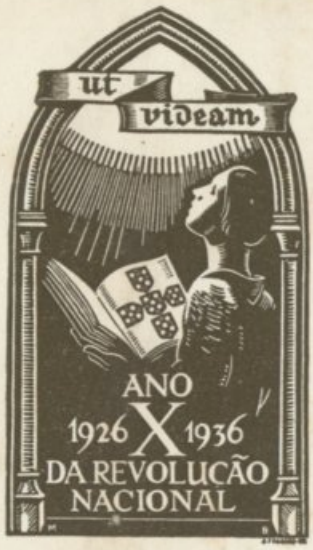
DISSERTAÇÃO INAUGURAL



MOVIMENTO DO CENTRO DE GRAVIDADE DO SYSTEMA PLANETARIO

DISSERTAÇÃO INAUGURAL

PARA O ACTO

DE

CONCLUSÕES MAGNAS

NA

FACULDADE DE MATHEMATICA

POR

Alfredo Filgueiras da Rocha Peixoto

> La science conduit l'esprit humain des plus simples prémisses aux plus hautes conceptions, et lui ouvre ces champs sillonnés par la lumière où des myriades de mondes germent comme l'herbe de la nuit.
>
> A. DE HUMBOLDT.

COIMBRA
Imprensa da Universidade
1870

AO

MEU PAE,

Á SUA ESPOSA E MINHA TIA

D. ROSA CANDIDA FILGUEIRAS PEIXOTO

E

AOS MEUS TIOS

RODRIGO ANTONIO DA ROCHA PEIXOTO

E

MANUEL BENTO DA ROCHA PEIXOTO

Meu Pae,

Exprimir certos sentimentos é profanal-os.

É um sentimento assim o que me impõe o grato dever de offerecer-vos tão singelamente este livro, obra mais vossa do que minha.

Vosso filho

Alfredo.

Minha Mãe,

Um triste presentimento ensinou-me a chamar-vos assim, desde criança.

O vosso coração fez-me vosso filho.

Offereço-vos o que offerecêra á minha Mãe, se não a houvera perdido.

Demais, qualquer trabalho litterario meu é obra tambem da primeira pessoa que me ensinou a distinguir as letras do alphabeto, com a paciencia que Deus só concede ás mães.

Vosso filho

Alfredo.

Meus Tios,

Quando, no fim de cada anno academico, eu ia ao nosso formoso Minho descançar dos trabalhos passados e ganhar forças para os que haviam de vir, encontrei sempre acolhimento franco e amigo nas vossas casas, onde passaram muitos dos dias mais felizes da minha vida.

Amado por vós como filho, escrevo os vossos nomes na pagina em que escrevi os dos meus Paes.

Vosso sobrinho

Alfredo.

ARGUMENTO

Dado pela Ex.ma Faculdade de Mathematica em Congregação de 27 de outubro de 1869:

O movimento do centro de gravidade do systema planetario tem ou não lugar?

> Le repos absolu n'existe pas dans l'univers. Tout est en mouvement, et c'est dans cette loi universelle du mouvement que réside la condition de la stabilité du monde.
>
> CAMILLE FLAMMARION.

INTRODUCÇÃO

Do livro da historia
Volvamos as folhas, que a musa da gloria
Em nuvens ethereas sentimos descer!

A. A. SOARES DE PASSOS.

Importancia da Astronomia e da sua historia. Fim d'esta sciencia e divisão da sua historia em cinco periodos: *Astronomia Contemplativa, Geometrica, Telescopica, Analytica* e *Physico-Chimica.* Exposição mui succinta de cada um. Breves considerações sobre os progressos futuros da Astronomia. Indole dos seus principios. Distribuição das materias d'esta obra.

«A historia da Astronomia é uma parte essen-
«cial da historia do espirito humano. Esta sciencia,
«que nasceu nos campos e entre os pastores, tem
«subido desde os homens mais simples até aos es-
«piritos mais sublimes. Magestosa pela grandeza
«do seu objecto, curiosa pelos seus meios de inves-
«tigação e maravilhosa pelo numero e pela natu-
«reza das suas descobertas, é talvez a medida da
«intelligencia humana e a prova do que póde fazer
«o homem com tempo e com genio. Se o espirito
«humano não ha encontrado aqui a perfeição, que

«em tudo lhe é negada, em nenhum outro genero «de trabalhos ha desenvolvido mais recursos e «mostrado mais sagacidade. É interessante remon- «tar aos tempos em que começou esta sciencia; ver «como se hão encadeiado as descobertas e como «os erros se hão misturado com as verdades, de- «morando o seu conhecimento e estorvando os seus «progressos; e finalmente, tendo seguido todos os «tempos e percorrido todos os climas, contemplar «o edificio fundado nos trabalhos de todos os se- «culos e de todos os povos.»

Com estas eloquentes palavras abre Bailly a sua obra *Histoire de l'Astronomie Ancienne,* revelando um brilhante talento e mostrando a excellencia e a alta importancia da sciencia dos céos. Nós que temos d'escrever sobre um ponto importante d'esta sciencia, nós que pela illustradissima Faculdade de Mathematica fomos encarregados da resolução d'um dos problemas mais curiosos do systema do universo, pedimos venia para a transcripção d'essas palavras á veneravel memoria do illustre sabio, que honrou o seculo passado como observador habil e industrioso, como calculador excellente e infatigavel, como geometra profundo e penetrante, como escriptor erudito e d'alto engenho e finalmente como nobre e liberal presidente da Assembleia Nacional da França no glorioso anno 1789,

sendo em 12 de novembro de 1793 victima da mais sanguinaria tyrannia (1).

Demais, devendo nós apresentar em traços rapidos os progressos da Astronomia, desde os tempos mais remotos até aos nossos dias, e devendo fazer um esboço fiel das ideias que successivamente têm ido apparecendo sobre a constituição do universo, esboço que, apezar de ligeiro, é necessario como «um aviso salutar contra as illusões especu-«lativas» como diz Daubrée, justo é prestar tal homenagem ao homem que emprehendeu a historia da Astronomia, quando a sciencia não possuia obra alguma d'este genero (2), e que foi uma grande illustração do espirito humano.

* *
*

(1) Laplace, na sua obra *Exposition du système du monde,* exprime-se assim sobre este seu amigo, tão illustre, como desgraçado:

«Depois de ter honrado a sua vida com trabalhos uteis «á sciencia e á humanidade, com as suas virtudes e com «um caracter nobre, morreu victima da mais sanguinaria «tyrannia, offerecendo a tranquillidade e a dignidade do «justo contra as affrontas d'um povo que o havia idola-«trado».

(2) É certo que em 1741 publicou Weidler uma historia da Astronomia; mas não passa ella d'uma simples relação

Determinar os movimentos, as dimensões, as posições, a constituição physica e a composição chimica dos corpos celestes; conhecer os phenomenos que resultam da combinação dos seus differentes movimentos; e finalmente ligar entre si as causas de todos estes phenomenos para estabelecer a theoria do universo: tal é o grandioso fim da Astronomia, cuja realisação exige paciencia extrema, intelligencias privilegiadas, trabalho aturado e tempo immenso.

Apparecem assim tres partes bem distinctas na Astronomia: a observação, ou a resenha dos phenomenos; os resultados das observações, ou a descoberta da cadeia que liga entre si os diversos phenomenos; e finalmente a theoria, ou a explicação dos phenomenos pelas leis da Mecánica, da Physica e da Chimica (3). Tendem todas estas partes

---

dos astrónomos de todos os tempos e de todos os paizes. É, como diz Delambre, «um repertorio excellentemente «feito e mui digno de ser consultado; mas apenas indica «os livros cuja leitura póde interessar a um astrónomo».

A primeira obra d'este genero é sem duvida a de Bailly, que a enriqueceu com discursos, tão eloquentes, como interessantes.

(3) Os *Estatutos* da nossa Universidade, de 1772, uma das mais brilhantes glórias do nosso paiz, reduzem as li-

para o mesmo fim—o conhecimento dos astros—; mas são diversas no seu objecto, no seu caminho e nos seus progressos.

Descendo desde os tempos mais remotos até aos nossos dias, como procedeu Bailly, encontramos a historia dos progressos d'esta sciencia dividida mui naturalmente em cinco periodos.

Comprehende o primeiro todo o tempo decorrido desde a mais alta antiguidade até á escóla da Alexandria, onde apparece pela primeira vez um systema combinado de observações feitas com instrumentos proprios para a medida dos angulos, fundando-se então a Astronomia na Geometria elementar. É o periodo da *Astronomia Contemplativa,* elegante expressão de François Arago.

Com o brilhante invento do telescopio termina o segundo periodo, que póde dizer-se o da *Astronomia Geometrica.*

ções proprias da Astronomia aos tres pontos seguintes, que diz capitaes:

«*I. Adquirir o conhecimento dos Fenomenos, deduzido da «observação: 2.º Mostrar a razão physica d'elles: 3.º Esta«belecer em consequencia da mesma razão as Regras do «Calculo necessarias para determinar os mesmos Fenome«nos para qualquer instante dado*».

Curso Mathemat., Liv. 3.º, Part. 2.ª, Tit 4.º, Cap. 4.º

O terceiro, o da *Astronomia Telescopica,* estende-se até á época em que a Analyse veio aperfeiçoal-a.

Começa então o quarto, o da *Astronomia Analytica,* que terminou, ha poucos annos ainda.

No seculo actual abre-se o quinto periodo com a maravilhosa descoberta de Kirchoff e de Bunsen. É o periodo que vae decorrendo e em que a Astronomia é a applicação aos céos, não só da Dynamica Terrestre, mas tambem da Physica e da Chimica. É o periodo da *Astronomia Physico-Chimica.*

* * *

Astronomia Contemplativa. — N'este periodo foi embalado apenas o berço d'esta sciencia. «O primeiro pastor que, elevando os olhos para a abóbada celeste, desejou conhecer o numero e o movimento dos astros, foi o primeiro inventor da «Astronomia» (4). Foi o primeiro observador. Foram os seus olhos os unicos instrumentos de que dispoz; uma deliciosa e inquieta curiosidade o unico incentivo á observação; e paciencia, attenção e tempo os seus unicos auxiliares.

---

(4) Bailly, *Histoire de l'Astronomie Ancienne.*

Se quizermos assistir ao surprendente espectaculo do nascimento d'esta sciencia, busquemos, atravez de todos os seculos, a simplicidade dos primeiros pastores, subamos assim a um d'esses lugares em que

O homem vive e sente
Mais longe d'este mundo,
Mais proximo dos céos,

na poetica linguagem de Soares de Passos, e contemplemos o firmamento n'uma d'essas noutes d'encanto em que, na mesma linguagem,

A luz infinita
Dos astros crepita,
Arqueja e palpita,
Serena a brilhar

e em que

A lua, qual chamma,
Que os seios inflamma,
Fanal de quem ama,
Desponta no céo.

Imaginar-nos-hemos no centro do universo, como no trono da natureza, cobertos por vasto docel de saphíra recamado de brilhantes astros — *luzeiros que mão invisivel ahi accendeu para delicias dos nossos olhos.* — Ir-se-hão elevando uns até começa-

rem a descer para o lado opposto; luzirão outros percorrendo um circulo sem tocarem ponto algum do horisonte; fixo no mesmo ponto brilhará um d'elles; mover se-ha a pallida lua—*facho da noute*—; *apagar-se-hão* depois estrellas e lua quando se *accender* o brilhante — *facho do dia* —, que tambem será *apagado,* quando chegar a sua vez. Cada noute e cada dia offerecer-nos-hão espectaculo semelhante.

Contemplaram-no assim os homens das primitivas idades, especialmente os que possuiam um clima abençoado, um ar sereno e um céo sempre azul. Os Chaldeus, docemente reclinados nos balsamicos e inebriantes eirados da Babylonia, foram assim talvez os primeiros *astrónomos contempladores.* Começou assim tambem a civilisação. «As noções mais «elementares da Astronomia têm sido em todos os «povos os primeiros fructos da civilisação» (5).

Com o decorrer do tempo foram-se observando alguns phenomenos celestes, para que iam apparecendo successivamente explicações em harmonia unicamente com a apparencia da occasião. Um eclipse do sol foi tomado como o preludio da destruição do universo; e julgou-se devorada por um dragão a lua eclipsada, a que nem se attribuia então o tamanho do Peloponneso. Repetiram-se os

(5) Laplace, *Exp. du syst. du monde.*

eclipses e admittiu-se então que o corpo eclipsado tinha uma parte que não era de fogo e que nos mostrava momentaneamente. O sol e a lua foram considerados depois fogos que percorriam os espaços celestes em carros fechados, que tinham uma janella redonda. Tinha lugar o eclipse, fechando se esse janella.

Foram pouco numerosas e pouco exactas as observações feitas n'este periodo da Astronomia. Limitavam-se ás do *nascer* e do *occaso* das principaes estrellas, ás dos eclipses e ás das occultações das estrellas pela lua e pelos planetas; a seguir o movimento do sol por meio das estrellas e por meio das variações das sombras meridianas dos *gnómons*, pois o fundamento da Gnomónica apparece n'este periodo com o hemispherio ôco de Bérose, o primeiro dos quadrantes solares; e finalmente a determinar os movimentos dos planetas pelas estrellas de que elles vinham a approximar-se nos seus cursos.

Para reconhecer todos os astros e os seus diversos movimentos, os contempladores do céo dividiram-no em *constellações*. O zodiaco, zona celeste de que nunca se desviavam o sol, a lua e os planetas conhecidos então, foi dividido nas doze constellações:

Aries, Tauro, Geminis, Cancer, Leo, Virgo,
Libra, Scorpio, Sagittario, Capricornio, Aquario e *Pisces,*

constellações a que deram o nome de *signos,* porque serviam para distinguir as estações. Não foi o mero acaso, parece. que determinou esses nomes dados aos signos. Parecem referir-se uns ao movimento do sol, como o cancer e o capricornio, que indicavam a retrogradação d'este astro nos solsticios, e como a libra (balança), que representava a igualdade dos dias e das noutes nos equinoxios; outros parecem provir da agricultura e do clima do povo que estabeleceu o zodiaco, pois eram bem frisantes então as relações das constellações zodiacaes com o clima e com a agricultura do Egypto; outros principalmente derivam de figuras animaes, donde o nome *zodiaco* (ζῶος), o que inspirou a de Fontanes estes magnificos versos sobre a origem da Astronomia:

Bergère, elle aime encor ce qu'aima sa jeunesse:
Dans les champs étoilés la voyez-vous sans cesse
Promener le Taureau, la Chèvre, le Bélier,
Et le Chien pastoral, et le char du Bouvier?
Ses mœurs ne changent point, et le ciel nous répète
Que la docte Uranie a porté la houlette.

N'este periodo a Astronomia não foi composta só d'erros, a que conduziam a apparencia e a illusão dos sentidos só por si: houve tambem ideias sãs

sobre certos pontos, ideias que foram os germens das verdades descobertas nos outros periodos.

No fim do seculo VII antes da era christã Thales, de Mileto, o primeiro physico e o primeiro philosopho na ordem dos tempos, ensinou na escóla *jónica*, por elle fundada, a esphericidade da terra, a obliquidade da ecliptica e as verdadeiras causas dos eclipses do sol e da lua, chegando até a predizel-os. Crêmos que infelizmente estas ideias não eram muito propagadas, pois, dous seculos quasi depois de Thales, nota Heródoto como maravilha o haver aquelle astrónomo annunciado aos povos da Jónia o eclipse do sol que poz termo á guerra de cinco annos entre Alyatto 2.°, rei da Lydia, e Cyaxaro, rei dos Medas.

No seculo immediato Pythágoras, de Samos, discipulo de Thales, fundou em Crotona a escóla *italica,* onde ensinou com maior desenvolvimento as noções que a eschola *jónica* possuia sobre a Astronomia. A escóla *italica* conheceu a rotação e a translação da terra. Segundo o systema de Pythágoras, o mundo era formado por dez grandes corpos, que se moviam sob leis harmonicas ao redor do —*fogo central.*— A terra era um d'esses corpos. Foi tambem Pythágoras o primeiro que empregou a palavra *cosmos* (κοσμος) para designar a harmonia do universo e o proprio universo, que elle consi-

derava um todo ordenado. Tal palavra, na accepção mais antiga e mais propria, significava ornato.

É certo que Pythágoras nunca escreveu e que cobriu com escuro véo o seu systema para escondel-o do vulgo; mas, além da confissão de todos os antigos, apparecem provas d'esta asserção em muitas passagens das obras do seu discipulo Philolaüs, que expoz o systema de Pythágoras com grande clareza.

Para a escóla pythagórica os cometas não eram meteóros passageiros formados na nossa atmosphera. «Pythágorei partim stellas faciunt cometas, «quæ non semper, sed certo temporis ambitu ap«pareant; partim visus nostros in Solem speculi «more reflexos» (6). Parece-nos descobrir n'estas ultimas palavras o germen das ideias que Ch. Nagy offereceu ao mundo scientifico em 1862 (7)!

Cada estrella era um mundo n'esta escóla de tanto genio! «Pythágorei unamquamque stellam «mundum esse affirmarũt, terram atque ærem in «infinito æthere complexam» (8).

---

(6) Joannis Stobæi *Eclogæ,* Antwerpiæ, MDLXXV, pag. 62.

(7) *Considérations sur les cométes ou Éléments d'une Cométologie*

(8) J. Stob. *Ecl.*, Ant. pag. 54.

O que deixámos escripto parece-nos provar sufficientemente que já n'este periodo havia algumas noções exactas sobre o systema do universo, noções que têm sido confirmadas pelos progressos da sciencia. O genio, meditando sobre o que contempla, penetra assim muitos segredos da natureza!

Houve tambem victimas da sciencia. Os Athenienses perseguiram Anaxágoras por ensinar as doutrinas da eschola *jónica*.

Foi criada tambem n'este periodo a Astrologia, erro tão antigo como a Astronomia. Acreditava-se a influencia dos astros sobre os destinos dos homens e que na occasião do nascimento de cada um podia ler-se o seu futuro nos céos. O orgulho conduz o homem a erros assim!

* * *

Astronomia Geometrica—Surge agora uma era nova para a Astronomia. Os seus passos já não são incertos e vacillantes; são seguros e ousados. Fundando-se no uso dos instrumentos proprios para a medida dos angulos, começa a «regular os movi«mentos dos astros com linhas e algarismos» (9)!

(9) Aimé-Martin.

Toma uma fórma nova, guiada pela — *Razão de Deus*,— brilhante nome que á Geometria deu Aimé-Martin, o philosopho cujo empenho foi sempre «descobrir Deus nas suas obras» (10)! Vae occuparse do futuro, porque «a Geometria é tambem a ou-«sadia de dispôr do futuro» (11)!

A luz veio da escóla da Alexandria. Gloria a Ptolomeu Soter pelo seu amor ás sciencias! Gloria ao seu filho Ptolomeu Philadelpho pela protecção que lhes dispensou! Gloria á época dos Ptolomeus, «uma das mais memoraveis da historia do espirito «humano» (12)!

São do seculo III antes da era christã as primeiras observações da escóla da Alexandria: são as d'Aristillo e de Timocharis.

Seguiu-se-lhes Aristarco, de Samos, que fez resurgir a opinião de Pythágoras sobre o movimento da terra, sendo até quem na antiguidade teve noções mais exactas da grandeza do universo.

No seculo immediato appareceu Hipparco, que com justiça por todos tem sido reconhecido pae da Astronomia. A ilha de Rhodes foi o theatro dos seus

---

(10) Lamartine, *Discours prononcé sur la tombe de M. Aimé-Martin.*

(11) F. Arago, *Biog. de Laplace.*

(12) Laplace, *Exp. du syst. du monde.*

principaes trabalhos. A ascensão recta e a declinação foram as coordenadas de que elle se serviu nas suas primeiras observações. Imaginando depois methodos para transformar estas coordenadas na longitude e na latitude, inventou a Trigonometria, «uma das chaves da Astronomia» (13). Sublime concepção! Brilhante manifestação d'um genio fecundo! Foi elle o inventor da Trigonometria e todavia antes d'elle tinham apparecido geometras distinctos. Aristarco, Archimedes e Euclides, sem conhecimentos de Trigonometria, resolviam os triangulos por grosseiras operações graphicas. Não parou Hipparco ahi! Os genios caminham sempre! Para evitar os calculos excessivamente longos que então exigia a transformação da ascensão recta e da declinação na longitude e na latitude, imaginou um instrumento proprio para a determinação directa d'estas ultimas coordenadas. Inventou o *astrolabio*. Descobertas tão maravilhosas tiveram resultados bem importantes, bem dignos d'ellas. Comparando as suas observações com as d'Aristillo e de Timocharis, formou Hipparco um catalogo de 1026 estrellas, que é o primeiro verdadeiramente digno de tal nome. Os catalogos dos chinezes e dos

(13) *Estatutos da Universidade de Coimbra*, de 1772.

indios não dão indicação alguma precisa; «são bas-«tante grosseiros e tanto que póde attribuir-se-lhes «uma antiguidade fabulosa» (14). Os attribuidos a Eratósthenes e a Hygin são simples nomenclaturas das estrellas que compoem cada constellação. Conta Plinio que Hipparco, observando uma estrella nova que appareceu no seu tempo, quiz deixar á posteridade um meio de reconhecer se as estrellas nasciam e morriam. Tal meio era o catalogo de que fallamos. Não é universalmente crida esta asserção de Plinio, porque o facto não foi mencionado por Ptolomeu, que conservou o catalogo de Hipparco. Reconhecendo que as estrellas mudavam de posição relativamente ao equador e que conservavam a mesma relativamente á ecliptica, reconhecendo que o equinoxio não era fixo e que retrogradava por um movimento dirigido do oriente para o occidente, fez Hipparco a descoberta da *precessão dos equinoxios*, descoberta que só por si immortalisou o seu nome. Tão amante da verdade era o observador de Rhodes e tanto se empenhava no verdadeiro progresso da sciencia, que, longe de offuscar-se com o brilho da glória, apresentou a sua descoberta com reserva, porque realmente não podiam inspirar-lhe muita

(14) Delambre, *Histoire de l'Astronomie Ancienne.*

confiança as observações d'Aristillo e de Timocharis.

Passados mais de trez seculos, no seculo II da era christã, apresentou-se no mundo scientifico o *divino* Ptolomeu, como o consideravam os seus admiradores, que foram numerosos. Os seus escriptos, que tambem foram numerosos, pois escreveu sobre a Astronomia, sobre a Chronologia, sobre a Gnomónica, sobre a Mecánica, sobre a Optica e sobre a Musica, têm chegado ao nosso conhecimento unicamente pelas traducções arabes. A obra, a que elle deu o modesto titulo *Composição ou Syntaxe Mathematica,* recebeu dos traductores arabes o titulo *Almagesto* e tal é o titulo por que ella é conhecida. No tempo de Frederico II, imperador da Allemanha, a quem é devido em grande parte o progresso da Astronomia na Europa, foi esta obra traduzida pela primeira vez para latim, segundo a versão arabe. Este livro, em que Ptolomeu apresentou ensaios d'um systema completo d'Astronomia, era tão admirado pelos sabios do Oriente, que no começo do seculo IX Al-Mamoun, vencedor do imperador grego Miguel III, impoz no tratado da paz a condição de ser-lhe dada uma edição manuscripta do *Almagesto* com os melhores livros da Grecia. E mostrou-se assim Al-Mamoun um espirito eminentemente illustrado, porque o *Almagesto* é «um dos

«mais preciosos monumentos da antiguidade» (15). Foi tal a reputação que elle grangeou para o seu autor, que Képler, «um dos genios scientificos mais «fecundos dos tempos modernos» (16), reconhecendo a extrema difficuldade de conciliar muitos dos resultados obtidos por Ptolomeu com as observações do seu tempo, suppoz que em quinze seculos havia passado o céo por enormes perturbações! Lá apresenta Ptolomeu a descripção de todos os instrumentos que, segundo elle, seriam necessarios ao observador que quizesse aperfeiçoar a sciencia. A descoberta mais importante do célebre astrónomo da Alexandria foi a da *evecção* da lua. Confirmou pelas observações a *precessão dos equinoxios*. O genio que escreveu o *Almagesto* foi infeliz no seu systema sobre o mecanismo do universo. Crêmos que Ptolomeu, seduzido pela apparencia, não meditou sobre as ideias de Pythágoras e esqueceu-se do primeiro astrónomo da sua escóla. Crêmol-o, porque foi um genio fecundo e capaz de adivinhar a natureza. O systema de Ptolomeu, que collocava a terra no centro dos movimentos celestes, era tão extremamente complicado com circulos, com excentricos e com epicyclos, necessarios para explicar as

(15) Laplace, *Exp. du syst. du monde.*

(16) F. Arago, *Biog. de Képler.*

proprias observações do seu autor, que no seculo XIII inspirou a Affonso X, rei de Castella, um dos primeiros soberanos que mais animaram a Astronomia na Europa, as seguintes palavras, que a ignorancia do seculo accusou de impiedade: «Se Deus «me houvesse chamado aos seus conselhos, estariam «as cousas em melhor ordem!» Taes palavras foram talvez de funesta influencia para o filho de S. Fernando! Concorreram talvez para as desgraças do seu reinado! Quem sabe se o seu filho D. Sancho se serviu d'ellas para arrancar-lhe a corôa?

Depois de Ptolomeu subsistiu durante cinco seculos ainda a escóla da Alexandria; mas limitava-se a commentar as obras d'este sabio, cujos trabalhos terminaram assim os progressos da Astronomia nesta escóla.

Seguem-se agora, pelo meio do seculo VIII, os trabalhos dos arabes, «a quem a Europa moderna «deve os primeiros raios de luz que dissiparam as «trevas, que a envolveram durante mais de doze «seculos» (17). Houve principes arabes que animaram especialmente a Astronomia. Al-Mamoun, califa da familia dos Abbassidas, foi animado d'uma verdadeira paixão pela sciencia. Já o provámos.

---

(17) Laplace, *Exp. du syst. du monde.*

Houve um grande numero d'astrónomos arabes dignos de todo o apreço. Um dos mais distinctos foi Albategnius, que vivia no anno 880. Foi principe e astrónomo. «Nos tempos remotos e entre os «mahometanos não eram contradictorios estes dous «titulos» (18). Tinha o seu observatorio em Aracto. Fez a importante descoberta do deslocamento do *perigeu solar*.

Os nomes Aboul-Wéfa e Ebn-Jounis honram tambem as paginas da historia da Astronomia.

Os arabes occuparam-se especialmente da perfeição dos instrumentos astronómicos: garantia da exactidão das suas observações.

Entre os persas, que durante muito tempo estiveram sujeitos aos arabes, houve tambem astrónomos instruidos e principes illustrados. Houve tambem um principe que se distinguiu, tanto pelo zelo que dedicava á Astronomia, como pelas suas observações, e que deve ser contado entre os primeiros observadores. Foi Ullugh-Beigh, que no anno 1437 mediu a obliquidade da ecliptica, deixando assim á posteridade o conhecimento da sua diminuição progressiva até hoje. Foi o autor das melhores tábuas astronómicas antes de Tycho-Brahé.

---

(18) F. Arago, *Biog. de Albategnius.*

No ultimo quartel do seculo XV raiou a aurora de formosos dias para a Astronomia. Trouxe-a Copernico, de Thorn, que um feliz acaso, um d'esses acasos que tanta influencia têm sobre os destinos da humanidade, levou a ouvir as lições de Alberto Brudzewski, professor d'Astronomia. Revelou então a sua verdadeira vocação Copernico, que Leibnitz chamou um dos oito sabios da terra. Foi o primeiro astrónomo do seu seculo pela profundeza das suas concepções; dissipou as illusões dos sentidos; superou as difficuldades que lhe offerecia a ignorancia das leis da Mecánica, que no seu seculo estava realmente muito atrazada; e triumphou da barbara e fanatica estupidez de homens «que parecem em-«penhar-se em caminhar rebocados sempre pelo seu «seculo» (19). Tanto é verdade que «uma das pai-«xões mais fortes é o amor da verdade no homem «de genio», como disse um homem de genio (20), cujos escriptos «eram sempre marcados com o cunho «da razão e da evidencia» (21).

Copernico, reflectindo na passagem em que Cicero diz que Nicetas, de Syracusa, explicava o movimento diurno do céo, dirigido apparentemente

(19) F. Arago, *Biog. de Copernico.*

(20) Laplace.

(21) F. Arago, *Biog. de Bailly.*

do oriente para o occidente, pelo movimento da terra ao redor d'um eixo de rotação do occidente para o oriente e examinando se as ideias de Pythágoras podiam conciliar-se com os phenomenos astronómicos, estabeleceu a theoria do movimento da terra na sua grande obra *de Revolutionibus orbium cœlestium*. «A terra não produz um genio semelhante «no espaço de muitos seculos,» exclamou Tycho-Brahé acêrca de Copernico. Esta obra foi fructo de trinta annos de meditação; mas ha-de levar o nome de Copernico até á posteridade mais remota! Recebeu Copernico o primeiro exemplar com as mãos desfallecidas e beijou-o talvez com os labios já desbotados pela morte proxima. A obra foi impressa em Nurenberg, em 1543, e o seu autor falleceu em Frauenburgo, n'esse mesmo anno. Desceu a lousa sobre o seu corpo quando lhe era conferida a immortalidade! «A intelligencia é celeste; no tu«mulo repousam só as sombras dos corpos» escreveu Képler no seu proprio epitaphio. E com razão.

E os contemporaneos de Copernico como o honraram?.. Dil-o a Sagrada Congregação do Index, que em 5 de março de 1616 condemnou a obra de Copernico!

Mais tarde, em toda a luz do seculo XIX, tentou o clero de Varsovia insultar a memoria de Copernico, como se homens assim não estivessem muito

acima dos insultos de padres estupidos e ignorantes, de indignos ministros da mais santa religião! Estava fixado o dia 25 de maio de 1829 para a inauguração da estatua de Copernico, executada por Thorwaldsen, e chegou a hora da solemnidade sem apparecer um padre para celebrar o officio divino!.. Não quizeram rezar por um homem que era autor d'uma obra condemnada!.. Conta Czinski facto tão atroz.

Foi tambem excellente observador Gustavo IV, landgrave d'Hesse. Mandou levantar um observatorio no castello de Cassel e proveu-o d'uma grande variedade de instrumentos de cobre, construidos com toda a exactidão que podiam dar as artes no seculo XVI. Fez ahi observações primeiramente só e depois ajudado pelos distinctos astrónomos Rothman e Justo Byrgo.

O mais exacto dos observadores, cujos trabalhos precederam a invenção do telescopio, foi Tycho-Brahé, cuja paixão pela Astronomia manifestou-se na occasião d'um eclipse do sol, em 1650, contando elle apenas 14 annos. Teve relações de correspondencia e de amisade com astrónomos distinctos, e particularmente com o landgrave d'Hesse. Por intervenção do chanceller Oxe, Frederico II, rei da Dinamarca, deu lhe a ilhota de Hween, situada no estreito de Sund, entre Elsenor e Copenhague, com

outros beneficios. Sobre uma eminencia d'esta ilhota elevou elle o célebre observatorio *Uraniburgo,* hoje destruido, mas eternamente magestoso nos annaes da Astronomia. Lá trabalhou Tycho-Brahé durante dezesete annos consecutivos; de lá sahiu um grande numero de observações e de importantes descobertas. Serviços mui relevantes prestou elle á Astronomia: inventou instrumentos e aperfeiçoou os que já existiam com tal cuidado e trabalho que para elle um bom instrumento era «a phenix da Arabia»; formou um catalogo de 770 estrellas mui superior aos de Hipparco e de Ullugh-Beigh; descobriu a variação da lua; ensaiou clepsydras e relogios; discutindo observações do sol, deduziu d'ellas tábuas e foi o primeiro que considerou as refracções atmosphericas, cujo valor achou pelas suas observações; e finalmente fez sobre os planetas observações muito numerosas, que foram a base das leis do insigne Képler. Considerou os cometas como verdadeiros corpos celestes que gyram ao redor do sol, descrevendo ellipses extremamente alongadas; e mais tarde acrescentou que elles fazem parte do systema solar, obedecendo ás leis dos outros corpos celestes. Esta opinião deu lugar ao seguinte trecho da chistosa carta que Ch. Nagy apresentou na sua obra *Considérations sur les cométes ou Éléments d'une Cométologie,* como tendo lhe sido escripta pelos co-

metas: «o vosso velho Tycho, que é um perfido, «não diz que somos vadios e reconhece até que «somos boas pessoas; mas, ahi vem o seu *mas* fa«tal, mas diz que devemos caminhar sempre atravez «de vias ferreas, até que venha esmagar-nos qual«quer trem de mercadorias.» Foi Tycho-Brahé infeliz na criação do seu systema do mundo. Têm até supposto uns que foi arrastado a semelhante criação por um sentimento de vaidade, ligando o seu nome a um systema novo, e outros por um sentimento d'inveja contra Copernico. Não o crêmos; Tycho-Brahé foi um genio que não podia descer até á vaidade e nas suas obras apparecem sempre provas de admiração profunda pelo astrónomo de Thorn.

O genio tem momentos de horrivel provação!... Tycho-Brahé foi tambem perseguido. O seu execrando inimigo foi o senador Walckendorp que, depois da morte de Frederico II e durante a minoridade de Christiano IV, por intrigas vis privou o de todos os beneficios com que a munificencia d'um monarca illustrado o havia considerado!... Dirigiu-se então para a Allemanha. O imperador Rodolpho II collocou-o n'uma posição brilhante, dando-lhe um observatorio em Praga. No começo do seculo XVII a morte poz termo a existencia tão preciosa.

N'este periodo dominou ainda a Astrologia nos espiritos mais fortes até. Tycho-Brahé tinha fé nos

horóscopos, porque, dizia elle, «o sol, a lua e as «estrellas eram sufficientes para os nossos usos; «fôra muito inutil juntar-lhes os planetas com mo«vimentos tão magestosos e sujeitos a tão bellas «leis, se não tivessem uma utilidade propria e di«recta, utilidade que é o objecto da Astrologia.»

* *
*

Astronomia Telescopica. — «O telescopio, no do«minio da Astronomia, e o microscopio, no da Ana«tomia e da Physiologia dos pequenos seres, têm «produzido descobertas notaveis, que não teriam «sido possiveis sem estes preciosos instrumen«tos» (22). O telescopio, «o instrumento mais mara«vilhoso que a industria humana tem descober«to» (23), veio abrir a immensidade dos espaços, descobrindo mundos novos, e mostrar a pequenez do planeta por nós habitado, que é um ponto no espaço. Assim a Astronomia «engrandece indefi«nidamente o espaço» (24) e o homem sente-se assombrado pelo poder da intelligencia.

---

(22) William Huggins.
(23) Laplace, *Exp. do syst. du monde.*
(24) A. de Humboldt, *Cosmos.*

Saudemos então esta nova carreira da Astronomia, repetindo as palavras que Pedro Borel dirigiu ao telescopio (25):

Per te sydereos propius speculamur in orbes,
Per te cœlestes scandimus arte domos,
Atque ignota prius, non visaque cernimus astra,
Et novus innnmero est, orbis in orbe choro.

Não é encargo nosso, nem o acceitáramos, escrever o encomio do preciosissimo invento do telescopio e das lunetas. «Embora tivessemos uma «voz de ferro e cem bocas, não poderiamos louvar «convenientemente tão preclaro invento» (26). Apresentaremos apenas um rapido esboço da sua historia.

Tem alguem pretendido que os antigos conheciam as lunetas, pois n'um manuscripto do fim do seculo XII representa-se Ptolomeu a observar o céo por meio d'um tubo, e alguem tem levado a ancianidade de taes instrumentos até Demócrito; todavia crêmos, com Pedro Borel, que, se Demócrito e Ptolomeu tiveram conhecimento d'elles, não o transmittiram. Demais, segundo refere Aristóteles,

(25) Pedro Borel, *De vero Telescopii inventare, cum brevi omnium Conspiciliorum historia.*

(26) Pedro Borel, *Obra citada.*

os antigos usavam de tubos compridos para interceptar a luz diffusa, quando queriam ver objectos muito distantes.

Frascatore, n'uma obra publicada em 1538, diz que se vêm os objectos maiores e mais proximos atravez de dous oculares, collocados um sobre o outro; mas semelhante passagem não autoriza por fórma alguma a suppor que entre elles haja certa distancia. N'uma outra passagem diz o mesmo autor que a lua parece muito proxima, sendo vista atravez d'um vidro muito denso; mas d'um simples vidro a uma luneta é consideravel a distancia.

Segundo Pedro Borel, o telescopio foi inventado em 1590 por Zacharias Jamsen, artista de Middelburgo. Funda-se num autógrapho, que apresenta na sua excellente obra sobre esta materia e que vamos transcrever palavra por palavra:

«Nos Consules, Scabini & Consiliarii Civitatis «Middelburgi in Selandia, jussimus audiri & exa«minari Joannem Zacharidem Confectorem Cons«piciliorum in Civitate nostra, ætatis qui esset An«norum quinquaginta duorum; Et etiam Saram «Gædardam, quæ inhabitat Aedes, quarum signum «est Crux aurea, in Porta interiori hujus Civitatis: «de cognitione certa quæ apud illos simul et sin«gulos eorum esset, quisnam videlicet homo in hac «dicta Civitate prima Conspicilia longa, sive Te-

«lescopia confecerit. Illi ad Interrogata responde-
«runt & declararunt hæc quæ sequuntur:

«Et primò prædictus Joannes Zacharides affir-
«mavit illa Telescopia primùm esse inventa & con-
«fecta à Patre suo, cui nomen erat Zacharias Joan-
«nides, idque contigisse (ut sæpè inaudiverat) in
«hac Civitate Anno Christi 1590. Quod tamen lon-
«gissimum Telescopium illo tempore confectum
«non excessit quindecim aut sedecim pollicum lon-
«gitudinem. Affirmavit tunc duo talia Telescopia
«oblata fuisse, unum videlicet Illustrissimo Prin-
«cipi Mauritio, alterum verò Archiduci Alberto, &
«tantæ fimilis longitudinis Telescopia in usu fuisse
«usque in Annum 1618. Tunc eum demum (ut af-
«firmabat hic Testis) ipse & Pater ejus, nempe
«prædictus Joannes Zacharias Joannides invene-
«runt fabricam & compositionem longiorum Te-
«lescopiorum, quibus etiam munc utuntur nocte ad
«inspiciendas Stellas & Lunam. Insuper affirmavit
«quemdam nomine Metium, Anno 1620. advenisse
«Middelburgum, & comparasse tale Telescopium:
«cujus confectionis modum conatus est imitari
«quantum potuit. Idem & tentasse Cornelium Dre-
«bellium. Insuper dixit hic Testis, cum hæc sunt
«inventa Patrem suum inhabitasse Aediculas quæ
«sunt in cœmiterio templi novi, ubi nunc subhas-
«tatio rerum publicè fit.

«Post hunc audita est & deposuit Sara Gædarda, «& affirmavit jam esse ferè 42. aut 44. annos cir«citer (nam de certo præfixo tempore non poterat «dicere) cum Conspicilia longa in hac civitate pri«mum à Fratre ejus Zacharia Joannide jam mor«tuo confecta sint, qui habitavit ædes propè Mo«netam, junctas Templo novo. Scientiæ suæ ratio«nem dixit, quod illa vidisset innumeris vicibus «Fratrem conficientem talia Telescopia.

«In fidem dictorum Nos Consules, & Scabini «prædicti hæc Sigillo minori nostræ Civitatis jus«simus firmari, & per unum ex numero Secreta«riorum nostrorum subscribi, tertio Die mensis «Martii, Anno 1655.

«*Locus Sigilli.*

«Subsignatum
«Simon van Beaumont.

Propagou-se a noticia d'este invento e um estrangeiro, que queria pedir informações a respeito d'elle a Zacharias Jamsen, dirigiu-se por engano á casa d'um visinho e collega d'este, João Lippershey ou Lipperson. Na conversa que com o estrangeiro teve Lippershey, conseguiu este adivinhar a construcção do novo instrumento. Por esta razão Pedro Borel chama a Lippershey o *segundo inventor* do telescopio e a Zacharias Jamsen o *primeiro*. Pedro Bo-

rel considerou assim Lippershey, fundando-se num outro autógrapho, que diz assim:

«Nos Consules, Scabini & Consiliarii Civitatis «Middelburgi in Selandia, jussimus audiri & exa- «minari Viros, quorum nomina sequuntur, vide- «licet primò Jacobum Wilhelmi custodem ædium «Aerarii mercatorii, ætatis ferè annorum 70. Pa- «riter Adwoldum Kien, nostræ civitatis Nuntium «Antwerpiensem, annorum 67. Denique Abraha- «mum Junium in hac civitate Fabrum Ferrarium, «ætatis 77. annorum. Interrogati cum essent su- «per cognitione & scientia eorum, sive junctim, «sive separatim de Anthore sive Inventore, qui «primus in hac civitate fabricavit sive composuit «Conspicilia longa, sive Telescopia. Et rogati de «re illa declararunt & attestati sunt eo modo ut «sequitur.

«Primus ille, nempe Jacobus Wilhelmi, ait Vi- «rum illum nominatum fuisse Joannem Lapreyum, «& habitasse in vico hujus civitatis dicto Capona- «rio, in ædibus ipsis quas in præsenti inhabitat «Sartor pannarius, aut vicinas eis, de quo dubitat. «Dixit illum ipsi notum fuisse dum conspicilia fa- «ceret, & etiam postea cum tubos longos sive Te- «lescopia fabricaret, & hoc factum esse jam ante «elapsos ferè 50. annos. Ait dictum Lapreyum mor- «tuum esse, ut putat, jam 20. annis præteritis, sed

«benè ipsi constare Lapreyum illum in hac ipsa ci-
«vitate obiisse: rationem depositionis addidit, quod
«hic Testis ipsi vicinus propior fuerit, ex distan-
«tia solummodò quatuor aut quinque domuum, &
«benè notum ipsi esse: Insuper dictum Joannem
«Lapreyum cum primum Telescopium ab ipso con-
«structum obtulisset Mauritio Principi, ab Excel-
«lentia illius dono donatum fuisse, sicut tum tem-
«poris inaudivit.

«Adwoldus verò Kien deposuit & declaravit no-
«men Hominis istius qui Telescopia solebat facere,
«esse Joannem Lapreyum Vesalium, & habitasse
«in hac civitate in vico Caponario, contra Templum
«novum ædibus junctis, quibus insigne erat Te-
»lescopium, juxta domum cujus signum est Ser-
«pens, quarum ædium proprietarius fuit Lapreyus.
«Affirmavit etiam hic anno 1610. incepisse La-
«preyum conficere dicta Telescopia, mortuum verò
«esse Mense Octobri 1619 & ibidem sepultum esse.
«Rationem addidit hic testis scientiæ suæ, quod
«Lapreyi istius Filiam in uxorem habuerit, & quod
«dictus Lapreyus Dominis Ordinibus & Mauritio
«Principi ex Telescopiis suis aliqua obtulit sub
«Donativo & Privilegio in triennium ipsi concesso.

«Denique Abrahamus Junius etiam attestatus
«fuit, & declaravit primum hominem qui in hac
«civitate tubos longos confecit, nominatum fuisse

«Hans, id est, Joannem, non observato cognomine «ipsius, sed vulgò dictum Joannem Conspicillifi- «cem; eumq; inhabitasse vicum Caponarium hujus «civitatis, quanquam ignoret quibus præcisè in «ædibus; & jam elapsis, ut rebatur, circiter 45. «aut 46. annis Joannem illum prima conspicilia «illa longa fabricasse ipsumque innotuisse huic testi «multis annis antè, cum nondum Conspicillifex es- «set, sed opera erat Fabri murarii. Rationes scien- «tiæ suæ dedit, quod hic testis in viciniam ipsius «Joannis in vico de Wall dicto, iisdem in ædibus, «quibus nunc, inhabitavit per annos ferè 50. & Exe- «quias istius Joannis comitatus est. Ait etiam verè «se nosse & sæpè inaudivisse prædictum Joannem «fecisse tubos longos & Telescopia in usum Illus- «trissimo Principi Mauritio.

«Nos Consules & Scabini suprà dicti in fidem «hoc Instrumentum fecimus muniri Sigillo minori «civitatis nostræ, & signari ab uno Secretariorum «nostrorum tertio die Mensis Martii Anno 1655.

«*Locus Sigilli.*

«Signatum

«Simon van Beaumont.

Têm sido tambem attribuidas as primeiras lunetas a J. Metius ou Metzu e a Drebbel; mas, como se lê no primeiro autógrapho que transcrevemos,

Metius foi compral-as a Zacharias Jamsen. Demais, é constante que Metius e Drebbel generalisaram o uso das lunetas só depois de havel-as comprado.

Têm outros considerado como inventores do telescopio a Antonio de Dominis e a Porta; mas o primeiro escreveu sobre este objecto só em 1611 e o segundo apenas disse que, como as lentes convergentes mostram os objectos maiores e as divergentes menores e mais claros, serão vistos maiores e mais distinctos os objectos proximos ou distantes por uma combinação das duas lentes.

Assim a invenção das lunetas veio muito depois da das lentes. «O espirito humano, tão activo na «formação de systemas, tem muitas vezes esperado «que a observação e a experiencia venham mostrar-«lhe importantes verdades, que elle podéra ter des-«coberto pelo simples raciocinio» (27).

Pouco tempo depois, appareceu a ideia de empregar um espelho espherico concavo, para formar a imagem destinada a ser augmentada pela ocular. Zucchi, n'uma obra publicada em 1652, diz que desde 1616 havia elle pensado em semelhante applicação.

Em 1663 Gregory aperfeiçoou este instrumento

---

(27) Laplace, *Exp du. syst. du monde.*

por meio d'um segundo espelho concavo, desapparecendo assim o inconveniente, que até ahi havia, de interceptar o observador a maior parte da luz incidente para ver a imagem formada diante do primeiro espelho.

O primeiro telescopio forte foi construido em 1718 por Hadley, telescopio que produzia o effeito d'uma luneta de 37 metros de fóco.

Além d'estes, ha os telescopios de Newton e de Cassegrain, os grandes telescopios de Herschel e de Ross, todos d'espelhos metallicos, e os de Foucault, cujos espelhos são de vidro e prateados.

Sigamos agora os passos que n'este periodo deu a Astronomia.

Dous grandes vultos apparecem no começo da nova carreira d'esta sciencia: um na Allemanha e outro na Italia. Ali «o contemplador que Deus es-«perou durante 6000 annos para as suas obras», como elle mesmo se dizia; aqui «um dos maiores «philosophos dos tempos modernos» (28). Nasceram ambos no seculo XVI e ambos morreram no seculo XVII. Os vagidos d'ambos deveram subir em festivaes harmonias aos céos, que depois mediram! Os raios das suas gloriosas corôas deveram cruzar-

(28) F. Arago, *Biog. de Galileu.*

se n'um amplexo de sympathia e de admiração! Képler e Galileu são os seus nomes.

Verdadeiro Messias, Képler resgatou a sciencia do funesto influxo da imaginação humana e ensinou-lhe o caminho do extremo rigor nos raciocinios e nas observações, unica base segura para os seus progressos. Foi um d'esses homens raros que, de tempos a tempos, «a natureza dá ás scien«cias para fazer desabrochar as grandes theorias «preparadas pelos trabalhos de muitos seculos» (29).

Galileu, espirito tão especulativo como observador, operario infatigavel no campo da sciencia, libertou-se dos erros do seu tempo, enriquecendo a sciencia com verdades sublimes e com inventos de immensa utilidade. Homem forte, tem o seu nome no martyrologio da sciencia, tão veneravel como o da virtude.

Filho d'uma familia pobre, Képler nasceu a 27 de dezembro de 1571 em Magstatt, aldeia de Wurtemberg. Durante os seus primeiros annos padeceu muito com molestias e com privações. Foi criado d'uma taverna, que seu pae abriu em Elmerdingen. Arrastado pela necessidade, entrou no seminario de Tubingue, quando contava 18 annos, e,

---

(29) Laplace, *Exp. du syst. du monde.*

tomando uma parte activa nos debates da Theologia protestante, mostrou-se contrario á orthodoxia de Wurtemberg. Abandonando a Theologia, tomou depois uma outra direcção, guiado por Mœstlin, que como professor de mathematicas havia sido chamado de Heidelberg para Tubingue.

«Impaciente por conhecer as causas dos pheno-«menos, o sabio dotado d'uma imaginação viva, «presente-as muitas vezes antes de lh'as mostrarem «as observações» (30). Képler recebeu da natureza dom tão precioso; mas podéra ter sido arrastado por elle a erros capazes de mutilar a propria obra da natureza, se Tycho-Brahé, de quem foi discipulo e collaborador em Praga, não lhe houvesse dado conselhos prudentes e uteis, que elle seguiu sempre, quando pôde comparar as hypotheses com as observações. Com a morte de Tycho Brahé, em 1601, ficou Képler senhor da preciosa collecção das observações do seu illustre mestre.

Fundando-se n'estas e nas proprias observações, fez trez das mais importantes descobertas da philosophia natural.

Era opinião geral na antiguidade que o movimento dos astros devia ser circular e uniforme,

---

(30) Laplace, *Exp. du syst. du monde.*

por ser este o mais perfeito. Conjecturamos que Képler, comparando com as observações, de que dispunha, os resultados de tal movimento dos planetas ao redor do sol, chegou ao conhecimento de que essa opinião era falsa e que, guiado depois pelo seu espirito penetrante, que lhe mostrava a natureza extremamente simples nas suas leis, como é realmente, considerou o movimento elliptico com o sol n'um dos fócos, descobrindo assim a primeira das suas leis. Conjecturamos que tal foi o caminho que o conduziu á descoberta das outras duas leis. A órbita de marte, na occasião d'uma opposição, foi a primeira de que Képler pôde occupar-se, e n'isto foi elle feliz, pois é esta uma das mais excentricas do systema planetario e marte, nas suas opposições, approxima-se muito da terra, de sorte que as desigualdades do seu movimento real e apparente são maiores que as dos outros planetas, devendo conseguintemente conduzir mais facil e mais seguramente á descoberta das leis dos movimentos planetarios. Eis o glorioso fructo de 17 annos de valente perseverança e de trabalho immenso!... Já se vê que para descoberta tão maravilhosa concorreu poderosamente o systema de Copernico. Porisso Képler dizia «estimo Copernico, não só como «uma intelligencia superior mas tambem como um «espirito livre».

Képler prestou ainda mais serviços á Astronomia: em 1626 publicou umas tábuas, que chamou *Rodolphinas* por consideração com Rodolpho II e que foram as primeiras fundadas nas verdadeiras leis do systema do mundo; escreveu varias obras ricas de novidade e d'interesse; aperfeiçoou a theoria do telescopio, inventando a luneta de ocular convergente, que não experimentou e que foi construida pela primeira vez por Scheiner; explicou o mecánismo da visão; apresentou sobre o infinito noções, que poderosa influencia exerceram sobre a revolução por que passou a Geometria no fim do seculo XVII; descobriu a verdadeira causa da luz cinzenta da lua; suspeitou o movimento de rotação do sol; e assim «deixou um nome immortal «na historia da Astronomia theorica e prática» (31).

Foi Képler tão enthusiasta pela liberdade philosophica que, sendo convidado, por recommendação de Julio de Médicis, pela republica de Veneza para professor em Padua, respondeu: «sou allemão por «nascimento e por sentimento e, como tal, estou «habituado a dizer a verdade imprudentemente em «toda a parte. Não devo expor-me a ser lançado a

(31) G. de Pontécoulant, *Théorie Analytique du syst. du monde.*

«uma fogueira como Jordano Bruno» (32)! E bem prudente foi o seu proceder, pois teve a gloria de ver a sua obra *Epitome Astronomiæ Copernicanæ* prohibida na Italia pela Sagrada Congregação do Index!

Tem alguem pretendido que Képler tinha fé nos horóscopos e que o seu espirito não teve força para resistir ao erro da Astrologia, porque fez alguns prognosticos e porque n'um grande numero de cartas considerou a feiticeria com um phenomeno cuja existencia não podia ser negada. Attendamos ás condições do meio em que viveu e narremos algumas circumstancias da sua vida, para dissipar as sombras que pretendem toldar o seu nome.

Os soberanos, em cujo reinado viveu Képler, pediam-lhe prognosticos com instancia e assim alguns

---

(32) Jordano Bruno foi victima da fogueira; mas, pouco antes de ser devorado por ella, exclamou com a firmeza do homem verdadeiramente valente, do homem de verdadéira consciencia:

«A sentença que acabaes de ler, pronunciada em nome «d'um Deus de misericordia, é talvez mais pavorosa para «vós, que para mim».

E que crimes commetteu Jordano Bruno?... Leu o que Deus havia escripto na abóbada celeste. No lugar competente diremos como.

fez; mas não satisfez os desejos de todas as pessoas que lh'os pediram. O general Wallenstein retirou a protecção que havia dado a Képler e substituiu-o pelo astrólogo italiano Zenão, porque Képler não animava a paixão que o célebre general sentia pelos prognosticos tirados do aspecto dos astros. Demais, Képler morreu na miseria no tempo em que a Astrologia era remunerada com pingues beneficios. As cartas que escreveu sobre a feiticeria não o condemnam; dão-lhe nova glória, pois mostram que no coração do grande astrónomo era extremo o amor que o prendia á sua mãe. Esta foi accusada e condemnada como feiticeira e Képler valeu-se do seu talento, do seu saber e da sua posição para salval-a.

Falleceu Képler em 15 de novembro de 1630.

A 18 de fevereiro de 1564, em Pisa, nasceu Galileu Galilei, que veio «mostrar nos céos desigual-«dades novas e novos mundos» (33) e que, partindo da Mecánica d'Archimedes, «encheu n'um dia o «vazio que os separava» (34). Criança ainda, construiu com suas debeis mãos differentes especies de máquinas. Velho, no ultimo quartel da vida,

(33) Laplace, *Exp. du syst. du monde.*

(34) G. de Pontécoulant, *Thé. Anal. du syst du monde.*

«sustentou nas masmorras da Inquisição o movi-«mento de rotação da terra» (35), conquistando assim o triumpho da verdade pelos seus trabalhos e pelas suas desgraças. Martyr veneravel!

Foi anti-copernico e professou o systema de Ptolomeu; mas, ouvindo Mœstlin, o célebre mestre de Képler, ficou convencido do movimento da terra e escreveu a obra *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, Tolemaico e Copernicano,* em que trez interlocutores, Salviati, Sagredo e Simplicius, discutem o systema de Copernico, cujo triumpho é ahi brilhante. Aperfeiçoou o telescopio e teve a feliz ideia de com elle perscrutar o céo, descobrindo assim as montanhas da lua, que elle comparou á cauda d'um pavão, os quatro satellites de Jupiter, que lhe mostraram uma nova analogia entre a terra e os planetas, as estrellas da via lactea e das nebulosas, muitas da constellação das *pleiades*, onde contou 40 e onde a antiguidade via 6 ou 7, e outras e finalmente as singulares apparencias occasionadas pelo annel de saturno. Succediam-se tão rapidamente as suas descobertas, que, para leval-as ao conhecimento do mundo scientifico, teve a necessidade de publicar o escripto periodico *Sydereus*

---

(35) G. de Pontécoulant, *Thé. Anal. du syst. du monde.*

Nuntius. Na sua obra *Il Saggiatore*, que muitos consideram uma maravilha d'estylo e de dialectica, apresenta a ideia de que os cometas podiam ser illusões opticas como os arcos-iris e os halos. Na primeira obra que citámos, apparece a primeira indicação das experiencias que, segundo Galileu, podiam determinar a velocidade da luz. Na sua outra obra *Discorso intorno alle cose che stanno in su l'acqua e che in quella si muovono,* que em 1612 publicou para vingar Archimedes dos ataques dos peripatéticos, apparece pela primeira vez o *principio das velocidades virtuaes,* principio eminentemente philosophico em que assenta uma das mais sublimes composições do espirito humano (36). Estabe-

(36) Alludimos á *Mécanique Analytique* de Lagrange. «Esta grande obra é fundada toda no calculo das va«riações, cujo inventor foi Lagrange; tudo ahi deriva «d'uma formula unica e d'um principio conhecido antes «d'elle, mas cuja utilidade estava ainda longe de ser sus«peitada. Esta sublime composição reúne além d'isso todos «os trabalhos precedentes de Lagrange que elle pôde ligar«lhe; distingue-se ainda pelo espirito philosophico que a do«mina desde a primeira até á ultima letra; é tambem a mais «bella historia d'esta parte da sciencia, uma historia como «só podia escrever um homem ao nivel do seu objecto e «superior a todos os seus predecessores, cujas obras ana«lysou, e constitúe uma leitura do mais alto interesse, até

leceu os verdadeiros fundamentos da Mecánica, «o mais bello monumento do seu genio» (37), descobrindo as leis da quéda dos graves e do movimento curvilineo dos projectís. «Esta descoberta «não grangeou para Galileu durante a sua vida «tanta celebridade como as que fez no céo; mas «constitúe hoje a parte mais solida e mais real da «glória d'este grande homem» (38).

Alguns historiadores attribúem-lhe a invenção do thermometro; mas infelizmente não está bem averiguado ainda este ponto. Têm pretendido outros que são-lhe devidas as primeiras observações sobre as manchas do sol, observações que foram a fonte d'importantissimas descobertas sobre a constituição do universo; mas, apezar de todos os esforços dos admiradores de Galileu, acceitamos a opinião de F. Arago, que por uma fórma bem peremptoria mostra que o primeiro observador d'este phenomeno foi o astrónomo hollandez John Fabricius. «Ha só um meio racional e justo d'escrever a his-

---

«para os que não se acham no estado de apreciar todas «as particularidades do calculo.»

Delambre, *Notice sur la vie et les ouvrages de M. le Comte J.—L. Lagrange.*

(37) Laplace, *Exp. du syst. du monde.*

(38) Lagrange, *Mécanique Analytique.*

«toria das sciencias», diz o illustre biógrapho, «é se-
«guir exclusivamente as publicações de data certa;
«fóra d'aqui tudo é confusão, tudo está em trevas.»
Partindo d'este principio, F. Arago não acceita os testemunhos dos amigos, porque, como elle diz, «a «amisade é muitas vezes cega», e consulta sómente as datas das publicações, considerando publicação «qualquer leitura academica, qualquer lição perante «um auditorio numeroso e qualquer reproducção «dos pensamentos pela imprensa.» Assim é incontestavel que a glória das primeiras observações das manchas do sol cabe a John Fabricius e não a Galileu; pois a dedicatoria da obra *De Maculis in Sole observatis et apparente earum cum Sole conversione Narratio, et Dubitatio de modo eductionis specierum visibilium,* que escreveu aquelle, tem a data de 13 de junho de 1611 e o primeiro livro de Galileu sobre esta materia, *Epistola ad Valserum de maculis solaribus,* é de 1612. Têm ainda alguns pretendido que em 1611 observou Galileu manchas do sol em Roma, n'um jardim do cardeal Brandini; mas não apresentam precisamente a época do anno. O editor das obras de Galileu dá ás observações no jardim de Monte-Cavallo a data de abril ou de maio de 1611. É mui suspeito este testemunho e, ainda que merecesse confiança, não resolvia a questão contra John Fabricius, que, como se deduz da

data da sua obra, necessariamente havia de ter feito antes d'esse tempo as suas observações. Semelhante testemunho parece-nos até um argumento fortissimo contra os admiradores de Galileu. A este astrónomo cabe a glória da descoberta das fáculas do sol e do partido que d'ellas tomou para provar, contra a opinião dos ultimos peripatéticos, que as manchas do sol não são satellites escuros que passam sobre o seu disco.

Ahi fica uma breve resenha dos serviços prestados por Galileu á Astronomia, resenha escripta com a imparcialidade que impõe a veneração devida a tal nome. Agora repetimos a pergunta que fizemos, fallando de Copernico: «e os contemporaneos de Galileu como o honraram?» É uma horrivel tortura para a razão o dizel-o; mas é um dever imperioso.

Por sustentar o movimento da terra, foi obrigado pela Inquisição, sob o pontificado de Urbano VIII, a ir da Toscana para Roma, apezar de contar já 70 annos de idade, apezar do mui precario estado da sua saúde e apezar d'estar estabelecido um cordão sanitario nas fronteiras da Toscana por causa d'uma epidemia. Chegou a Roma o veneravel velho em 13 de fevereiro de 1633 e foi hospedrdo em casa de Niccolini, embaixador do grão-duque da Toscana. Passados dous mezes foi lan-

çado nas masmorras da Inquisição. No dia 20 de junho immediato foi dada a sentença que o condemnou á prisão n'uma das masmorras do Santo Officio, segundo o arbitrio do pontifice; e no dia 22 foi obrigado a ler, de joelhos, no convento de Minerva, uma fórmula de abjuração, que a penna do mais duro aço não póde transcrever agora. O árduo dever de historiador obrigou Delambre e F. Arago ao sacrificio de transcrevel-a. Póde ella ler-se na *Histoire de l'Astronomie* do primeiro, na *Biographia de Galileu* e na *Astronomie Populaire* do segundo. A justiça manda que apontemos aqui os nomes dos signatarios de tal sentença. Eil-os: d'Ascoli, Bentivoglio, de Cremone, S. Onufre, Gypsius, de Varospi e Ginetti, todos cardeaes. O papa commutou a sentença em exilio para o jardim da *Trinitá dei Monti* e finalmente foi-lhe assignada para prisão uma casa de campo em Arcetri, onde durante muito tempo foi-lhe negada a licença de receber os seus amigos. Mais tarde foi-lhe permittido receber algumas visitas e então muitas vezes foram consolal-o o grão-duque da Toscana e outros amigos. Foi visitado tambem pelo célebre Milton.

Estava proximo o fim da primeira metade do seculo XVII e Roma tentava aferrolhar assim a cabeça d'um genio!.. Assim queria Roma apagar uma brilhante centelha da Divindade!.. E havia então

um La Galla, um dos mais atrozes inimigos de Galileu e dos mais pronunciados adversarios do systema de Copernico, que dizia: «Deus, estando no «céo e não na terra, póde mover o céo e não a «terra»!..

O papa Bento XIV annullou a sentença que condemnava a obra de Galileu.

Tendo perdido a vista em 1637, morreu Galileu em 1642, glorioso anno do nascimento de Newton.

Vamos registar um dos inventos mais satisfactorios para o espirito humano, invento que appareceu nos ultimos annos de Képler e de Galileu. Foi a descoberta dos logarithmos, devida a Neper, «artificio admiravel, que, reduzindo a alguns dias o «trabalho de muitos mezes, duplica, se é licito dizer «assim, a vida do astrónomo e salva-o dos erros e «dos desgostos inevitaveis dos calculos» (39).

Consideramos ainda d'este periodo os trabalhos dos distinctos astrónomos Hevélius (40), Picard e J. D. Cassini, apezar de haverem sido contemporaneos de Newton, que abriu o quarto periodo da Astronomia.

---

(39) Laplace, *Exp. du syst. du monde.*

(40) Em allemão, Hevel.

Na transição d'este periodo para o immediato fez a Astronomia progressos consideraveis pelo estabelecimento das sociedades scientificas. Eis o que sobre ellas diz Laplace na *Exp. du syst. du monde:*

«A natureza é por tal fórma variada nas suas pro-«ducções e nos seus phenomenos e tão difficil é des-«cobrir as causas d'estes, que, para conhecel-a e «forçal-a a revelar-nos as suas leis, é necessario que «um grande numero de homens reúna as suas luzes «e os seus esforços. Esta reunião torna-se princi-«palmente necessaria quando o progresso das scien-«cias, multiplicando os seus pontos de contacto e «não permittindo já a um homem só profundal-as «a todas, só podem receber de muitos sabios os «soccorros que umas exigem ás outras. Então o «physico recorre ao geometra para elevar-se até «ás causas geraes dos phenomenos que observa; e «o geometra vae depois interrogar o physico para «tornar uteis as suas investigações, applicando-as «á experiencia, e para por essas mesmas applica-«ções abrir caminhos novos na analyse. A princi-«pal vantagem das academias é o espirito philoso-«phico que n'ellas deve reinar e espalhar-se depois «por uma nação inteira (41) e em todos os pontos.

(41) Ou antes «por todo o mundo», porque a verdade não reconhece nacionalidades.

«O sabio isolado póde entregar-se sem receio ao «espirito de systema, porque ouve apenas de longe «qualquer contradicção que lhe seja dirigida; mas «n'uma sociedade scientifica o choque das opiniões «systematicas destróe-se immediatamente e o de- «sejo de uns convencerem os outros estabelece ne- «cessariamente entre os seus membros a convenção «de sómente admittir os resultados da observação «e do cálculo. A experiencia tem mostrado tambem «que, desde a origem das academias, a verdadeira «philosophia tem-se diffundido por toda a parte. «Dando o exemplo de sujeitar tudo ao exame d'uma «razão severa, têm feito desapparecer os prejuizos «que haviam reinado nas sciencias durante muito «tempo e que os melhores espiritos dos seculos pre- «cedentes haviam partilhado. A sua influencia sobre «a opinião tem dissipado erros, acceitos em nossos «dias, com um enthusiasmo que n'outros tempos tel- «os-hia perpetuado. Tão distantes da credulidade «que tudo faz admittir, como do preconceito que ar- «rasta a repellir tudo quanto se desvia das ideias «recebidas, têm sempre esperado prudentemente «sobre as questões difficeis e sobre os phenomenos «extraordinarios as respostas da observação e da «experiencia, promovendo-as pelos premios e pelos «proprios trabalhos. Pesando o valor d'ellas, tanto «pela grandeza e pela difficuldade d'uma descoberta,

«como pela sua utilidade immediata, e persuadidas, «por muitos exemplos, de que a descoberta mais es«teril na apparencia póde conduzir a consequencias «importantes, têm animado a investigação da ver«dade em todos os pontos, sem excluir os que, pelos «limites do entendimento humano, ser-lhe-hão sem«pre inaccessiveis. Finalmente do seio d'ellas têm «sahido essas grandes theorias que, pela sua gene«ralidade, estão acima do alcance ordinario e que, «difffundindo-se pela natureza e pelas artes por meio «de numerosas applicações, têm sido inesgotaveis «fontes de luzes e de gozos. Os governos illustra«dos, convencidos da utilidade das sociedades scien«tificas e considerando-as principaes fundamentos «da glória e da prosperidade das nações, têm-nas «instituido e estabelecido junto d'elles, para os es«clarecerem com as suas luzes, de que muitas vezes «têm tirado grandes vantagens.»

* * *

Astronomia Analytica. — Abre-se este periodo com a «chave de todos os descobrimentos mathe«maticos que podem fazer-se sobre a quantidade» (42). O espirito humano descobre o código da na-

(42) Assim se chama á Analyse nos *Estatutos da Universidade de Coimbra*, de 1772.

tureza. As leis da Mecánica sobem da terra aos céos. A Astronomia transforma-se n'uma verdadeira Mecánica Celeste e a Mecánica Celeste, «pela grandeza «dos objectos que abrange, pela fecundidade dos «resultados que produz e pela perfeição dos me«thodos que emprega, é a obra mais sublime que «tem sahido das mãos dos homens» (43).

Foi Descartes o primeiro que tentou elevar-se até ao principio universal que preside ao movimento da materia e de que derivam as leis dos movimentos celestes; Descartes que no seculo XVII ampliou consideravelmente os dominios da Algebra, da Mecánica e da Philosophia. O seu systema dos turbilhões, que apresentou em 1644, foi o primeiro vôo da intelligencia humana para a criação da Mecánica Celeste. Imaginou Descartes o universo povoado de turbilhões de materia subtil e collocou o sol no centro d'um e os planetas nos centros d'outros de menores dimensões. Resultava d'este systema que o primeiro turbilhão arrastava comsigo, ao redor do sol, os planetas com os seus satellites e com os seus turbilhões, como estes arrastavam os satellites. Era um systema erroneo; mas foi d'immensa vantagem para a sciencia, pois abriu-lhe uma estrada

(43) G. de Pontécoulant, *Th. anal. du syst. du monde.*

nova e coberta das flores da glória. Explicava apenas um ou outro facto isolado; mas revéla um genio emprehendedor e profunda meditação.

Póde dizer-se d'este philosopho o que d'elle disse Delille:

Il a guidé Newton, qui nous guide à son tour

A gloria de assentar a primeira pedra do vasto e magestoso edificio da Mecánica Celeste estava effectivamente reservada ao maior genio de todos os tempos e de todos os paizes, a Isaac Newton, a quem é devida a honra da humanidade, como disse Dumas na sessão da Academia das sciencias do Instituto de França, de 20 de setembro de 1869.

A attracção universal é a força que domina a natureza inteira, se não é a propria natureza. É a lei fundamental do systema do universo.

É certo que antes de Newton espiritos eminentemente philosophicos haviam presentido a existencia d'esta força. Parece haver existido até tal presentimento na mais alta antiguidade, apparecendo em Anaxágoras, em Plutarco, em Diógenes de Apollonia, em Platão, em Aristóteles, em Hipparco, em Demócrito e n'outros. Disse Copernico na obra *De Revolutionibus orbium cœlestium,* de que já fallámos: «Chamo gravidade um certo desejo na-

«tural proprio de todas as partes da materia, em «virtude do qual tendem estas a reunir-se, qualquer «que seja o lugar que occupem.» O distincto medico de Lisboa, Antonio Luiz, escreveu no seculo XVI: «Em virtude d'uma certa força, propensão ou «qualidade attractiva, conserva-se sempre imper«turbavel a ordem do universo, sem que se sepa«rem as suas partes componentes, como tendendo «todas para um centro commum por meio d'esta «força.» Na obra *De stellâ Martis* apresenta Képler sobre a attracção universal as ideias seguintes: «A «gravidade é simplesmente uma affeição corporea «e mutua entre os corpos, pela qual tendem a unir-se. «O peso dos corpos não é dirigido para o centro «do mundo, mas para o centro do corpo redondo «de que fazem parte; e, se a terra não fosse esphe«rica, os graves situados nos diversos pontos da sua «superficie não cahiriam para um mesmo centro. «Dous corpos isolados dirigir-se-iam, como dous «magnetes, um para o outro, percorrendo, para «juntarem-se, espaços reciprocamente proporcio«naes ás suas massas. Se a terra e a lua não fossem «sustentadas na distancia que as separa por uma «força animal ou por outra qualquer equivalente,

«cahiriam uma sobre a outra, percorrendo a lua $\frac{53}{54}$

«partes do caminho e a terra o resto, suppostas iguaes «as suas densidades. Se a terra deixasse de attra-«hir as aguas do oceano, dirigir-se-iam ellas para «a lua em virtude da força attractiva d'este astro. «Esta força, que s'estende até á terra, produz ahi «os phenomenos do fluxo e do refluxo do mar.» Hook percebeu tambem que os movimentos planetarios são o resultado d'uma força primitiva de projecção combinada com a força attractiva do sol. É certo tudo isto; mas o que é certo tambem é que foi Newton o primeiro que deu a fórmula precisa da grande lei. O que é certo é que foi elle quem criou a theoria da attracção universal (44). Por isso

(44) No principio de julho de 1867 communicou Chasles á Academia das sciencias do Instituto de França certos documentos autógraphos que attribuiam a Pascal as descobertas mais importantes de Newton e de Huygens.

Em quanto a Newton, provavam que durante a sua mocidade havia elle tido relações scientificas com Pascal; que este lhe havia communicado descobertas ignoradas pelos geometras francezes e entre ellas a da attracção universal; e que Newton havia empregado todos os meios para occultar estas relações, chegando até a dizer tão mal de Pascal, que, Luiz XIV, indignado, havia-lhe exigido, por intervenção de Jacques II, que se retractasse.

Instaurou-se então na Academia das sciencias do Instituto de França um processo para averiguar quem havia

lê-se no seu epitaphio, escripto n'um esplendido monumento de marmore elevado á sua memoria, em 1731, na egreja de Westminster:

Isaacus Newton, eques auratus,
qui animi vi prope divina,
planetarum motus, figuras,
cometarum semitas, oceanique æstus,
sua mathesi facem praeferente,
primus demonstravit.

---

sido o autor d'essas descobertas e especialmente da attracção universal. A Inglaterra e a Italia tomaram uma parte muito viva nos debates d'este processo.

Passados dous annos, na sessão de 13 de setembro de 1869, declarou Chasles que taes documentos eram falsos, como havia confessado o proprio sujeito que os havia fabricado e vendido. Na sessão immediata, de 20 de setembro, declarou Dumas, secretario perpetuo, que quasi todos os membros da Academia estavam convencidos, havia muito tempo já, de que Chasles era victima d'uma fraude; que elle Dumas nunca havia duvidado de tal; e que a Academia havia consentido, com impaciencia e mágoa, que se prolongasse tal discussão, unicamente por deferencia ao caracter de Chasles. Terminou Dumas dizendo:

«Nós que vemos d'uma parte, como accusados, Newton «e Huygens e da outra, como testemunhas unicas, peças «falsas e falsarios, não podemos continuar a attender ás «considerações que até aqui nos obrigavam a estar cala«dos. Não negaremos a estes grandes homens a justiça que

Dotado, em extremo gráo, do espirito geometrico, d'essa «qualidade rara e preciosa, sem a qual «não podem conservar-se, nem fazer progresso al«gum, os conhecimentos naturaes do homem, em «qualquer objecto que seja» (45), Newton estendeu até á lua as leis da quéda dos corpos na superficie da terra, determinando o espaço que ella percor-

---

«se faria ao mais insignificante cidadão. Quando a nossa «consciencia nos brada que está julgado o processo, é «dever nosso proclamal-o, porque somos os defensores da «verdade e os guardas da honra da sciencia. Convencida «de que nunca se rebaixa impunemente o que é grande, «a Academia das sciencias do Instituto de França asso«cia-se com prazer, pelo menos assim o penso, á Ingla«terra e á Hollanda, para dizer que em semelhante ten«tativa não soffreu, nem a glória, nem principalmente a «dignidade de Newton e de Huygens.»

Fallou depois Chevreul, que terminou assim:

«Está adquirida a certeza de que são falsos os documen«tos allegados para diminuir a glória de Newton e de «Huygens.»

Declarou então Chasles que sem difficuldade concordava em que, no estado actual das cousas, não podia dizer que qualquer das peças, que elle havia communicado, podia deixar duvida alguma e ferir conseguintemente Newton e Huygens.

Hoje não póde haver sombras sequer de duvida.

(45) *Estatutos da Universidade de Coimbra,* de 1772.

ria para a terra n'um curto intervallo de tempo, espaço que reconheceu ser igual, com pequenissima differença, ao que percorreria no mesmo tempo, se sómente estivesse sujeita á attracção da terra, supposta esta força a actuar sobre a lua na razão inversa dos quadrados das distancias. Não parou ahi o genio de Newton; percorreu os espaços de toda a natureza e descobriu uma força universal, em virtude da qual todas as moleculas da materia se attrahem na razão directa das massas e na inversa dos quadrados das distancias. Chegou á fórmula precisa da grande lei que sustenta nas suas órbitas todos os corpos. Combinando depois a força attractiva do sol com a impulsão primitiva que havia atirado os corpos celestes para os espaços, chegou ás leis a que a observação havia levado Képler. Assim a lei de Newton recebeu a sancção da observação. Eis pois completamente banido o empirismo. Newton completou o universo. Justo foi escrever Delille á memoria d'este heroe da humanidade o seguinte:

Loin d'un monde frivole et de son vain fracas,
De tous les vils pensers qui rampent ici-bas,
Dans cette vaste mer de feux étincelante,
Devant qui nostre esprit recule d'épouvante,
Newton plonge, il poursuit, il atteint les grands corps,
Qui, jusqu'à lui, sans lois, sans règles, sans accords,

Roulaient désordonnés sous les voûtes profondes:
De ces brillants chaos Newton a fait des mondes;
Atlas de tous ces cieux qui reposent sur lui,
Il les fait l'un de l'autre et la règle et l'appui;
Il fixe leurs grandeurs, leurs masses, leurs distances.

Para ideias tão sublimes e tão novas era necessaria uma linguagem igualmente sublime e igualmente nova. Appareceu e a obra completou-se. Foi a Analyse, que tão fecunda é, que «basta traduzir «n'esta lingua universal verdades particulares, para «ver brotar das suas expressões grande numero de «verdades novas» (46). Foi o calculo infinitesimal, «este admiravel auxiliar da intelligencia humana, «sem o qual o geometra teria talvez sossobrado «ante a grande descoberta da attracção universal, «como um homem vergado debaixo do peso d'um «thesouro, que não póde levantar por faltar-lhe a «força» (47). Não entraremos no pleito que Newton sustentou contra Leibnitz sobre a descoberta do calculo infinitesimal. Diremos apenas que a decisão da Sociedade Real de Londres foi favoravel a Newton; mas que não se acha sanccionada pelos geometras modernos. Como quer que fosse, é certo

(46) Laplace, *Exp. do syst. du monde.*
(47) G. de Pontécoulant, *Th. Anal. du syst. du monde.*

que Newton inventou methodos de calculo que concorreram para a criação da theoria da attracção universal.

Entre muitas outras escreveu Newton a immortal obra *Philosophiae naturalis principia mathematica,* que, tanto pela elegancia, como pelo grande numero de ideias originaes e profundas que têm sido os germens de brilhantes theorias, tem gosado sempre até hoje de superioridade sobre as outras producções do espirito humano, como vaticinou Laplace. Em Optica fez tambem importantes descobertas dignas do seu nome.

Aos trabalhos de Newton seguiram-se os de Huygens, d'Euler, de d'Alembert, de Bernoulli, de Clairaut, de Lagrange, de Laplace, de Poisson e de Wronski.

«Huygens foi um d'estes homens de genio a «quem a natureza concedeu o raro privilegio de «fazer progredir com passo egual a theoria e as applicações» (48). Descobriu a nebulosa d'*orion* e um satellite de saturno, não procurando outros por causa da extravagante persuasão, em que se achava, de que o numero dos satellites não podia exceder o dos planetas principaes, para haver har-

(48) F. Arago, *Biog. de Huygens.*

monia no systema do mundo; estabeleceu as leis do movimento do pendulo e a theoria das forças centraes; publicou o *Systema Saturnium* e um tratado sobre a luz; e finalmente prestou serviços immensos á Astronomia, á Optica, á Geometria e á Mecánica.

Euler, seguindo o espirito geometrico do grande Newton, abriu na Analyse caminhos novos e preciosos; lançou em maravilhosos methodos os germens de muitas das ideias com que os seus successores fundaram a theoria analytica do systema do mundo; foi o primeiro que apresentou o meio de calcular as desigualdades planetarias, introduzindo na sciencia o bello methodo da variação das constantes arbitrarias; achou magnificas fórmulas para determinar a rotação dos corpos solidos, completando por ellas o importante problema do movimento do eixo e do equador da terra relativamente ás estrellas.

D'Alembert, um dos genios mais brilhantes das mathematicas, subiu ás regiões mais sublimes da Mecánica e enriqueceu-a com ferteis conquistas; simplificou a Dynamica reduzindo-a mui facilmente á Estática; foi o primeiro que applicou a Analyse ás questões da precessão dos equinoxios e da nutação do eixo terrestre, mostrando estes dous phenomenos como simples consequencias necessarias

do principio da attracção universal, determinando pela theoria as suas leis e chegando até a deduzir as dimensões da pequena ellipse, que havia imaginado Bradley para representar o duplo movimento do eixo da terra. É certo que o seu methodo depende muito da synthese; mas deu a Euler occasião de aperfeiçoar a Analyse para esta questão.

Foi Bernoulli o primeiro que com vantagem se occupou do importante problema das oscillações periodicas do mar. Considerando a acção do sol e da lua, chegou a fórmulas approximadas, que grandes serviços têm prestado á navegação.

Clairaut occupa um lugar distincto na historia das sciencias pelas brilhantes descobertas na theoria do equilibrio e do movimento dos fluidos. Encetou a questão das perturbações do movimento elliptico d'um cometa que passa perto d'um planeta, e, por meio de calculos immensos, chegou a predizer a época da volta do cometa de Halley ao seu perihelio em 1759, confirmando por esta fórma bem segura a lei da attracção universal; apresentou uma solução particular do problema dos trez corpos, solução que applicou ao movimento da lua; e finalmente estabeleceu uma theoria mathematica da figura da terra.

Lagrange e Laplace foram dous vultos transcendentes a formar um genio. Seguindo direcções

inteiramente differentes, Lagrange enthusiasmado com a Analyse e Laplace surprendendo os segredos da natureza, trabalharam na mesma obra. Aperfeiçoaram ambos a Mecánica Celeste, obra realmente digna de dous genios assim.

O transcendente genio mathematico de Lagrange revelou-se bem cedo. Era uma criança de 16 annos (49) e já era professor de Mathematica na Escóla Real de Artilheria! Para elle a Analyse era a sciencia por excellencia; pelo *principio das velocidades virtuaes* reduziu a Mecánica a um ramo da Analyse e na Mecánica Celeste viu apenas uma nova carreira que para ella se abria. Os seus trabalhos são tantos e tão variados, que entendemos não dever enumeral-os. Diremos sómente que, graças aos cuidados de Serret e á protecção do ministro da instrucção publica, estão-se publicando em França as suas obras completas.

A Laplace deve a Mecánica Celeste os seus mais importantes resultados. O titulo mais nobre do marquez de Laplace é o de autor da obra *Mécanique Céleste*. É ella uma obra que em todos os tempos ha-de ser lida com profunda admiração, apezar de

(49) Delambre diz 16; mas outros dizem 15 e outros 19.

não serem hoje admissiveis muitas das ideias que apresenta, como a estabilidade do systema planetario pela invariabilidade dos eixos maiores das órbitas dos planetas, como a theoria das marés, que é incompleta, e como a theoria do plano invariavel. Temos citado, quasi em cada uma das paginas que deixámos escriptas, a sua outra obra *Exposition du systéme du monde,* que é tambem um florão da sua corôa. Prestámos assim este tributo de homenagem, já que nossas forças não nos permittem outro.

Poisson apresentou uma brilhante analyse sobre a permanencia dos pólos na superficie da terra e sobre a constancia da uniformidade da rotação diurna, demonstrando que as suas variações serão sempre insensiveis.

Wronski descobriu a lei suprema e apresentou a refórma da Mecánica Celeste. Considerando as forças inherentes aos corpos do systema, forças que chamou *technicas*, e as estranhas a esses corpos, fez derivar da harmonia de todas ellas a estabilidade do systema do mundo.

Houve n'este periodo muitos astrónomos distinctos, mas entre elles citaremos apenas William Herschel, porque são consideravelmente valiosos os seus trabalhos sobre o ponto d'esta dissertação.

Apresentar uma resenha dos trabalhos de tão illustre astrónomo seria escrever um tratado completo d'Astronomia.

* * *

Astronomia Physico-Chimica — Com a maravilhosa descoberta da analyse espectral nasce um ramo inteiramente novo na Astronomia.

Immenso é o campo que se offerece assim ao exame da observação. Os seus limites são os do universo inteiro. A luz é o unico guia que encontra quem pretende lá entrar e percorrel-o. É um oceano de luz onde não ha o perigo de naufragio.

Foi Newton quem mostrou a ponta do fio que mais tarde havia de dirigir a sciencia n'estas novas investigações. Descobriu Newton que as bellas côres do arco-iris são as componentes communs e necessarias da luz ordinaria. É-lhe devido o *espectro luminoso*, fonte brilhante do mundo das côres. Foi assim um dos fundadores da Optica moderna.

N'este ponto não deu a sciencia passo algum mais até ao começo do seculo actual. Em 1802 Wollaston e em 1815 Fraünhofer estudaram attentamente o espectro solar. Procurando n'elle alguns pontos fixos e independentes da natureza dos prismas, a que podessem referir as zonas e as côres do espectro solar, descobriram que estas não são con-

tinuas, mas interrompidas por um numero consideravel de raias escuras.

Foram assim descobertos os symbolos que haviam de indicar a composição chimica do sol. Começou o estudo que mais tarde devia fazer brotar um ramo novo na grande arvore da sciencia — a Chimica Celeste.—

Investigou immediatamente Fraünhofer se a producção e a disposição de semelhantes raias são devidas a alguma lei; mas não chegou a resultado algum satisfactorio. Escolheu depois as mais visiveis e mais distinctas para pontos de partida das investigações a que ia proceder n'este novo genero de trabalhos. Foram as oito principaes, que designou pelas oito primeiras letras do alphabeto, chegando a contar 600. Mais tarde David Brewster contou 2000 e hoje conhecem-se 3000 e tantas.

Dous physicos distinctos da Universidade de Heidelberg, Kirchoff e Bunsen, descobriram depois a verdadeira natureza de taes raias, chegando pela experiencia ao conhecimento do principio seguinte: «o espectro de qualquer luz artificial apresenta «na distribuição das suas raias, brilhantes e escu«ras, uma ordem invariavel, que fornece um ca«racter rigoroso para distinguir essa substancia «d'outra qualquer». Comparando depois os espectros que no estado ignito davam certas substan-

cias destinadas a ser comparadas chimicamente, chegaram ao conhecimento da seguinte lei chimica: «no espectro de qualquer elemento, que existe em «suspensão n'uma chamma, apparecem as raias se«gundo uma distribuição propria». Mostrou mais Kirchoff que, se entre o observador e o corpo incandescente existem vapores, apparecem grupos de raias escuras nos espectros e que o grupo d'estas raias produzido por cada vapor é identico, no numero e na posição, com o grupo das raias brilhantes que apparecem quando o vapor está luminoso.

Miller e Huggins, a quem é devida uma brilhante parte dos progressos que n'estes ultimos tempos tem feito n'este ponto a sciencia dos céos, estabeleceram os seguintes principios, que constitúem a base da interpretação que dão dos phenomenos observados nos espectros dos corpos celestes:

1.º «Um espectro continuo, cujas zonas não são «interrompidas por alguma raia escura ou brilhan«te, indica que a luz não sofreu modificação alguma «desde o astro até ao observador, mas não dá in«dicação alguma acêrca da natureza chimica da «fonte da luz correspondente, que é um corpo so«lido ou liquido incandescente;

2.º «Um espectro de raias brilhantes, separa«das por espaços escuros, mostra que a fonte da «luz é uma substancia gazosa e permitte descobrir

«se alguns elementos terrestres existem n'esses «mundos tão longinquos, pela simples comparação «d'essas raias com as dos espectros dados pelas «chammas terrestres;

3.º «Um espectro continuo, que interrompem «raias escuras, revéla que a fonte da luz é um «corpo incandescente, solido ou liquido, e que o «raio luminoso atravessa vapores absorventes.»

Taes são os principios estabelecidos hoje em materia tão importante, como maravilhosa, que observadores infatigaveis e investigadores activos hão enriquecido com seus esforços.

Balfour-Stewart, Foucault e o padre Secchi são nomes que abrilhantam as gloriosas paginas da historia contemporanea da Astronomia, como os seus trabalhos abrilhantam a sciencia e o universo.

De mais duas poderosas armas dispõe a Astronomia n'este periodo para as gloriosas conquistas de verdades tão surprendentes: a electricidade e a photographia.

A electricidade, Briareu que com os braços cobre a terra toda, desde as profundezas do oceano, aonde não chega a luz, até aos dorsos das montanhas, augmenta a vida do astrónomo, diminuindo a duração de muitas observações, e dá-lhe mais confiança nas proprias observações, permittindo-lhe leval-as até pequenissimas fracções de tempo.

A photographia, que é a luz a vencer o tempo como vence o espaço, deixa observar durante muito tempo phenomenos cuja duração é pequena.

* *
*

Ahi fica debuxada a historia dos maravilhosos progressos da Astronomia, cujos dominios serão ampliados de dia para dia, como têm sido até hoje.

Com o decorrer do tempo e com o concurso d'esforços sabios, criar-se-hão ramos novos n'esta sciencia; resolver-se-hão problemas que hoje assombrariam a imaginação; descobrir-se-hão novas leis; e verificar-se-ha a verdade e o erro dos conhecimentos velhos.

Ha-de apparecer a Physiologia Celeste e no planeta por nós habitado ha-de estudar-se em cada um dos outros a sciencia em cada um dos seus pontos.

A questão da unidade da materia e da unidade da força resolver-se-ha completamente, como outras de tanta monta; mas surgirão outras, que demandarão esforços novos.

O futuro está escripto no passado. As maravilhas dos progressos da Astronomia hão-de continuar. O espirito não póde parar. O movimento é universal. «Caminhar, caminhar sempre» é a grande lei da criação e da civilisação.

Não somos visionarios; mas nem orgulhosos. Está sempre presente á nossa meditação a sentença que entre as ultimas agonias proferiu o grande Laplace: «é pouco o que sabemos e immenso o que ignoramos» Os seculos futuros hão-de confirmar tal sentença, um dos mais preciosos legados que aquelle genio deixou ao mundo.

Caminhar pois.

* *
*

«E de notar que as verdades subministradas á «razão, que lhe dão actividade, que são como a «materia e a base fundamental do raciocinio, divi-«dem-se em tres especies:

«Primeiro, ha principios evidentes em que se «apoia o raciocinio nas demonstrações *a priori,* «unicas que merecem rigorosamente este nome. «As verdades d'elles logicamente deduzidas entram «por tal fórma no dominio da razão; a razão asse-«nhorea-se tão completamente d'ellas, que não as «póde considerar superiores a si ou antes fóra do «quadro que abrange.

«Segundo, ha factos da experiencia (50).

«Terceiro, ha os artigos da fé». (51).

---

(50) Acrescentamos «e da observação».

(51) Pedro Amorim Pianna, *Defeza do Racionalismo.*

Os principios da Astronomia pertencem evidentemente ás duas primeiras especies. Como ramo da Philosophia da natureza, a Astronomia não procura adivinhar só, examina o que presente; não dogmatisa, observa; não s'esconde no incomprehensivel, caminha logicamente de inducção em inducção. A natureza não se cobre com o véo dos mysterios; revela-se á razão e á observação.

Não ha mysterios na Astronomia; nem um. Ha segredos e muitos. Segredos não são mysterios: estes são superiores á razão e aquelles convidam-na ao trabalho; os mysterios são mysterios sempre, em todo o espaço e para todos e os segredos são descobertos com o trabalho e com o tempo, n'um ou n'outro ponto e por uma ou outra pessoa; o que é superior á razão nunca se comprehende e o estudo ensina o que se ignora. Segredos ha muitos na Astronomia e ha de haver sempre, como em toda a natureza; mysterios, nem um.

* *
*

Um dos problemas mais importantes de que se incumbe a Astronomia é incontestavelmente o movimento do centro de gravidade do systema planetario. A sua resolução indica a posição que occupamos no espaço e conduz-nos a noções exactas sobre a constituição do universo.

E este o problema que temos de resolver n'esta obra, que nos impõe, para ultimar a nossa carreira academica, um preceito de difficil cumprimento, mas abonado realmente por bem solidas razões.

Dividiremos a obra em trez partes, como nol-o indica o caminho que em todos os tempos tem seguido a Astronomia. Na primeira exporemos algumas noções sobre a constituição do universo e especialmente do systema planetario, noções indispensaveis para a resolução do problema que nos occupa. Na segunda applicaremos os principios da Mecánica ás condições do systema planetario. Na terceira consultaremos a observação e mostraremos os brilhantes resultados a que ella conduz, guiada pela theoria.

PARTE PRIMEIRA

La nature est le règne de la liberté, et pour peindre vivement les conceptions et les jouissances que fait naître un sentiment profond de la nature, il faudrait aussi donner à la pensée une expression libre et noble en harmonie avec la grandeur et la majesté de la création.

A. DE HUMBOLDT.

CAPITULO PRIMEIRO

Astronomia Planetaria e Cometaria

Systemas celestes e em especial o systema solar ou planetario. Planetas, satellites e planetoides ou asteroides. Cometas e corpos celestes diaphanos. Via lactea. Breves considerações sobre a harmonia do systema planetario.

O complexo de corpos celestes, comprehendidos n'uma determinada porção do espaço e ligados entre si por leis que regulem os seus movimentos, constitúe um *systema celeste,* cujo centro é o maior d'esses corpos. Um complexo d'estes systemas constitúe pela mesma fórma um systema d'ordem superior. O universo, «producto do movimento universal» (1), é o complexo de todos os systemas celestes, é *um systema composto d'uma infinidade de systemas.*

(1) Nelson, *Movitisme universel.*

Um d'estes systemas é o *solar* ou *planetario,* que é constituido tambem por outros. O sol é o seu centro. Circulam ao redor d'este astro, apresentando discos quasi circulares, os *planetas* e os *planetoides* ou *asteroides.* Ao redor de muitos dos planetas circulam pela mesma fórma os *satellites,* constituindo systemas secundarios, cujos centros são aquelles corpos. Produzindo phenomenos extravagantes e caprichosos ao primeiro volver d'olhos, movem-se outros corpos, que do seu aspecto receberam o nome de *cometas.*

Eis o *systema solar* ou *planetario,* que mais tarde mostraremos ser uma pequenissima fracção do universo.

* * *

Segundo a etymologia da palavra, *planeta* é um *astro errante;* pois tal é a significação da palavra grega πλανητης.

Para os antigos, eram planetas os astros que, sem pertencerem a uma constellação determinada, atravessavam muitas successivamente.

Para os modernos e como a sciencia hoje os considera, são corpos celestes que percorrem órbitas quasi ellipticas, em um de cujos fócos está o sol, e que recebem d'este astro todo o seu brilho. Formam o cortejo do rei do seu systema, que os pro-

tege com a luz, com o calor e a muitos com a vida. Distinguem-se ainda das estrellas, porque scintillam muito menos, especialmente em certa altura.

Os povos antigos conheciam apenas cinco planetas. Por elles, pelo sol e pela lua estabeleceram a semana, deduzindo d'elles os nomes para os dias. Eram mercurio, venus, marte, jupiter e saturno.

São estes os planetas que conheciam os Chaldeus e são tambem aquelles de que fallaram Platão, Pythágoras e Ptolomeu. Nos poemas de Homero e de Hesiodo vem apenas citado o planeta venus.

Um seculo antes da era christã, Artemidoro, que citam Strabão e Plinio, sustentava ser infinito o numero dos planetas e que não podiam distinguir-se por causa da distancia. Demócrito professava a mesma opinião e Séneca ia mais longe, fallando da possibilidade de serem descobertos outros planetas, além dos cinco conhecidos então.

Os antigos ignoravam as leis dos movimentos planetarios, como já dissemos. Os Egypcios attribuiam aos planetas qualidades beneficas ou maleficas e serviam-se d'elles para prognósticos. Para os Chaldeus eram presagios de irregularidades das estações, dos terremotos e d'outros factos d'esta ordem e tinham a importante missão de presidir aos nascimentos.

No estado actual da sciencia, distinguem-se pelas

dimensões dous grupos de planetas: os principaes e os pequenos planetas, os *planetas* propriamente ditos e os *planetoides* ou *asteroides*.

Os principaes conhecidos hoje com certeza são oito: os cinco que conheciam os antigos, a terra, urano, que W. Herschel descobriu em Bath no dia 13 de março de 1781, e neptuno, que, pelas indicações de Le Verrier, descobriu Galle em Berlim no dia 23 de setembro de 1846.

Segundo A. de Humboldt (2), formam os planetas dous grupos distinctos: os do primeiro, mercurio, venus, terra e marte, estão mais proximos do sol e uns dos outros; não são acompanhados por satellites, excepto a terra; e são de dimensões menores; bastante densos e pouco achatados; o segundo é formado por astros que se estendem até ás ultimas fronteiras do systema solar, desconhecidas ainda; centros todos de movimentos satelliterios; de dimensões mais consideraveis; com maior velocidade de rotação; menos densos e mais achatados que os primeiros.

Tomando para ponto de partida a orbiterra, F. Arago (3) estabeleceu tambem dous grupos: o dos

(2) *Cosmos.*

(3) *Astr. Pop.*

interiores, mercurio e venus, e o dos *exteriores.* Considerando effectivamente os phenomenos do systema solar como na realidade se passam, notaremos que aquelles circúlam em órbitas interiores e estes em órbitas exteriores á orbiterra. Considerando a apparencia d'estes phenomenos, chama F. Arago planetas *inferiores* os primeiros e *superiores* os segundos; porque as distancias angulares entre o sol e os primeiros, vistas da terra, ficam sempre comprehendidas entre limites fixos e entre os segundos podem ellas adquirir todos os valores, por fórma que, de tempos a tempos, acham-se estes planetas em pontos diametralmente oppostos ao sol.

Os planetas são representados pelos symbolos seguintes:

mercurio	☿
venus	♀
terra	♁
marte	♂
jupiter	♃
saturno	♄
urano	♅
neptuno	♆

O symbolo do sol é ☉.

De todos estes planetas o mais proximo do sol

é mercurio e o mais distante é neptuno, como mostra um quadro que adiante transcreveremos da obra *Traité élémentaire d'Astronomie Physique* de Biot (4). Modernamente tem sido ventilada, entre as mais elevadas difficuldades da theoria e da prática, a importantissima questão da existencia de um ou de mais planetas intramercuriaes. «Circularão um ou «mais planetas em órbitas interiores á de mercu-«rio?» foi o quesito proposto pela illustradissima Faculdade de Mathematica para a Dissertação Inaugural do Ex.mo Dr. Almeida Garrett. Percorrendo com o auxilio da Analyse os espaços intramercuriaes, expondo tão minuciosa, como claramente, todas as observações relativas a esta questão e confrontando com todo o rigor a theoria e as observações, finalmente depois d'um trabalho completo, chegou este nosso illustre amigo á seguinte conclusão:

«Baseando-nos em tudo o que fica exposto com «a necessaria extensão e que resumidamente deixá-«mos esboçado, affirmamos que os factos não são «conformes com a existencia de um planeta unico, «circulando em uma órbita interior á de mercurio, «principalmente se fôr de massa importante e que

(4) Tom. 5.

«faça desapparecer as anomalias originadas no mo-
«vimento d'este astro (5).

«Pesando pois estes argumentos que a Astrono-
«mia theorica e prática nos fornece, e em fim tudo
«o que se ha exposto com a sufficiente extensão no
«decurso do nosso trabalho, quer favoravel, quer
«adverso, julgamos não ser licito dar como pro-
«vada a existencia de planetas que circulem em
«órbitas inferiores á de mercurio; mas tambem não
«podemos asseverar que taes corpos não existem.

«É opinião nossa que a questão por emquanto
«se deve considerar indecisa; e acreditamos que,
«sendo empregados convenientemente os planos
«methodicos de observação que em resumo indicá-
«mos, ficaria ella resolvida, positiva ou negativa-
«mente, em uma época não muito remota.» (6)

O movimento real de todos os planetas é no mesmo sentido, do occidente para o oriente.

As suas órbitas são pouco excentricas e pouco inclinadas sobre a ecliptica.

As suas massas são representadas por pequenas fracções, sendo representada por 1 a do sol.

Tudo isto mostra o seguinte quadro, que transcrevemos da obra já citada de Biot:

---

(5) Pag. 161.
(6) Pag. 163.

Planetas	Distancias médias ao sol	Excentricidades	Inclinações sobre a ecliptica	Massas
☿	0,3870987	0,2056179	7° 0′ 8″,16	$\frac{1}{3000000}$
♀	0,7233322	0,0068334	3° 23′30′,75	$\frac{1}{401847}$
♁	1,0000000	0,01677046	0° 0′ 0″	$\frac{1}{354936}$
♂	1,5236910	0,0932616	1° 51′ 5″,08	$\frac{1}{2680337}$
⚳	5,2027980	0,0482388	1° 18′40″,31	$\frac{1}{1050}$
♄	9,5388520	0,0559956	2° 29′28″,14	$\frac{1}{3512}$
♅	19,1826390	0,0465775	0° 46′29″,91	$\frac{1}{24000}$
♆	30,0369700	0,0087195	1° 46′58″,97	$\frac{1}{14400}$

«John Herschel ensaiou, para fazer comprehen-
«der melhor as relações approximadas entre os vo-
«lumes e as distancias dos planetas ao sol, a hypo-
«these seguinte:

«Se estivesse sobre um terreno descoberto um
«globo de 60 centimetros de diametro, a represen-
«tar o sol, seria necessario para representar *pro-*
«*porcionalmente* os planetas, indicar:

«mercurio por um grão de mostarda a 28 metros
«de distancia,
«venus por uma ervilha a 50,
«terra por outra » 75,
«marte por uma cabeça grande de alfinete a 114,
«jupiter por uma laranja de dimensões médias a
«400,
«saturno por uma laranja pequena a 644,
«urano por uma cereja grande » 1205,
«e neptuno por uma ameixa grande » 16010 (7).

Divisam-se manchas nos discos de venus, de marte e de jupiter. As manchas escuras de venus são persistentes como a da lua e parecem ser devidas á natureza das regiões correspondentes do planeta. As de marte são distinctas sómente nos

(7) A. de Guynemer, *Dictionaire d'Astronomie.*

pólos, cuja côr alvadía parece indicar acervos de neve como nos pólos terrestres. Em jupiter descobrem-se listões brilhantes no seu equador e manchas escuras, que parecem dotadas d'um movimento independente da rotação d'este planeta. Segundo W. Herschel, as regiões polares de saturno apresentam côres mais ou menos brancas, confórme o sol as tem illuminado durante mais ou menos tempo. Crêmos que, se não são vistas manchas semelhantes em urano e neptuno, é em virtude da immensa distancia em que se acham estes planetas; e emquanto a mercurio, é talvez por este planeta estar muito proximo do sol, mergulhado quasi sempre nos seus raios.

Chamam-se, em geral, *satellites* todos os corpos celestes que circulam ao redor d'um outro mais consideravel; mas no systema planetario são corpos que circulam ao redor dos planetas como estes circulam ao redor do sol.

Como já dissemos, são mercurio, venus e marte os unicos planetas que não são centros de movimentos satelliterios.

Quem, desde os seus primeiros dias, não conhece a lua?.. A confidente mais segura dos segredos mais intimos e mais castos do coração?.. A companheira fiel da terra, cujas trevas tantas vezes vem

dissipar?.. A «pupilla de Deus» (8)? O astro que João de Lemos cantou assim:

«Amo o tibio clarão do argenteo disco,
«Porque a luz do luar não céga os olhos,
«Como faz a do sol, porque me deixa,
«N'esse lago d'anil, por onde esplende,
«Namorar-lhe a belleza.

«Amo as rosas do céo, que se emmurchecem,
«Quando a lua vaidosa as vai pizando,
«Amo as nuvens c'os seios bipartidos,
«De respeito alastrando eburnea senda
«Á rainha dos astros»?

Conhecem-na todos. «Astro da meditação e do «mysterio por excellencia, o facho destinado a il-«luminar as noutes terrestres tem tido sempre o «privilegio de attrahir os olhos e os pensamentos. «Parece que, reinando no imperio do silencio e da «paz, é mais solitaria que outro qualquer astro; a «sua luz branca e languida como a da neve, vem «arraigar ainda a primeira impressão; fica no pen-«samento como a representar a propria noute» (9).

(8) João de Deus.
(9) Camille Flammarion, *Les merveilles célestes.*

É o unico satellite da terra. Descreve ao redor d'este planeta quasi uma ellipse, cuja excentricidade é 0,0548442, cuja inclinação sobre a ecliptica é de 5°8′47″ e sobre o plano do equador lunar de 1°28′45″. A distancia do centro da lua ao centro da terra é de pouco mais que 60 raios terrestres, de sorte que «uma ponte de 30 terras conduziria «até lá» (10). A sua massa é representada pela fracção $\frac{1}{88}$, sendo representada por 1 a da terra.

O tempo da sua rotação ao redor do seu eixo é quasi igual ao da sua revolução ao redor do seu planeta e seria completa esta igualdade, se desigualdades periodicas não viessem affectar esta revolução. Resulta d'estas circumstancias que escaparão sempre á nossa vista $\frac{3}{7}$ da superficie inteira da lua.

«Um espectador, collocado ao longe no espaço, «avistaria a lua, como um *immenso pendulo,* a li«brar-se para a terra, cuja attracção fórça a parte «alongada do satellite a voltar-se incessantemente «para ella» (11).

---

(10) Obra da nota ant.

(11) A. de Guynemer, *Dict. d'Astr.*

É extremamente provavel, tão provavel quanto póde desejar-se no estado actual da sciencia, que esta igualdade se estenda a todos os satellites. Effeito da attracção universal, do «amor dos corpos» (12), é tambem este phenomeno indicio da malleabilidade primitiva dos satellites, cujas massas foram então alongadas para os planetas que os attrahiam.

O disco da lua apresenta manchas escuras, que foram divididas em trez cathegorias principaes: *mares*, *montanhas* e *cordilheiras*.

Os mares lunares são espaços pardilhos e extensos, cujo aspecto é differente do que apresentam as manchas reconhecidas por montanhas. *Mare humorum, oceanus procellarum*, *palus nebularum, mare serenitatis* e *mare fecunditatis* são nomes de alguns d'estes mares. Hevélius, que apresentou uma descripção minuciosa da lua na obra *Selenographia,* e Riccioli especialmente, deram ás principaes montanhas da lua os nomes de certos lugares principaes do nosso planeta e de alguns homens célebres. Platão, Archimedes, Tycho-Brahé, Copernico e outros lá têm os seus nomes nas cartas lunares.

Jupiter é acompanhado por quatro satellites, que

(12) Eugène Nus.

Galileu chamou *astros de Médicis:* o primeiro é amarello e mais brilhante que todos os outros; o segundo um pouco azulado; o terceiro amarellado e, se não fosse o brilho do seu planeta, seria sempre visivel para a vista desarmada; o quarto finalmente apresenta uma côr vermelha carregada. No *systema joviano* dá-se uma circumstancia mui digna de notar-se: o segundo satellite é mais denso que o proprio planeta. Os eclipses dos trez primeiros satellites são frequentes; mas «não podem ser simul«taneos» (13). São menos frequentes os do quarto por causa da sua inclinação sobre o equador do planeta.

Saturno está collocado dentro d'um annel, que póde considerar-se um aggregado de satellites ligados entre si invariavelmente, e é centro dos movimentos de oito satellites, cujos nomes são: mimas, encélado, thétis, diana, rhéa, titan, hyperion e japheto. Mimas, que de todos os satellites é o que está mais proximo do planeta respectivo, offerece ainda o unico exemplo d'uma revolução completa em menos de 24 horas, em $22^h\ 37^m$ e 22^s.

Para urano gravitam oito luas e para neptuno duas.

---

(13) 6.ª das theses que nos propomos defender em Mecánica Celeste.

Os satellites percorrem, como os planetas, órbitas pouco inclinadas sobre a ecliptica, movendo-se do occidente para o oriente; só o *systema uraniano* offerece uma excepção extremamente curiosa. Os satellites de urano percorrem do oriente para o occidente órbitas quasi perpendiculares sobre a ecliptica. Anomalia singular!.. Será por ficar urano nos confins do systema planetario, onde a força attractiva do sol é realmente muito pequena?... Não o sabemos; crêmos todavia que não é esta a unica causa de ser o movimento d'estes satellites *em sentido contrario* ao dos outros.

Harmonia admiravel entre as formações celestes e as organicas! «Evidentemente a natureza procedeu nas formações celestes como no reino da vida «organica, onde tantas vezes apparecem as classes «secundarias a reproduzir os typos primitivos» (14).

Planetoides ou *asteroides* são pequenos corpos planetarios, que hão sido descobertos desde o começo do seculo actual. Offerecem a apparencia d'estrellas de 8.ª a 11.ª grandeza e, segundo as melhores observações, os seus diametros não excedem $\frac{1}{12}$ do

(14) A. de Humboldt, *Cosmos*.

terrestre. As suas distancias ao sol estão comprehendidas entre a de marte e a de jupiter. Parece que estão a separar os dous grupos estabelecidos por A. de Humboldt. Na hypothese de John Herschel, de que fallámos, ha pouco, devem ser representados por grãos d'areia collocados desde a distancia de 175 até 210 metros. As suas órbitas, que percorrem segundo as leis dos planetas, têm inclinações mui variadas sobre a ecliptica; cortam-na todavia sempre no mesmo ponto. Em alguns esta inclinação e a excentricidade são muito consideraveis. Segundo os calculos de Le Verrier, as massas de todos os planetas não excedem $\frac{1}{4}$ da massa terrestre, porque, se o excedessem, a sua attracção teria produzido no movimento do perihelio de marte desigualdades maiores que as reconhecidas até hoje.

Olbers suppoz que estes corpos eram estilhaços d'um planeta extincto por uma causa fortuita.

Os primeiros planetoides descobertos foram:

Ceres ç, por Piazzi, em Palermo no 1.º de janeiro de 1801,

Pallas ♀, por Olbers, em Bremo no dia 28 de março de 1802,

Juno ⚵, por Harding, em Lilienthal no 1.º de setembro de 1804,

Vesta ⚶, por Olbers, em Bremo no dia 23 de março de 1807.

Hoje são conhecidos 106, pelo menos. Ainda em abril do corrente anno foi descoberto um em Marselha.

* * *

Estrella crinita — eis a significação etymologica da palavra *cometa,* em grego κομήτης.

Para Xenophánes e Théon d'Alexandria eram os cometas *nuvens errantes de luz.*

Assassinos, incendiarios, vagabundos que espalhavam a destruição e a morte pelos espaços celestes, ferozes inimigos de toda a criação eram os cometas para muitos, entre os antigos!.. Em 837 Luiz, o Pio, de França, aterrou-se com a apparição d'um cometa por fórma tal, que mandou erigir muitos conventos para chamar a Divindade em seu auxilio contra inimigo de tanto perigo!... O papa Calisto III fez conjurar o cometa de 1456!.. Whiston lembrou-se de attribuir a um cometa o diluvio de Noé!.. E todavia os annaes da Astronomia Chineza, que se estendiam desde o anno 613 antes da era christã, achavam-se enriquecidos já com muito minuciosas particularidades e com importantes documentos acêrca dos cometas!... O homem, cego pela pretensão de que a criação inteira havia appa-

recido para elle só e considerando o universo um vasto theatro para as suas delicias e para os seus gozos, via nos cometas apenas castigos para os seus crimes ou preludios de taes castigos!..

Já démos noticia das ideias de Tycho-Brahé n'este ponto, ideias que foram acceitas por Képler. Para estes dous astrónomos eram os cometas verdadeiros corpos celestes que percorriam ao redor do sol ellipses muito alongadas, obedecendo ás leis dos movimentos planetarios. Para Képler havia «mais co-«metas no céo que peixes no oceano» (15)!.. Newton e Laplace vieram corroborar a hypothese de Tycho-Brahé e as leis de Képler.

Hevélius, na sua *Cometographia,* em 1668, em paginas ricas d'erudição, apresentou a ideia, inteiramente nova então, de que eram parabólicas as órbitas cometarias.

Cassini considerou o cometa de 1652 uma formação recente e composta d'emanações provenientes da terra e dos outros planetas. Este astrónomo, que havia substituido as ellipses de Képler, nos movimentos planetarios, por curvas a que deu o *modesto* nome de *cassinoides,* teve tambem a singular ideia de collocar na estrella *sirius* o centro do movimento do cometa de 1664.

---

(15) A. de Humboldt, *Cosmos*.

Ha poucos annos ainda, appareceu a theoria de Ch. Nagy, cujo germen já descobrímos entre alguns filhos da escóla Pythagórica (16), e em Galileu (17), «theoria que nos parece muito verosimil» (18). Os cometas, «estes protheus, estes camaleões dos céos» (19), são simples phenomenos luminosos, illusões opticas, imagens do sol produzidas por corpos celestes diaphanos e pelas atmospheras planetarias. Estas, como aquelles corpos celestes, são verdadeiras lentes que existem nos espaços.

Se a alguns parecer extraordinaria esta theoria, lembrem-se de que «as ideias extraordinariamente «grandes são acolhidas sempre como desatinos» (20).

De quatro ordens são os phenomenos que offerecem os cometas: os da sua visibilidade e apparição, os do aspecto, os da luz e finalmente os do movimento.

Da terra são visiveis os cometas, só quando occupam o perihelio, um pouco antes e um pouco

---

(16) Pag. 12.

(17) Pag. 43.

(18) 5.ª das theses que nos propomos defender em Astronomia Physica.

(19) Ch. Nagy, *Cons. sur les cométes ou Élém. d'une Cométologie.*

(20) Nelson, *Movitisme universel.*

depois. A sua apparição, em geral, é súbita, como é algumas vezes a desapparição; mas em geral vão desapparecendo lentamente. A duração da sua visibilidade é curta quasi sempre, mas varía consideravelmente, estendendo-se desde alguns dias até cem e mais ainda.

Tres partes bem distinctas constitúem os cometas: o *nucleo,* a *cauda* e a *crina* ou *nebulosidade.* O nucleo é a parte principal e mais intensa; cerca-o uma aureola luminosa, que é a crina. A cauda é um rastilho mais luminoso que a crina. Têm sido observados alguns cometas sem cauda e sem nucleo apparente, mas nunca sem crina. Dous ou trez têm apparecido com duas caudas, a mais curta das quaes era dirigida para o sol. Algumas vezes apparecem as caudas divididas em duas, trez ou mais porções, até sete, sendo esta divisão feita por linhas escuras. É consideravel a differença entre as grandezas, tanto dos cometas inteiros, como das suas partes; nos nucleos porém não são muito grandes estas differenças. Os nucleos mudam de fórma, de grandeza e de brilho. Varía o aspecto das caudas e das crinas em cada instante, transformam se umas nas outras e á custa d'uma d'estas desenvolve-se a outra. Os nucleos algumas vezes têm a fórma de fócos d'incendio e as caudas parecem muitas vezes agitadas pelo vento. Os cometas são perfeitamente diaphanos

em todas as suas partes e tanto, que atravez d'elles são visiveis as estrellas, ainda as de luz mais fraca. Não refrangem a luz.

É variavel a intensidade da luz dos cometas, luz que não é propria. Os cometas vistos nas vizinhanças do sol são tão brilhantes como elle, se não são mais ainda. Á proporção que vão-se desviando do sol, vai desapparecendo a sua luz, que desapparece completamente quando chegam á distancia da órbita de jupiter.

Em geral é rapido o movimento dos cometas, cujo sentido é directo ou retrogado, isto é, do occidente para o oriente ou do oriente para o occidente. Movem-se n'este sentido tantos, quantos n'aquelle: circumstancia que deve ser notada muito especialmente. As observações não têm podido dar directamente as órbitas de todos os cometas, porque é muito diversa a duração da sua revolução, estendendo-se desde trez annos e quatro mezes, como tem lugar no cometa d'Encke, até milhares de seculos. Segundo as observações, as distancias perihelias estão comprehendidas entre 0, 006 e 4, sendo 1 a distancia média da terra ao sol; a inclinação das suas órbitas entre 0° e 90°; a longitude dos nodos ascendentes e a do perihelio entre 0° e 360°.

Eis os phenomenos cometarios; segue-se agora a theoria que os explique.

Eis o «como»; venha o «porque». Realmente é muitas vezes consideravel a distancia d'este áquelle.

O «porque» é a theoria de Ch. Nagy, que é a que mais se harmonisa com todos estes phenomenos. Senão é, venha a resposta a estas perguntas que elle apresenta na sua obra já citada:

«É verosimil, é possivel que uma materia qual-«quer no espaço possa assumir uma figura seme-«lhante á d'um cometa?

«Póde conceber-se, é possivel que um corpo ce-«leste sujeito ás leis geraes possa conservar uma «fórma semelhante á d'um cometa?

«É verosimil, é possivel que uma materia qual-«quer, constituida em corpo celeste, possa passar «por transformações incessantes e bruscas, como «as dos aspectos dos cometas?

«Póde conceber-se, é possivel que um corpo ce-«leste, sujeito ás leis da Mecánica e da Physica, «seja dotado d'uma certa força interior, que lhe «seja inherente e que determine as transformações «observadas nos cometas, isto é, póde um cometa «transformar-se pela sua propria vontade, por uma «força inteiramente sua e independente das forças «exteriores?

«Póde conceber-se, é possivel que haja forças «differentes espalhadas no espaço a actuarem sem-«pre n'um sentido, n'uma direcção e com certa in-

«tensidade sempre, como lhes fôr imposto, para «transformarem os cometas em qualquer parte em «que se achem?

«É verosimil, é possivel que um corpo celeste, «gyrando ao redor do sol segundo as leis conheci-«das, possa manifestar nas suas condições de visi-«bilidade modificações tão excepcionaes, como ma-«nifestam os cometas?

«É possivel que os cometas possam subtrahir-se «ás leis que regem a visibilidade dos corpos celes-«tes e póde a sua luz sofrer modificações differen-«tes das que são conhecidas pelos phenomenos ge-«raes e pelos principios da sciencia?»

Se os cometas não são realmente imagens do sol, venha ainda a resposta á seguinte pergunta:

Onde estão as imagens do sol que, segundo os principios da Optica, *necessariamente* hão-de ser formadas pelas atmospheras planetarias, cuja existencia está posta fóra de qualquer dúvida pela analyse espectral?

A theoria de Ch. Nagy, além de explicar todos os phenomenos cometarios, mostra a harmonia entre estes e os planetarios!

E os corpos celestes diaphanos?... Como mostrar a sua existencia, se estão lá nos espaços e não são visiveis?... São planetas?... Como descobrir os seus movimentos?... De que substancia são formados?...

Eis as dúvidas que surgem contra a brilhante theoria de Ch. Nagy, dúvidas que, por serem a negação de toda a sciencia, constitúem o triumpho mais brilhante de tal theoria.

Qual é a natureza da força?

Ignora-se; todavia a força é estudada e medida pelos seus effeitos; todavia a Mecánica é uma sciencia.

Quem vê o ether?... Quem o apalpa?...

Ninguem; todavia a sciencia hoje não póde duvidar da existencia d'este «verdadeiro Protheu que, «revestindo todas as fórmas, se revéla ao astróno-«mo no phenomeno da gravidade, como já se re-«velou ao physico debaixo da fórma de luz e ca-«lor» (12).

Ninguem vê o ether, ninguem o apalpa; todavia é elle um dos principios geradores do equilibrio dynamico do universo.

Ninguem vê o ether, ninguem o apalpa; todavia na luz a theoria das ondulações é acceita por todos; todavia a Optica é hoje a theoria das ondulações.

Ninguem vê o ether, ninguem o apalpa; todavia a theoria dynamica do calor é confirmada pelas

---

(21) Dr. José Falcão, *Dissertação Inaugural.*

experiencias; todavia a Thermodynámica tem já hoje os fóros de sciencia.

Quem póde tocar o sol, as estrellas e o universo?

Ninguem; todavia a intelligencia humana descobre a sua constituição physica e a sua composição chimica. A luz, que guia o genio n'estas investigações, não póde guial-o tambem no estudo dos phenomenos cometarios?

Quem vê, quem apalpa Deus, a causa primária do universo inteiro?

Ninguem; todavia ninguem duvída, ninguem póde duvidar da sua existencia.

Que importa que não vejamos os corpos celestes diaphanos, se os cometas apparecem como consequencias da sua existencia?

Que importa que não sejam conhecidos, antes dos movimentos cometarios, os movimentos dos planetas diaphanos, se estes movimentos são manifestados por aquelles?

Que importa que não se saiba de que substancia são formados os cometas, se no estado actual da sciencia não é licito considerar a natureza composta toda dos elementos terrestres? Quem é autorizado a confundir a terra com a natureza inteira?

«O caracter essencial das leis scientificas é a im-
«mutabilidade. Estas leis não admittem, nem reco-

«nhecem excepção; não transigem; não são diplo-«matas» (22).

As leis scientificas não são obra do homem; são estabelecidas pelo Criador Supremo e descobertas por aquelle. Na sciencia apparecem pela fórma por que appareceu a theoria de Ch. Nagy sobre os cometas.

«Nota-se primeiramente que a cousa é assim; as «observações repetidas, numerosas e combinadas «com as experiencias estabelecem que a cousa é «assim e não d'outra fórma; na certeza da constan-«cia e da permanencia de tal estado da cousa, pro-«cura-se a sua causa e chega-se a demonstral-a exa-«ctamente, provando-se evidentemente que a cousa «deve ser assim e não póde ser d'outra fórma. É «decretada a lei; é a transição natural das obser-«vações acêrca dos phenomenos da natureza para «a natureza das cousas.

«Para elucidar por meio d'um exemplo o anda-«mento da descoberta d'uma lei scientifica, tome-«se, como faz toda a gente, um simples triangulo. «Acha-se que a somma dos angulos internos d'um «triangulo qualquer, tomado por acaso, é igual a

(22) Ch. Nagy, *Cons. sur les cométes ou Élém. d'une Cométologie.*

«180°; tomam-se muitos triangulos de aspecto dif-
«ferente e acha-se ainda igual a 180° a somma dos
«trez angulos; vê-se finalmente que não ha um trian-
«gulo que não dê o mesmo resultado, qualquer que
«seja a proporção entre os trez angulos, tomados
«dous a dous. Não é ainda isto uma lei; o trian-
«gulo é assim. Chega-se depois a demonstrar por
«meio da analyse, por meio da synthese, por cem
«modos differentes, que o triangulo deve necessa-
«riamente reunir 180° nos seus trez angulos, nem
«mais, nem menos, e que é absolutamente impos-
«sivel deixar de ser assim. Está estabelecida a
«lei» (23).

Procedeu assim Ch. Nagy. Havemos de acceitar como verosimil a sua theoria sobre os cometas ou rejeitar a sciencia. Uma das duas.

Facto extraordinario é a historia da Astronomia Cometaria!... Phenomenos tão simples por si e cobertos, durante tantos seculos, pelo véo do segredo!

«Em quanto a Astronomia, em geral, caminha
«com passo seguro atravez dos seculos, um dos
«seus ramos, a Astronomia Cometaria retrogra-
«da» (24)! É o que nos mostra a historia; mas Ch.

---

(23) Ch. Nagy, *Cons. sur les cométes ou Élém. d'une Cométologie.*

(24) Ch. Nagy, obra da nota ant.

Nagy deu n'este ponto um impulso vigoroso á sciencia.

* * *

Nas noutes lindas vê-se uma faxa irregular da alvura do leite estendida sobre o céo. Qual *rio de leite,* dirige-se no sentido do oriente, formando com a linha equinoxial um angulo de 63°, de *cassiopeia,* onde apresenta uma largura de 20°, para *perseu* e *auriga,* passando entre *tauro* e *géminis* e depois entre *procyon* e a estrella α de *orion,* atravessando o *cão maior* acima de *sirius;* e no sentido occidental, dirige-se para *cepheu* e *cysne,* passando entre *cepheu* e *lagarto,* em cujo intervallo apresenta no seu interior um rasgão, que parece uma *ilha* n'este *rio.* Em cysne divide-se em dous ramos: um passa debaixo de *lyra,* atravessa *ophiucus* e vae até *antáres* d'*escorpião;* o outro caminha para *aguia,* para *escudo de Sobieski,* para o solsticio do inverno e para as estrellas de *sagittario,* reunindo-se ahi ao primeiro ramo por uma banda estreita. No hemispherio austral atravessa *cruz do sul,* onde manda um ramo para *lobo, navio* e *licorne.* Apresenta alguns outros rasgões além do que já apontámos.

Este *rio de leite* é a *via lactea,* a que os astrónomos dão muitas vezes o nome de *galaxia.* É a estrada que para o Olympo seguiam os Deuses da mythologia.

Manilius e depois Demócrito diziam que o brilho d'esta parte do céo provinha d'um aggregado d'estrellas prodigiosamente distantes, cujas imagens se confundiam.

Argelander notou que as estrellas brilhantes são mais numerosas na região da via lactea, que nas outras partes do céo.

Herschel, que andou a medir os céos, contou milhões d'estrellas na via lactea! Em certas partes, só na profundeza d'esta faxa, chegou a contar 500 collocadas na mesma linha, havendo entre duas consecutivas o intervallo que separa o systema planetario da estrella mais vizinha.

O systema planetario está collocado no interior d'este annel, um pouco excentricamente, pois está mais proximo da região *cruz do sul,* que da região *cassiopeia.*

* *
*

Maravilha surprendente é a harmonia do systema planetario!

No centro o sol a segurar todos os planetas nas suas órbitas!

Todas estas ellipses pouco excentricas!

Os planetas a segurarem os satellites pela mesma fórma!

As órbitas satelliterias igualmente pouco excentricas!

Os movimentos planetarios todos no mesmo sentido! Todos no mesmo plano quasi!

Os movimentos de quasi todos os satellites no mesmo sentido que os dos planetas!

A duração da rotação dos satellites igual quasi á da revolução ao redor do seu planeta!

Os cometas a mostrarem nos espaços celestes phenomenos que observamos sobre a terra!

Tantas maravilhas são devidas ao acaso?

São resultado d'um agente universal e de leis supremas?

Foi o acaso a causa primitiva de todos estes movimentos?

Foi um criador infinito?

Póde apostar-se milhares contra um, como mostra Laplace, a favor d'um agente universal, de leis supremas e d'um criador infinito contra o acaso.

Para um agente universal, para leis supremas e para um criador infinito um oceano de probabilidades; uma gota para o acaso. O infinito contra um.

Demais, acaso tão admiravel só decretado por uma intelligencia infinita!

* *
*

CAPITULO SEGUNDO

Astronomia Solar

Constituição physica do sol. Manchas, fáculas, lúculas e movimento de rotação. Analogias com os planetas. Parallaxe e distancia á terra. Dimensões e peso.

Sol!
Esplendido globo!
Luzeiro do mundo (25)!
Coração do universo (26)!
Primeiro ministro do Omnipotente (27)!
Vulcão acceso (28)!
Calor, luz e vida!
Fóco da criação!

Ta présence est le jour, la nuit est ton absence;
La nature sans toi c'est l'univers sans Dieu (29)!

---

(25) Copernico.
(26) Théon, de Smyrna.
(27) Byron.
(28) A. A. Soares de Passos.
(29) Chènedollé.

Newton devêra ser o seu nome, já que nomes d'astrónomos célebres são os das montanhas lunares!

Mais de 2000 annos já lá vão desde que o sol é alvo das brilhantes imaginações dos philosophos e das observações aturadas dos astrónomos!... Tem chamado a attenção do sabio, como tem chamado a vista!... E para conhecel-o tem o sabio empregado tantos esforços, quantos sacrificios faria o cego para vel-o!... E questões novas a succederem-se a questões não resolvidas ainda!... E a terra a cobrir-se de vastos edificios em que possa surprender um segredo do seu monarca!... E um segredo descoberto a arrastar o espirito para novos!... E assim em todos os tempos!... Ha mais de 2000 annos!...

Tem variado tambem o ponto de vista sob que se tem estudado este astro.

«É o sol um fogo puro?

«É um fogo grosseiro?

«E um fogo que se alimenta por si?

«É um fogo eterno?

«É um fogo que póde apagar-se?»

Eis as questões para que gravitavam os trabalhos dos antigos.

Diz Plutarco que Anaximandro, nascido em Mileto 610 annos antes da era christã, havia sustentado ser o sol *um carro cheio de fogo vivissimo que*

sahia por uma janella redonda (30). Diógenes Laërcio attribúe a Anaximandro simplesmente a opinião de ser o sol *um fogo puro.*

Anaxágoras, nascido 500 annos antes da era christã, considerou o sol *uma pedra afogueada,* segundo refere Plutarco, e segundo Diógenes Laërcio, *fogo quente.*

Para Archelaüs, 448 annos antes da era christã, foi o sol *uma estrella maior que as outras.* Brilhante conjectura!

Zenão, o fundador da escóla estoica, suppol-o ainda *um fogo puro.*

É attribuida a Epicuro, tão conhecido pelo célebre systema dos atomos, a opinião de que o sol era acceso de manhã e apagado á noute nas aguas do oceano; mas, segundo Plutarco, entendeu Epicuro que o sol era formado por uma massa terrestre, porosa e incandescente.

Galileu suppoz este astro luminoso por si mesmo e cercado por um fluido subtil e elastico.

Scheiner cercou o sol d'um oceano de fogo com movimentos tumultuosos, com abysmos, com rochedos e com procellas.

---

(30) Pag. 9.

Hevélius acrescentou-lhe ainda uma atmosphera sujeita a *gerações* ou *corrupções* semelhantes ás que têm lugar na atmosphera terrestre.

A Huygens parecia que a questão sobre a natureza da porção incandescente do sol reduzia-se a saber se era solida ou liquida. Inclinava-se elle muito á opinião de que era liquida, opinião partilhada depois por Buffon e por Laplace.

La Hire suppoz o sol uma massa fluida, em que *fluctuavam* corpos escuros.

Fontenelle substituiu os corpos *fluctuantes* de La Hire por um nucleo solido e negro. «Serão «os phenomenos os mesmos que na hypothese de «La Hire, admittindo-se o fluido em movimento «por fórma que, ora cubra toda a massa solida, ora «deixe descoberta uma porção maior ou menor», dizia elle.

Maupertuis comparou estes corpos *fluctuantes* a escórias.

Gascoigne suppoz ao redor do sol um grande numero de corpos quasi diaphanos, que percorriam circulos de diametros differentes com velocidades desiguaes e tanto maiores, quanto menores fossem as dimensões das suas órbitas. Muitas vezes achar-se-iam em conjuncção dous, trez, e mais de taes corpos, segundo elle entendia.

Derham apresentou a ideia d'*erupções vulcanicas* no sol.

F. Wollaston admittiu no sol cratéras de vulcões nos cumes de montanhas muito elevadas.

Lalande estabeleceu que as partes solidas e escuras do sol eram cobertas por uma materia luminosa, em que tinham lugar especies de marés, podendo assim apparecer, de tempos a tempos, na superficie do fluido rochedos enormes.

O Dr. Elliot emittiu a opinião de que o sol era formado por um corpo solido, negro e cercado por uma materia luminosa. Tal opinião foi apresentada depois pelo Dr. Simmons como prova de desarranjo nas faculdades intellectuaes do Dr. Elliot, quando este foi accusado no Tribunal de Old-Bayley como assassino de miss Boydell.

Sem se affligirem com o parecer do Dr. Simmons, Wilson, Bode, Michell, Schroëter e W. Herchel seguiram a opinião do Dr. Elliot.

Herschel entre o nucleo escuro e a *photosphera,* entre o corpo solido e a camada exterior de nuvens phosphoricas, collocou uma outra atmosphera mais compacta e muito menos luminosa. Esta opinião, se não teve um geral assentimento, reinou pelo menos, durante muitos annos, no espirito de grande numero d'astrónomos como a mais provavel. Ainda em 1865 Ed. Dubois considerava esta hypothese

como a mais racional sobre a constituição physica do sol (31).

A analyse espectral, cujas leis expozemos já n'outra parte (32), conduziu ao conhecimento exacto d'este ponto. «É formado o sol por um nucleo lu«minoso e cercado por uma atmosphera, em que «existem vapores absorventes» (33). As leis thermodynamicas conduzem tambem a este resultado. Foi assim Galileu quem apresentou uma hypothese mais proxima da verdade.

Kirchoff descobriu na atmosphera solar vapores de muitos elementos terrestres. Parece que existem lá hydrogeno, sodium, magnesium, ferro, calcium, nickel, chromo, cobre, zinco, baryum e provavelmente strontium, cobalto e cadmium. Não existe lá o ouro, nem a prata. Que decepção para os que haviam considerado o sol o astro d'ouro por excellencia!

* * *

Era apregoada pelos peripatéticos a incorruptibilidade dos céos e mais ainda a do sol; mas veio

(31) *Cours d'Astronomie.*

(32) Pag. 66, 67 e 68.

(33) 3.ª das theses que nos propomos defender em Astronomia Physica.

a observação mostrar que tal incorruptibilidade era simplesmente um sonho do *Stagyrita*. A superficie do sol parece rugosa, como a casca d'uma laranja, e d'espaço a espaço vêm manchas toldar o seu semblante.

Observando attentamente o disco solar por meio d'uma luneta e atravez de vidros córados, que destrúam a sua acção deslumbrosa, divisamos manchas irregulares que, relativamente ao brilho do sol, parecem negras, outras mais brilhantes que estas e tambem menos que a superficie do astro e finalmente rugas luminosas, redondas geralmente que, cruzando-se em todos os sentidos, dão ao sol o aspecto d'uma laranja. Muitas das manchas negras, especialmente as de dimensões consideraveis, apresentam um *nucleo escuro,* cercado por uma extensa zona menos escura, a que se deu o nome de *penumbra*. Apparecem tambem penumbras sem nucleo. Fazem-se bem estas observações directamente quando o sol está proximo do horisonte, como *nel tramontar del sole* (34).

Manchas propriamente dictas, *fáculas e lúculas* são estes phenomenos.

Segundo Képler, são de data mui remota as pri-

(34) Galileu.

meiras observações das manchas solares. Suppoz elle que taes phenomenos eram conhecidos já no tempo de Virgilio, fundando-se nos dous seguintes versos:

Ille ubi nascentem maculis variaverit ortum (35)
Sin maculæ incipient rutilo immiscerier igni (36).

O padre Mailla conta nos annaes da China que no anno 311 da era christã haviam observado já os chinezes manchas solares tão extensas, que não haviam escapado á vista inerme.

Segundo José Costa, os peruvianos haviam divisado manchas solares antes de serem observadas na Europa, já quando chegaram os hespanhoes ao Perú.

Os contemporaneos de Carlos Magno, Averrhoès, Scaliger e Képler viram manchas solares. Muitos historiadores de Carlos Magno fallam até d'uma consideravel mancha, que em 837 se conservou sobre o sol durante oito dias consecutivos. Suppoz-se depois que tal mancha era mercurio; mas em virtude dos seus movimentos é impossivel demorar-se

(35) *Georg., liv. 1.º: v. 441* (Ed. de Pariz, 1854).
(36) v. 454.