

Auteur ou collectivité : Vasconcelos, Ernesto de

Auteur : Vasconcelos, Ernesto de (1852-1930)

Titre : A astronomia photographica

Adresse : Lisboa : Typographia da Viuva Sousa Neves, 1884

Collation : 1 vol. (48 p.) : fig. ; 23 cm.

Cote : CNAM-BIB 8 Tu 65 (P.13)

Sujet(s) : Photographie astronomique -- 19e siècle

Langue : Français

Date de mise en ligne : 03/10/2014

Date de génération du document : 27/11/2017

Permalien : <http://cnum.cnam.fr/redir?8TU65.P13>

A M.^{re} de Laussedat

hommage de l'auteur



A ASTRONOMIA

PHOTOGRAPHICA

A ASTRONOMIA
PHOTOGRAPHICA

DISSERTAÇÃO

POR

ERNESTO DE VASCONCELLOS

Segundo tenente da armada, engenheiro hydrographo habilitado



LISBOA
TYPOGRAPHIA DA VIUVA SOUSA NEVES
65, Rua da Atalaia, 67
1884

Ao escolher este titulo, para servir de thema á nossa dissertação, tivemos em vista affastar-nos de assumptos, que se encontram perfeitamente tratados nos compendios de que versa a materia lida na cadeira, a que temos a honra de ser candidatos.

A astronomia photographica, pareceu-nos um estudo quasi inteiramente novo entre nós. Não temos noticia de obra alguma em especial sobre esta materia, e por isso julgamos de alguma utilidade apresental-a á consideração do competentissimo jury, perante o qual havemos de comparecer. Oxalá os nossos esforços possam cecroar os nossos desejos, relevando-se-nos as faltas na linguagem.

O auctor.

ERRATAS

Pag.	lin.	onde se lê	leia-se
18	4. ^a	perende	pretende
"	16. ^a	regon	régua
19	9. ^a	cre-	eres-
"	10. ^a	scente	cente
21	26. ^a	perendia	pretendia
24	4. ^a	especifica	especifica

INDICE

	PAG.
A astronomia photographica	1
Photographia solar	4
" lunar	12
" estellar	13
" nebular	19
" cometaria	22
Eclipses	24
Passagens de Venus	31
Photographia da chromosphera	47

A ASTRONOMIA PHOTOGRAPHICA

A photographia, tendo tres qualidades dominantes, como a fidelidade na reproducção, a facilidade no seu emprego e a rapidez na impressão, não podia passar desaperecebida á sciencia, sempre prompta a lançar mão de todos os recursos que a possam auxiliar nas suas incessantes investigações. Por isso a astronomia não descurou da arte de Daguerre ao ver que um dos seus mais illustres cultores, o sabio Arago, fazia photographar o satellite da terra que brilhava n'um ceu puro e limpido, deixando assim provado que os raios lunares actuavam sobre o iodeto de prata.

Era o primeiro passo da astronomia photographica.

Dado elle, outras tentativas se lhe seguiram. Em 1845, Fizeau e Foucault obteem, pelo daguérreotypo, uma imagem do sol que chegou a ser reproduzida em gravura. Cinco annos mais tarde, William Bond, astrónomo americano, pelo mesmo processo, apresenta bellas imagens da lua e das estrellas Véga e Castor, e o Padre Vico ensaia photographar a nebulosa de Orion. Em 1851, o padre Sécchi em Roma, e Berkowski em

Koenigsberg, fazem experiencias tendentes a photographar o eclipse do sol que teve logar a 28 de julho do mesmo anno. Por esta epoca, estando já bem conhecidos os processos de Fox Talbot, o creador da photographia sobre papel, mr. Warren de la Rue começou em Londres os seus trabalhos de photographia celeste, pondo de parte o daguérreotypo, que exigia muito maior tempo de exposição; conseguindo assim ser um dos astrônomos que primeiro chegou aos mais bellos resultados da photographia astronomica, como ao diante veremos. Mas, deixando de parte a historia, entremos na questão que nos propozemos tratar.

A astronomia photographica póde dividir-se em dois grupos distinctos. No primeiro trata-se da representação da superficie dos corpos celestes, como o sol, a lua, os planetas e os grupos estellares. No segundo estudam-se certos phenomenos, cuja duração é tão curta, ou o aspecto tão mudavel que é impossivel ou incommodo de os desenhar; taes são os eclipses, as manchas do sol, as passagens dos planetas pelo disco solar, as occultações dos planetas pela lua, as passagens dos astros pelo meridiano para a determinação da hora absoluta e ainda a reproducção do spectro solar com todos os seus raios.

Para o estudo de qualquer d'estes dois grupos servem-se os astrônomos de telescopios transformados emapparelhos photographicos a que Warren de la Rue deu o nome de—*photohéliographos* dos quaes vamos dar uma idéa geral, na impossibilidade de podermos apresentar uma boa gravura.

O telescopio photographico não é mais do que um telescopio ordinario a que se tirou a ocular, collocando-se em seu logar um systema inteiramente analogo á parte posterior de uma camara photographica, isto é, um tubo contendo na parte onde estaria a ocular uma peça de vidro despolido que se póde retirar, depois de ter mettido em fóco, para se substituir pela chapa sensivel.

Para pôr em fóco, o tubo póde mover-se por meio de uma cremalheira que faz aproximar ou affastar a chapa de vidro despolido até que a imagem n'ella formada seja nitida.

O telescópio assim disposto deve por causa do movimento diurno ser montado equatorialmente. Para este fim o suporte do aparelho é ligado a um movimento de relojoaria que, por uma combinação especial, faz variar a direcção do tubo do oculo por fórma a que qualquer astro esteja sempre no campo de visão e na mesma posição relativa. Vejamos como se obtem esta disposição para o que será preciso fazer uma descripção geral da fórma de montagem d'estes instrumentos.

Sobre um pilar inabalavel cuja face superior é cortada obliquamente, de maneira a fazer com o horisonte um angulo igual á latitude do lugar, assenta um leito metallico que supporta em dois pontos o eixo *horario* ou *polar* do instrumento que, estando no plano do meridiano e sendo paralelo á face superior do pilar, é como o seu nome indica, constantemente dirigido para os polos. Intimamente ligado ao eixo horario e fazendo angulo recto com elle, está um tubo metallico no interior do qual se revolve o eixo de declinação a cuja extremidade o telescópio está ligado orthogonalmente.

Por esta disposição se observa que o telescópio póde ser levado a qualquer posição perpendicular ao eixo de declinação o qual tem no outro extremo um circulo graduado, o circulo de declinação, que é lido por meio de nonios, permittindo assim a leitura da declinação do ponto do ceu a que o telescópio visa, ao mesmo tempo que o angulo horario d'esse ponto é indicado no circulo horario da extremidade inferior do eixo polar.

Como se vê este modo de montagem permite que o telescópio possa seguir um astro no seu movimento diurno desde o momento que, tendo ajustado o circulo de declinação na posição correspondente á declinação do astro, nós possamos mover o eixo polar. Assim, o movimento do astro sendo uniforme,

obriga-se o instrumento a segui-lo automaticamente por meio de um relógio, o qual por uma engrenagem especial faz mover um parafuso sem fim que actua sobre a circumferencia do circulo horario e por conseguinte sobre o eixo polar.

Era um movimento de relojoaria d'este genero que movia o photoheliographo de Warren de la Rue que a sociedade real de Londres fez installar no observatorio de Kew para a observação do sol. Este instrumento que ainda funciona, tendo sido modificado por Dallmeyer em 1872, não é mais do que um equatorial munido de um movimento de relojoaria, como acima dissemos, e cuja objectiva achromatisada para os raios chimicos tem 1^m,50 de fóco e dá imagens do sol de 15 millimetros de diametro que um systema ocular augmenta até lhe dar 30 centimetros, indo esta nova imagem assim obtida, impressionar a chapa sensivel collocada n'uma camara escura na extremidade do systema ocular.

Posto isto, entremos na

Photographia solar

Mr. Warren de la Rue, o mais ardente propugnador da photographia solar, propunha em 1857 á sociedade astronomica o seguir o projecto de John Herschel, que havia antes aventado a idéa de fazer diariamente photographar o sol afim de por esta fórma obter, sobre a formação, duração e movimento das manchas, noções mais precisas e mais completas do que aquellas a que se havia chegado desenhando laboriosamente os detalhes de estrutura, observados directamente por meio de uma luneta munida de vidros corados. Este processo que necessariamente devia trazer inexactidões veio a photographia remedial-o, porque n'este caso temos a certeza que a copia é mathematicamente exacta, pois é a luz que se encarrega, ella mes-

ma, conduzida pela mão do homem, de fazer o desenho sobre o collodion, mostrando todos os accidentes da superficie solar.

A proposta de mr. de la Rue foi votada pelo conselho d'aquella sociedade que a fez pôr em execução no observatorio de Kew pertencente ao mesmo tempo á sociedade real de Londres, á associação britannica para o adiantamento das sciencias e que é tambem o observatorio meteorologico central da Inglaterra. Effectivamente estabelecido n'elle o photoheliographo começou-se immediatamente a trabalhar e conseguiu-se fazer as celebres series de observações que o mundo inteiro tem admirado.

Em dez annos, de 1862 a 1872, fizeram-se sob a direcção dos srs. Warren de la Rue, Balfour Stewart e Benjamin Lœwy, 2778 photographias do sol obtidas em 1721 dias de observação.

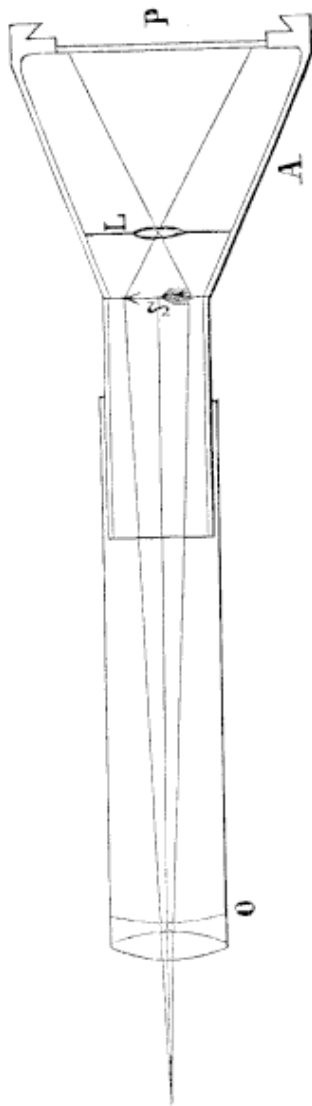
Este decenio de observações, feitas a expensas do proprio de la Rue, que é um dos maiores fabricantes de papel em toda a Inglaterra, veio trazer uma notavel mudança sobre a idéa da formação das manchas solares. Sabia-se pelas observações proseguidas durante seculos que o sol era theatro de mudanças incessantes. As manchas appareciam e desappareciam e estas apparencias eram attribuidas a orificios profundos que se formavam no meio das nuvens luminosas que cercavam o nucleo solido.

Presentemente os estudos recentes tem mostrado que as dimensões das manchas do sol e a sua maior ou menor frequencia variam em periodos determinados, connexos com os phenomenos magneticos do globo.

A photographia é portanto aqui de um valioso auxilio; ella dá instantaneamente a imagem da superficie do sol, das suas manchas, da sua grandesa e do seu numero, de fórma que, fazendo dia a dia estas photographias, nós podemos d'um golpe

de vista abranger os aspectos successivos da superficie solar lendo n'esta especie de espelho, como diz Vogel, a historia fiel do corpo central do nosso systema planetario.

O telescopio disposto para a photographia das manchas do sol deve ter um apparelho para amplificar a imagem como indica a figura



O apendice *A* que é o amplificador contém uma pequena lente *L* que projecta sobre a placa de vidro despolido *P* a imagem amplificada da primeira imagem do sol — *S*, produzida pela grande lente *O*.

A amplificação, se bem que diminua a intensidade da imagem optica produzida pela grande lente, o que para o sol não tem grande inconveniente, é comtudo de muita utilidade para o estudo das manchas, das faculas e das granulações solares como vamos vêr.

Mr. Janssen, illustrado director do observatorio de Meudon, começou em 1875, com a luneta que tinha sido construida debaixo da sua direcção para descrever a passagem de Venus, os estudos de photographia solar e demonstrou que, em determinadas circumstancias, a imagem photographica do sol pôde revelar phenomenos que escapam á observação directa e assim chegou á descoberta do que elle chama a *rêde*

photospherica.

Com effeito, as primeiras tentativas feitas em Kew para obter photographicamente as granulações ou *grãos de arroz* que co-

brem a superficie do sol, e de que a vista póde apenas entrever a existencia por causa da intensidade da luz solar, foram sem resultado porquanto eram clichés photographicos de pequenas dimensões que não nos offereciam nada de novo sobre estas agglomerações mysteriosas.

Mr. Janssen, procurando quaes as causas d'este insuccesso da photographia solar, demonstrou que ellas provinham de um phenomeno de irradiação que produz, em photographia, um alargamento da imagem dos pontos luminosos, tanto mais consideravel quanto maior é o tempo de exposição. Ora o diametro medio das granulações da photosphera regula por um segundo de arco; comprehende-se portanto que mesmo uma fraca irradiação basta para tornar em uma luz confusa todos os detalhes dos seus contornos. Se nós então conseguirmos augmentar o diametro das imagens, diminuindo ao mesmo tempo a duração da *pose*, teremos reduzido muito os effeitos da irradiação, os detalhes distinguir-se-hão mais facilmente, e as imperfeições da camada sensível terão menos importancia, visto operar-se em uma escala maior. Foi o que fez mr. Janssen, empregando *poses* excessivamente curtas, que elle refere pelo calculo á avaliação fixa de uma exposição feita directamente á luz solar, sem passar pelos meios refringentes, levando em conta a amplificação desejada. Esta exposição assim calculada é de $\frac{1}{3000}$ do segundo. Com esta rapidez elle consegue retrair a acção dos diversos raios do spectro, reduzindo-os quasi a um grupo monochromatico de raios azul-violeta que são limitados pela raia *G*, e obtem por esta fórma uma grande nitidez da imagem a qual deixa vêr todas essas granulações espheroidaes da photosphera incessantemente agitadas por movimentos muito rapidos.

Em uma prova de amplificação consideravel ($2^m,75$ para diametro do disco) que, devido á graciosa obsequiosidade do sr.

Capello, illustre director do observatorio do infante D. Luiz, foi posta á nossa disposição, nós vemos, ou para melhor dizer, penetramos na estrutura das manchas e das granulações da photosphera, que é assim dividida em uma multidão de compartimentos, de multiplices contornos arredondados ou polygonaes, cujas dimensões são extremamente variaveis. Nos intervallos que separam estas figuras, os grãos são nitidos, bem determinados, se bem que hajam certas partes que são menos visiveis do que outras; o que é talvez devido ás correntes ascendentes de hydrogeneo que vêem misturar as nuvens photosphericas que formam as granulações comparaveis aos *cirrus* da nossa athmosphera.

Vejamos porém o que o proprio mr. Janssen diz fallando das suas observações:

As photographias mostram que a superficie solar é coberta de uma fina granulação, de fórmias, grupamentos e dimensões muito variadas. Estas figuras são circulares ou ellipticas mais ou menos alongadas, porém são destruidas muitas vezes. A granulação não apresenta á primeira vista uma differente constituição das regiões polares, mas é este um estudo ainda a fazer. O poder illuminante dos differentes elementos tomados separadamente varia muito, parece ser situado em variadas profundidades da camada photospherica; os mais luminosos, aquelles que mais contribuem para a illuminação da photosphera, occupam uma porção limitada da superficie solar.

E sobre as transformações das granulações que elle tem estudado muito particularmente, refere:

Eu já me pude certificar de que os grãos photosphericos teem apenas uma existencia ephemera, porque se transformam rapidamente, e de que os pontos onde as correntes ascendentes do hydrogeneo vêem agital-os mudam tambem.

Para demonstrar isto tem tirado a curtos intervallos photographias da mesma região do sol, das quaes nós tivemos oc-

casão de vêr duas feitas com 57^m de intervallo, que effectivamente mostram aquellas transformações.

Já dissemos que era pelas *poses* rapidas que mr. Janssen obtinha os seus bons resultados de photographia solar, e vamos agora descrever como para isso se procede no observatorio de Meudon a cargo d'aquelle senhor.

O photoheliographo de Meudon foi especialmente construido por mr. Prazmowski, de Paris. Tem uma objectiva de cinco pollegadas de diametro e uma ocular de reversão, dando uma imagem directa na chapa sensivel. O *chercheur* projecta uma imagem sobre um disco de vidro despolido, pela observação da qual o operador póde avaliar o instante exacto em que deve soltar a mola da corrediça do obturador, afim de dar a impressão instantanea á placa sensivel. Como do systema do obturador depende principalmente o exito da operação vamos dar uma idéa geral da sua construcção, que será tanto aproximada quanto o possivel sem o auxilio de uma boa gravura. Devendo notar-se que eu chamo obturador ao apparelho para regular o tempo da acção luminosa.

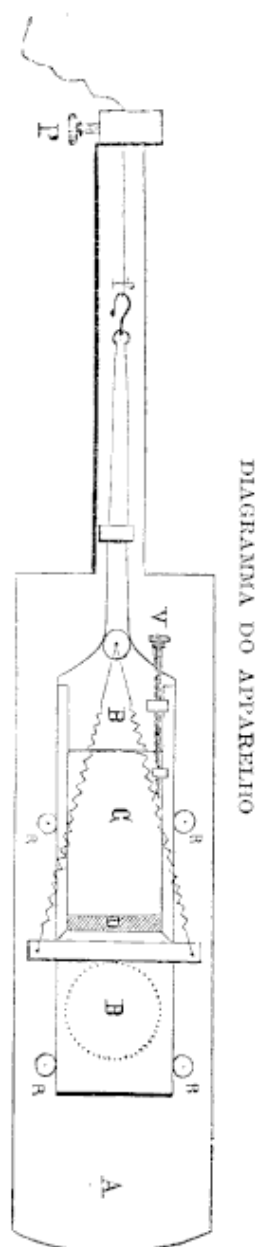
A, chapa tendo o apparelho movel *B C B*, que gira entre os rodetes *r, r, r, r*.

B, B, parte movel contendo a fenda *D*.

C, pequena placa obedecendo ao parafuso *V* que serve para regular a abertura da fenda.

P, parafuso de ajustamento do fio.

f, fio para manter tensas as molas motoras da parte movel.



É este aparelho, representado pelo nosso diagramma, que se introduz no corpo da luneta collocado no foco da objectiva de maneira que a imagem real do sol dada por aquella lente se forme no centro da abertura circular praticada na platina do aparelho. É claro que, se houvesse apenas esta platina, os raios da imagem real atravessariam a abertura, cairiam sobre a ocular e iriam formar a imagem amplificada do sol sobre a chapa impressionavel. Mas para o evitar existe a peça movel $B C B$, que gira entre os rodets r, r, r, r . Na lamina que fórma esta peça movel está praticada uma fenda ou janella, que póde abrir-se mais ou menos, por meio de uma outra pequena lamina que obedece ao parafuso V . A parte movel $B C B$ termina por uma haste que tem um gancho f , ao qual se prende um fio que se segura pelo parafuso P . A figura suppõe as molas em espiral tensas por meio do fio. Se cortarmos este, as molas pela sua elasticidade arrastam consigo a peça movel que gira entre os rodets. A janella, passa então por diante do orificio circular da chapa fixa e permite aos raios luminosos das differentes partes da imagem real de a atravessarem successivamente indo assim impressionar a placa sensivel, por fórma que ficam gradualmente photographados.

A regularidade do movimento da janella é muito importante. Mr. Janssen obtem-a por uma disposição que apenas faz actuar as molas para dar impulsão á parte movel, obrigando a sua acção a acabar desde que a imagem principia a formar-se. É em virtude da velocidade adquirida que a peça movel se desloca e o seu movimento é uniforme durante o pouco tempo da acção luminosa que póde ser regulada para $\frac{1}{10000}$ do segundo.

O tempo da exposição é medido por um diapasão. Para isto serve uma pequena chapa de vidro obscurecido pelo negro de fumo, a qual se colloca na parte movel do aparelho que a faz marchar enquanto que um estylete do diapasão vibrante é

posto em contacto com o vidro. A linha ondulada que resulta d'este contacto dá os elementos para obter por um calculo simples a velocidade da peça movel.

Seja x a duração da *pose*, que nós queremos conhecer, c o comprimento da ondulação marcada pelo estylete, l a largura da janella ou fenda e n o numero de vibrações do estylete por segundo; será

$$x = \frac{c \cdot l}{n}$$

O x é referido á luz solar directa, isto é, á luz do sol que não fosse nem concentrada nem enfraquecida.

Afim de obter a exacta posição do eixo do sol sobre a chapa sensivel, o instante da exposição é notado por um chronometro, e a inclinação d'aquella é observada com um clinometro antes de se tirar para fóra da camara.

Tal é o processo seguido por mr. Janssen para obter as suas optimas photographias, para as quaes prepara expressamente as pelliculas sensiveis, com todos os rigores de um excellent chimico, porque elle sabe muito bem que os menores defeitos são implacavelmente revelados.

Com todas estas precauções se tem conseguido o estudo detalhado da rêde photospherica, que a observação directa não podia fazer, porque as fortes amplificações restringiam muito o campo das lunetas. Ao contrario elle faz-se perfeitamente sobre uma prova photographica com o auxilio de uma lupa que abranja uma certa extensão da imagem. Vê-se então que as partes de granulação distincta indicam as correntes que circumscrevem os espaços em que os grãos desaparecem; e entre aquellas notam-se pontos negros nos quaes a camada photospherica deve ter uma espessura muito fraca.

Entre nós tambem tem sido comprehendido o estudo da photographia solar, contribuindo portanto os nossos astrónomos com as suas observações para se augmentarem os dados, sempre

preciosos, que vão fornecer o seu contingente para os altos estudos das manchas solares nas suas relações com os phenomenos magneticos do globo, e para os trabalhos concernentes á verificação dos movimentos e transformações das mesmas manchas como peculio para a physica solar.

Foi depois do eclipse solar em dezembro de 1870 que no observatorio do infante D. Luiz começou o sr. Capello com estes estudos, para o que empregou um telescópio paralactico, com objectiva de Merz, de 11,7 centímetros de diametro e 2 metros de distancia focal, tendo movimento de relojoaria. Ao tubo do oculo do telescópio adaptou-se uma camara escura de construção apropriada. Empregando-se um amplificador de duas lentes formaram-se imagens do sol de 90 a 98 millímetros de diametro, e empregando as objectivas do oculo, de mais força, obtiveram-se imagens directas das manchas, cuja grandesa corresponde á imagem do sol com 80 centímetros de diametro.

Photographia lunar

A lua, pela sua proximidade da terra, convida-nos especialmente aos estudos photographicos, se bem que por causa da rapidez do seu movimento, ella offereça bastantes obstaculos á boa execução. Apesar d'isto o padre Sécchi, Warren de la Rue, Rutherford, Grubb e outros astrónomos teem-se distinguido pelas bellas provas photographicas d'este astro. Mr. Faye, apresentando á academia das sciencias de Paris algumas photographias da lua feitas por Rutherford, em New-York, exprime-se d'este modo :

« Estas provas, marcas salientes dos progressos que a photographia astronomica tem feito nos Estados Unidos, foram obtidas por meio de uma luneta de 13 pollegadas inglezas de abertura, achromatisada especialmente para os raios chimicos.

O negativo, de 4 pollegadas de diametro approximadamente, forneceu uma prova positiva de igual grandesa; foi este positivo que se submetteu em seguida a um aparelho amplificador á luz solar convergente, fornecida por uma forte objectiva. A exposição dos clichés originaes variou de um quarto de segundo para a lua cheia a dois segundos no primeiro ou ultimo quarto. A luneta photographica movia-se durante o tempo de exposição por meio de um movimento de relojoaria de grande precisão. »

A estas palavras de mr. Faye accrescentaremos nós mais alguma cousa para bem mostrar os cuidados empregados por mr. Rutherford para a boa execução dos seus importantes trabalhos de photographia astronomica.

A sua luneta photographica, que não é mais do que um equatorial de 13 pollegadas de abertura, como acima se disse, devia, para o fim a que se destinava, ter uma objectiva achromatisada, não para a luz ordinaria, mas para os raios photogenicos. Para realisar isto podemos servir-nos de diversos meios, um dos quaes consiste em fabricar a objectiva á maneira ordinaria com duas lentes de flint e de crown-glass, mas de fórmula a calcular a curvatura d'estas lentes para se obter o achromatismo para os raios azues e violeta, os unicos importantes em photographia. Como este systema tinha o inconveniente de tornar o equatorial improprio para as observações directas, mr. Rutherford imaginou um novo processo. Começa por construir uma objectiva de duas lentes achromaticas para o olho, depois junta-lhe pelo lado exterior, contra o crown, uma terceira lente de densidade e curvatura taes que o systema das tres fique achromatico para os raios chimicos. Como a terceira lente diminue muito a distancia focal o tubo da luneta póde encurtar-se. Este methodo tem a grande vantagem de tornar o equatorial apto para as observações directas, tirando-lhe a terceira lente.

A lua, tendo uma intensidade luminosa muito mais fraca que o sol, as suas imagens são obtidas directamente no foco da objectiva, e como então ellas sejam muito pequenas amplificam se por meio de uma lente achromatica que as augmenta cinco vezes. Esta lente é construida por fórma que não altera as imagens. Foi assim que mr. Rutherford pôde obter as bellas photographias da lua, as quaes apenas tem sido egualadas pelas fornecidas pelo monumental telescopio Grubb do observatorio de Melbourne, de que passamos a dar uma idéa geral. O espelho tem 1^m,20 de diametro e 30 pés de foco, o seu peso, comprehendendo a armação, anda por 2:000 kilogrammas. O tubo é protegido por uma grade principalmente composta de barras de aço reunidas por solidos anneis de ferro. Como as partes moveis da armação pesam bastante, ha um appparelho especial que, tornando os movimentos mais doces, quasi annula o attricto. Este telescopio, apesar das suas grandes proporções, é facilimo de manejar e duas pessoas podem, em quarenta e cinco segundos, fazel-o girar sobre os dois arcos polares e de declinação.

As provas photographicas d'este instrumento, na athmosfera serena da Australia, teem mostrado mais uma vez qual a sua importancia para o estudo da geologia lunar. N'ellas se vêem as grandes linhas luminosas, especie de fendas desenhando arcos de circulo maximo, cruzando-se segundo angulos que é possivel medir approximadamente. Os circos, as crateras e as menores fossas circulares, que a lua apresenta em tão grande numero, são representadas com mais fidelidade que os relevos de uma carta topographica. E assim, fixando sobre a banca de trabalho uma d'estas imagens da lua, nós podemos fazer tranquillamente estudos serios de selenographia e depois, pela comparação de varias imagens feitas em épocas afastadas, decidir, se sobre a superficie lunar sobrevêm ainda algumas mudanças, ou se a força activa dos seus vulcões está completamente acabada. A expressão de *vulcões*, não sendo muito rigorosa

para exprimir os pontos luminosos que se destacavam nas regiões da lua invadidas pela sombra, tem continuado a ser empregada principalmente depois que dois observadores inglezes, mrs. Webb e Birt, assignalaram alguns factos dos quaes se podia inferir, como disse Elie de Beaumont, que a vida geologica existe ainda no interior do globo lunar. Estes factos deduzidos principalmente da comparação das cartas da lua feitas em diferentes épocas por Schroeter, Beer e Mædler, podiam effectivamente provar o que avançou Beaumont, mas emquanto a nós, é mais possivel que isto seja devido a imperfeições de desenho do que á actividade das forças lunares. Todavia em 1877 um observador, mr. Klein diz ter descoberto no mar dos vapores, região bem explorada, uma cratera larga e profunda. Provará isto que ha actividade na vida lunar?

Serão effeitos de illuminação que produzem estas mudanças de aspecto?

É o que a photographia nos ha de dizer no decurso dos annos principalmente, se os observatorios de astronomia physica, munidos de bons instrumentos concertarem, por meio dos congressos scientificos, em tomar bellas photographias da lua em intervallos periodicos do anno.

A photographia dos planetas tem tambem como a da lua bastante interesse no que respeita á vida geologica do nosso systema solar nas suas relações com as mudanças de aspecto das faxas ou bandas de Jupiter, das manchas e canaes de Marte, etc.

Photographia estellar

Não é só a photographia solar e lunar que presta serviços á astronomia, um outro mais importante é ella chamada a prestar, quando se trata de reproduzir as constellações, e de fixar as posições relativas das estrellas.

Estes estudos são da mais alta importancia em astronomia principalmente quando se trata do movimento proprio das estrellas fixas que, póde dizer-se, é agora apenas começado. As suas observações astronomicas são mui delicadas, por isso mesmo que se destinam a descobrir, em poucos annos, variações da posição de estrellas reputadas fixas. A lentidão com que estes movimentos são reconhecidos, comparada com os milhares de milhões de estrellas, póde facilmente dar idéa do tempo preciso para as gerações vindouras completarem as leis d'esses mesmos movimentos.

Por effeito da enorme distancia a que as estrellas estão da terra, nós não poderíamos sobre esta procurar um afastamento tal, que permittisse fazer variar o aspecto das constellações fixas. No emtanto a terra, na sua revolução annual em volia do sol, passa, de seis em seis mezes, por pontos oppostos da sua orbita, cuja distancia diametral é de trinta milhões de myriametros. É n'estas posições que se tem podido medir, pelos meios astronomicos mais delicados, a posição relativa de algumas estrellas. Para notar as mudanças de posição relativa e do movimento proprio das estrellas, é preciso seguir durante seculos a observação das mais proximas; e para calcular a distancia á terra é necessario confrontar a volta periodica annual d'essas mudanças. E' então que a determinação photographica d'estas posições se torna de um valioso auxilio no estudo de qualquer dos dois problemas.

Mr. Rutherford, querendo contribuir para a solução d'elles, tem utilisado o seu telescópio, de que já fallamos, para o estudo dos principaes grupos de estrellas.

Vejamos como elle procede.

O apparelho sendo dirigido para a constellação que se pretende estudar, tendo posto em marcha o relógio que o move por, fórma a seguir rigorosamente o movimento diurno, traz-se a imagem ao foco, e em seguida faz-se uma primeira prova so-

bre o collodium humido. Para esta prova a exposição, que é variavel com as circumstancias atmosphericas, poucas vezes passa além de quatro minutos; o que é o bastante para que as estrellas de decima grandesa dêem uma imagem, que não é mais do que um pequeno ponto negro sobre a chapa; como então seria muito difficil distinguir esses pontos das imperfeições da chapa, mr. Rutherford serve-se do seguinte artificio, que consiste em deslocar um pouco o telescopio no fim da primeira exposição, deixando-o em seguida mover para obter uma segunda imagem sobre a mesma placa. Cada estrella fica portanto representada duas vezes, e, como o afastamento relativo das de cada grupo não muda, é facil distinguil-as das manchas da chapa.

Resta determinar uma quantidade importante, e vem a ser, o valor angular do instrumento, isto é, o numero de segundos do arco, que representa um millimetro sobre a prova photographica. Para isto faz-se parar o movimento de relojoaria; o telescopio fica portanto immovel, e as estrellas que proseguem no seu movimento, veem representar-se sobre a chapa, não como um ponto, mas como um traço continuo. Esta estria, que é muito importante para determinar sobre a chapa a direcção este-oeste, serve ao mesmo tempo de medida do movimento angular, pela seguinte fórma: toma-se o comprimento exacto do traço durante um intervallo de tempo, um minuto por exemplo, e d'aqui se passa para o arco, que o astro percorreu durante o mesmo tempo. Esta operação repete-se afim de evitar quaesquer enganos.

Por este processo mr. Rutherford tem chegado a tomar em uma só noite uma dezena de clichés de um mesmo grupo de estrellas, e a obter assim pela photographia a sua carta exacta, que pela observação directa levaria muitas vezes mais de um anno a concluir. A photographia das Pleiades não tem menos de 75 estrellas, isto é, mais 22 do que as determinadas por

Bessel. As cartas do Perseo, das estrellas proximas da 61.^a do Cisne e outras, teem sido construidas d'esta fórma, pelo sabio observador americano.

Para organizar um catalogo do grupo, que se pertende estudar, é preciso em seguida medir as distancias relativas de todas as estrellas sobre as proprias provas. Para isso, mr. Rutherford emprega um aparelho de sua invenção, e que foi adoptado pela commissão americana da passagem de Venus. A chapa photographica é fixa sobre um circulo dividido, illuminado pela parte inferior, e collocado horisontalmente. Por cima está um systema de dois rails fixos, sobre os quaes roda um carrete, que porta dois microscopios de um poder amplificador igual a 50 vezes: um, ao centro, visa sobre a photographia, e possui simplesmente dois fios cruzados; o outro, munido de um micrometro reticulado, permite apontar sobre uma regoa de vidro graduada e presa a um poste fixo ao lado dos rails.

Para medir a distancia de duas estrellas, dispõe-se a photographia de fórma que a linha, que as une, coincida com a descrita pelo ponto de cruzamento dos fios do primeiro microscopio, quando o fizermos mover ao longo dos rails; em seguida leva-se o mesmo microscopio sobre as duas estrellas, e, com o segundo, lê-se na escala fixa o numero de divisões inteiras correspondente; emquanto que as fracções se avaliam com o micrometro d'este microscopio. A differença das duas leituras dá a distancia procurada com uma exactidão, que depende do cuidado com que foi feita, e estudada a escala de vidro. A pratica tem mostrado que se póde por este processo approximar até $\frac{1}{500}$ do millimetro.

O astronomo americano Henrique Draper, a quem a photographia sideral deve tambem grandes serviços, fez construir, debaixo da sua direcção, um telescopio newtoniano que, foi de-

pois estabelecido altazimuthalmente, e cujo espelho em vidro tem a fôrma de um paraboloide de revolução.

As qualidades opticas do espelho são de um magnifico effeito, e taes que elle separa perfeitamente a γ^2 de Andromeda, e mostra, de um modo notavel, as côres das componentes, o companheiro mysterioso de Sirius, e a sexta componente da θ de Orion, os discos dos satellites de Jupiter, as manchas brilhantes e obscuras de Venus, as irregularidades do contorno, e o enfraquecimento da luz ao longo da parte interna do seu crescente, tudo é perfeitamente mostrado por este telescopio excepcional.

Mr. Draper tem com o seu telescopio obtido imagens da lua com 1^m,50 de diametro, e algumas manchas de sol igualmente bellas.

O desenvolvimento que tem tido nos ultimos annos os processos photographicos instantaneos, concorreu para o grande adiantamento da photographia sideral em diversos observatorios do mundo, e é de esperar que os catalogos de estrellas entrem brevemente n'um periodo de rectificação importante.

São notaveis os trabalhos de Zencker para o estudo da trajectoria das estrellas cadentes, e apesar de não terem dado bons resultados, pela pouca luz que estas estrellas emittem durante a sua curta appareição, estamos certos, que hoje, se forem de novo apprehendidos, darão, com o auxilio das chapas de gelatino-brometo de prata extra-sensíveis e extra-rapidas, melhores e mais satisfatorios resultados.

Photographia nebular

A idéa de tomar photographias das nebulosas, para legar ao futuro termos seguros de comparação n'este ramo de estudo da astronomia physica, é hoje proximo de realisar-se, depois dos

admiráveis progressos feitos nas substancias impressionaveis a secco, como a gelatino-brometo de prata, que é extremamente sensivel e rapida, como já tivemos occasião de dizer.

As imagens da nebulosa de Orion, aquella que mais tem merecido a attenção dos astrophotographos, são na maior parte de fórmias differentes, devido certamente á facilidade com que se obtem primeiro a imagem photographica das partes mais brilhantes, deixando na penumbra as mais ou menos escuras, segundo o tempo de exposição, sensibilidade da atmosphaera, e outras causas.

Mr. Janssen, fazendo com um telescopio de 0^m,50 de diametro e 1^m,60 de distancia focal, tres photographias da nebulosa de Orion, correspondentes a *poses* de 5, 10 e 15 minutos, obteve imagens de aspectos differentes; e foi levado a concluir que, se nos quizermos servir da photographia para base de comparações exactas, é preciso que as condições opticas e photographicas sejam rigorosamente definidas. Essas condições são:

- 1.^a Potencia optica do instrumento.
- 2.^a Tempo da acção luminosa.
- 3.^a Gráu de sensibilidade das chapas.
- 4.^a Transparencia da atmosphaera para os raios activos.

As duas primeiras podem se obter mais facilmente do que as ultimas, que maior difficuldade offerecem.

Não admira pois, com todas estas circumstancias tão variaveis, se não possa obter imagens perfeitamente identicas, para mais tarde os astrónomos poderem reconhecer, se tem havido ou não mudança na estructura do astro.

É portanto indispensavel, que as photographias das nebulosas sejam acompanhadas de uma especie de testemunha, que exprima a resultante das condições em que a imagem foi obtida.

Uma estrella dá sobre a chapa photographica, collocada no foco do telescopio, um ponto negro ou obscuro, mais ou menos regular, que pelas suas fracas dimensões não póde

servir a nenhuma medida photometrica; mas se pozermos a chapa um pouco além do foco, obtemos então um pequeno circulo de côr uniforme (se a luneta é boa) e do qual se pôde comparar o gráu de opacidade com os circulos da mesma origem. É preciso ter cuidado em regular a acção luminosa por fórma que a tinta do circulo não seja muito carregada e corresponda aos instantes, em que a luz produz as maiores variações possíveis, com o augmento do tempo da sua acção. Estes gráus de opacidade podem ser comparados pelos processos photometricos, mas devem tratar apenas de mostrar só a egualdade das tintas, a fim de evitar o emprego de tabellas, dando as variações de opacidade em funcção da intensidade luminosa. O diametro do circulo mede se directamente, ou melhor pelo conhecimento do angulo de abertura do instrumento e da distancia da chapa ao foco.

O gráu de opacidade d'estes circulos estellares é influenciado, não só pelo tempo da acção da luz, mas tambem pelas condições de sensibilidade das chapas, transparencia da atmosphera, e outras, que podem ser consideradas como uma resultante de todos estes factores, e constituem a testemunha que se buscava.

Se portanto uma photographia nebular fôr acompanhada de cinco ou seis d'estes circulos estellares, obtidos exactamente nas mesmas circumstancias, que a nebulosa, elles permittirão aos observadores futuros collocarem-se em condições equivalentes para o resultado final, como se pertendia.

É este o principio indicado por mr. Janssen, mas carece ainda de estudos aturados para poder ser estabelecido definitivamente como methodo scientifico. Entretanto, diga-se de passagem que mr. Janssen tem-o empregado na photographia das nebulosas por meio da gelatina submettida a *poses* de cinco minutos, e dando resultados perfeitamente comparaveis.

Ultimamente o astronomo inglez, mr. Common, conseguiu

obter uma boa photographia da nebulosa de Orion, empregando um telescópio de 91 centímetros de diametro, e expondo durante 37 minutos a chapa sensível á luz d'aquelle astro.

Mr. Draper, dos Estados Unidos, tem também obtido boas photographias d'esta mesma nebulosa, a mais importante de todas depois da *Via lactea*.

Á photographia nebular está reservada talvez a solução do problema da constituição do Universo, isto é, saber se existem nebulosas não resoluveis, compostas de uma materia cosmica unica, sem pontos de condensação.

Photographia cometaria

A proposito da apparição de um cometa dizia mr. Warren de la Rue, ha alguns annos, que era para lastimar que a photographia não fosse applicada a este ramo da astronomia, porque estava certo que a sciencia muito ganharia com este modo de observação. A difficuldade estava porém na pouca sensibilidade relativa das chapas impressionaveis. Mas a chimica soube triumphar d'estes obstaculos pelo emprego do gelatino-brometo de prata, e hoje póde dizer-se que o methodo photographico, posto ao serviço das observações celestes, coroará o edificio da astronomia physica moderna.

Mr. Janssen, illustrado director do observatorio de Meudon, vencendo todas as difficuldades, poudé photographar o grande cometa *B* 1881 no dia 1 de julho, servindo-se de um telescópio de 0^m,50 de abertura e 1^m,60 de distancia focal; instrumento que denominou extra-luminoso.

As chapas eram as de gelatino-brometo de prata extra-sensíveis, e foram reveladas, e fixada a imagem na obscuridade completa. O tempo de acção luminosa foi de 30 minutos, o que não é muito, se attendermos á fraca luz dos cometas.

Durante a exposição tomaram-se todas as precauções para corrigir o movimento diurno, e dispoz-se a operação para obter todos os detalhes da cauda, de fórma que o nucleo esteve exposto por mais tempo, e tomou maiores dimensões.

Os raios rectilíneos, que a photographia apresenta, são uma verdadeira revelação, e mostram que o movimento do instrumento seguiu perfeitamente o do astro. Além d'isto a photographia apresenta também algumas estrellas, que não figuram em atlas algum.

O grande cometa de 1882 veio dar occasião a novos trabalhos de photographia cometaria.

Mr. D. Gill, do observatorio do Cabo da Boa Esperança, conseguiu photographal o em excellentes clichés, de que enviou á Academia das sciencias de Paris algumas provas.

Serviu-se para isso de uma objectiva ordinaria de Ross, de 117 millímetros de abertura e de 297 millímetros de distancia focal. Esta objectiva, com a sua camara, foi reunida ao contrapeso do eixo de declinação de um equatorial de Grubb. O movimento communicado ao eixo de declinação fazia mover também o tubo da luneta e a camara photographica.

A imagem do nucleo do cometa era mantida, sobre o cruzamento dos fios do micrometro da luneta, durante a exposição, por meio de um bem combinado movimento de relojoaria e de reclame em ascensão recta e declinação. Os tempos de acção luminosa variaram, segundo as circumstancias, entre 30 e 140 minutos.

As photographias assim obtidas mostram também grande numero de estrellas atravez a cauda do cometa, o que vem confirmar a nossa opinião, de que em pouco poderemos ter cartas estellares feitas pelo methodo photographico.

A photographia dos cometas, permittindo ver as estrellas atravez da cauda e proximo do nucleo, dá-nos um meio de comparar o brilho d'estas, e de podermos, pelas medidas pho-

tometricas, achar qual a relação entre a intensidade da luz cometa e a das estrellas. D'esta maneira chegaremos a especificar um cometa pela intensidade do seu irradiamento photographico, como se especifica a intensidade luminosa das estrellas.

A precisão das imagens obtidas pelos srs. Janssen e Gill revela detalhes de estrutura, que escapam ás lunetas mais poderosas. Vê-se por exemplo, o gráu de rapidez com que a luz decresce, a partir do nucleo, e póde-se mesmo medir a intensidade d'esta luz.

Com o estudo da photographia cometaria temos terminado a primeira parte da nossa dissertação, e vamos portanto entrar na segunda, que se occupará dos phenomenos instantaneos.

Eclipses

Os eclipses, como se sabe, pertencem em astronomia áquella ordem de phenomenos, que se chamam instantaneos; a sua duração póde ser para um eclipse do sol de algumas horas, mas a obscuridade total nunca excede 8 minutos, sendo até muito mais curta, que é o caso geral.

Trazemos aqui esta questão para fazer notar quanto deve ser calculada de antemão uma observação photographica de qualquer eclipse do sol. É preciso n'este curto espaço de tempo obter mais de uma prova, quantas mais melhor: os observadores teem de estar com toda a presença de espirito e com a firme certeza de tudo quanto teem a fazer. Trata-se de explorar todo o contorno do disco solar escondido pela lua, de notar a fórma e a posição das protuberancias, de determinar a grandesa da corôa, e de observar os contactos, que marcam o começo e o fim do phenomeno.

Já fallámos das primeiras tentativas para photographar os eclipses, e vamos agora referir que Berkowsky em 1851, no

observatorio de Koenigsberg conseguiu, servindo-se do celebre heliometro de Bessel, tomar um daguerreotypo do eclipse total do sol, que teve logar n'aquelle anno. As protuberancias, esses jactos de luz côr de rosa que se lançam além do disco obscurecido do sol, eram perfeitamente visiveis n'aquella primeira prova.

Mr. Faye, vendo que a tentativa de Berkowsky tinha dado bons resultados, resolveu fazer photographar, sob sua direcção e no *atelier* do oculista Porro, o eclipse do sol, de 15 de maio de 1858. Para isto serviu-se de uma luneta de 0^m,52 de abertura e 15^m de distancia focal, preferindo a objectiva de longo foco, que imprime sobre a chapa sensivel uma imagem relativamente grande (a obtida foi de 0^m,14) sem amplificação ulterior, ao systema geralmente seguido das objectivas de curto foco, dando uma pequena imagem focal, que depois se amplifica para ir actuar sobre o cliché.

Diz mr. Faye que os telescopios de longo foco são mais difficeis de manobrar, mas que esta desvantagem fica compensada por não ser precisa a amplificação, que altera as imagens.

Os aperfeiçoamentos introduzidos nos methodos photographicos por Janssen, Rutherford e outros, teem evitado as lunetas de longo foco, como já tivemos occasião de vêr.

As medidas micrometricas feitas nas provas obtidas por mr. Faye, mostraram a precisão, que o methodo photographico póde attingir.

Ficou portanto provado ser este methodo de uma grande vantagem e auxilio para a observação dos eclipses, podendo até substituir os systemas de observação directa empregados anteriormente. E de então para cá, sempre que as ephemerides annunciam um eclipse total do sol, os governos organisam custosas expedições afim da observação do phenomeno poder utilizar á sciencia. N'estas observações o methodo photographico

tem sempre uma parte importante, chegando mesmo a ser o unico empregado, como vamos vêr.

Foi para a observação do eclipse do sol, a 14 de agosto de 1868, que os governos da Allemanha do Norte e da Inglaterra organisaram as primeiras expedições photographicas.

A Allemanha enviou para Aden a sua commissão composta dos drs. Fritsch, Zencker, Tiele e o professor Vogel; e a Inglaterra mandou a sua para Guntoor na India. A expedição alemã, devendo reproduzir photographicamente o eclipse total, serviu-se de uma lente aplanetica de seis pollegadas e de seis pés de distancia focal, tendo o foco optico em coincidencia com o foco chimico, e dando uma imagem do sol com um diametro igual a tres quartos de pollegada. O *chassis*, tendo um duplo compartimento, permittia fazer ao mesmo tempo duas provas photographicas sobre a mesma placa sensivel. O telescopio para seguir o movimento do sol e da lua era munido de um bem organizado movimento de relojoaria, que acompanhava perfeitamente o curso d'aquelles astros. Além d'isto havia-se, em um suporte separado, posto a tampa da objectiva do telescopio, a qual tinha sido reunida a este por intermedio de um involucro elastico, a fim de evitar qualquer oscillação ao instrumento no acto de fazer a exposição luminosa.

Em Aden o eclipse durou tres minutos; e, como era preciso fazer durante este pequeno intervallo o maior numero possivel de photographias, os observadores tinham préviamente feito varios ensaios da manobra do instrumento, e distribuido entre si as differentes occupações da sua tarefa.

O eclipse total começou ás 6 horas e 20 minutos. A primeira chapa sensivel recebeu uma exposição de 10 segundos; e, revelada pelo sal de ferro, mostrou, do lado do bordo escuro do sol, uma serie de pequenas proeminencias, e do outro apresentava uma ponta notavel. A segunda chapa, submettida á operação do desenvolvimento apenas revelou uma imagem

muito fraca, porque na occasião de ser exposta uma nuvem se lhe antepoz, de maneira que a acção luminosa quasi foi nulla. A terceira deu uma imagem concordante com a primeira.

Aden foi um dos primeiros pontos em que se observou o eclipse. Em Guntoor começou uma hora mais tarde, e as photographias tiradas pela expedição ingleza mostraram as protuberancias de uma fórma differente das de Aden. Este resultado não é para admirar em consequencia das observações feitas simultaneamente por Janssen, as quaes provam que as protuberancias não são corpos solidos, mas se deformam continuamente como as nuvens, por isso mesmo que são constituidas por materias gazosas, como o mostrou a analyse espectral, em que a luz d'ellas produzia raias claras no espectroscopio. Determinada a posição das raias com todo o rigor, reconheceu Janssen que a substancia gazosa era o hydrogenio incandescente.

Por este modo ficou resolvido pela photographia o problema da natureza das protuberancias.

Mais tarde Janssen e Lockyer, estudando o bordo do disco solar, descobriram as protuberancias collocando a fenda do espectroscopio junto do mesmo bordo, mostrando assim não ser precisa a observação de um eclipse do sol para se verem aquellas.

De então para cá a sua natureza variavel tem sido posta em evidencia. Zollner de Leipzig notou, durante uma observação de alguns minutos, que as proeminencias solares se elevavam subitamente chegando até algumas a destacarem-se da base.

Schellen, na sua «Spectralanalyse», edição de Westermann de Brunswick, mostra algumas photographias do eclipse de 1868. N'ellas se vêem perfeitamente as protuberancias, entre as quaes uma extraordinaria, cujo comprimento deveria andar por 120:000 kilometros: algumas d'ellas apresentam differentes inclinações, semelhantes ás chammas de um incendio sob a acção do vento.

Os factos referidos trouxeram á photographia astronomica mais um novo triumpho, que lhe veio augmentar os creditos, e ao mesmo tempo, fazer com que ella fosse mais largamente empregada na observação dos eclipses totaes do sol. A America do norte prepara então uma verdadeira cruzada de observadores photographos para reproduzirem a imagem do eclipse total do sol de 7 de agosto de 1869.

Estes observadores, em numero de cem, munidos de trinta telescopios photographicos, foram distribuidos principalmente no Estado de Iowa, onde o eclipse era observavel, e obtiveram duzentas e setenta e nove boas provas do eclipse que deixaram perfeitamente confirmada, e fóra de toda a duvida, a natureza das protuberancias.

Whipple de Shelbyville, que observava o eclipse no Kentucky, tomou n'esta occasião uma bella photographia da corôa, que cercava o sol, como uma auréola de luz esbranquiçada, submettendo a chapa sensivel a uma exposição de 42 segundos, emquanto que para as protuberancias, que tem luz muito mais intensa, bastaram apenas 5 segundos.

A observação da corôa tem certamente chamado a attenção dos astrónomos; e varias expedições, com este exclusivo fim, tem sido emprendidas.

Uma das primeiras foi a enviada a Catania pela Inglaterra, por occasião do eclipse do sol, em 22 de setembro de 1870, da qual faziam parte Lockyer e Vogel; infelizmente o mau estado do tempo não permittiu a observação photographica da corôa; apenas a secção de Syracusa poudé tirar uma prova, que não deixou satisfeitos os observadores.

Como as circumstancias, em que são feitos taes estudos, são muito falliveis e raras, porque se não póde dispôr do tempo nem dos eclipses á vontade dos observadores, começaram os astrónomos a pensar nos meios de obter photographias directas da corôa. Foi Zenger, professor do instituto polytechnico de

Praga, um dos primeiros que chegou a obtel-as sem auxilio do espectroscopio. Para isso elle depoz sobre a placa sensivel, antes de a submetter a uma *pose* rapida, uma solução de acido pyrogalhico e citrato de prata, e empregou ao mesmo tempo uma pellicula absorvendo todos os raios de que é composta a luz da corôa e das protuberancias.

Estudando ao espectroscopio as chapas obtidas por esta fórma, herr Zenger, poudé certificar-se da observação das raias características da corôa e das protuberancias, que por este facto apparecem brancas nas provas negativas. A corôa é menos pronunciada e ligeiramente esbranquiçada, o que prova que a luz coronal é muito distincta das da chromosphera e protuberancias.

Herr Zenger, que tem ultimamente modificado a preparação das suas substancias impressionaveis, pela fórma que abaixo indicaremos, vendo que a camara photographica é, como disse de la Rue, uma retina a que nada escapa, pensou que ella daria optimos resultados para a previsão do tempo, por isso que póde registrar todos os accidentes que parecem manifestar-se em torno do disco solar. Com este fim empregou placas sensiveis de collodion em emulsão de brometo de prata e chlorophyllas pela addição de uma solução etherea.

Para terminar este incidente diremos, ainda de passagem, que durante uma tempestade em que o ceu estava descoberto, herr Zenger, observou n'uma photographia do sol tomada n'esta occasião, phenomenos interessantes, que merecem uma descripção, ainda que resumida. O disco do astro estava cercado de zonas bem nítidas, de fórma elliptica que apresentavam sobre a prova negativa uma côr branca de neve. Este phenomeno só cessou no fim da tempestade. Depois d'isto herr Zenger notou que estas apparencias teem logar sempre, antes e durante as trovoadas: ellas indicam a sua proximidade com uma antecedencia de 12 a 24 horas, isto é, primeiro que o barometro, ou a agulha magnetica o tenham mostrado.

Vejamos porém como tem procedido recentemente herr Zenger para obter a photographia da corôa solar e da chromosphera. Emprega um photoheliographo construido expressamente por Browning, e serve-se, como substancia sensivel de chlorophylla em solução etherea, que prepara da seguinte maneira; trata primeiro pelo ether sulfurico a hortelã-pimenta dessecada, e obtem um liquido verde-escuro que reduz, pela evaporação do ether, a uma materia sêcca, friavel, escura, e aromatica, contendo o oleo ethereo de hortelã. Tratando então esta substancia pela benzina, pelo alcool puro e pela parafina, separa tres materias corantes, a saber: a chlorophylla verde, a cyanophylla azul-indigo, e a xanthophylla amarello-avermelhada. Cada uma d'estas substancias tem o seu espectro particular d'absorção, porém reunidas absorvem quasi todas as partes do espectro solar. D'esta maneira, e servindo-se d'estas materias como pellicula, herr Zenger tem chegado, com um ceu puro e sem nebulosidades, a representar a corôa solar algumas vezes, de côres vermelha ou amarellada.

Um halo solar foi tambem obtido por este processo.

Como se deve notar, este methodo convenientemente vulgarisado poderá prestar grandes serviços ao estudo da physica do sol, por isso que permite seguir diariamente todas as phases da luz coronal e chromospherica.

Mas, voltando á photographia dos eclipses, de que nos haviamos afastado um pouco, vamos continuar a ver como se tem procedido para resolver o problema da corôa solar, não menos interessante que o das protuberancias. A corôa solar é um dos caracteres mais notaveis de um eclipse total do sol. É como que uma auréola luminosa de filamentos brilhantes, ou de feixes de luz pérola, em que o globo lunar parece envolvido, e d'onde se destacam, ainda mais brilhantes, as proeminencias côr de rosa, que chammejam no meio da corôa como verdadeiros carbunculos.

A fôrma da corôa não se póde bem definir, mas parece ter uma tendencia para affectar a de um quadrilatero, ou d'uma estrella de quatro raios; no entanto, na maior parte dos casos, esta fôrma é muito modificada pelos jactos anormaes, que partem de varios pontos.

É muito difficil fazer um estudo succinto da corôa por causa do seu character especial; uma ligeira differença no gráu de visibilidade da atmosphaera, nas condições visuaes do observador ou na maneira de representar o que se vê, tanto basta para que dois observadores, um ao lado do outro, representem differentemente o phenomeno que estudamos. Citemos um facto.

Em 1878, por occasião do eclipse total do sol, foi observada a corôa por Young e outros membros da missão americana, parte d'estes observadores representaram-a principalmente no sentido leste-oeste, enquanto que outros figuraram-a na direcção norte-sul. Foram as photographias que vieram demonstrar ser a sua principal extensão ao longo da linha leste-oeste, mas que na linha dos polos solares, havia muitos jactos bem definidos, porém mais curtos e menos brilhantes.

Isto prova que as conclusões occulares devem ser dadas com toda a reserva. A photographia será naturalmente a melhor testemunha a invocar.

Assim as photographias dos eclipses de 1870 e 1871 são tudo quanto ha de melhor como manifestantes da corôa.

Isto pelo que respeita á representação da fôrma da corôa: quanto á sua natureza, resta indagar, se ella é um phenomeno do sol, ou da lua, ou da nossa atmosphaera, ou se é um simples effeito d'optica.

Differentes astrónomos explicavam o caso segundo as suas opiniões mais ou menos variaveis, até que em 1869 o professor Harkness e Young descobriram, independentemente um do outro, que o spectro da corôa é caracterisado por uma raia brilhante na parte verde — raia 1474 da carta do spectro so-

lar de Kirchhoff. A existencia d'esta raia mostra a presença de um gaz incandescente que não póde estar senão nas proximidades do sol. Todavia algumas duvidas se levantaram; mas uma nova prova veio confirmar a natureza da corôa.

Essa confirmação deu-a a photographia pelas imagens do eclipse de 1871, em que duas estações de observação na India e Ceylão, afastadas muitas centenas de milhas, mostraram exactamente os mesmos detalhes na fórma e na estrutura da corôa; estas photographias, consideradas por si mesmas, bastam para demonstrar que os principaes caracteres do phenomeno são independentes da nossa atmosphaera, e dos accidentes da superficie da lua.

Provado que a corôa reside no sol, ella deve ter uma importancia cosmica de bastante valor para a astronomia physica, e é portanto preciso saber por que alterações passa.

Por isso é este um phenomeno, que sempre se estuda com toda a attenção durante os eclipses, e ainda ultimamente as nações mais cultas organisaram expedições para a observação d'aquelle que teve logar a 6 de maio de 1883.

A missão franceza, dirigida por mr. Janssen, e á qual se juntaram o sr. Tachini, director do observatorio de Roma e herr Palisa, do de Vienna, era composta de mr. Trouvelot, astronomo adjunto do observatorio de Meudon, mr. Pasteur, photographo, e um adjudante. O seu programma era aproveitar o eclipse para tentar resolver certas questões sobre a constituição do sol, e sobre a existencia dos planetas intra-mercuriaes.

O logar de observação escolhido foi a ilha Carolina, onde tambem se devia reunir a missão americana dirigida por mr. Holden.

Quanto ao material photographico a expedição tinha feito dispor um pé paralactico com um eixo horario de dois metros de comprimento, contendo uma forte e larga platafórma, sobre a qual estavam fixos osapparelhos seguintes:

Uma grande camara com uma objectiva Darlot de 8 pollegadas, abrangendo um campo de 20° sobre 25° , correspondente aos clichés de $0^m,40 \times 0^m,50$ e destinada á photographia da corôa e dos planetas intra-mercuriaes.

Uma segunda camara com uma objectiva de 6 pollegadas, abrangendo um campo de 26° sobre 35° , correspondente aos clichés de $0^m,30 \times 0^m,40$.

Um apparelho de Steinheil para o estudo da corôa.

Além d'isto havia mais um segundo apparelho paralactico contendo tres camaras com objectivas muito luminosas, destinadas á determinação dos limites da corôa empregando placas muito sensiveis.

Era a primeira vez que se applicava a photographia á pesquisa dos planetas intra-mercuriaes, e os resultados obtidos por esta fórma, foram completamente de accordo com as observações directas, as quaes levaram aquelles astrônomos a uma conclusão negativa relativamente á existencia dos referidos planetas.

As photographias da corôa mostraram que ella era mais extensa do que aquillo que se poderia suppôr examinando-a por meio do telescópio.

Depois da observação d'este eclipse, mr. Huggins, propoz um methodo para photographar a corôa solar, fundado em que apresentando esta, uma multiplicidade de variantes d'illuminação, muito difficil a representar correctamente, por outros meios que não sejam os devidos á photographia, era possível, por uma exposição mais demorada, obter diariamente a imagem verdadeira da corôa servindo-se de um telescópio newtoniano.

O capitão Abney, combinando cuidadosamente as chapas photographicas de mr. Huggins, com as que tinham sido obtidas durante o eclipse de 17 de maio de 1882 no Egypto, chegou á conclusão, que o novo methodo concordava plenamente com os resultados obtidos pelos eclipses solares.

Como temos visto, herr Zenger havia já feito estudos tendentes a photographar diariamente a corôa solar, e mr. Huggins, chegando ao mesmo resultado por outro processo differente, veio lançar nova luz na importantissima questão do estudo da constituição physica do sol.

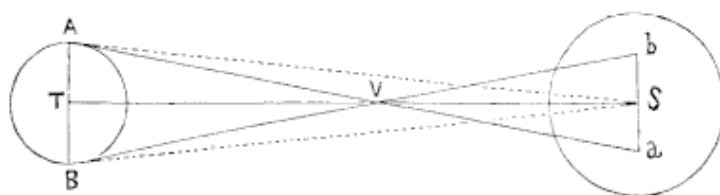
Nas condições favoraveis do nosso clima era de grande alcance poderem ser emprendidos taes estudos, que de certo seriam de uma grande vantagem para os progressos da astronomia.

Passagens de Venus

A observação da passagem de Venus pelo disco do sol em 1874, veio dar logar a uma grandiosa applicação da photographia á astronomia.

Como se sabe, foi Halley quem, tomando uma idéa emitida por J. Gregory em 1663, declarou em 1677 que a duração de uma passagem de Mercurio ou de Venus, obtida em dois logares differentes, podia servir para determinar a parallaxe do sol, e, por consequente, a distancia d'este astro á terra.

Para calcular as distancias dos corpos celestes á terra, toma-se para base o diametro da orbita terrestre; o que equivale a suppôr que se lhe conhece exactamente o comprimento que, em numeros redondos, anda por 30 milhões de myriametros. Mas, sem entrar em grandes detalhes mathematicos, vejamos como é que a photographia póde auxiliar o estudo da parallaxe solar.



Supponhamos a terra em *T*, Venus em *V* e o sol em *S*.

Um observador collocado em A verá o planeta por baixo do centro do sol em a , enquanto que o que estiver em B observá-lo-ha em b , acima do mesmo centro. Ora os dois triângulos AVB e aVb são semelhantes, e portanto dão as seguintes relações:

$$\frac{ab}{AB} = \frac{aV}{AV} = \frac{VS}{VT}$$

Ora se o diametro do sol nos apparece debaixo de um angulo de 30 minutos proximamente, e se o imaginarmos dividido em 30 partes eguaes, representando cada uma um minuto, nós teremos que o angulo SAa será dado pelo numero de partes comprehendidas entre a e S ; o mesmo acontecerá para o angulo SBb . Se notarmos então que

$$\widehat{SAB} - \widehat{SAa} = \widehat{aAB}$$

acharemos meio de resolver o triângulo para ter a distancia VT .

Vejamos agora como obter VS .

A terceira lei de Kepler permittirá deduzir este valor. Seja R a duração da revolução da terra, r a de Venus, D a distancia da terra ao sol e d a distancia de Venus ao sol. Teremos

$$\frac{R^3}{r^3} = \frac{D^3}{d^3}$$

extrahindo a raiz cubica

$$\frac{\sqrt[3]{R^3}}{\sqrt[3]{r^3}} = \frac{D}{d}$$

ou

$$\frac{\sqrt[3]{R^3} - \sqrt[3]{r^3}}{\sqrt[3]{r^3}} = \frac{D - d}{d}$$

Ora $D - d$ é VT que nós achamos com se obtinha, faltanos d , que sendo o quarto termo d'esta proporção, ficará assim determinado.

Eis em que se resume o methodo para a determinação da parallaxe, e procuremos agora como a photographia póde favorecer a resolução do problema.

Venus, apparecendo como um ponto negro sobre a superficie do sol, desloca-se constantemente sobre este, por causa do movimento da terra, e do seu movimento proprio. É difficil portanto tomar simultaneamente, em dois pontos do globo, a medida da posição de Venus sobre o sol. Por isso mesmo se recorreu á photographia que permite medir, sobre as provas, a distancia da projecção de Venus ao centro fixo do sol, a qual seria dada, em a nossa figura, por um dos angulos SAa ou SBb .

É claro que esta medida póde então fazer-se com todo o socego e a qualquer hora. Pelo contrario, qualquer operação d'este genero, feita no proprio momento de dar-se o phenomeno, traz necessariamente consigo inexactidões que não se evitam facilmente.

A idéa da applicação da photographia ás passagens de Venus parece ser devida a mr. Faye, que primeiro a propoz para substituir o methodo da determinação directa do instante dos contactos. Este methodo, devido a Halley, tinha os inconvenientes do ligamento ou *gota negra*, que não deixava precisar bem qual o instante dos contactos, além dos outros contratempos devidos ás ondulações da superficie solar e da atmospheria.

Mr. Faye foi portanto de opinião que, para a passagem de Venus em 1874, a photographia devia ser tomada como primeiro modo de observação. O methodo photographico foi por este motivo empregado pela França. A America partilhou da mesma opinião, e os inglezes e allemães tambem o empregaram, mas não em primeiro logar.

Não foi porém seguido um processo uniforme para a ob-

servação, o que não admira, se attendermos á grande divergencia de opiniões, que sempre se manifesta em discussões d'esta natureza, onde todos se empenham em que as suas idéas prevaleçam. Bom foi que assim succedesse para melhor se poder ajuizar sobre qual era o systema, que daria resultados mais satisfatorios.

Como disse mr. Newcomb, sabio astrónomo americano, dois processos se podem seguir. Um consiste em photographar o momento preciso dos contactos de Venus com o sol; o outro fixa a posição relativa dos centros do planeta e do sol durante a passagem.

Quanto ao primeiro, que bem póde chamar-se o processo europeu, o proprio Newcomb o condemnou, fundado nas difficuldades da observação directa dos contactos, e nos recentes estudos da physica solar, que nos conduzem a admittir a photosphera como sujeita a mudanças de nível, necessariamente prejudicadoras da exactidão dos resultados, deduzidos da observação dos contactos do planeta com o sol. Por isso elle propoz, para se obterem proficuos trabalhos photographicos, as seguintes condições:

1.º Obter imagens do sol, com Venus sobre o seu disco, de uma especie tal, que os *pontos* das chapas photographicas, deduzidos dos contornos d'essas imagens, e que correspondem aos *centros* dos dois discos, possam ser determinados com um alto gráu de precisão.

2.º A distancia linear entre esses pontos, sendo determinada, em millimetros ou outras unidades de extensão, pelo emprego de micrometros, ter um meio preciso de eliminar a distancia angular á qual corresponde essa distancia linear, ou conhecer o valor de 1 millimetro em segundos d'arco sobre cada ponto da chapa photographica e em qualquer direcção.

3.º Determinar sobre a chapa uma linha de referencia fixa permittindo deduzir o angulo de posição dos dois centros, rela-

tivamente ao circulo de declinação passando pelo centro do sol.

Firmados n'estes principios, os americanos, puderam obter muito melhores resultados do que aquelles a que as nações europêas chegaram; porque effectivamente o processo devido a mr. Newcomb é, sem duvida alguma, mais rigoroso e mais elegante, do que o baseado em tomar magnificas provas photographicas do sol, bem nitidas e bem definidas, quando este astro não tem, como disse mr. Rutherford, disco bem limitado, e que no seu estado mais favoravel é um objecto *irregular, sempre agitado á superficie*, e inteiramente incapaz, por este facto, de servir a medidas de precisão em quaesquer pontos da circumferencia do seu contorno. Além d'isto, se attendermos a que todas as medições de parallaxe se referem sempre ao centro dos astros, teremos mostrado uma vantagem immediata do methodo americano.

E para corroborar esta opinião vamos apresentar a de uma *authoridade* insuspeita, a do professor Proctor, no momento de comparar o methodo adoptado pelos seus compatriotas inglezes, com o dos americanos, por occasião da passagem de Venus pelo disco solar em 1874.

«Na questão a mais importante do methodo para applicar a photographia, os astrónomos inglezes e americanos tomaram caminhos differentes. Eu ponho de parte, como particular aos nossos projectos, o emprego do apparelho girante de Janssen para determinar com exactidão os contactos interiores, e fallo sómente dos methodos para photographar os progressos da passagem. Os astrónomos inglezes e europeus tiveram cuidado em obter provas do sol mui nitidas e bem definidas, calculando que estas provas indicariam a verdadeira posição de Venus sobre o sol. Os americanos (e os astrónomos da expedição de lord Lindsay) encarregaram-se de tomar provas que dão a verdadeira distancia dos centros do sol e de Venus, independentemente

d'uma exactidão especial da nitidez dos limbos dos dois discos. Parece-me, considerando a questão sob o seu ponto de vista mathematico, que os astrónomos americanos tendem a demonstrar (empregando os cuidados do trabalho photographico dado por de la Rue e outros partidarios dosapparelhos europeus) que o resultado das melhores provas photographicas possiveis, obtidas pelo methodo europeu, não póde dar a parallaxe mesmo com um tão pequeno erro provavel, como o que affecta as determinações já achadas. Se nós consideramos o seu plano geral e o seu arranjo nos detalhes, os americanos mostraram-se bem avisados e bastante habéis.»

E' o que referia mr. Proctor depois da passagem de 1874, e parece-nos ter com isto mostrado a vantagem do methodo americano sobre o europeu. No entanto julgamos opportuno exarar as opiniões mantidas por differentes astrónomos durante a discussão havida antes d'aquella passagem, e os diversos systemas de observação photographica.

Mr. Janssen, suppondo que o melhor methodo a seguir era tomar, no momento em que o contacto está proximo, uma serie de photographias em curtos intervallos, e regulares de maneira que esse contacto fique necessariamente comprehendido na serie, imaginou o seu apparelho girante denominado revolver photographico, do qual passamos a dar uma idéa.

A chapa sensivel tem a fórma de um disco; fixa-se a um prato dentado, podendo girar em torno de um eixo paralelo ao do telescópio, que dá a imagem do sol. O disco fica portanto descentralisado mas por modo que as imagens se vão formar junto da circumferencia. Diante d'este disco, um outro fixo faz de diaphragma, e contém uma fenda ou janella situada em frente do eixo do oculo de maneira a limitar a impressão photographica á porção da imagem solar, em que o contacto deve produzir-se. O prato circular, que porta a placa sensivel, é dentado e posto em relação com um pequeno apparelho d'escape,

commandado por uma corrente electrica. Em cada segundo, o pendulo de um relógio interrompe a corrente, e o prato gira o valor angular de um dente, trazendo em frente da fenda uma porção ainda não impressionada da chapa sensível, que recebe uma nova imagem do bordo solar. Se o disco tiver, por exemplo, 100 dentes, a chapa pôde receber 100 imagens do referido bordo.

Para empregar este instrumento, n'uma observação photographica da passagem de Venus, deve-se começar a operar minuto e meio antes do instante presumível do contacto (instante que o spectroscopio pôde indicar para o primeiro contacto externo) afim de obter a serie relativa á primeira parte do phenomeno. Então substitue-se a placa sensível por outra destinada a reproduzir a segunda phase, e assim por diante até ao segundo contacto externo.

Fixadas as imagens sobre as respectivas chapas examinam-se com um microscopio para se reconhecer qual a prova que representa o contacto, cujo instante é dado pela ordem da photographia que na serie indicar a sua imagem.

O tempo de exposição é regulado por meio de uma lingueta metallica onde existe uma fenda variavel, que faz de alvo ante a janella do disco obturador, e que, por uma disposição mecanica especial, a descobre durante a fracção de segundo avaliada pelos ensaios preliminares.

O revolver photographico foi empregado em 1874 por mr. d'Almeida na missão do Japão, dirigida por mr. Janssen, mas não deu os resultados, que o seu inventor esperava, talvez por se terem tomado photographias no momento em que o contacto parecendo geometrico, realmente o não era, como mostraram depois as imagens do bordo solar, tomadas sobre uma chapa de quarenta e sete photographias.

Mr. Rutherford escrevendo ao contra-almirante Sands, presidente da commissão americana, que organisou a observação

de 1874, dá uma descripção da fórma do instrumento, que elle considera como devendo ser adoptado para photographar a passagem de Venus. Compõe-se do seguinte: uma objectiva achromatica, de 15 centimetros de abertura e de 1,^m78 de distancia focal, contida em uma cellula permittindo applicar por diante d'essa objectiva uma lente de flint-glass d'uma curvatura tal, que possa diminuir 25 centimetros na distancia focal propria á photographia.

Em um ponto conveniente, entre as duas distancias 1,^m78 e 1,^m53, está uma lente amplificadora construida de tal sorte que a imagem normal do sol, obtida no seu foco principal, attinge o diametro de 51 millimetros á distancia de 1,^m78 da objectiva. A camara escura e o oculo formam um só tubo; a braçadeira e o parafuso focalisante estão collocados junto á objectiva no extremo do tubo, afim de simplificar todas as outras disposições. Quanto á determinação do valor angular d'um espaço qualquer sobre a imagem ampliçada, elle procede da seguinte fórma:

Colloca na posição da chapa, que recebe a imagem ampliçada, uma placa de vidro de faces parallelas sobre a qual está gravado um reticulo de linhas norte e sul, estas linhas distam entre si tres segundos de tempo equatorial. Depois fixa solidamente a luneta junto do meridiano, e, por meio de um chronographo, determina a passagem de muitas estrellas por todas as linhas do reticulo, observando-as atravez de uma ocular de Ramsden.

A comparação d'estas passagens com os intervallos medidos entre as linhas dará, não sómente o valor angular d'um espaço da placa, mas tambem uma indicação da distorção produzida pelo effeito da collimação da mesma placa, da objectiva e da lente amplificante.

Mr. Rutherford propõe ainda, para determinar o valor angular d'uma distancia linear sobre a placa, photographar um

objecto conhecido a uma distancia tambem conhecida, se operarmos de dia; ou de duas luzes electricas, se fôr de noute; ou enfim d'um grupo de estrellas, taes como as Pleiades, cujas distancias angulares tenham sido anteriormente calculadas, deduzindo por esta fórma o valor linear por uma medida micro-metrica tomada sobre a photographia.

Relativamente á exactidão das medidas tomadas sobre as provas photographicas, uma das questões mais importantes do methodo, levantou-se discussão entre os astrônomos; por ser naturalmente este um ponto que o devia merecer, como mereceu, toda a sua attenção, e n'elle residir a grande difficuldade da determinação precisa da escala das provas, isto é, do numero de segundos d'arco, correspondente ao comprimento de um centimetro sobre um plano.

Mr. Newcomb, por exemplo, faz notar que, se um erro commettido n'uma medida linear sobre a placa affectasse a parallaxe apenas na relação d'este erro para a distancia inteira medida, a determinação do valor angular de 1 millimetro sobre a chapa photographica não offereceria grandes difficuldades; mas a distancia dos centros, que é a quantidade rectilinea a medir, sendo pelo menos cincoenta vezes maior que o effeito medio da parallaxe nas differentes estações, deve comprehender-se que um erro na distancia medida, em uma certa relação, influirá na parallaxe em uma relação cincoenta vezes maior. E, calculando, pelas medidas feitas sobre as photographias do eclipse de 1869, o erro provavel accidental da determinação das distancias dos centros em uma só prova negativa, pensa que não excederá meio segundo. Quanto ao valor angular de uma distancia qualquer, tomada na chapa photographica, diz que elle é igual ao do angulo subtenso por essa distancia áquella a que se acha o centro optico da objectiva.

É necessario medir então com todo o rigor a distancia en-

tre as faces anteriores da chapa e da objectiva, tomando nota das temperaturas do metro, e das chapas sensíveis.

Um objecto também importante na observação das passagens é a determinação exacta da hora de Greenwich, em que se toma cada uma das provas. Esta hora póde ser obtida com rigor, porque o tempo da acção luminosa não excede a $\frac{1}{50}$ do segundo, e, para as imagens instantaneas, nós podemos tomar conta no momento em que se ouve o ruido secco da correição do obturador batendo contra o ponto de espera, notando então a hora do relógio referida a esta pancada; porque ella é apenas affastada do instante da formação da imagem, de uma insignificante fracção de segundo de tempo, de que aliás nós podemos ter conhecimento prévio.

Para tornar comparaveis as provas photographicas feitas em logares differentes é preciso attender á orientação das chapas sensíveis, para o que mr. Laussedat¹ propoz collocar-se fixa a luneta, mantida n'uma posição horisontal, e de, por meio de um heliostato, enviar para ella a luz do sol. Disposta assim a luneta determina-se-lhe a orientação, pondo-a na direcção do meridiano, ao mesmo tempo que nos asseguramos, pelo emprego de um nivel, da horisontalidade de um dos bordos da chapa impressionavel.

Este systema habilmente imaginado pelo sabio professor a que nos estamos referindo, e já por elle empregado em Argel durante a observação do eclipse do sol em 1860, tem a grande vantagem de se prestar a fazer a photographia em tamanho natural, sem intervenção de lentes amplificadoras; para o que se precisaria de uma objectiva de trinta ou quarenta pés de

¹ Mr. Laussedat sabio professor de Geodesia na Escola Polytechnica e actualmente director do conservatorio das artes e officios de Paris, tem-nos feito a honra de se corresponder connosco sobre assumptos de photopographia e por isso aproveitamos esta occasião para publicamente lhe agradecermos as suas valiosas indicações.

distancia focal, que não seria muito facil de dirigir para o sol. Attendendo a esta circumstancia o appparelho de mr. Laussedat, foi adoptado pelos francezes e americanos com pequenas alterações.

Os francezes serviram-se de espelhos de vidro communs, e fizeram as suas provas com as imagens do diametro de duas pollegadas e meia, pelo daguerreotypo, sobre placas de cobre prateado, afim de não correrem o risco da contracção do collodion. Os americanos, sem se importarem com as contracções do collodion, que pelas experiencias de Rutherford, Paschen e Huggins, está provado não se darem nas placas bem preparadas, serviram-se do processo humido ordinario para as suas provas photographicas, cujas imagens tinham o diametro de quatro pollegadas. Em frente da placa sensivel, á distancia de $\frac{1}{8}$ de pollegada, estava collocado um reeticulo ou chapa de vidro dividida em quadrados, e entre esta e a chapa sensivel havia-se suspendido um fio de prata fino, sustentando uma esphera de chumbo. É claro que a prova definitiva ficava quadriculada e continha a imagem do fio de prumo, que dava a direcção da vertical.

A luneta photographica era, como dissemos, collocada em linha com um instrumento meridiano, e a sua direcção determinada com o maximo rigor. Conhecida tambem a hora exacta, e a direcção da vertical para cada prova, é facil achar escrupulosamente a orientação da photographia.

Obtida uma prova, por este processo, resta medil-a, isto é, determinar para cada photographia a direcção e a distancia do centro do sol ao centro do planeta. Ora, como a imagem nunca é perfeitamente circular, e vem sempre um pouco deformada, por causa da refracção atmospherica, é difficil encontrar a verdadeira posição do centro do sol em relação aos quadrados do reticulo, e só se póde obter por calculos complicados e medidas feitas com um appparelho microscopico em um grande

numero de pontos escolhidos sobre a circumferencia da imagem.

Para occorrer aos inconvenientes da deformação das imagens, mr. Warren de la Rue propoz o photographar uma escala apropriada, dividida em partes eguaes, collocada a uma ou duas milhas de distancia do heliographo. Obter-se-hia assim uma imagem, na qual as partes eguaes da escala occupariam, se a alteração houvesse tido logar, comprimentos differentes. Medindo então estas distancias por meio de um micrometro, poderiamos tomar conhecimento da deformação photographica.

Tendo passado em revista todos os requisitos mais importantes, a que é necessario attender para o bom resultado da applicação de quaesquer dos processos photographicos, nas passagens de Venus sobre o disco do sol, resta fallar das conclusões a que se chegou em relação á passagem de 1874, mas pouco se poderá dizer, porque verdadeiramente pouco ainda se sabe; todavia o que está bem averiguado é que se deve preferir a imagem focal directa á imagem amplificada por uma ocular, e que é melhor supprimir os espelhos que prejudicam a nitidez das imagens.

Outros resultados importantes da observação, tirados do exame das photographias, são, por exemplo, o da confirmação da existencia de uma atmosphaera em Venus, e o da deducção das leis astrophotographicas de mr. Angot.

Mr. Angot, reconheceu que as imagens obtidas sobre as placas Daguerre eram affectadas da influencia da difracção instrumental, e portanto precisavam de correcções analogas ás da observação directa. Levado então a estudos experimentaes, (sobre dois rectangulos illuminados separados por uma faxa obscura) com respeito á influencia da intensidade luminosa e sua variação, e á differença das dimensões entre as imagens geometrica e real, chegou ás leis seguintes:

I. *Lei da intensidade*.—Fazendo variar apenas a intensi-

dade e deixando constante o tempo de exposição, obtem-se imagens tanto maiores quanto maior for a intensidade.

II. *Lei da acção luminosa*.—Tornando variavel a acção da luz sobre uma chapa exposta, e deixando constante a intensidade, obtemos resultados analogos aos da lei anterior, mas não identicos.

III. *Lei da abertura das objectivas*.—Para a verificar reduz-se a metade a abertura da objectiva, e quadruplica-se a intensidade luminosa, afim de que o brilho da imagem fique o mesmo na parte em que a intensidade é constante; a duração de exposição é então egual nos dois casos. Com estas precauções, o raciocinio mostra que, se considerarmos um ponto em que a acção luminosa está n'uma relação determinada com a intensidade do centro da imagem, a distancia d'este ponto ao bordo geometrico deve variar em rasão inversa da abertura.

D'este estudo resulta que as medidas astronomicas feitas sobre as chapas photographicas precisam, para serem comparaveis, de correcções tiradas das leis acima indicadas.

A passagem de Venus em 1874 foi, póde dizer-se, como que um ensaio para a de 1882, como disse Dumas, não deve portanto admirar que o resultado final das medidas photographicas tenha sido discordante. O que se obteve na passegem de 1882 poderá decidir da sorte do methodo photographico, como fundamento da determinação da parallaxe. Os primeiros relatorios apresentados mostram que se empregou em larga escala a placa secca de gelatino-brometo de prata a qual permitiu tirar uma grande copia de photographias em geral muito nitidas e de contornos bem determinados.

Parece por conseguinte que em relação á França foi seguida a opinião de mr. Faye que dizia, na academia das sciencias de Paris, a proposito da ultima passagem de Venus, «que sem desprezar o methodo dos contactos preconisado por Hal-

ley, se devia empregar a photographia em mais larga escala do que se havia feito em 1874, usando sobre tudo da instantaneidade empregada em Meudon»; e fazendo algumas apreciações sobre os methodos empregados, apresentou o seguinte quadro dos valores obtidos para a parallaxe solar.

Methodos geometricos	8,82
Methodos mecanicos	8,83
Methodos physicos	8,813

Pronunciando-se pelo methodo physico, porque diz ter uma approximação avaliada em $\frac{1}{100}$ do segundo.

Sem querermos entrar na apreciação d'estes methodos para o que nos faltam dados e conhecimentos, diremos todavia e modestamente, que se nos afigura tambem o methodo physico preferivel, não só porque no quadro nos mostra um valor intermedio, mas porque elle é independente dos erros pessoas e da acção nervosa dos observadores.

Por ultimo, partilhando a opinião de mr. Airy, illustre director do observatorio de Greenwich, desejamos ver que em relação ás observações photographicas d'esta ultima passagem, se seguisse a fórmula de centralisação, em um só grande grupo, de todas as provas tornadas perfeitamente comparaveis pelo estudo das suas orientações.

Não queremos terminar o nosso trabalho sem apresentar uma idéa geral do methodo de Lockyer e Seabroke para observar a chromosphaera solar. Consiste elle em photographar diariamente uma fenda circular, em fórmula de anel, coincidindo com a imagem da chromosphaera.

Para isso a imagem do sol é projectada sobre um diaphragma que tem no meio um disco circular, de diametro igual ao da referida imagem, de sorte que a luz do astro é interce-

ptada e a da chromosphera póde passar, indo representar-se no ponto occupado pela fenda do spectroscopio e póde ser então vista na ocular.

As disposições photographicas consistem em um grande spectroscopio de Steinheil, cuja fenda ordinaria é substituida pela do anel.

Um feixe solar é dirigido pelo eixo do collimador por meio de um heliostato, e a imagem do sol projectada, por uma objectiva de 3 pollegadas e $\frac{3}{4}$ de diametro, sobre a fenda do anel.

Uma lente regula a grandesa da imagem que póde ser recebida na chapa sensivel com o tamanho que se desejar.

Eis muito resumidamente exposto o methodo de Lockyer que melhor cabimento teria tido em outro logar.

Galileo e Newton, fundando a optica astronomica, deram origem aos magnificos telescopios de que os observatorios dispõem; e, comparando os progressos feitos até hoje, nós mal podemos imaginar as maravilhas a que os vindouros chegarão. A photographia, não achando limites á sensibilidade das chapas impressionaveis, como disse um astronomo contemporaneo, acompanhará decerto a astronomia, revelando ao mundo sublunar os mais pequenos detalhes da vida cosmologica dos globos, que povoam os espaços celestes.