lembrar que o ângulo de visão de uma câmera usual corresponde a uns 45 graus).

4. Resultados

Depois de algumas experiências com o filme fotográfico ISO 400, podemos trabalhar também com um filme ISO 100 - a diferença entre ambos é que o tempo de exposição deverá ser maior. As Figuras 12 e 13, abaixo, são exemplos da técnica empregada utilizando-se um filme ISO 400 e uma máquina fotográfica adaptada.

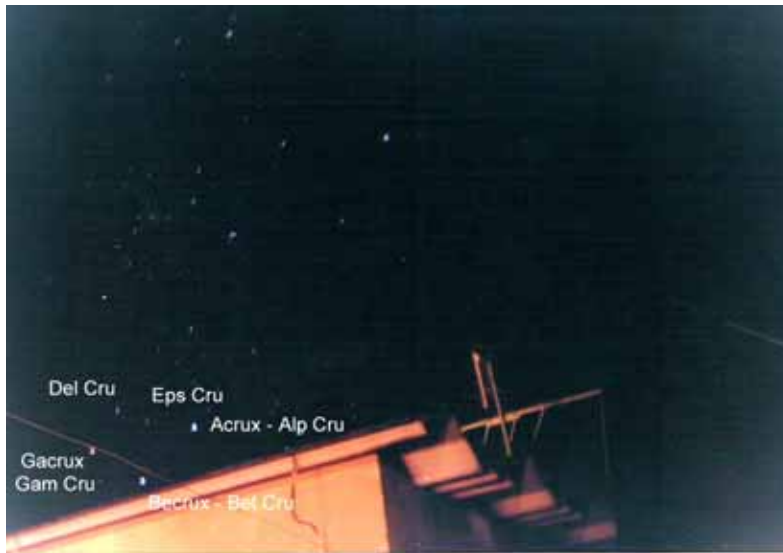


Figura 12. Fotografia de longa exposição da constelação do Cruzeiro do Sul – 3 minutos de exposição – Filme: ISO 400 - com nomes das principais estrelas. Autoria própria (com tratamento de imagem para ter maior contraste. Cortesia: Wilson Guerra).



Figura 13. Fotografia de longa exposição da constelação do Cão maior – 4 minutos de exposição – Filme: ISO 400 - com nomes das principais estrelas. Autoria Própria (com tratamento de imagem para ter maior contraste. Cortesia: Wilson Guerra).

Com a prática, as fotografias tornam-se cada vez melhores e mais idéias podem surgir para melhorar o método, incluindo a construção de uma base adaptada seja para a câmera continuar em repouso, seja para que ela gire solidária (de forma manual ou como motor de passo) com a esfera celeste. Não devemos esquecer também das condições do local, evitando lugares muito luminosos ou poluídos.

5. Conclusão

A Astrofotografia não é uma ciência nova. É utilizada há mais de um século, porém, hoje, com novas máquinas fotográficas e novas tecnologias, como as câmeras CCDs, há uma limitação financeira muito grande, devido ao custo do equipamento, para a utilização da Astrofotografia no ensino e na divulgação da Astronomia. O método que sugerimos aqui para adaptar uma máquina fotográfica comum para obter fotografias do céu é de baixo custo, uma vez que utiliza uma máquina fotográfica comum e filmes fotográficos economicamente acessíveis como os de ISO 100 e 400. Um tripé pode ser adquirido a um custo razoável. Pode até mesmo ser improvisado. Assim, com a redução drástica de custos, muitos jovens e astrônomos amadores, com pouco poder aquisitivo, podem trabalhar trabalhando com a Astrofotografia.

Muitos conceitos de Astronomia podem ser aprendidos a partir do uso didático de fotografias do céu noturno. Entre esses conceitos, poderíamos salientar: a diferença entre as cores das estrelas (temperatura e tipo espectral); o movimento aparente das estrelas (que afinal é causado pela rotação da Terra em torno do seu eixo); as diferentes distâncias angulares entre as estrelas; as diferentes constelações no céu; a diferença entre os brilhos das estrelas (magnitude); as fases da Lua; e finalmente o estudo sistemático das condições de observação dos astros (movimento aparente relativo da Lua e planetas por entre as estrelas da constelações do Zodíaco) [ver Figuras 7, 8, 12 e 13].

É interessante notar que a Astronomia é uma das ciências mais transdisciplinares que temos conhecimento. Ela é, de *per se*, uma ciência que quebra todas as disciplinas e “positividades” do ensino de ciência como concebido hoje nos currículos escolares. Ela pode desenvolver várias habilidades, tais como: melhoria na capacidade de cálculos matemáticos, comparação e classificação de objetos ou eventos, comunicação, experimentação, exploração, imaginação, medição, observação, organização, raciocínio lógico, aplicação, avaliação, dedução, descrição, interpretação, predição, manipulação de instrumentos e reconhecimento de pré-conceitos ou concepções alternativas. Especificamente, podemos traçar um paralelo entre o ensino de Astronomia através da Astrofotografia com o ensino de Óptica, mais precisamente sobre o funcionamento das máquinas fotográficas, que analogamente é muito semelhante ao olho humano.

O método de adaptação de uma máquina fotográfica para usá-la como recurso didático é promissor em relação a sua utilização no ensino e divulgação de Astronomia. O método, no entanto, ainda pode ser melhorado e adaptado também para fotografar o céu acoplado

com um telescópio, mesmo que de baixa resolução ou acoplado a uma plataforma equatorial que acompanhe o movimento de rotação aparente da abóbada celeste.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem à SESu/MEC e ao CNPq pelo auxílio nos últimos anos e às sugestões do parecerista da RELEA.

7. Bibliografia sugerida para aprofundamento do tema:

WEBSites:

<http://www.fotonostra.com/fotografia/elementoscamara.htm> - Acesso em 01/03/2006.
http://www.geocities.com/alnitack_br/ - Acesso em 18/07/2006.
<http://www.inape.org.br/astro-fotografia.html> - Acesso em 10/05/2005.
<http://www.ca2000pt.com/educativo/astrofoto/astrofoto.htm> - Acesso em 10/05/2005.
<http://br.groups.yahoo.com/group/gedal/> - Acesso em 09/06/2005.
www.kodak.com.br – Acesso em 20/07/2005.
www.fujifilm.com.br – Acesso em 20/07/2005.
www.sintomnizado.com.br/fotografia – Acesso em 20/07/2005.
www.acs.edu.au/outlines/ - Acesso em 25/07/2005.
www.escalaproarte.com.br – Acesso em 25/07/2005.
www.jczdesing.com.br – Acesso em 25/07/2005.
www.fotopro.com.br/serviços/curso/aulas.asp – Acesso em 25/07/2005.
www.foto.web.pt/dicio.html – Acesso em 25/07/2005.
www.institutomonitor.com.br/fotog.htm – Acesso em 25/07/2005.

Em livros:

DELERUE, A. - *Rumo às estrelas: guia prático para a observação do céu*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1999.
FARIA, R. P. - *Fundamentos de Astronomia*, 6ª edição. Campinas: Papirus, 2001.
FERREIRA, M. e DE ALMEIDA, G. - *Introdução à Astronomia e às Observações Astronômicas*, 7ª edição. São Paulo: Plátano, 2004.
MOURÃO, R. R. de F. - *Manual do Astrônomo Amador: uma introdução a Astronomia observacional*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1999.
RONAN, C – *Los Amantes de La Astronomia*. Barcelona: Editorial Blume, 1982.

Em revistas:

GRÉGIO, G. *Revista macroCOSMOS* **14**, 56 (2005).
_____, *Revista. macroCOSMOS* **15**, 42 (2005).
DREHER, C. *Revista Fhox* **81**, 11-13 (2003).
RÉ, P. *Revista macroCOSMO*, **03**, 33 (2004).

8. Referências Bibliográficas

Em livros:

- BIBLIOTECA DA NATUREZA LIFE, O Universo. Rio de Janeiro: José Olympio, 1970. 207p.
- FILHO, K. de S. O. e SARAIVA, M. de F. O. - *Astronomia e Astrofísica*, 2ª edição. São Paulo: Livraria da Física, 2004. 557p.
- NEVES, M. C. D. e ARGÜELO, C. A. *Astronomia de Régua e compasso: de Kepler a Ptolomeu*, 2ª edição. Campinas: Papirus, 2001. 161p.
- PELLEQUER, B. *Pequeno guia do céu*. São Paulo: Martins Fontes, 1991. 95p.

WEBSites:

- MORENO, M.F. , 2006. In:
http://gedal.astrodatabase.net/artigos_e_textos_ensinoedivulgacaodaastronomia.html-
Acesso em 07/06/2006.
- http://www.astropix.com/HTML/I_ASTROP/I03/I03.HTM - Acesso em 15/06/2006.
- Revista Sky and Telescope: <http://www.covingtoninnovations.com/astro/exhibit.html> -
Acesso em 15/09/2006.
- <http://www.astrosurf.com/pedro/tecnica/Camaras.htm> - Acesso em 10/11/2006
- <http://home.planet.nl/~fotoroos/les1.html> - Acesso em 10/11/2006
- <http://astrosurf.com/diniz/trailsorion.html> - Acesso em 10/11/2006

Em artigos, revistas e dissertações:

- LANGHI, R.. *Um estudo Exploratório para a inserção da Astronomia na Formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental*, Dissertação de Mestrado. Bauru, 2004.
- MENEZES, L. C., Mais paixão no ensino de Ciências. *Revista Nova Escola* **159**, 2003.
- PEDROCHI, F. e NEVES, M.C.D. Concepções astronômicas de estudantes no Ensino Superior. *Revista Electronica de Enseñanza de las Ciencias*. v.4, n.2. (<http://www.saum.uvigo.es/reec/Volumenes.htm>), 2005.
- RÉ, P. *Revista macroCOSMO*, **01**, 32 (2003).
- _____. *Revista macroCOSMO*, **02**, 48 (2004).