Asociación Española
para el Progreso
de las Ciencias

Congreso de Coimbra

Tomo I - II

Discursos inaugurales

Talleres Poligráficos, S. A.
Ferraz, 72, Madrid

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA

PARA EL

PROGRESO DE LAS CIENCIAS

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA

PARA EL

PROGRESO DE LAS CIENCIAS

DÉCIMO CONGRESO

CELEBRADO EN LA CIUDAD DE COIMBRA
DEL 14 AL 19 DE JUNIO DE 1925

(TERCER CONGRESO DE LA ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
PARA O PROGRESSO DAS SCIENCIAS)

TOMO I

MADRID
TALLERES POLIGRÁFICOS, S. A.
Ferraz, núm. 72.

1925

I

SESION DE APERTURA DEL CONGRESO

CELEBRADA

EN EL PARANINFO DE LA UNIVERSIDAD DE COIMBRA EL DÍA 14 DE JUNIO DE 1925

DISCURSO INAUGURAL

POR

FRANCISCO M. DA COSTA LOBO

PROFESSOR DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

A Astronomia em Portugal na actualidade.

A observação integral da Humanidade fornece una imagen em que se patenteia uma immensa planicie sombria e serena, sulcada por profundos abysmos, e acidentada aqui e acolá por impetuosas erupções e negras montanhas onde só de longe em longe se descortina uma fugaz scintilação. Mas quando a spectrographamos, quando atentamente observamos um qualquer dos seus elementos, depressa nos apercebemos de rapidos, complexos e intensos movimentos, que a cada instante alteram e perturbam essa apparente serenidade, e o conjuncto das imagens de qualquer *coupure* demonstra que o universo, encarado tambem debaixo d'este ponto de vista, é admiravel nas suas rapidas e continuas mutações, e o seu conjuncto se encontra em constante laboração de novos e surpreendentes phenomenos.

Quando o Sol declina rápidamente para o horisonte, a intensidade das radiações que fortemente nos impresionaram pelo meio do día, decresce velozmente. Á agitação succede a tranquilidade, que em breve se converterá em um completo repouso, mas que permitirá recordar em socego, por algums momentos, a serie de acontecimentos que vertiginosamente perpassaram por nós, corpusculo infinitamente pequeno, assignaladas pelas mais variadas impressões, ora vincadas em profundas dores, raras vezes em fugitivas alegrías.

É assim a vida humana. E eu, sem querer por forma alguma

ferir uma nota pessoal neste momento tão comovente, em que se conjugam notaveis circunstancias para assistirmos a uma das mais brilhantes apotheoses da sciencia peninsular, e em especial da antiga mas sempre joven Universidade de Coimbra, não posso furtar-me ás saudades evocadas pela grandiosa solemnidade que se está realisando, debaixo d'estes tectos delicadamente lavrados, dentro d'esta sala impregnada de recordações inolvidaveis, tão caracteristica, tão afamada, por toda a parte conhecida, e na qual a vida da nosa Universidade, mais de meia duzia de vezes secular, tem tido as mais brilhantes afirmações.

Grande parte dos homens cultos do nosso paiz aqui gosaram momentos de inolvidavel satisfação ao verem coroado de exito o seu labor scientifico.

Aqui se teem suecedido innumeras gerações academicas, estuantes de entusiasmo e animadas pelos mais nobres ideais, sempre dispostas a por elles se sacrificarem, como quem em pouco tem os gosos de um longo futuro, ainda a antolhar-se-the cheio de rosadas miragens, a apreciar o valor scientifico e a contribuir para o desenvolvimiento da sciencia e prestigio da sua Patria.

Aqui teem vindo os chefes de Estado receber a consagração que só pode ser conferida pela sciencia profunda e pela mocidade radiante.

Aqui temos tido a satisfação de assistir a confraternisar com as nossas glorias, e a augmentar-lhes o brilho, a representação mundial nas pessoas dos ilustres ministros acreditados no nosso paiz, os quais asseguram as cordiaes relações que ás suas nações unem a nossa.

E, neste momento, todos estes factos se entrelaçam e constituem uma corôa immoreedoura para a nossa Universidade, que tem o immenso prazer de se sentir animada por todos os poderes, acarinhada por todas as suas irmãs e institutos congeneres, d'aqui e d'alem mar, e vivificada pelo entusiasmo juvenil da nossa mocidade academica. De facto, quando todos d'aqui tivermos saido, quando o ambiente d'esta sala voltar á sua habitual tranquilidade, nem por isso deixará de subsistir este memoravel acontecimiento. Elle ficará perennemente gravado na nossa imaginação, tanto mais quanto maior fôr a juventude dos que tenham sentido estes momentos. Elle ficará para sempre inscripto nos annais da nossa Universidade a attestar a sua pujança e grandeza no primeiro quartel do seculo XX, a afirmar as enor-

mes forças de que dispôe e que che asseguram uma existencia illimitada.

A influencia do momento que passamos afastou-me por um instante das recordações evocadas, mas a ellas volto perpassando pela mente o turbilhão de acontecimientos já occorridos durante os quatorze annos que medeam desde que, rodeado de carinho, umco portuguez, assisti pela primeira vez, em 1911, a um congresso, o terceiro, realisado pela *Associação espanhola para o progresso das sciencias,* na encantadora e lendaria cidade de Granada. Quantos factos, quantas esperanças. ¡Que ilusões, que tremendas convulsões, que desgraças irréparaveis! O que seria uma descripção mesmo perfunctoria de tão variados e extranhos successos?

Só registarei que se chegou enfim a um dia que desde entaõ sempre desejei, para gloria do meu paiz, e em especial d'esta terra a que me prendem laços indissoluveis, para tornar fortemente consistentes os laços de intima amizade que nos unem á nobre nação irmã, para receber nos nosos lares tantas figuras eminentes que são gloria do seu paiz e objecto da nossa maior admiração e carinhoso afecto. Mas, ao mesmo tempo, eu devo, cheio de amargura, inscrever aqui uma homenagem de infinita saudade para tantos que infelizmente já desappareceram, algums dos quais foram os meus primeiros e queridos companheiros, que tanto eu quereria agora abraçar, e só lembrarei Thomaz Azcarate e Ignacio Tarazona, o primeiro e ultimo presidente da Associaçao espanhola, Moret e Dato.

Falta tambem a animar-nos com o fulgor da sua formosa inteligencia, com a vivacidade do seu incomparavel espirito, com a admiravel eloquencia das suas oraçoes o nosso querido presidente, Dr. José Carracido, que já em Granada me entusiamou com a sua evocação, cheia de encanto, ás Torres Vermejas, e com a maior bondade e amor por Portugal, constantemente deu o mais vivo apoio aos nossos desejos, tendo sempre a acompanha-lo o meu querido amigo Ricardo G.ª Mercet, alma diamantina, coração cheio de bondade, que sem um momento de repouso, tem sido incansavel esteio da notavel e douta organisação que é a *Associaçao espanhola para o progresso das sciencias*. Faco os mais ardentes votos pelo seu prompto restabelecimento, e saudo o illustre homem de sciencia, ao mesmo tempo notavel homem de estado que ocupa um lugar primacial e com a maior distinção de

sempe o lugar de presidente da *Associação espanhola*. Na homenagem prestada ao sabio presidente da Associaçãa espanhola, junto tambem a que presto ao nosso sabio e querido presidente, Dr. Gomes Teixeira, com a viva satisfação de lembrar os extraordinarios serviços que por todas as formas tem prestado á sciencia portuguesa, e o carinho que sempre tem demonstrado pela Universidade de Coimbra, de qué é um dos mais ilustres filhos.

Especialmente, quero, significar a minha profunda admiração e a minha mais constante dedicação por sua Magestade El-Rei de Espanha, que com a sua presença dá sempre o maior brilho a estes certamens, demonstrando em todos os seus actos o maximo empenho em contribuir para o engrandecimiento da sciencia, para a prosperidade do seu paiz e felicidade da humanidade.

Respeitosamente saudo a nosso Venerando Chefe de Estado, o Governo, os Illustres Representantes das nações que honram o nosso Congresso associando-se aos seus trabalhos, e affirmo a minha profunda dedicação a Sua Excelencia o Reitor da nossa Universidade, aos meus illustres colegas e a todas as corporações e pessoas que contribuem para que este Congresso se realise com o mais vivo esplendor e tenha assegurados valiosos resultados.

* * *

Tendo-me sido concedida a honra de occupar-me, ainda que succintamente, de um assumpto scientifico, era natural que o escolhesse no campo que mais me occupa-a, Astronomía que, permita-se-me a afirmação, não discute primasias com outra qualquer sciencia. Porquanto, o que é a sciencia senão a interpretaçao do mundo physico conforme os nossos sentidos e a nossa consciencia permitem oberva-lo? E a que se reduz essa interpretaçao? Á determinação da posição dos elementos fundamentais que constituem o Universo.

É strictamente um problema de mechanica, com aspectos infinitamente variados, segundo as combinações que consideramos, desde os elementos fundamentais animados da maxima velocidade, até aos mais complexos organismos em que as velocidades diminuem indefinidamente á medida que a sua complição augmenta, sucedendo o facto, já em epocas remotas assignalado, de offerecerem os organismos as máis diversas apparen-

cias e qualidades conforme as combinações em que se encontram, mas sempre subordinados ao principio fundamental que estableci, da conservação da massa e da energia, pela conservação da velocidade, embora latente, dos elementos primitivos.

Uma observação é ainda indespensavel. Sendo bem justificada aquella doutrina quando consideramos a quasi totalidade dos phenomenos, é comtude preciso reconhecer-lhe uma restricção que não tem origem physica, e que nos faz reconhecer a verdade d'aquelas palavras dos textos sagrados que afirmam—que e homem foi feito á imagem e semelhança de Deus—Erradamente poderia suppôr-se que se tratava de uma semelhança material, sendo a materia uma creação. Trata-se sem duvida da existencia no homem de alguma cousa de espiritual que não deve confundirse com a inteligencia, mas que se patenteia por uma forma indiscutivel, e que é preciso scientificamente considerar. É que sendo apanagio de Deus a creação, ao homem pertence tambem uma qualidade derivada—o poder consciente da transformação.

Segundo as leis da gravitação os corpos em que prepondera a influencia da Terra seguem, em harmonia com expressões conhecidas, para o centro de gravidade. Mas o homem possue a qualidade de modificar, conscientemente, esses movimentos, como póde provocar e orientar a direcção das correntes electricas e outras forças de modo a seguirem os corpos trajectorias diversas d'aquellas que seguiriam se não sobreviesse a vontade humana. Poderá dizer-se: —Trata-se sómente da intervenção das forças menifestadas pela vida e physicamente explicaveis.—Sem duvida: não ha creação, mas ha uma transformação operada por uma vontade consciente; acção impossivel de prever, que levanta pontes, monumentos, que produz quedas d'agua, que move trens, navios, aeroplanos, que, emfim, produz variados e admiraveis phenomenos que não existiriam sem aquelas acções, cujo efeito é impossivel assignar previamente, e complicarão, embora em limites reduzidissimos, a successão dos phenomenos que teriam logar sem essa influencia.

Accentuarei que de modo algum quero perturbar a minha exposição com considerações que possam ser consideradas fóra da sciencia.

A verdade é que não pode ser feita sciencia sem se atender ás considerações que deixo referidas.

Tambem muito haveria que dizer attentando na possibilidade

que o homem possue de crear pela abstracção, conseguindo, como succede ao geometra, produzir as mais admiraveis construcções, a que nada póde corresponder na realidade do mundo physico, o que torna incontestavelmente o homem, fora de qualquer preoccupação de grandeza, a mais admiravel obra da creação, no meio de tão extraordinarios phenomenos que nos assombram pela sua beleza e harmonia.

Ora a Astronomia tendo por objecto o estudo dos astros, é a synthese de todas as sciencias. Mas exactamente porque o seu objecto, assim considerada, assume proporções infinitas, indispensavel se torna estabelecer criterios especiaes que permitam uma classificação orientadora no meio de um tal amontoamento de investigações e conhecimentos. Estas considerações são largamente justificadas pelas innumeras e variadas questões que de todos os lados surgem.

—Quando terão logar determinados phenomenos de posição, qual é a forma, o movimento, a composição do Sol, dos cometas, das estrelas, das nebulosas, dos planetas e portanto da Terra em que habitamos?

A vida vegetativa, psichica, social existirá em todos esses corpos e, sobre tudo, naquelles que se encontram em situação mais analoga á da Terra, como seja Marte, que tanto tem apaixonado a Humanidade, e a Lua hoje esquecida, como ente que já se encontra inanimado?

Depois temos as questões que immediatamente nos interesam, -as variações atmosfericas, as erupções, os abalos sismicos. E todos esses phenomenos deverão ser encarados tanto debaixo de um ponto de vista utilitario como da sciencia pura, aproveitando o seu estudo para concluir as causas e induzir futuras consequencias.

Porventura não tivémos já os horoscopos, e não teremos hoje motivos serios para admitir correlações entre as correntes da vida e as correntes dos movimentos cosmicos?

Mas mesmo abandonando esta posição culminante, que dá á Astronomia a hegomonia da Sciencia, facil é reconhecer que importantes ramos do saber humano, que andam afastados do seu immediato dominio, constituem capitulos essenciaes da sua doutrina. A geodesia dedicada ao estudo da configuração da Terra, hoje especialmente empenhada na determinação de uma figura convencional de forma definida, embora não geometrica, util pa-

ra as comparações, impossiveis com a superficie apparente atormentada por infinitas rugosidades produzidas por uma velhice adeantada; o magnetismo terrestre, o vulcanismo, a oceanographia, o estado atmospherico, são doutrinas que, embora destacadas, constituem pequenos capitulos da Astronomía, e junto d'elles está adquirindo particular importancia o da sismologia, desde que este estudo deixa de ser simplesmente descriptivo para se tornar uma sciencia de investigação da statica e dynamica terrestre, succedendo o facto curioso de que, embora com carcteristicas completamente diversas, o sismographo e o spectroheliographo proseguem na consecução de objectivos identicos, um nas profundidades de Terra, o outro nas profundidades da atmosphera solar. No mesmo grupo deverá tambem ser incluida a geologia.

Todas estas sciencias especialisam para a Terra o estudo que á Astronomia imcumbe para todos os astros.

Foi este o criterio adoptado pelo sabio Astronomo o Reverendo Padre Cirera, então director do admiravel instituto que é o Observatorio do Ebro, hoje a cargo do eminente Astronomo D. Luiz Rhodés, quando em 1911, em Granada, pronunciou o discurso inaugural da secção de Astronomia subordinado ao thema «*Recientes Progresos de las Ciencias Astronómicas en España*».

Nesse memoravel trabalho encontramos uma rapida mas preciosa descripção do natevel estado de adiantamento de todos aquelles estudos scientificos em Espanha, e hoje muito haveria já a acrescentar, tendo eu o grande prazer de ter acompanhado com crescente admiração o labor incessante e inteligente com que os meus ilustres colegas de Espanha teem os seus trabalhos *au point*, dispondo dos mais aperfeiçoados instrumentos e de profundos conhecimentos. Com a expressão da minha mais elevada amizade e consideração a todos carinhosamente abraço na figura, tão distinta como sympathica e bondosa, do meu querido amigo e sabio Director do Observatorio de Madrid, Dr. Antonio Vela.

Como já indiquei o meu ponto de vista será mais restricto, apezar das considerações que deixo feitas, e ocupando-me da «*Astronomia em Portugal na actualidade*», confinar-me-hei no que considerarei seu edificio principal—o Observatorio Astronomico, sem melindre algum para os meus ilustres e sabios cole-

gas e, d'entre tantos que egual consideração me merecem, só lembrarei, de Espanha, Sanchez Navarro, Lucas Fernández Navarro Guillermo Sans Huelin, Novo y Chicarro; de Portugal, Affonso Chaves, Almeida Lima, Anselmo de Carvalho, Pereira de Sousa, Almirante Newparth, Mimoso Guerra, Rolan Pego e pararei já para que a falta de outros nomes não possa significar esquecimento.

Mas para poder ser devidamente apreciado o estado em que se encontram entre nós os trabalhos astronomicos é oportuno dizer duas palavras sobre a actualisação do objectivo da Astronomia e tambem sobre a maneira como noutros paizes se effectiva essa objectivação.

X

Abstrairei das discussões ultimamente sugeridas, sobre tudo pelas notaveis investigações que com tanto exito estão sendo feitas, sobre os conhecimentos de que terá disposto uma humanidade anterior á epoca até ha pouco designada por prehistorica, a qual ficará portanto ocupando já uma posição intermedia, investigações que fazem suppôr a existencia de conhecimentos por muito tempo perdidos e que constituem assignalada gloria para os tempos modernos, com a possibilidade de extraordinarios aprefeiçoamentos na observação e consequentemente nas theorias. Para exemplo só lembrarei as considerações feitas por notaveis investigadores conducentes á conclusão de que em tempos olvidados foi conhecido o uso das lentes, observando que d'outro modo seria impossivel que Democrito podesse afirmar que a Via Lactea era constituida por inumeravel quantidade de estrelas, e que a causa da sua branca phosphorescencia resultaria da mistura confusa da sua luz.

Trata-se sem duvida d'um ponto da historia da sciencia digno de perseverantes investigações, mas que eu abandonarei para me restringir aos limites dos conhecimentos que a Historia nos assegura.

Assente esta base é justificado admitir que a Astronomia, passado um periodo meramente comtemplativo, começou de facto, mas simplesmente descriptiva, rudimentarmente de posição, com figuras mais ou menos extravagantes que juncaram o ceu

de paganismo e imagens phantasticas da fauna terrestre, com vantagem, talvez, para estudos paleontoolgicos, de poderem servir de referencia estas étapes da Astronomia na fixação das edades da Terra, pois é interessante observar que a humanidade da Astronomia incipiente já deixára muito atraz as epocas mastodonticas, visto que nenhuma d'essas bizarras figuras que hoje admiramos nos museus foi archivada na aboboda celeste.

Podemos designar essa primeira phase por Astronomia antiga que, é certo, num periodo já adeantado, realisou trabalhos de grande utilidade, por quanto, embora de grosseira aproximação, permitiram obter conclusões valiosas e de relativo rigor devido ao numero, e á redução dos erros em consequencia dos longos periodos sobre que foram distribuidos. Demais, como bem observa o sabio Secretario perpetuo da Academia das Sciencias de Paris, Mr. Piccard, a circunstancia de não serem desde logo de extraordinario rigor as hypotheses, consequencia de tambem o não possuirem as observações, facilita o desenvolvimento da Sciencia por se tornar mais facil estabelecer equações que conduzem ao prognostico de futuros conhecimentos. É o que facilmente se reconhece atentando na chave da theoria do Universo, na hypothese de Newton, a qual segundo a theoria sobre a estructura do Universo que tenho apresentado, só será valida quando as acções se encontrem distribuidas uniformemente em volta de massas concentradas em pontos. Estas circunstancias, pode affirmar-se, nunca terão logar. Contudo a concordancia das observações com os resultados da teoria, demonstra que, pelo menos no systema planetario, e dentro do limite dos erros actuaes, o emprego da hypothese é justificado, embora o movimento do perihelio de Mercurio já manifeste a necessidade das retricções indicadas. E como, de outro modo, poderiam ter sido descobertas as chamadas leis de Kepler, que tão longe estão da realidade, e que comtudo tão importantes serviços prestam á Sciencia?

Áquelle periodo inicial segue-se o *classico*, caracterisado pela precisão da determinação das posições das massas globais astrais, sejam nebulosas e como tais só considerarei as massas irreductiveis, e não os enormes montões de estrelas de que a separação só depende da potencia e qualidade dos instrumentos da observação, as estrelas, os planetas, os satellites e os cometas de bizarras figuras, entre os quaes, sem ofensa, poderá ser in-

cluido o nosso Sol possuidor de uma aureola penachada, de que o estudo servirá para estabelecer ideias sobre o meio que atravessamos, ao mesmo tempo, a meu ver, resistente e propulsor. E' este periodo caracterisado por duas descobertas, ambas notaveis, uma genial —a lente que permite apurar extraordinariamente a precisão das observações,—a hypothese de Newton que tornou possivel a aplicação da analyse á determinação dos movimentos astrais, é certo até agora, quasi exclusivamente dos corpos que pertencem á nossa familia planetaria.

Enfim, ha cerca de um seculo, iniciou-se a phase moderna, sem prejuiso de proseguirem os trabalhos caracteristicos da anterior, os ques, ultimamente, teem atingido, tanto na observação como no calculo, progressos admiraveis. Tornou-se possivel levar o rigor das posições á centesima do segundo de tempo, e já se pensa na milesima, e a visibilidade dos astros até a 21ª grandeza, de modo que de cerca de cinco mil estrelas visiveis a olho nú, e algumas centenas de milhares postas a descoberto pelos instrumentos directos, já se chegou á observação de centenas de milhões que os processos spectroscopicos revelam. Tambem nos calculos tem sido introduzidos consideraveis aperfeiçoamentos dispondo-se ao mesmo tempo de elementos basilares tornados dia a dia mais rigorosos.

A fase moderna, assombro do génio humano, e que pode ser designada por *fase da constituição,* como a anterior por fase da *posição,* entrou pelas rasgadas portas abertas pela descoberta da spectroscopia.

Da observação em bloco das massas astrais passou-se ao estudo íntimo dessas massas, ao estudo profundo da sua constituição, o qual compreende não só o exame da estructura das substancias constitutivas, mas tambem o das posições e movimentos dessas substâncias, chegando-se aos elementos componentes do atomo.

E emquanto que na fase clássica a sciencia astronómica se encontrava quáse restrita ao miuusculo rincão do sistêma planetário, nesta outra penetramos nos mais recônditos mistérios do Universo físico.

A observação não encontra limites e a humanidade póde com orgulho declarar-se habilitada a prescrutar e apreciar igualmente os corpos que examina nos laboratórios, que ali pesa, mede e observa nos surpreendentes movimentos dos seus mais primi-

tivos elementos, e os corpos que se encontram afastados de nós de séculos de luz.

Este exame, demais, não se aplica a consideraveis blocos, mas pelo contrário à observação das mais reduzidas partículas, pois é sôbretudo aos últimos productos da dissociação da matéria que teem aplicação os admiráveis processos que o génio humano inventou para poder chegar às mais surpreendentes conclusões sobre o estado dos conjuntos organizados.

Sem mesmo remontar às épocas iniciais da Astronomia, que imenso caminho percorrido desde os tempos ainda recentes, em que, já possuidores duma sciência digna de consideração, os gregos, com Aristóteles à frente, incrustavam os astros em esféras de cristal e davam ao infinitamente grande limites sólidos e estáveis e, até mesmo, daquêles tam próximos que ainda nos envolvem hoje, em que, uma sciência já profunda, dava aos infinitamente pequenos limites tambem sólidos e estáveis. E de repente o atomo aparece enorme, fragil e destrutivel ¡Como é limitado e mesquinho, para os conhecimentos quáse instantaneamente adquiridos, êsse Universo compreendido entre o atomo e as esferas de cristal!

Analogas considerações sugere a noção do tempo. Hoje sam observados conjuntos interessantes de fenómenos que se desenrolam em períodos infinitamente pequenos do tempo em relação aos mais reduzidos normalmente apreciados; em quanto que outros passam por fases entre as quais medeam intervalos colossais.

É ainda oportuno observar que tendo-se chegado ha pouco a um momento em que poderia supôr-se que a Sciência estava senhora da chave dos problemas astronómicos, novas questões surgem, e tais, que bem pode admitir-se que o desconhecido cresce em progressão geométrica emquanto que os nossos conhecimentos crescem em progressão aritmética. Os fenómenos observados e os resultados obtidos de tal modo se multiplicam em veriedade e complexidade e adquirem uma tal precisão, de que o limite, é certo, nos foge sempre, que a despeito de descobertas sensacionais como as de Newton e da análise espectral, nos sentimos esmagados debaixo do peso dos complicados problemas que os fenómenos do Universo nos oferecem em prodigios de harmonia e beleza.

Tambem é interessante notar que ao mesmo tempo que se

arreiga a convicção da discontinuidade do mundo físico, mais os fenómenos dão a impressão da continuidade, e até da multiplicidade simultânea local, afigurando-se-nos que em qualquer logar que consideremos, e por mais reduzido que seja, nêle se passam simultaneamente uma infinidade de fenómenos. Porquanto não possue já o homem poder suficiente para provar que em qualquer ponto do espaço, aqui mesmo junto de nós, se encontram a acompanhar-nos as mensagens de fenomenos passados por todo o Universo? Devidamente considerado qualquer dêstes pontos é um Universo de fenómenos, consequência de outros provocados pelo homem a enormes distâncias. E porque duvidaremos de que instrumentos mais potentes (já chegámos ao refôrço de um milhão) não permitam desvendar outros, ainda desconhecidos, resultantes de fenómenos ocorridos em astros remotos?

Como poderia imaginar o pastôr caldeu, primitivo percursor do astrónomo moderno, ao focar na sua retina (sem se aperceber da maravilha de tal fenómeno) a imagem do longinquo foco luminoso que o guiava nas suas viagens, que aproveitava um aparelho precioso, que a natureza na sua misteriosa e gigantesca fábrica produz aos milhões, sem o mínimo esfôrço, e que nos raios que lha formavam eram conduzidos os mais variados e estranhos fenómenos?

Qual a explicação para aquêles factos, que se nos afiguram já fora do domínio da física? Creio que decorre simples e clara da doutrina que propuz e que tem por base a existência dum número indefinido de radiações infinitamente ténues, animadas de normes e imperesciveis velocidades.

* * *

A definição da fase atual da Astronomia conduz imediatamente à divisão desta sciência em dois importantes ramos, dos quais um tem por objecto os sistemas stelares, o outro os sistemas atómicos, devendo supôr-se que em ambos existirão sistemas em formação do género das nebulosas, e acções radiantes com infinita variedade de fenómenos.

É fácil de compreender quanto êste aspecto do problema torna complicada a investigação. E se a sintese é o objectivo final da Sciência o edifício em que o arquitecto consegue, pela solidez

das bases e pela ornamentação do conjunto, tornar a Sciencia não só útil mas tambem aprazível, a análise representa igualmente um papel importantíssimo, o do mineiro que com o corpo curvado ao peso do alvião desentranha da natureza os materiais precisos para a construção e, sem que exista uma relação necessária, é presumivel que o estado scientífico de um país possa aquilatar-se pelo seu labôr de análise.

Fica demonstrado que a sciência astronómica deve atualmente ser elaborada em dois campos muito diversos. No observatório, que investiga os céus, e no laboratório onde é analyzada a matéria e sam preparados os elementos precisos para a interpretação dos resultados que o Observatório fornece. Sam dois ramos de estudo que se amparam mutuamente. Por isso ao lado do Observatório, com os seus telescopios, torna-se preciso o laboratório astro-físico, com os seus microscopios, e em ambos, a servir de traço de união, o aparelho spectrográfico que, mais do que cualquer outro instrumento, penetra profundamente na essência da materia.

Sam bem conhecidas as instalações do primeiro grupo, embora por emquanto sejam pouco difundidas as que podem ocupar-se dos novos problemas. Poucas existem das que correspondem à segunda categoria.

Entre êstas ocupa um lugar notavel o laboratório de astrofísica do *Imperial College of Science and Technology*, dirigido pelo sábio Prof. Mr. A. Fowler, que entre outros estudos de alto valôr se tem distinguido pelas suas admiraveis investigações sôbre as series das riscas spectrais, e que com justificado orgulho se considera no seu laboratório rodeado de estrelas aprisionadas. Quáse um criador!

É que êsses trabalhos de laboratório conduzem, atravez de porfiados e inteligentes esforços, a obter corpos em tais condições de temperatura e pressão que pode assegurar-se que representam, e descobrem na terra, a constituição, e estado daquêles que de longinquas paragens nos enviam as suas radiações, que ao fim, por vezes de seculos de viagem, apreciamos hoje, sôbretudo, na placa fotográfica, depois de terem sido dissecados pelo prisma ou pela rêde.

* * *

Indiquei a largos traços os problemas gerais da sciencia astronómica pondo de parte aquêles que relativamente à Terra constituem sciências especiais, e na impossibilidade de nêste momento indicar, mesmo sumáriamente, as multiplas questões que estão sendo estudadas, cada uma das quais oferece largo campo à analise e exigem longos anos de perseverante observação, limitar-me hei a algumas mais importantes para em seguida referir a parte que para a sua solução está tomando o nosso país.

Mas para melhor tratar êste assunto convirá dar já uma rapida indicação dos principais estabelecimentos scientíficos que teem a seu cargo êstes trabalhos.

A circunstância de ser Portugal um país marítimo, e tanto depender a navegação dos conhecimentos astronómicos, contribuiu para que o interêsse pelos estudos astronómicos no nosso país venha dos primeiros tempos da monarquia. Igual facto teve lugar em Espanha, e é bem conhecida a grande influência que ali exerceu, entre outros monarcas, Afonso X o Sábio.

Quanto o espírito marítimo deverá ter contribuido para o dessenvolvimento dos estudos astronómicos encontra-se de sobejo demostrado na alta importância que na Inglaterra, que mais tarde adquiriu a supremacia dos mares, foi dada a êstes assuntos, que no Observatório de Greenwich adquiriram o mais largo incremento, tendo conservado sempre uma situação primacial. Basta atentar na obra colossal dos seus catalogos periódicos de estrelas. Outros e famosos observatórios fôram seus contemporâneos, ou criados modernamente com caracteristicas mais ou menos especialisadas, entre outros, na Europa, o Observatório de Paris, onde brilharam os Cassini, Delambre, Verrier e ultimamente sábios astrónomos como Puiseux, Baillaud, Bigourdan, o de Meudon, onde Jansen fez notabilissimas descobertas e ao qual o seu sábio Director Mr. Deslandres dá a maior glória, o do Vaticano, onde o P. Secchi realizou uma obra memoravel, e os colosais Observatórios da América do Norte, do Canadá, da Alemanha. E sem possibilidade de poder fazer-lhe mais larga referência agora só notarei que mesmo a Inglaterra possue tambem entre outros o de Cambridge, com Newall e Eddington, o de Kensington onde se notabilizou Lockyer, onde se encontra A. Fowler. Contudo é justo reconhecer que o grande emporio astronómico do Observatório de Greenwich não só sustenta uma situação de primeira grandeza nos seus trabalhos tradicionais,

mas tamben acompanha com os melhores resultados as investigações exigidas pelos novos problemas da Astronomia, os quais já não teem a mesma importância para a navegação marítima, mas de facto interessam pelas suas conclusões ainda mais largamente a toda a humanidade e até à navegação aéria.

Ainda n'este ramo Portugal acaba de marcar um logar de destaque com a gloriosa viagem ao Brazil, realisada por Gago Coutinho e Saccadura Cabral, que vieram provar que Portugal conserva as distinctas qualidades que immortalisam a sua historia, e sendo bom conhecido o alto valor dos trabalhos scientificos de Gago Coutinho que orientaram esta arrojada empresa, é justo observar que tambem agora teem aplicação, entre outras, a seguinte apreciação que sobre as descobertas feitas pelos portuguezes encontramos no *Tractado em defensão da carta de marear*, do sabio Pedro Nunes «*Ora manifesto é que estes descobrimentos de costas, ilhas e terras firmes, não se fizeram indo a acertar*».

Para Portugal póde ser marcada como inicio de uma epoca astronomica o admiravel impulso dado pelo inclito infante Don Henrique aos estudos astronomicos, com o fim especial de orientar as descobertas maritimas que o seu esforço viu coroado do mais assignalado exito.

Não ha tempo para recordar os memoraveis trabalhos d'essas epocas em que Jacome de Mallorca, auxiliar do Infante, já traçou as cartas planas percussoras das de Mercator e de Wrigt, em que Affonso V se notabililou na sciencia astronomica, em que D. João II creou a notavel junta de mathematicos e geografos, que superiormente presidiu as investigações scientificas que deviam conduzir as empavezadas caravellas de Portugal á descoberta e conquista de tanta terra. Tanta que ao fim de muitos seculos ainda possuimos vastissimos imperios e preciosas joias. Tambem não devo deixar de lembrar que El-Rei D. Manuel installou em 1518 na Universidade de Lisboa uma cadeira de Astronomia, de que foi professor o seu medico mestre Philipe, e nomeou astronomo chronista a Zacuto, celebre pelas taboas do Sol, de grande utilidade para o calculo das latitudes por meio das alturas meridianas do Sol, e que D. João III teve a fortuna de poder aproveitar o genio de Pedro Nunes, que foi nomeado cosmographo mór em 1529, e lente de mathematica quando em 1524 foi transferida a Universidade para Coimbra.

Depois da extraordinaria faina que occupou Portugal nos

seculos XIV, XV e XVI, comprehende-se que sobreviesse um periodo de calmaria que vae até aos fins do seculo XVIII, até á epoca da Renascença com a acção potente do Marquez de Pombal. A essa epoca podemos ir buscar os fundamentos de duas das principaes intituições astronomicas actuais: os observatorios das Universidades de Coimbra e de Lisboa, sendo de origem muito mais recente o Observatorio da Tapada, que se deve ao elevado criterio e zelo de El-Rei D. Pedro V. A estes tres estabelecimentos ha ainda a crescentar a instalação do Castelo de São Jorge, embora de indole especial, geodesica, a instalação da Universidade do Porto, que tem conservado exclusivamente o caracter de estabelecimento de ensino, hoje a cargo do ilustre Professor Sr. Dr. José Alves Bonifacio, e a que existe na escola Naval, tambem da mesma indole, instalada depois da supressão, em 1874, do Observatorio de Marinha, em que se efectuaram importantes observações.

Data, como deixei dito, do ultimo quartel do seculo XVIII o renascimento dos estudos astronomicos, pelo menos com feição investigadora, e deve-se á acção dos notaveis ministros Marquez de Pombal, Martinho de Mello e Castro que governou desde 1770 a 1796, e D. Rodrigo de Sousa Coutinho que lhe succedeu no poder e na alta comprenhensão da missão do ministro.

Em 1779 foi creada a Academia Real de Marinha dotada com um observatorio. Em 1796 foi creada a Academia Real de Guardas Marinhas e em 1798 o Observatorio Real de Marinha ao qual foi entregue o observatorio d'aquela Academia.

Lembro estes factos para filiar o actual Observatorio da Universidade de Lisboa, da qual a faculdade de sciencias é, com esta designação, a celebre Escola Polytecnica que tão grande fama logrou, e que creada em 1837, em substituição da Academia de Marinha, foi dotada com o Observatorio de Marinha.

No emtanto em 1845 foi a Academia dos Guardas Marinhas transformada em Escola Naval com um observatorio, que foi extincto em 1874, apezar dos trabalhos que ali eram realisados, ficando sómente para a Escola Naval o indispensavel para o ensino.

Verifica-se pois que ao fim d'estas varias mutações resta sómente d'estas instalações o Observatorio da Universidade de Lisboa, distinctamente dirigido pelo douto Profesor Sr. Dr. Eduardo Andrea que, por muito tempo, teve sobre tudo de reme-

diar os prejuisos que á estabilidade do Observatorio foram causados pela abertura do Tunel do Rocio. Felizmente os trabalhos indispensaveis estão realisados e os serviços astronomicos seguem como terei occasião de referir.

Da mesma epoca dos trabalhos que acabo de indicar e que, tendo principiado com o caracter maritimo, terminaram pelo actual Observatorio da Universidade de Lisboa, é a instalação que em 1779 foi feita n'uma das Torres do Castelo de São Jorge, e que póde reputar-se ter sido o primeiro Observatorio astronómico de Lisboa, e como tal está designado na planta de Lisboa de 1807. Ali fez observações de latitudes e azimuths o Dr. Francisco Antonio Ciera, depois de 1790. E o general Filipe Folque, que determinou a sua latitude em 1873, nas suas memorias, datadas de 1848, chama-lhe Observatorio Academico. Em 1862, e por ordem do mesmo general, foram determinadas as suas coordenadas em relação ao Observatorio de Marinha, e em 1870 em relação ao Observatorio da Tapada da Ajuda, por meio de uma triangulação. O relatorio d'este trabalho foi publicado em 1885.

Este observatorio em que prelecionou o celebre mathematico José Anastacio da Cunha, pertence de longa data aos serviços geodesicos, hoje Administração Geral dos Serviços Geodesicos Topograficos e Cadastrais, a cargo do ilustre Coronel do Estado Maior Sr. Mimoso Guerra, que com a mais elevada competencia e zelo se está desempenhando da sua missão. Serviu de ponto de partida para o calculo das coordenadas geograficas do nosso paiz, e é um dos vertices da nossa triangulação fundamental.

Foi esta a estação escolhida pela missão espanhola encarregada de ligar a rede geodesica portuguesa á rede internacional pela determinação da longitude geografica por meio da telegrafia. Tive ocasião de acompanhar esses trabalhos que foram conduzidos com a maior meticulosidade. E vem a proposito lembrar que não foi esta a ultima vez que missões espanholas vieram entre nós realisar missões de caracter internacional. Ainda ultimamente o coronel D. Ubaldo Azpiazu veiu fazer os trabalhos indispensaveis para fechar a carta magnetica da peninsula e D. Guilherme Sanz para a carta das variaçoes da gravidade. É decerto sempre para nós motivo de grande satisfação receber estas missões, e estas mais recentes, e com as quais tivemos ocasião de colaborar, deixaram-nos as mais gratas recordações. É comtudo indispensavel que o nosso paiz tenha os seus tra-

balhos com o adeantamento preciso para que aos nossos visinhos, ou a outros paizes, seja evitado este exceso de serviço.

Creio que, depois de um periodo bastante longo em que a nossa acção que teve em epocas ainda pouco afastadas, entre outros, homens do grande valor do General Folque e Brito Limpo, esteve bastante amortecida, recobra n'este momento nova intensidade. Os trabalhos da carta oceanographica, encaminhados con superior inteligencia pelo ilustre Almirante Excmo. Sr. A. Newparth seguem activamente ; o douto professor da Universidade de Coimbra Sr. Dr. Anselmo de Calvalho está realizando um grande esforço para executar a carta magnética. Devido á intervenção da *Secçao Nacional das Uniões Internacionaies de Astronomia, Geodesia e Telegraphia Sem Fios,* cuja creação tive a honra do propõr e o Governo decretou, já Portugal se fez representar no Congreso da União Geodesica internacional, que em Madrid se realisou com o maior brilho, muito contribuindo para esse admiravel resultado o seu ilustre secretario geral o Coronel M. G. Perrier, que nos dá a honra de acompanhar os nossos trabalhos ; e o nosso vice-presidente, incansavel e ilustre administrador geral dos serviços geodesicos Exmo. Sr. Mimoso Guerra, tem assegurado que muito brevemente serão estudadas entre nós as variações da gravidade, ficando, emfim, Portugal integrado no movimento internacional d'estes ramos scientíficos, com acção propria, como tambem o está nos trabalhos astronómicos, contribuindo hoje muito para esse effeito a mesma entidade.

Seguindo a ordem chronologica é occasião de me referir ao Observatorio Astronómico da Universidade de Coimbra, sem duvida a instituição que durante mais longo tempo tem seguido uma trajectoria continua. Compreende-se que assim tenha succedido notando que pelo menos data de 1518 a instalação de estudos regulares de Astronomia nesta Universidade, tendo ja então sido nella creada uma cadeira de Astronomia, como ha pouco referi.

Marca para Portugal o anno de 1772 o inicio de uma epoca de renascimento assignalado por um dos factos que maior importancia podía ter para o paiz, qual foi o da organisação em bases solidas de uma acção ponderada e progressiva do ensino superior. Bastaria o golpe de genio manifestado por esta obra para tornar inmortal a memoria do Marquez de Pombal, que, nes-

te como noutros ramos da administração publica, demonstrou as suas admiraveis qualidades de estadista. De facto se na infancia des civilisações é natural supõr que a educação scientifica tenha caminhado por successivos aperfeiçoamentos dos conhecimentos elementares, é evidente que tratando-se da educação de um povo já adeantado, e numa epoca de civilisação geral avançada, o caminho a seguir para rapidamente ser elevada a sua capacidade scientifica deve ser exactamente o contrario. Edificar desde logo sobre as mais seguras bases o ensino superior d'onde rapidamente irradiarão os elementos capazes de dar o mais elevado desenvolvimento aos outros ramos de ensino,—tecnico, artistico, secundario e primario, adoptando ainda uma classificação um pouco atrazada, visto que hoje tanto o ensino tecnico como a artistico deverão entrelaçar-se muito con os outros ramos de instrucção, sendo o seu conjuncto indispensavel para crear o homem moderno—como geralmente já o encontramos nos paizes de cultura mais aprimorada.

Da alta compreensão que o Marquez de Pombal tinha da sua missão deu prova exuberante pela maneira como elaborou o p'ano da reforma, e como o executou, revestindo mesmo de desusada pompa as cerimonias que deviam impressionar o publico, ás quais presidiu em Coimbra, com poderes e honras de Vice-Rei. Decerto muito tem havido a introduzir nas doutrinas a ensinar desde essa epoca. Muito, infelizmente, se tem feito, ou deixado de fazer, em materia pedagogica, por desconhecimiento das sabias regras encerradas na monumental obra dos Estatutos, ou por incapacidade da compreensão do seu alcance. Basta notar que n'aquella admiravel obra é recommendado que no texto das lições sejam inscriptos sem demora todos e quaesquer descobrimentos scientificos que appareçam; que se varie constantemente de textos, escolhendo os melhores nacionais ou estrangeiros, e se ordena a creação de uma *Congregação de Sciencias Naturais,* encarregada de velar e trabalhar continuamente no aperfeiçoamento d'estas sciencias. Profundo conhecedor da naturareza humana o Marquez poz importantes recursos á disposição de professores e alumnos, para incitamento ao trabalho e investigação scientifica. Os ordenados então marcados para os professores eram muitas vezes superiores aòs que actualmente mal ajudam a viver o professorado, provocando a ruina da instrucção, que é base essencial para o progreso de um povo. Aos

alumnos foram largamente distribuidas honras, premios e partidos pecuniarios, que asseguravam a emulação e tornavam a instrucção possivel para todas as classes.

Entre as cadeiras então creadas figura com particular importancia a destinada ao ensino da Astronomia, a qual constituia a cupula do ensino, collocada no 4.° anno e compreendendo—a theoria do movimento dos astros, tanto physica como geometrica, e a pratica do calculo e observações astronomicas.

Ao mesmo tempo, e com elements indispensaveis para que o ensino fosse proficuo, foram creados os necessarios laboratorias scientificos encontrando—se no primeiro logar o Observatorio Astronomico. E embora a sua primeira organisação ihe desse sómente as caracteristicas de um estabelecimento auxiliar do ensino, no entanto para o Marquez de Pombal havia já a intenção da investigação e divulgação.

Effectivamente a carta regia de 11 de Novembro de 1172 já destina que seja assente no vasto recinto das ruinas do Castello de Coimbra onde, alem do Observatorio, deveriam ser construidas casas para professores e adjuntos, e tambem para a guarda dos instrumentos.

O projecto mandado executar e cuja planta ainda existe, bem como o respectivo orçamento, era sumptuoso, e attestava a alta importancia que se ligava aos estudos astronomicos. A construcção que, iniciada em 1773, não passou das sobre portas do primeiro pavimento, conserva—se ainda hoje a atestar a invulgar envergadura do estadista que foi o Marquez de Pombal. Este, porem, morreu pouco depois de terem principiado aquellas obras, que foram suspensas, para não mais continuar, em setembro de 1775. Ao grandioso projecto de 1773 foi substituido outro mais modesto mas elegante e espaçoso para a epoca, construido desde 1790 até 1799, o qual até ha pouco chegou para o movimento astronomico, limitado, como por toda a parte, aos trabalhos de posição, mas que hoje foi preciso alargar para bastante longe por que infelizmente tem faltado a necessaria previdencia para reservar junto da Universidade espaço sufficiente para as suas necessidades crescentes.

Acabado o edificio, desde logo foi providenciado para que os trabalhos da astronomia adquirissem todo o desenvolvimento que naquella epoca podia obter—se, ficando a Universidade de Coimbra dotada com um verdadeiro Observatorio Astronomico

pela carta regia de 4 de Dezembe de 1799, a qual determinou—que n'elle se trabalhasse assiduamente nas observações mais apuradas e exactas, que pudessen contribuir para verificar e rectificar as taboas astronomicas, e para adeantar e promover os conhecimentos de geographia e navegação, cooperando com os trabalhos dos observatorios mais acreditados.

Se falhou o edificio monumental que, para utilidade e prestigio dos serviços astronomicos, foi projectado pelo Marquez de Pombal, tendo em todo o caso sido substituido por outro que para a epoca representa já uma rasgada iniciativa, não falhou o homem escolhido para lhe dar gloria, José Monteiro da Rocha, que foi um dos mais valiosos collaboradores de Pombal na redacção dos Estatutos Universitarios, notavel mathematico, e um director que desde logo conseguiu para o Observatorio Astronomico de Coimbra fama mundial. En 1802 foi publicado o primeiro volume das Ephemerides calculadas para o meridiano de Coimbra e para 1804, quasi ininterruptamente continuadas até-hoje, e agora debaixo da sabia direcção do illustre director da Faculdade de Sciencias, Exmo. Sr. Dr. Souto Rodrigues. Foi esta publicação recebida com o maior aplauso pelo mundo sccientifico, por conter processos de calculo originais e ser em as ephemerides calculadas com grande meticulosidade. A ellas fez referencias extremamente elogiosas *Delambre* nas addições ao *Connaissance des Temps* para 1808 e 1809, e mais tarde muitas outras se seguiram de notaveis sabios, como Lowenorn, Schumacher, Lindenau, etc. Foi José Monteiro da Rocha um astro de primeira grandeza, mas felizmente teve logo notaveis successores que continuaram con distinção a sua gloriosa obra, sobre tudo da Ephemeride e estudos correlativos, merecendo especial menção o Dr. Rodrigo de Sousa Pinto, primeiro director com quem tive a honra de servir, que não só se notabilisou pelas suas reputadas publicações, mas tambem pelo grande impulso que deu ás investigações, bastando neste campo para ihe dar gloria, a instalação do Circular Meridiano, executado na casa Repsold com minuciosos cuidados e sufficientes dimensões para ainda hoje servir a par dos melhores instrumentos do seu genero. Ao mesmo tempo, porem, instalou tamben aquelle sabio astronomo no primeiro vertical, um universal de Repsold, que logo aproveitou com a maior vantagem para a determinação da latitude do Observatorio Astronomico de Coimbra. Tambem pelo sabio direc-

tor Rodrigo de Sousa Pinto, com o concurso do general Folque, foi determinada a differença de longitude entre o Observatorio de Coimbra e o Observatorio de Marinha de Lisboa, pelo methodo telegraphico, deduzindo—se para a ligação internacional um valor que mais tarde foi corrigido em harmonia com os resultados obtidos pelo methodo chronometrico pela missão americana que veio a Lisboa. Para amplo conhecimento do movimento scientifico do Observatorio Astronomico de Coimbra poderá ser com grande vantagem consultada a valiosissima colecção das suas Ephemerides, importantes artigos publicados no jornal o *Instituto,* e a admiravel memoria historica publicada em 1872 pelo douto professor da Universidade de Coimbra que foi o Dr. Francisco de Castro Freire, em cumprimento da resolução tomada pela Faculdade de Mathematica quando foi resolvido commemorar dignamente a obra immortal que o Marquez de Pombal realisou em 1772, com a reforma da Universidade de Coimbra.

Emfim, ultimo cronologicamente, mas nascido em berço dourado, encimado de corõa real, afilhado do saudoso Rei D. Pedro V, temos o importante Observatorio d'Ajuda. O que foi o valiosissimo apoio prestado pelo jovem, mas inteligente e zeloso monarca, é contado pelo director d'aquelle observatorio no magnifico discurso inaugural com que ha quatro annos foram inicados, no congresso do Porto, os trabalhos da secção de Astronomia. Uma consideração basta para o apreciar. Apezar da morte que prematuramente roubou D. Pedro V. ao respeito e carinho do povo portuguez, a sua acção inical fôra tão importante, que venceu as difficultades que surgiram, e o Observatorio da Tapada levantou-se em condiçoes de honrar desde logo a sciencia astronomica. Para este resultado tambem muito contribuiu a superior direcção a que foi entregue do sabio official de marinha Oom, que foi o seu primeiro director, e que pelo ensino e pelo sangue deixou como successores dois homens de alto merito scientifico: o vice-almirante Campos Rodrigues, segundo director, e o actual seu filho, herdeiro das suas distinctas qualidades.

N'aquella memoria, que mereceu o mais vivo aplauso, encontra-se a melhor noticia que possa ser feita d'este notavel estabelecimento, e por isso agora só notarei que tres instrumentos importantes foram desde logo instalados: um Equatorial de quatro

metros de distancia focal, um Primeiro Vertical e um Circular Meridiano construido pela casa Repsold, a mesma que forneceu o circular meridiano de Coimbra, e com o qual Campos Rodrigues, a quem foi entregue, conseguiu os mais notaveis resultados que valeram ao observatorio da Tapada reputação mundial.

* * *

Indicados os estabelecimentos scientificos que em Portugal se dedicam a investigações astronomicas, aos quais ainda deverá acrescentar-se o Observatorio *Campos Rodrigues*, ultimamente instalado na nossa colonia de Moçambique, em Lourenço Marques e o Observatorio de Loanda, resta dar conta da sua laboração actual e em preparação.

É bem sabido que, sejam quais forem as novas directrizes da sciencia astronomica, occupará sempre uma situação primacial a determinação e conservação da hora. Falhando este elemento, os phenomenos physicos, como os acontecimentos humanos, deixarão de ficar encadiados por forma a constituirem uma sequencia ordenada, e será impossivel descobrir as leis que regem a successão dos phenomenos, as quais, porque são funções do tempo, imdispensavel é que o tempo tenha sido rigorosamente medido.

A pendula, o circular meridiano e ultimamente o chronographo, são os instrumentos de observatorio adoptados para a exucução deste trabalho. Inoportuno seria alargar-me sobre as condições exigidas para que estes instrumentos estejam colocados com toda a vantagem para se conseguir com o maior rigor a hora local, mas devo ainda acrescentar que áqueles instrumentos poderão hoje ser substituidos outros: a pendula, o chronographo e um aparelho receptor de signais transmitidos pela T. S. F. Sem duvida este processo é muito comodo e muito usado. Não póde porem substituir o classico, num Observatorio Astronomico. que deve possuir sem dependencias, que num momento qualquer podem dar logar a que falte este elemento basilar para todos as observações. De mais há ainda a notar que, talvez em parte por falta do rigor exigivel nas longitudes, a hora obtida pela transmissão da T. S. F. diverge, embora dentro de límites muito reduzidos, da hora obtida directamente,

como observa Mr. Bigourdan, o sabio astronomo que no observatorio de Paris tem a seu cargo este melindroso assunto. Neste momento para a alta astronomia a T. S. F. serve mais para que a estação central receba a nota das discordancias e se habilite a determinar as causas e as correcções que venham a ser deduzidas, do que para poupar trabalho aos Observatorios.

Estas considerações determinaram o Comité da secção nacional (portuguesa) das uniões internacionais de astronomia, geodesia e T. S. F., o qual comprende todos os elementos que no nosso país interveem oficialmente nestes assuntos, a aconselhar as instalações precisas para que nos Observatorios das Universidades de Coimbra e Lisboa, e da Tapada, sejam recebidos os sinais horarios enviados pelo observatorio de Paris e comparados os resultados com os deduzidos das observações meridianas. Ao mesmo tempo foi tambem resolvido que com toda a brevidade sejam determinados, com o maior rigor que os processos actuais permitem, as longitudes relativas destes obervatorios por meio da T. S. F. e da T. C. F., afim de comparar estes processos e determinar as longitudes das mesmas estações em relação a Paris.

Propoe-se tambem aquela instituição, com o concurso da Administração Geral dos Serviços Geodesicos e da T. S. F., ocupar-se imediatamente da terminação das coordenadas geograficas dos pontos importantes do paiz, sobre tudo daqueles que interessam á rede geodesica.

Ao mesmo tempo, na distribuiçao dos serviços pelas diferentes entidades habilitadas para a sua execução, foi resolvido que o da hora ficasse a cargo do Observatorio da Tapada, que constantemente dele se tem desempenhado com o maior zelo e com pricizão igual á dos observatorios mais meticulosos.

A hora será destribuida pela estação central da T. S. F., de Monsanto, admiravelmente instalada pelo comandante Nunes Ribeiro, a qual fica convenientemente ligada ao Observatorio da Tapada para este fim. Para se desempenhar desta missão adquiriu agora este observatorio mais uma pendula Leroy que tem satisfeito cabalmente.

Para colaborar nos serviços horarios e tambem nas observações de posições de estrelas, devendo brevemente principiar o da zona que mais ventajosamente pode aqui ser observada, tem o Observatorio Astronomico de Coimbra finalmente conseguido

as precizas modificações e acrescentamentos. No circular meridiano introduziu-se a iluminação normal das divizões do circulo graduado, e electrica do colimador de mercurio. Dentro de poucos dias deve ser instalado no sistema ocular da luneta um micrometro impessoal, cuidadosamente construido por Mr. Bouty, que tem fornecido o Observatorio de Paris de aparelhos similhantes, que ali estão sendo aproveitados com a maior vantagem.

Alem da Pendula Berthoud, que apesar de vir de tempo da instalação do Observatorio comtinua tendo uma marcha regular e a prestar os melhores serviços, e que foi ultimamente adaptada pela importante casa Leroy, para ser synchronisada pela pendula principal, possui hoje o Observatorio Astronomico de Coimbra, para este fim, uma pendula Leroy, com pendulo de Invar, de pressão constante, instalada numa cave de paredes duplas, onde mais pendulas deverão ser colocadas, e na qual se conserva uma temperatura constante de 12°, sem necessidade de caloriferos.

Alem de cronografos de sistema M. de resultados aproveitaveis, mas que obrigam a um grande dispendio de tempo, está tambem instalado um cronografo impressõr, tipo Gautier, e está concluida a instalaçao da T. S. F. para telefonia e telegrafia, com detector de lampadas, afim de poderem ser aproveitados os sinais horarios pelo ouvido ou pelo cronografo.

É oportuno registrar que cada um dos tres referidos Observatorios dispõe de um universal de Repsold, do mesmo tipo, em cotovelo (abert. 68 mm. d. f. 0,77 m.), que o Observatorio de Coimbra já aproveitou para a determinaçao da latitude pelas observaçoes no *Primeiro Vertical,* e que estão tambem preparados para ser usado o metodo Talcott. São os aparelhos destinados á campanha da determinação das coordenadas geograficas.

Da noticia dos serviços que interessam directamente á Terra é natural passarmos áqueles que têm de elucidar-nos sobre a constituição do astro que nos conduz atravez do espaço, e regula a nossa vida pela acção das suas multiplas radiações.

A constituição e movimento da atmosfera solar é sem duvida o problema astronómico de maior interesse para a humanidade, pois dele tem por assim dizer suspensa a vida. A cada momento somos surpreendidos e pertubados pelas pequenas variações que

as condições terrestres experimentam em consequencia daquelas que sobreveem no Sol e que, embora por vezes possam ser de caracter tempestuoso em pouco alteram a normalidade da sua acção, por forma que tambem aquelas variações ficam dentro dos limites em que a vida humana póde subsistir. Mas quando acidentalmente, ou com permanencia, tiverem alteração profunda as condições de existencia do Sol? O que poderá suceder? Não vem a propósito entrar nestas divagacões. mas notada a possibilidade de graves acidentes no Sol e a importancia do estudo das suas pequenas variações, compreende-se o entusiasmo com que a sciencia se tem entregado a esta ordem de investigações.

A observação que já a olho nu se tornou possivel de sombras que empanavam o brilho do Sol, e a confirmação da existencia em determinadas epocas, e em diferentes regiões, dessas sombras, que tomaran o nome de manchas solares, fez perder pouco a pouco a confiança que havia na intangibilidade do fóco dominador do nosso sistema planetário.

As observações em epocas especiaes, como são as dos eclipses do Sol, o uso de instrumentos ópticos, e um trabalho perserverante como foi o do Padre Secchi, põz a descoberto muitos outros fenomenos. Verificou-se que para a observação integral a superficie do Sol se apresenta rugosa, e com manifestações luminosas designadas por floculos e faculas. Reconheceu-se tambem que a fotosfera é envolvida por uma camada intensamente luminosa, a camada inversora, e por uma elevada atmosfera de que já é possivel examinar a parte inferior pelos processos spectroscopicos, sendo por emquanto a superior, a corõa, observavel sómente durante os curtos priodos dos eclipses totais do Sol.

É bem sabido que devido aos genios de Jansen e Lockyer se tornou possivel observar as protuberancias do Sol fóra da época dos eclipses totais, com a aplicação do espectroscopio. Foi uma descoberta do mais largo alcance em que a espectroscopia encontrou por uma forma indirecta uma aplicação do mais alto valor, tanto pelos resultados imediatamente obtidos, como pelo novo processo que abriu á investigação scientifica, e que poderosos génios, como os de Deslandres e Hale, logo aproveitaram com a descoberta dos spectroheliographos e dos aparelhos destinados á determinação das velocidades radiais das regiões da atmosfera solar, os quais representam pela sua concepção teorica e se é pos-

sivel, ainda mais pela sua execução práctica, uma des mais preciosas maravilhas da sciencia.

De que se trata? Ninguem melhor do que o sábio director do Observatorio de Meudon póde esclarecer-nos em rápidas palavras. Dos seus admiraveis escritos reproduzirei aqui para este fim um trecho do relatorio que apresentou ao *Congrés international des recherches Solaires*, que teve lugar em Meudon, em Maio de 1907.

«Em 1898 Deslandres, instala em Meudon novos aparelhos, primeiro montados em París, desde de 1891 a 1897, na mesma epoca em que com a mesma orientação Hale trabalhava em Chicago, aparelhos que com uma segunda fenda isolam uma radiação simples ou uma pequena porção do spectro, e fazem ver ñão só as protuberancias e a chromosfera do bordo exterior, mas tambem a atmosfera gazoza interior ao bordo em projecção cincoenta vezes mais extensa. Estes aparelhos, que podem ser designados com o nome generico de spectro-registradores, revelam igualmente as formas, as velocidades radiais dos vapores, os spèctros propriamente ditos, isto é, a composição quimica, e podem tambem põr em evidencia os montões de particulas da atmosfera. Os spectro-registradores das formas são ordinariamente chamados spectroheliografos. Lembram um aparelho imaginado e ensaiado em 1869 por Mr. Jansen para a observação ocular das protuberancias. Estes novos métodos, inaugurados desde 1892 a 1894 por Hale e Deslandres, abrem á investigação um campo extremamente extenso. Eles revelam sobre o disco vapores até hoje visíveis sòmente no bôrdo, e âlêm disso vapôres mais baixos, muito mais numerosos, que são invisiveis no bôrdo por causa da sua fraca saliência, Fornecem uma imagem do Sol não só com as riscas brilhantes H_2 e K_2, particularmente interessantes, mas tambem com cada uma das 20.000 riscas negras do spectro e com as diferentes partes de uma mesma risca negra.»

Dois tipos diversos teem sido adoptados para os spectroheliografos. De objectiva de projecçao e câmara fotográfica fixa e aparelho spectroscopico movel; ou esta parte fixa e a objectiva da projecção e a câmara fotográfica movéis. Em qualquer dos casos é indispensavel um aparelho, o coelostato, que forneça numa determinada direcção, uma imágem do Sol não girante, como sucede á dada pelo heliostato.

São do primeiro tipo os grandes aparelhos dos colossais ob-

servatórios dos Estados Unidos da América do Norte, e tambem, e curioso, o da maior parte dos aparelhos de menores dimensões e mais usados, como, entre outros, aquêles que se encontram nos Observatórios de Madrid, Tortoza e Nice. Não é agora ocasião de explanar êsses processos; e as instalações em que são aplicados. Comtudo não passarei sem uma referência especial ao mais monumental dêsses aparelhos, instalado por Halle no *Observatório* do Monte Wilson, colocado sôbre êste monte da California a cêrca de 2.000 metros sôbre o nivel do mar, e onde a audácia humana instalou o mais potente telecópio existente, com um espelho de 2,m50 de diâmetro, que sem a montagem pesa quatro toneladas e meia e do qual a massa arrastada pelo movimento de relojoaria atinge 100 toneladas e a cupula giratória 500. Para a instalação do spectroheliógrafo dispõe o Observatorio de uma tôrre de 50 metros de altura e um pôço de mais de 24, sendo os raios solares aproveitados na direcção da vertical. Teem sido certamente de grande valôr as descobertas alí conseguidas e o atual Director, sabio astrónomo, Mr. Saint John, pressidente da U. A. I., prossegue interessantes investigações tendo, entre outros resultados, apurado a existência da variação dos comprimentos de onda das riscas, segundo a observação é feita sôbre o centro ou bordos do Sol. No entanto é certo que a situação dêste instrumento não satisfaz hoje completamente aos seus autores, devido ás correntes de convecção que se formam nas encostas da montanha, passadas as primeiras horas do dia, e Mr. Hale, por êste motivo, trata nêste momento de uma instalação semelhante no sopé da montanha. É tambem para notar que as melhores imagens não são superiores áquelas que teem sido obtidas por Mr. Deslandres, que encontrou em Mr. d'Azumbuja, descendente de portugueses, um precioso colaborador, com um instrumento de menores dimensões, embora já consideraveis, mas que tem sôbretudo uma maior elasticidade na acomodação às exigências das meticulosas operações a que é destinado.

Estas considerações determinaram-me logo em 1907, quando tive ocasião de visitar os principais observatórios da Europa, exatamente com o propósito de conseguir para o Observatório Astronómico de Coimbra uma instalação para o estudo do Sol, pelo segundo tipo de spectroheliografo, sabiamente imaginado por Mr. Deslandres. Mal imaginei então quanto seriam enormes as dificuldades a vencer e as contrariedades a sofrer.

Porém em 1912 Mr. Deslandres pela forma mais cativante, sempre do seu uso, poz-me a disposição todo o seu apoio para a realização desta obra. O seu inestimavel auxilio chegou ao ponto de nos oferecer algumsa peças de construcção mais melindrosa, que fôram executadas nos ateliers do Observatório de Meudon, e de nos ceder uma objectiva de projecção até chegar a que finalmente já está para nós construída, ao fim de 12 anos, e até de ter conseguido que pelo Govêrno Francês fôsse enviado a Coimbra, expressamente em missão para se proceder à instalação definitiva do nosso spectroheliografo, Mr. d'Azumbuja, a quem há pouco me referi, e que, ainda jóven, muito honra já a Sciência francêsa.

Emfim no dia 12 de Abril, e ao cabo de 13 anos de porfiada luta, como tão amavelmente me lembrava numa das suas últimas cartas Mr. Deslandres, que constantemente me acompanhou durante êsse período com a sua mizade, de que eu, há muito desprendido de vaidades, tenho justificado orgulho, fôram tiradas com o grande spectroheliografo do Observatório Astronómico de Coimbra, construído com as mesmas caracteristicas do grande spectroheliografo do Observatório Astronómico de Meudon, as primeiras imágens monocromáticas do Sol, aproveitando-se a risca K_3, a mais dificil de isolar, nas quais apareceram as protuberâncias e filamentos demonstrativos da actividade solar. Com êstes resultados terei satisfeito um pouco os votos que José Falcão, meu sábio e saúdoso mestre, me endereçou ao impôr-me as insignias doutorais nesta mesma sala, lembrando-me os vultos que fôram José Monteiro da Rocha, o General Valde e Rodrigo de Sousa Pinto.

Aos meus sentimentos de respeito e saúdade por êste sábio mestre acrescentarei tambem o restemunho da minha profunda gratidão a todas as pessoas que contribuiram, e algumas de modo muito eficaz, para que esta obra pudesse ser levada ao fim, e especialmente a Mr. Deslandres que, já em 1922, no relatório que apresentou em nome da 6ª Comissão de Observação do Sol, ao Congresso da União A. I. e, mesmo nêste momento, lem manifestado o seu maior empenho para que o Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra apresente já, no Congresso da mesma União que no próximo mês de Julho vai reùnir em Cambridge, as imagens do Sol aqui obtidas.

E agora confio em que êstes desejos terão completa realiza-

ção, e desde já o nosso Observatório possa colaborar nos trabalhos mundiais de investigação solar. Os meus agradecimentos vão tembem para Mr. d'Azambuja que, com o maior carinho e saber, tem acompanhado os nossos trabalhos.

Nove peças independentes prestam nesta observação o seu concurso para se obter a desejada imagem, com um motor de relojoaria e quatro motores electricos.

O coelostato, que fornece o feixe luminoso na direcção horizontal meridiana, foi construído pelo hábil engenheiro Mr. Prin, com todos os aperfeiçoamentos modernos, sendo muito fácil com o auxílio de motores electricos a acomodação do segundo espelho. Os espelhos de 40 centimetros de diâmetro fôram construídos por Mr. Jobin, reputado engenheiro oculista. A objectiva da projecção, do mesmo construtor, mereceu os mais meticulosos cuidados: tem 25 centimetros de abertura e 4 metros de distância focal. A objectiva da câmara fotográfica de 0,m15 × 3m tambem foi construída por Mr. Jobin, a do colimador de 0,m15 × 1,m20 e os prismas de 15 centimetros pela casa Zeiss, as fendas, camara photographica e parafusos micrometricos por Mr. Prin. Os motores foram construídos pela casa Carpentier, e as peças que transmitem os movimentos pela *Societé Genoveise de physique*. Os motores são sycronisados e consegue-se a uma distancia qualquer, dois movimentos continuos exactamente proporcionais, podendo variar a relação das velocidades. Cuidados meticulosos são precisos todas as vêzes que é necessario operar, bastando notar que para se obterem trabalhos perfeitos é indispensavel em algumas posições levar a precisão á centesima do milimetro. As imagens difinitivas teem um diametro de cerca de 9 centimetros.

Brevemente deve ser instalada a parte complementar d'este aparelho, destinada a fornecer as velocidades radiais.

Do Sol passarei ás estrelas sem me deter no systema planetario onde tanto ha que observar, e no qual tive a fortuna de encontrar algums resultados interessantes por ocasião do eclipse de 1912, os quais me permitiram estabelecer doutrina nova relativamente á forma da Lua, e a existencia provavel de uma atmosfera densa no fundo dos vales lunares, conclusão mais tarde igualmente tirada no Observatorio de Greenwich da observação de uma ocultação.

São bem conhecidos os multiplos problemas que á observação astronomica oferece o estudo das estrelas, pondo mesmo de

parte aqueles que se referem á sua posição, e é interessantissimo o estudo das nebulosas, mas para ums e outros tornam-se precisos instrumentos mais dispendiosos do que os destinados ao estudo do Sol, que é generoso em luz.

Comtudo algums trebalhos podem ser ventajosamente realisados com instrumentos de regulares dimensões, e no Observatorio da Tapada tem sido aproveitado o equatorial para as observações de estrelas duplas, e tanto naquele Observatorio como no Observatorio Astronomico da Universidade de Lisboa é regularmente feita a observação de ocultaçãos, preparando-se este ultimo para tambem se ocupar de obervações espectroscopicas de estrelas.

No Observatorio Astronomico de Coimbra acaba de ser instalado, na cupula central, um equatorial para a observação spectrographica das estrelas pelo processo do prisma objetiva. O aparelho foi estudado por mim e a sua construção combinada, em sucessivas viagens que fiz a Inglaterra, com Sir Grubb, o notavel constructor inglez, que lhe dedicou uma especial atenção, indispensavel por causa da deslocação dos raios luminosos pelo prisma complicar a disposição parallatica.

Devi tambem ao antigo Director do Observatorio do Cabo, Sir Gill, de saudosa memoria, uma valiosa coadjuvação, por ter tomado grande interesse pela construção deste instrumento, caracterisado por um prisma de 27 centímetros de aresta, o maior que foi possivel obter, destinado a cobrir uma objectiva de 15 centimetros de abertura e um metro de distancia focal.

Sem duvida o sistema da fenda pode ter mais larga aplicações do que o prisma objectivo, mas a despesa a fazer para adquirir un instrumento daquela ordem comparavel aos que estão em uso noutros observatorios devería ser consideravel. O aparelho instalado no Observatorio Astronomico de Coímbra, subordinado ás dimensões do prisma, tem a vantagem de não exigir grande objectiva nem exageradas dimensões, e fornecer resultados de alta importancia para a Sciencia Astronomica, o que as provas obtidas já nos asseguram.

No Observatorio de Harvard encontra-se instalado um instrumento do mesmo typo, do qual só ultimamente tive conhecimento, tendo e nosso spectrographo stellar sido encomendado por mim antes da guerra. E felizmente que ao principiar este cataclismo a sua construçao já estava adeantada. Doutro modo tarde

sería possivel obte-lo porquanto a casa Grubb, especialista neste genero de trabalhos, devido ás questões operarias, tem a sua laboração consideravelmente reduzida, e com tristeza observei, quando ha dois anos visitei os seus importantes ateliers, em St. Alban, que só se encontravam no trabalho as pessoas da família. Ao mesmo tempo aumentam constantemente as dificultades para se conseguirem peças opticas de grandes dimensões, do que temos a experiencia com a objectiva de projecção do nosso grande spectroheliographo.

Do importante aproveitamento daquele spectrographo, similhante ao nosso, facilmente pode ser feita ideia sabendo-se que com este aparalho se obtem em cada chapa un conjunto de spectros de estrelas que já tem atingido o milhar. A diversidade dos spectros, em intensidade e em riscas de absorpção, permite a classificação das estrelas, e já em 1916 tinha o Observatorio de Harvard classificado 226.000.

Terminaréi aquí esta rapida exposição, sufiiciente em todo o caso para demonstrar o empenho com que os elementos que em Portugal se dedicam a Sciencia Astronomica empregam o seu maior esforço, e desinteressada dedicação, no intuito de contribuir-em para que Portugal se desempenhe neste ramo scientifico da sua missão, honrando o mais possivel as tradições que nos foram legadas.

II

DISCURSOS

DE

INAUGURACIÓN DE LAS SECCIONES

LEÍDOS EN LOS DÍAS 15 Y 16 DE JUNIO DE 1925

Sección 2.ª

ASTRONOMÍA Y FÍSICA DEL GLOBO

DISCURSO INAUGURAL

POR

VICENTE INGLADA ORTS

TENIENTE CORONEL DE ESTADO MAYOR E INGENIERO GEÓGRAFO. PROFESOR DE ASTRONOMÍA Y GEODESIA EN LA ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA

La colaboración íntima en los trabajos de investigación, condición indispensable del rápido progreso de las ciencias telúricas.

SEÑORES:

La suma benevolencia de los compañeros de esta Sección, y ante todo la de su ilustre Presidente, D. Antonio Vela Herranz, me obligan, con este discurso inaugural, a iniciar la labor de Astronomía y Física del Globo en el X Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, que en fraternal colaboración celébrase en esta bellísima ciudad lusitana. Tan ineludible requerimiento de los compañeros explicará lo que en otro caso sería vanidad o audacia, ya que no corresponde a mis pobres facultades ocupar un puesto que honraron, con sus discursos magistrales, tantos hombres de ciencia. Al agradecer profundamente honor tan grande como inmerecido, confío en vuestra indulgencia, que habrá de extremarse en el presente caso para disculpar el poco valor científico de este modestísimo trabajo.

* * *

Entre las ciencias que afanosamente cultiva el hombre, pocas ofrecen el atractivo natural, el interés y alcance de las que se dedican al conocimiento, imperfecto aún, de nuestro planeta. Esta morada permanente, que tantas bellezas y misterios contiene, es la base obligada de nuestras investigaciones para formar cabal concepto del sistema cósmico a que pertenecemos. Al dirigir la mirada hacia el exterior, el hombre advierte que está sumergido en un océano gaseoso invisible, capa atmosférica de no muy grande espesor, cuyo estudio corresponde a la Meteorología. Más allá, la vista se recrea en la contemplación del espacio indefinido, poblado de innúmeros y lejanos astros, de cuyos movimientos regulares y majestuosos conoce el hombre las leyes principales, gracias a los esfuerzos de la Astronomía, la ciencia de más vasto dominio, cuyas ingeniosas y precisas observaciones nos han dado la clave de tantas maravillas celestes.

Si abandonando este grandioso campo volvemos los ojos al suelo que nos sustenta, entramos en el dominio de una ciencia importante, la Geografía, consagrada al estudio del estado actual de la superficie terrestre, y por hallarse ésta última dividida en dos porciones de carácter distinto, la tierra firme y la hidroesfera, admite una separación de sus conocimientos: morfología, fisiografía, orografía, por una parte, e hidrología y oceanografía, por otra.

Si del estudio descriptivo actual de la superficie terrestre nos remontamos al de las épocas pasadas para llegar al conocimiento de su formación, desarrollo y estados sucesivos por que ha pasado hasta adquirir el que hoy se observa, entramos en el dominio de otra ciencia, tan reciente como trascendental: la Geología, con sus subdivisiones: Mineralogía, Petrografía y Tectónica, por un lado, y Estratigrafía y Paleontología, por otro, para no citar más que las principales.

En realidad, el estudio tanto geográfico como geológico de nuestro planeta se contrae a sus capas más superficiales; si queremos, no obstante, ajustarnos al amplio contenido etimológico de la Geografía y Geología habría que pensar en una clasificación racional de la ciencia de la Tierra, atendiendo a las dos partes fundamentales de la masa del Globo: la corteza y el núcleo, pues las investigaciones más recientes (1), tanto de orden geodésico (gravimetría, isostasia, desviaciones de la vertical), como las sismométricas (condiciones de propagación de

las ondas elásticas producidas durante los sismos) acusan un contraste marcadísimo de constitución entre la corteza, película exterior, de espesor reducido (unos 100 kilómetros), que desde la superficie física de la Tierra se extiende hasta la llamada de compensación isostática, y el núcleo potentísimo que llega hasta el centro del Globo, de estructura perfectamente regular, con disposición hidrostática de sus capas, y en que la materia nos recuerda la condición isótropa. Esta subdivisión fundamental obedece a los rasgos característicos principales, pues la potente masa que sustenta la corteza terrestre o litosfera está integrada por otros tres dominios, de espesor creciente con la profundidad, que son: la barisfera, la capa intermedia y el núcleo propiamente dicho, o región central del Globo, con su radio de 3.500 kilómetros, en números redondos.

Esta ciencia dedicada al estudio de las capas profundas de nuestro planeta adquiere cada vez más importancia, pues las observaciones sismométricas se perfeccionan rápidamente y acopian datos muy precisos de ciertas propiedades de la materia en esas regiones inaccesibles, y las leyes y teorías que regulan la interpretación de los sismogramas son de cálculo tan seguro que Kövesligethy considera a esta ciencia como una Astronomía subterránea.

Este nombre apropiado nos sugiere una división simétrica de los dominios científicos cuyo límite común es la superficie terrestre: por un lado, la Astronomía, de campo exterior, transparente e infinito, y por otro, la Endogeología, si se nos permite la denominación, de dominio interno, invisible y limitado.

Aun cabría cortar otros dos dominios, de orden secundario, de campo más reducido, pero accesibles en parte a la directa observación de nuestros sentidos, separados también por la superficie física de nuestro Globo, en la que se dan cita tantas disciplinas científicas: la Meteorología, por la parte exterior, y la Fleogeología o Gefleología (*), ciencia de la corteza, por la parte interna.

El estudio de estas porciones del Globo, que hemos delimitado, no puede separarse de los fenómenos que en ellas ocu-

(*) Del griego φλοιός *phloios*, latín *phloeós*, castellano *fleos*, corteza. Esta voz con la significación de corteza terrestre aparece ya usada por Aristóteles en su Meteorología (Didot, tomo 3.º, pág. 624).

rren, y así, al concepto puramente descriptivo, estático, si vale la expresión, se añade el fecundo concepto dinámico, que en lugar de estudiar la variación en el espacio explora la que ocurre en el tiempo, y al que van correspondiendo nuevas subdivisiones de la ciencia telúrica. Como lazo común o quizá. más bien, matriz de todas ellas, citaremos la Geofísica, de reciente formación, en cuanto al nombre, no rigurosamente ajustado a sus investigaciones, ya que no faltan fenómenos en la alteración de las rocas, así como en su consolidación, en la transformación de las substancias radioactivas, en las erupciones volcánicas, por no citar mas que algunos casos característicos, donde actúan procesos de marcado origen químico.

Esta importantísima ciencia, de porvenir tan brillante, descartados los trabajos puramente meteorológicos u oceanográficos, se ha dedicado hasta ahora preferentemente al estudio de los fenómenos que tienen asiento y teatro a la vez en la misma faz de la Tierra o en sus capas superficiales, pues sólo su novísima rama, la Sismometría, explora las capas profundas de la Tierra, de modo que hoy por hoy esta pomposa Física del Globo más bien es una modesta Fleofísica o Física de la corteza, como lo pueden atestiguar los trabajos de sus numerosas subdivisiones: Geografía física, Geología dinámica, Magnetismo terrestre, Gravimetría, Geodesia dinámica...

En relación común con todas ellas y ofreciéndoles el conocimiento preciso de la forma y dimensiones de ese dominio superficial en que concurren sus investigaciones está la Geodesia, consagrada a los procedimientos de medida, de cálculo y representación que determinan las condiciones geométricas de toda la superficie terrestre o de porciones de ella, grandes o pequeñas, arbitrariamente elegidas. Claro está que esa superficie terrestre de que se ocupa la Geodesia no es la misma a que se refieren las investigaciones geográficas, geológicas y geofísicas, de cuyo trazado minucioso se encarga la Topografía, sino la superficie potencial de la Tierra, prolongación ideal del nivel medio de los mares a través de las masas continentales e insulares. Tal ha sido el concepto geodésico hasta ahora; pero los progresos rápidísimos de esta ciencia han llevado a Buchwaldt (2) a ampliar el campo de las investigaciones geodésicas y a asignarle como cometido el estudio de la forma exterior de la Tierra y de su estructura interna, limitada ésta última,

en verdad, a la distribución de las masas en el interior del Globo, o sea a la variación de la densidad de los puntos terrestres en función de sus coordenadas. Y no ha parado en esto la audaz reforma que aporta a la ciencia el genio del malogrado Geodesta, pues paralelamente a la necesidad sentida por las ciencias geográficas, geológicas y geofísicas, que las ha llevado a subdividirse, ha creído llegado el momento de separar los dos campos de la Geodesia estática y dinámica, de cuyos métodos y resultados os habló elocuentemente en el Congreso de Salamanca el sabio catedrático D. Honorato de Castro al inaugurar de modo más lucido que lo hace mi modesta persona las tareas de la Sección de Astronomía y Física del Globo, en su substancioso discurso, titulado «Orientaciones modernas de Geodesia estática».

Aunque pudiera extrañar que la Geodesia ofrezca su base y colaboración a las ciencias telúricas en el estudio de los fenómenos físicos, pues en la parte descriptiva sus conocimientos son evidentemente indispensables, algunas consideraciones, breves por la reducida extensión de este discurso, os habrán de convencer de la necesidad del concurso geodésico.

El conocimiento preciso de la forma y dimensiones de nuestro planeta es indispensable en la explicación de multitud de procesos, que sólo cabe concebir teniendo en cuenta el considerable radio medio de la Tierra. El estudio de algunos fenómenos geodésicos o geológicos está supeditado a que el proceso sea elástico o hidrostático. Hay numerosos hechos que abogan por una viscosidad de las capas profundas del Globo, en tanto que observaciones recientes y de distintos campos acusan una rigidez media del globo mayor que la del acero. Investigaciones de índole geodésica, y las que se relacionan con la condición isostática, parecen admitir la existencia de capas en la base de la corteza, con cierto grado de pastosidad, como si la materia pudiera allí fluir, y las contradicciones, sólo aparentes, que al examinar estos hechos diversos pudieran originarse, desaparecen al tener en cuenta las considerables dimensiones de nuestro planeta.

Una bola de acero de radio muy pequeño, como las empleadas en los experimentos de Física, actúa como un cuerpo absolutamente rígido; pero si su radio, como el de la Tierra, tiene nada menos que 6.370 kilómetros, será plástica a causa de su pro-

pia fuerza atractiva, siempre que a esta plasticidad le demos tiempo bastante (transcurso de muchos siglos) para que sus efectos puedan hacerse perceptibles. Imaginémonos un continente cuyo borde sea de acero: la parte superior de esta gigantesca muralla se conservará rígida; pero su base, a causa de la enorme carga que soporta, se ablandará y extenderá, desbordando lateralmente.

La existencia de una capa continua de magma fundido que se extendiera por todo el Globo, sirviendo de base a la corteza, hipótesis a que se han inclinado ilustres geólogos, lleva, según los cálculos de Love (3), a valores inaceptables para la resistencia de la corteza, y lo único que cabe admitir es que dichas masas magmáticas sean, a lo sumo, de extensión continental.

En los problemas donde juega primordial papel el mayor o menor grado de rigidez de las masas terrestres, éste se halla subordinado, por un lado, a sus dimensiones, y por otro, a que la actuación sea lenta o rápida, ya que los fenómenos que ocurren en nuestro Globo resultan de la acción de fuerzas diversas, unas que obran con rapidez suma, como en los sismos, con duraciones de minutos y aun de segundos; otras que actúan más lentamente, como pasa con las mareas, que abarcan horas o días, o meses enteros, si se trata de los cambios de posición de la línea de los polos, y para las cuales la corteza terrestre y aun la masa total de nuestro Globo pueden comportarse como dotadas de gran rigidez, mientras que en otras clases de fuerzas, de proceso extraordinariamente lento (transformaciones de carácter geológico y cambios de la velocidad de rotación por acciones cósmicas), pueden actuar como flúidos, lo que explicaría la concepción isostática con el equilibrio hidrostático de las capas del núcleo, no obstante su gran rigidez media, igual o mayor que la del acero, según muestran de acuerdo las observaciones sismométricas, el estudio del movimiento del eje terrestre, las mareas oceánicas y las de la corteza terrestre.

Es evidente también que la actuación de las masas terrestres sería distinta en esa clase de fenómenos si el radio de nuestro planeta fuera sólo, por ejemplo, de unos 100 kilómetros, en lugar de los 6.370 que tiene en promedio.

No se limita a esto el concurso eficaz que la Geodesia presta a las ciencias telúricas al precisarles las dimensiones de nuestro planeta: las magnitudes a que se refieren las medidas geodési-

cas, especialmente las relativas a la intensidad de la gravedad, dependen muy directamente de la constitución de la Tierra, considerada en conjunto, y en particular de la de su corteza, pues la distribución de las masas juega papel predominante. En tales condiciones, como los resultados que se derivan de estas observaciones son, cuantitativamente considerados, de una extrema precisión, toda teoría o hipótesis acerca de la constitución de la corteza terrestre, que es la base de la explicación de los fenómenos geofísicos, ha de tomar como datos las medidas geodésicas (4), y de este modo la Gravimetría abarca dos dominios distintos: uno puramente geodésico, relacionado con su problema fundamental de determinación de la figura de la Tierra, y otro geofísico, que atañe al estudio de la distribución de las masas en la corteza, y, ¡caso curioso!, la balanza de torsión, con su precisión extremada, que aprecia unidades del noveno orden decimal de dina, se presta más por sus indicaciones, a la resolución de multitud de problemas de Geología práctica que a la determinación de las superficies de nivel del campo gravitatorio terrestre, como si el aparato se rebelara donosamente contra la férrea división que el hombre establece al separar los conocimientos científicos afines y encontrara humillante el servir solo como instrumento geodésico.

El campo de trabajo de las ciencias que se dedican al estudio de la constitución de nuestro Globo y de los fenómenos que se verifican en sus capas superficiales es único y continuo, por mucho que el hombre se empeñe en dividirlo en distintos compartimientos, que, a causa de nuestras limitadas fuerzas intelectuales y de la escasa duración de nuestra vida, confía a otras tantas ciencias, cuyos límites de demarcación obedecen a razones convencionales y arbitrarias, no a diferencias fundamentales que estriben en la esencial diversidad de los fenómenos.

Para convencerse de ello, no hay mas que fijarse en las etimologías o primitivos significados de las ciencias telúricas y en lo que han evolucionado en el decurso del tiempo. ¿Cómo hay que entender el cometido de la Geología, que significa etimológicamente *tratado de la Tierra?* ¿No tratan de ella también las demás ciencias geográficas, geodésicas y geofísicas? ¿Qué queda de la primitiva significación de la Geodesia, división de la Tierra, como no sea el indicar las partes en que hay que dividir un territorio para que en cada una entre la Topo-

grafía, con sus procedimientos ordinarios de levantamiento, al suponer despreciable la curvatura terrestre por la pequeña extensión en que se efectúan sus operaciones? ¿Quién podrá recordar la significación etimológica de la Geometría, al leer la definición que de ella ha dado nuestro ilustre matemático Rey Pastor? (5): «Es el estudio de las propiedades de una variedad continua de elementos dados, las cuales son invariantes respecto de un grupo de transformaciones definido en ella.» Aquí la Tierra ha desaparecido por completo, aunque el nombre de la Geometría empieze por ella.

No hace falta seguir comparando la significación del nombre de cada ciencia y el dominio actual de sus investigaciones, que ha sufrido tan profunda variación. Todos esos nombres, que designan compartimientos arbitrarios que el hombre ha ido delimitando en nuestro Globo, tienen un principio común, y un principio común también, el de colaboración íntima, ha de regir las investigaciones de todas esas ciencias hermanas, que tienen el mismo campo de trabajos: para estudiarla, tanto necesitará recorrer la superficie terrestre el geólogo como el geógrafo, el geodesta como el geofísico. No una simple curiosidad llevará a cada uno de ellos a enterarse de la labor de su compañero, que hace observaciones o reconocimientos en la misma zona que él recorrió días o meses antes y volverá a recorrer días o meses después. Será necesidad apremiante la que le impulse a enterarse de las investigaciones de sus compañeros, pues sin conocerlas el estudio que él haga de un cierto fenómeno será fragmentario, incompleto, y no acertará a explicarse sus causas, su origen, su formación y desarrollo y la manera de propagarse en la litosfera y los efectos en ella producidos.

El progreso de las ciencias telúricas no ha sido más rápido y fecundo por haberse empeñado los hombres en cultivar separadamente sus campos de actividad, cerrando los ojos o no prestando atención profunda a la labor conquistada por sus compañeros.

¿Cuántos descubrimientos, relativos a la constitución interna del Globo y aun de las capas superficiales de la corteza terrestre, que interesan de modo especial a la Geología, no cabe esperar, si nos atenemos a sus fecundas conquistas (6), del estudio de la propagación de los sismos con aparatos sensibilísimos, que se ha iniciado sólo en estos últimos años, hasta el

punto que la Sismometría de precisión se puede decir que es ciencia del siglo XX?

¿Cuántos progresos no cabe esperar de la Gravimetría moderna, basada en medidas también de precisión extraordinaria, cuyo concepto isostático, afirmado por el cálculo de la Geodesia superior, irradia a todas las demás ciencias telúricas y ofrece amplio sustento a la explicación de los problemas de palpitante actualidad, como el de la orogenia, por no citar más que un caso?

¿Qué diremos también de tantas y tan brillantes investigaciones geofísicas, que al explicarnos las condiciones de rigidez y de distribución de las masas terrestres hacen tambalearse a ciertas fugaces teorías geológicas, como la de la contracción terrestre por enfriamiento, tan en boga en tratados admirables y que parece casi arrasada ya (7) por el empuje inexorable de la crítica científica de estos últimos años?

Abrid un tratado de Geología moderna: salvo contadas excepciones, observaréis que no se resumen en él los resultados más recientes de las ciencias geodésicas y geofísicas. Acaso al hablaros del elipsoide terrestre os presentarán las dimensiones obtenidas por Bessel, nada menos que en 1841, como si la Geodesia no hubiera desde entonces dado paso alguno hacia la resolución de su fundamental problema; no hablemos de desviaciones de la vertical, de la reducción de las observaciones gravimétricas, por ejemplo. En su notable trabajo «Die Mediterraneen Kettengebirge in ihrer Beziehung zum Gleichgewichtszustande der Erdrinde» (las cadenas de montañas mediterráneas en relación con el estado de equilibrio de la corteza), Kossmat hace un estudio de aplicación de las anomalías de la gravedad en la superficie terrestre a la génesis de las cadenas mediterráneas, en que trata multitud de cuestiones geodinámicas de palpitante interés, de orden orogénico, y aquí la sola colaboración de la Geodesia o Geofísica y de la Geología realiza el milagro de dar mayor alcance y fecundidad a la investigación. Para este trabajo no se necesita utilizar fórmulas complicadas ni teorías dificilísimas de la Geodesia superior, sino valerse del trazado de las anomalías de la gravedad en el territorio considerado. Sin embargo, Kossmat, en unas notas preliminares, se considera obligado a dar algunas explicaciones de carácter muy elemental acerca de lo que son las distintas anomalías de la gravedad, según la corrección que se aplique al valor observado, y

justifica el dar estas sencillísimas nociones diciendo que en los tratados de Geología estas cuestiones gravimétricas se tratan muy a la ligera.

Este ejemplo que se refiere a la Geología se puede repetir con relación a la Geodesia. En los tratados de esta ciencia se observa concisión extrema o supresión completa de las cuestiones geológicas, como si en todo estudio geodésico, en que por hacer la reducción al nivel del mar de la magnitud observada hay que partir de una cierta hipótesis acerca de la distribución de masas en la corteza terrestre, no fuera de importancia suma conocer al detalle lo que la Geología haya podido averiguar acerca de la constitución de los estratos rocosos superficiales.

Casos hay, sin embargo, en que los investigadores se han dado perfecta cuenta de la compenetración de los conocimientos telúricos y han aplicado el principio fecundo de la colaboración de ramas científicas hermanas. En su notable trabajo «Investigations of gravity and isostasy», publicado por el Coast and Geodetic Survey de los Estados Unidos en 1917, el eminente geodesta M. William Bowie, dedica un capítulo muy interesante al estudio de las relaciones entre las anomalías de la gravedad y la formación geológica en que está enclavado el lugar de observación. En otro estudio, aún más reciente (1924) y no menos importante, titulado «Isostatic investigations and data for gravity stations in the United States established since 1915», el ilustre geodesta hace un resumen de los resultados obtenidos por las investigaciones isostáticas para probar el alcance extraordinario de esta fecunda teoría, y la compenetración de las consideraciones es tan íntima que no se sabe apreciar cuál es la parte más importante del trabajo, si la geodésica, la geofísica o la geológica.

Afortunadamente, las modernas organizaciones científicas tienen muy en cuenta la necesidad de esta colaboración de las ciencias telúricas, y ahí está, para no citar más que un ejemplo, la Unión Geodésica y Geofísica Internacional, en que funcionan las Secciones de Geodesia, Sismología, Meteorología, Magnetismo terrestre, Oceanografía física, Vulcanología e Hidrología continental, cuyas dos Asambleas generales, la celebrada en Roma en mayo de 1922 y la segunda en Madrid en octubre último, han sido dos éxitos rotundos por la importan-

cia de las cuestiones científicas debatidas y de las resoluciones adoptadas.

En Roma hubo el peligro de que, recordando antiguos precedentes, se quisiera separar la Geodesia de la Geofísica, y una voz elocuente y autorizada, la del sismólogo italiano Sr. Rizzo (11), se alzó en defensa de la unión de esas dos importantes ciencias telúricas.

El eminente sismólogo puso de manifiesto, que si en el campo de la Geodesia clásica podría no encontrarse gran relación con las cuestiones geofísicas, aunque en realidad el concurso de la Meteorología resulta indispensable en el estudio de la refracción atmosférica y el de la Oceanografía en la determinación del nivel medio de los mares, el caso es muy distinto cuando se entra en el campo de investigaciones de la Geodesia moderna.

Aun en su problema fundamental de la figura de la Tierra, el teorema de Stokes, al aplicar las medidas de la gravedad a la determinación de la superficie del geoide, requiere, como es sabido, que el cuerpo que se considera esté limitado por una superficie de nivel. La de los mares cumple bastante bien con esta condición; pero la superficie física en la tierra firme dista mucho de satisfacer a ella, y esto obliga, como es natural, a referir las medidas de la intensidad de la gravedad al nivel del mar, o sea a corregirlas del efecto debido a la acción atractiva de los estratos que están por encima del nivel del mar, y como las correcciones topográficas, debidas a la acción de estas masas visibles, no hacen desaparecer las anomalías gravíficas observadas realmente, ni las desviaciones de la vertical (en estas últimas se da el caso curioso de que las correcciones topográficas son bastante mayores que las desviaciones observadas), el geodesta se ve obligado, mal que le pese, a estudiar la acción de las masas profundas de la corteza terrestre, o sea que necesita conocer la distribución de estas masas, las superficies de discontinuidad y el espesor de la capa isostática.

De modo que la Geodesia ha de tener en cuenta las propiedades y constitución de las capas situadas a unos 100 kilómetros de profundidad por debajo del nivel del mar, cuando las investigaciones geológicas se contraen a profundidades mucho menores, y esto, fijaos bien, no es para las cuestiones del amplio campo de la Geodesia de Buchwaldt, sino modestamente

para resolver su primer problema: el de la determinación de la figura de la Tierra. Los que creen que la Geodesia no debe ocuparse en la distribución de las masas subterráneas condenan esta ciencia a impotencia absoluta, ya que le quitan los medios de resolver su problema fundamental: el de la figura de la Tierra.

Para procurarse esos datos indispensables de la distribución interior de masas, la Geodesia se vale de las medidas del péndulo, de la balanza de torsión, del magnetómetro, del sismógrafo. ¿Quién podría, pues, separar las investigaciones magnéticas y sísmicas de las puramente geodésicas?

En otras cuestiones los lazos de unión de la Geodesia y de la Geofísica son aún más íntimos. Pada no tratar más que un caso citaremos el de los movimientos periódicos del suelo, debidos a la variable atracción lunisolar, a la variación de carga de las mareas oceánicas o a las causas meteorológicas. Al estudiar estos interesantes fenómenos no se sabe en qué campo despliega su actividad el investigador. ¿Son trabajos puramente geodésicos, en cuanto se estudian desviaciones de la vertical, o sismológicos, puesto que se emplean en estas observaciones los mismos tipos de aparatos destinados al registro de los sismos lejanos? ¿Son trabajos puramente meteorológicos, ya que influyen en ellos las circunstancias atmosféricas, o bien oceanográficos, si se atribuyen a la acción de las mareas?

¿Cabe estudiar separadamente esos misteriosos fenómenos, desesperación del sismólogo, (porque bien a menudo le ahogan en las gráficas el principio de los telesismos), cuando sus causas son en muchos casos desconocidas, y hasta se ignora si su origen es astronómico, meteorológico o telúrico?

Este estudio separado del fenómeno sería tan acertado como el tratamiento de un enfermo por distintos médicos, que sin ponerse de acuerdo ni saber cada uno la intervención de sus compañeros, trataran de diagnosticar la enfermedad, atendiendo solamente, uno a las indicaciones del termómetro, otro a la tensión arterial, éste al análisis de la orina, aquél al de la sangre...

En las ciencias médicas, dicho sea en su honor, no pueden ocurrir tales dislates: los médicos se reunen en consulta, estudian los síntomas de la enfermedad, las condiciones en que se produce y desarrolla, y dan el tratamiento racional que salva al enfermo; pero en las ciencias telúricas el caso es muy distinto:

los geógrafos, geólogos, geofísicos y geodestas no celebran consultas, no trabajan en colaboración, y el enfermo perece; es decir, nuestros conocimientos en materias telúricas no avanzan con la rapidez que pudiera esperarse de los potentes medios de investigación con que cuenta el hombre hoy día.

El eminente sismólogo Sr. Rizzo logró con su brillantísima defensa que la Asamblea general de Roma acordara la no separación de las investigaciones geodésicas y geofísicas, decisión que influirá notablemente en la eficacia de los trabajos que la Unión Geodésica y Geofísica Internacional lleve a cabo en todos los países.

La importancia de los estudios geofísicos se va acentuando de tal modo que, no contenta de investigar los fenómenos físicos de nuestro planeta en un alto interés puro y teórico, la Geofísica ha desbordado este campo y ha entrado en el práctico y positivo de las aplicaciones, constituyendo la Geofísica técnica o aplicada (13).

La evolución es tan rápida e interesante que parece oportuno dedicarle algunas palabras, para apreciar el alcance de las nuevas investigaciones y poner estos problemas en relación con los de la Geofísica pura, por una parte, y los de la Geología práctica, por otra.

Hasta hace poco la Geofísica pura se ha ocupado de la distribución en el Globo y en su capa atmosférica de las propiedades físicas y de estudiar, en sus grandes relaciones, los fenómenos a que da lugar dicha distribución, elaborando y sometiendo a examen crítico los principios de la investigación y la aplicación a los problemas que ofrece la Tierra en conjunto, o en sus diversas partes, como elementos constitutivos del Globo.

La Geofísica aplicada o técnica se vale de dichos principios, teorías y observaciones y los aplica a las cuestiones prácticas de minería, construcciones hidráulicas, etc. De la distribución de las propiedades físicas en el Globo deduce los rasgos distintivos que interesan al problema propuesto. En lugar de valerse de los mismos fenómenos naturales, provoca perturbaciones artificiales en el estado de equilibrio elástico, eléctrico, etc., de las capas superficiales de la corteza y deduce de las condiciones observadas, tanto en la distribución como en la propagación de las ondas provocadas, la estructura del subsuelo, base indiscutible de los problemas prácticos que se propone.

Como es sabido, la sensibilísima balanza de torsión da en cada punto la variación de la gravedad en función de sus coordenadas. Sus medidas, combinadas con algunas determinaciones pendulares, permiten formar idea de la distribución de las masas subterráneas. Como la acción atractiva es directamente proporcional a las masas e inversamente al cuadrado de la distancia, dedúcese que la perturbación en la distribución local de la gravedad se hará tanto más perceptible cuanto mayor sea la masa, cuya densidad difiere notablemente de las masas circundantes, y cuanto más próxima esté a la superficie terrestre. Si se conocen los rasgos tectónicos de la zona explorada y la densidad de las rocas que integran las capas del subsuelo, se podrá en los casos de sencilla estructura fijar la posición de las superficies que separan los estratos de distinta densidad. Este procedimiento ha sido aplicado con éxito en la Alemania septentrional para localizar los yacimientos salinos, pues allí las capas de sal son más ligeras que las formaciones más recientes en que aparecen intercaladas.

El estudio del campo magnético se ha aplicado también en la exploración del subsuelo, y conocido es, por ejemplo, el método magnetométrico de que se valen en Suecia para localizar las masas ferruginosas magnéticas. Schuh (12) se ha valido del trazado de las isanómalas de la intensidad magnética en el caso de formaciones sedimentarias, y eligiendo una zona de sencilla estructura tectónica en el SW. de Mecklemburgo, ha podido fijar con precisión matemática los límites de yacimientos salinos, conocidos por la exploración, e indicar la posición de otros en zonas inmediatas donde no se habían hecho aún sondeos.

Como es sabido, las rocas contienen en ínfima proporción substancias radioactivas, cuyas radiaciones ionizan los gases que encuentran en su emisión y los hacen conductores. Por el grado de esta conductividad o por la absorción adecuada de las radiaciones puede deducirse cuál es la substancia emisora.

Como las substancias radioactivas pasan a las formaciones detríticas, y es un hecho experimental que por encima de las fallas y de los afloramientos de ciertos filones, a causa de los cambios de posición o inversiones de las substancias principales o de sus productos de descomposición, se observa un aumento de la emisión radioactiva, resulta que por la medida de ésta

puede localizarse perfectamente el accidente tectónico o el yacimiento metalífero.

La acción de la intemperie y de las aguas superficiales produce en las capas superiores de ciertos criaderos metálicos alteraciones químicas con relación a las partes no atacadas, lo que origina fuerzas electromotrices. En las inmediaciones de tales criaderos se observa una distribución especial del potencial propio, que acusa un máximo por encima de aquéllos, de modo que si en la región explorada se mide la diferencia de potencial eléctrico de un gran número de puntos con relación a uno elegido previamente, por la distribución que ofrezca en la superficie del suelo se puede deducir la posición del criadero.

Como el proceso electrogénico está ligado a un gran número de reacciones químicas, resulta que este procedimiento puede aplicarse no sólo en la busca de masas metálicas, piritas de hierro o cupríferas, etc., sino en un campo más amplio, en todos aquellos casos, por ejemplo, producción de fallas, en que la alteración de las rocas dé lugar a reacciones químicas.

El estudio de la transmisión, por las capas del suelo, de una corriente eléctrica, puede dar útiles pormenores acerca de la estructura del subsuelo, ya que dicha transmisión ha de estar supeditada a las condiciones de conductividad de los estratos atravesados, que varían entre límites muy amplios, desde las masas metálicas, muy buenas conductoras, las rocas muy húmedas, que lo son menos, y, por último, los estratos superficiales de los desiertos y los yacimientos salinos, cuya conductividad es prácticamente nula.

Las corrientes eléctricas se hacen pasar por el suelo valiéndose de reóstatos de gran superficie, bien sea por comunicación directa, por inducción o por influencia. Si la constitución del subsuelo fuera homogénea, la distribución en él de la corriente dependería únicamente de la posición de los eléctrodos. En el caso de una estructura heterogénea, que es el que interesa en las aplicaciones, hay que elegir la posición de modo que influya de manera característica en la distribución normal. Por ejemplo, en el caso de un filón o vena metalífera, los eléctrodos, de superficie alargada, se dispondrán normalmente a su dirección y las líneas de fuerza del campo eléctrico se concentrarán a lo largo del filón. Si se conociera un extremo de éste, en él se colocaría uno de los eléctrodos, y los otros se dispondrían, en posi-

ción simétrica, en un círculo que tenga por centro el punto que se busca. El estudio de la distribución del campo eléctrico en la zona explorada puede hacerse atendiendo a las líneas de fuerza o bien a las superficies equipotenciales.

El empleo de las medidas eléctricas tiene un campo extenso de aplicaciones. Los filones o masas metálicas pueden descubrirse con su auxilio aunque se encuentren a profundidades considerables. Las observaciones del campo pueden en este caso complementarse con otras hechas en el laboratorio. Para ello se disponen grandes recipientes, como de un metro cúbico, en donde se colocan modelos de cuerpos conductores o de substancias aisladoras, con arreglo al caso típico que se vaya a estudiar, del que se tendrán algunos datos por los reconocimientos geológicos, y hecho esto se estudia experimentalmente la distribución del campo eléctrico, viendo la influencia que ejerce la posición y profundidad de los eléctrodos punctiformes, dirección y buzamiento de los estratos que forman el modelo que se quiere analizar, etc. Del resultado de este análisis experimental se pueden sacar conclusiones interesantes que sirvan de norma o guía a los reconocimientos y observaciones que se han de efectuar en el terreno.

De modo opuesto a las masas o filones metálicos actúan las substancias malas conductoras, como aceites minerales y productos análogos, que acusan en el suelo, por encima o en torno de ellas, un apretamiento de las líneas equipotenciales. En ambos casos las observaciones efectuadas en la superficie del suelo pueden complementarse con las obtenidas en los sondeos, pozos y galerías de minas. La distribución de la tensión eléctrica, tanto en los puntos superficiales como en los de los pozos y galerías cercanas a la región explorada, da una imagen precisa de las condiciones de conductividad de las capas subterráneas, que sirve de guía segura en la interpretación de la estructura geológica, y este procedimiento alcanza importancia extraordinaria en los yacimientos petrolíferos.

En lugar de la transmisión de las corrientes se puede emplear la propagación de las ondas eléctricas como medio de descubrir la estructura geológica subterránea ; solo que en este caso las condiciones del medio de propagación son opuestas, es decir, que las ondas exigen substancias no conductoras.

Como instrumentos de producción de ondas eléctricas se uti-

lizan los mismos aparatos de la telegrafía sin hilo, ajustados, sin embargo, a las condiciones de los pozos y galerías de minas.

El empleo práctico de este procedimiento está limitado a los yacimientos salinos y a los estratos de las regiones desérticas, en que la sequedad extremada permite la propagación de las ondas. En este caso el problema principal estriba en la separación de una masa muy mala conductora, como es la de la sal, y otra buena conductora, por ejemplo, la capa freática, etc. Si en una mina de sales potásicas se reciben directamente las ondas eléctricas emitidas por otra, esto da la seguridad de la existencia entre ambas de una masa de sal interpuesta.

Otro curioso procedimiento de investigación es el estudio de las oscilaciones propias de una antena colocada en un pozo de mina. La capacidad de la antena depende de la constante dieléctrica del medio circundante, y las masas conductoras situadas en su torno amortiguan las oscilaciones que se producen en la antena. Si la vamos alargando o acortando sucesivamente se podrán estudiar las variaciones que el medio produce en las oscilaciones provocadas en el pozo y localizar las capas de sales distintas, las masas de agua, etc., que estén próximas al pozo.

Un procedimiento de investigación de gran interés es el estudio de la propagación de las ondas elásticas por las capas superficiales de la corteza, pues gracias al gran material de observación acumulado en las estaciones sismológicas y a las numerosas investigaciones que a él se han dedicado se tienen resultados de una gran precisión. Además ofrece la ventaja de poderse utilizar la medida de la velocidad de propagación de las ondas sísmicas, que es en este caso sólo de algunos kilómetros por segundo. Para ello se emplean tipos de aparatos análogos a los del registro de los sismos próximos, que dan la amplitud de las dos componentes horizontales y la de la vertical, el ángulo de emergencia, velocidad de propagación, etc. Es necesario que los tres aparatos funcionen con las mismas constantes, para que la amplificación del movimiento sea la misma en todos ellos. En lugar de utilizar los sismos se producen perturbaciones artificiales del suelo por medio de explosiones o caída de masas pesadas desde gran altura.

La propagación del movimiento sísmico, o de la perturbación artificial, depende de las condiciones elásticas del medio atravesado. Si la constitución del subsuelo fuera perfectamente

homogénea, el rayo sísmico iría en línea recta. Al ser el medio heterogéneo la trayectoria es curvilínea y determinada por la condición braquistocrónica. En las rocas compactas la velocidad de propagación es mayor que en las sueltas y, además, la dirección del rayo sísmico influye también, pues en los terrenos sedimentarios la propagación no es la misma en la dirección de los estratos que en la transversal a ellos.

Un ejemplo del empleo de este método sísmico ofrece el caso de un lecho de terreno suelto que descansa sobre un banco de roca compacta. Se puede determinar fácilmente la profundidad del primero produciendo en un punto del suelo una perturbación, por ejemplo, mediante una explosión, siempre en las mismas condiciones, y registrando el movimiento provocado en una serie de puntos a distancia cada vez mayor del foco de la perturbación. Mientras el lugar donde se registra el movimiento del suelo esté a corta distancia del foco, el rayo sísmico atravesará la capa superior de terreno suelto y el tiempo que tarde en llegar a la estación registradora dependerá de la velocidad de propagación que corresponde a las condiciones elásticas y densidad de la materia en dicho lecho. A medida que nos separemos del foco la trayectoría irá alcanzando mayores profundidades, llegará un momento en que será tangente a la superficie de separación de los dos estratos y después irá penetrando cada vez más en el inferior de roca compacta. Como en éste la velocidad de propagación es bastante mayor, si de los sismogramas registrados en los distintos puntos deducimos la velocidad del movimiento sísmico, se observará que ésta permanece al principio constante, mientras el rayo sísmico sólo atraviesa la capa superior del terreno, aumentará desde la distancia que corresponda a la trayectoria tangente a la superficie de separación de los dos estratos, y desde ese momento el crecimiento de la velocidad se irá haciendo cada vez más acentuado. Si por las condiciones geológicas de la región explorada, en que se presenta tan sencilla estructura, conocemos la clase de formación que corresponde a los dos estratos y podemos determinar la velocidad de propagación del sonido en ellos, el conocimiento de la distancia epicentral a que empieza el aumento mencionado de velocidad de propagación del movimiento sísmico nos dará la profundidad de la superficie de separación de los dos estratos. Hemos tratado un caso sencillísimo de investigación sísmica, basada en la velocidad de propagación del movimiento;

claro está que hay otros procedimientos, que no detallamos, por la obligada concisión de este discurso (*), y en que se aprovechan otras magnitudes que se deducen del cálculo de los sismogramas, como son las amplitudes del movimiento, la aceleración máxima de las partículas del suelo, el ángulo de emergencia, etc.

El método sismométrico encuentra su principal aplicación cuando se trata de problemas que estriban en determinar superficies extensas de separación de bancos de gran potencia, cuyas propiedades físicas difieren bastante para que den lugar a condiciones muy distintas de densidad y elasticidad en los dos medios por donde ha de propagarse el movimiento sísmico artificial que provocamos por medio de explosiones o caída de masas pesadas.

Acabamos de ver que la Geofísica aplicada saca partido de las condiciones gravíficas, magnéticas, eléctricas y elásticas de los materiales que integran los estratos superiores de la corteza terrestre para deducir de la distribución y propagación en ellos de las perturbaciones naturales o artificiales la situación de las masas subterráneas y la estructura geológica del subsuelo. Mas no se crea que el empleo aislado de cada uno de los métodos que se fundan en dichas propiedades de la materia sea un procedimiento especial de investigación para cada clase de problemas que puedan presentarse. La Geofísica es ante todo una ciencia de colaboración, y la resolución de cada caso particular, busca de filones, de yacimientos salinos, masas pretrolíferas, etc., exige la aplicación simultánea y combinada de varios de los procedimientos enumerados. En ciertos problemas el empezar la investigación efectuando las medidas que corresponden a las diversas propiedades gravíficas, magnéticas, eléctricas y elásticas da el medio más rápido y seguro de localizar el accidente tectónico o el yacimiento buscado.

Este principio de colaboración es tan esencial que trasciende del campo de la Geofísica al de la Geología práctica. La mayor parte de los problemas confiados hoy a la Geofísica aplicada se refieren a la minería, abastecimiento de aguas, construcciones hidráulicas, etc., es decir, son del campo de la Geología práctica.

(*) El lector a quien interesen los nuevos procedimientos de la Geofísica aplicada, puede consultar los trabajos que a partir del número 13 se citan en la nota bibliográfica que va al final de este discurso.

A pesar de los progresos rápidos efectuados en estos últimos años por la Geofísica aplicada, ciencia que acaba de constituirse, la estructura geológica del subsuelo es casi siempre tan complicada que las masas perturbadoras influyen de intrincado modo, contrarrestando en parte sus mutuos efectos, lo que obliga a considerar problemas fáciles en que la estructura geológica no sea complicada. Como base, sin la cual el geofísico no podría iniciar sus trabajos, se requiere que en la zona donde se plantee el problema se haya hecho un reconocimiento geológico que guíe al geofísico en la investigación. Sería inútil proponer al geofísico la localización de una falla o la busca de un yacimiento salino, por ejemplo, en una zona donde por el conocimiento de su tectónica se sabe que tal accidente o yacimiento no puede presentarse. En estas condiciones la labor del geólogo ha de preceder a la del geofísico para servirle de guía, tan preciada como indispensable. La Geología prestará primero sus datos a la Geofísica aplicada para que ésta pueda empezar sus observaciones de suma precisión y facilitar después a su compañera los resultados que dan la clave del problema. Y en esta investigación geofísica la consulta al geólogo será precisa en muchos casos, pues al comenzar las observaciones con un plan general trazado en virtud de las condiciones tectónicas de la zona explorada, como el geólogo da como probables ciertos espesores de los estratos, la continuación de éstos en las masas invisibles del subsuelo, que no han sido accesibles a su reconocimiento, una dislocación inesperada puede dar al traste con esta presumida estructura del subsuelo, por fallar entonces el principio de continuidad y analogía de que el geólogo se ha servido para juzgar de lo que no podía ver en su reconocimiento, y en estas condiciones, cuando las medidas geofísicas den pormenores de distribución de las propiedades físicas que no se esperaban y que podrían desorientar y aun desconcertar al geofísico, impidiéndole la continuación rápida y eficaz de sus trabajos, el geológo, en vista de las circunstancias que parecen cambiar la naturaleza de la cuestión, procederá a contrastarlas con nuevos reconocimientos para llegar a otra interpretación de las condiciones tectónicas, que servirá de base al plan que haya de seguirse en la ulterior investigación geofísica. En tales condiciones el trabajo de la Geofísica aplicada aparece intercalado en el del geólogo, y sólo una íntima colaboración permitirá llegar a una rápida, eficaz y económica solución de los problemas pro-

puestos, ya que en igual medida contribuyen las dos ciencias afines.

* * *

A grandes rasgos hemos expuesto la íntima relación que existe en las investigaciones de las ciencias telúricas, cuyos campos de trabajo, lejos de aparecer separados unos de otros, en compartimientos autónomos, se compenetran de tal modo que es difícil saber en muchas cuestiones cuáles son los límites que demarcan la acción particular de cada ciencia. El único medio eficaz de que las telúricas progresen rápidamente es que los distintos investigadores no pierdan el tacto de codos que ha de llevarles a la cumplida explicación de los enigmas que a cada instante ofréceles el globo ; que, dejando a un lado todo exclusivismo, se comuniquen mutuamente sus trabajos, en colaboración íntima y fraternal, no olvidando que toda cuestión exige el acopio de los datos recogidos en cada campo, para no caer en la solución unilateral y fragmentaria que da lugar a concepciones falsas y trae consigo la esterilidad a que están condenadas tantas y tan brillantes investigaciones.

¡ Ojalá que de este desaliñado discurso, que puso a dura prueba vuestra paciencia sin límites, pueda salvarse la idea directriz de que la colaboración íntima es la indispensable condición del rápido progreso de las ciencias telúricas y que nuestra Asociación, que en los Congresos bianuales pone en relación a los investigadores de todas las ciencias, dé su firmísimo apoyo a esta idea para que el hombre pueda arrancarle a la tierra sus secretos, ocultos aún por velo impenetrable, a pesar de su incesante estudio, y quién sabe si por haberse aislado el sabio en su investigación, olvidando el principio práctico de que en la unión estriba la fuerza !

He dicho.

NOTA BIBLIOGRÁFICA

1. Vicente Inglada: La corteza terrestre. Instituto Geográfico. Madrid, 1923.
2. F. A. Buchwaldt: Les principes de la Géodésie statique. Den Danske Gradmaaling. Copenhague, 1922.
3. A. E. H. Love: London R. Soc. Proc. 82 (1909), pág. 73. Monthly Not., 69 (1909), pág. 476.
4. A. Prey, C. Mainka y E. Tams: Einführung in die Geophysik. Berlín, 1922.
5. J. Rey Pastor: Evolución de la Matemática en la edad contemporánea. Conferencias de la Sección de Ciencias exactas, físicas y naturales del Ateneo de Madrid, 1916.
6. C. Mainka: Physik der Erdbebenwellen. Berlín, 1924.
7. A. Wegener: La génesis de los continentes y océanos. Edición española de la *Revista de Occidente*. Madrid, 1924.
8. F. Kossmat: Die Mediterraneen Kettengebirge in ihrer Beziehung zum Gleichgewichtszustande der Erdrinde. Abh. d. Math. Naturw. Kl. d. Sachs. Akad. d. Wiss., 38, núm. 2. Leipzig, 1921.
9. W. Bowie: Investigations of gravity and isostasy. Washington. U. S. Coast and Geodetic Survey, 1917.
10. W. Bowie: Isostatic investigations and data for gravity stations in the United States established since 1915. Idem íd. íd. íd., 1924.
11. Union Géodésique et Géophysique Internationale. Section de Sismologie. Comptes Rendus des séances de la première Conférence réunie à Rome, du 2 au 10 mai 1922, rédigés par le Secrétaire E. Rothé, págs. 29-31, 1922.
12. Frid. Schuh: Magnetische Messungen im südwestlichen Mecklenburg als Methode geologische Forschung. Mitt. a. d. meckl. geol. Landesanstalt, XXXII, 1920.
13. H. Saalk und G. Brinkmeier: Zeitschr. f. prakt. Geophysik, I Band, Heft 4.
14. Richard Ambronn: Die Aufgaben der angewandten Geophysik. Zeitsch. f. angewandte Geophysik, núm. 1, agosto 1922.
15. Richard Ambronn: Physikalische Aufschlussarbeiten als Hilfsmittel für geologische Forschung. Glückauf, núm. 21, 1921.
16. Richard Ambronn: Die Aufsuchung von Salzstöcken und Erdölstätten mittels physikalischer Aufschlussmethoden. Petroleum, núm. 27, 20 septiembre 1921.
17. Königsberger: Die Verwendung geophysikalischer Verfahren in d. prakt. Geologie. Z. f. prakt. Geol. 1922. H. 3, págs. 33-41.
18. M. Abraham, H. Rausch v. Traubenberg, J. Pusch: Über ein Verfahren zur Bestimmung der spezifischen Leitfähigkeit des Erdbodens. Physik. Ztschr., XX, 145-147, 1919.
19. Richard Ambronn: Die Untersuchung des Untergrundes von Baustellen

mittels phys. Messungen. Der Bauingenieur. Zt. f. d. ges. Bauwesen, Jg., 1920, heft 7-8.

20. Richard Ambronn: Die Anwendung physikalischer Aifschlussmethoden im Berg-Tief-und Wasserbau. Erdmann, Jahrb. d. Hallesch. Verbandes f. Erforschung der mitteldeutschen Bodenchätze und ihrer Verwertung, Bd. III, Lfg., Nr. 2, 1921.

21. Richard Ambronn: Physikalische Aufschlussarbeiten im Bergau. Natur und Technik., III, 1921, pág. 273.

22. Richard Ambronn: Über die Vewertung physikalischer Untersuchunsmethoden zu Aufschlusszwe ken im Kalibergbau. Kali, 1921, XV, heft 12.

23. Richard Ambronn: Die Verwertung der physikalischen Aufschlussarbe'ten im Berg-Tief-und Wasserbau. Umschau, XXVI, 1922.

24. Becker, George F.: Relations between Local Magnetic Disturbances and the genesis of Petroleum. Bulletin of the United States geol. Survey, Nr. 401. Washington, 1909.

25. De l'emploi des méthodes d'exploration géophysiques pour reconnaître les dangers menaçant l'exploitation des mines et pour les combattre. Erda A. G. Gottingen, 1922.

26. G. Leombach: Über die Anwendung elektrischer Schwingungen (drahtloser Telegraphie) zur Erforschung des Erdinnern, besonders im Kalibergbau, I y II Kali, VII Jg. Heft 17 y VIII Jg. Heft. 7.

27. G. Leimbach: Die Erforschung des Erdinnern mittels elektrischer Wellen. Osterr. Wochenschrf. d. öffentl. Baudienst, 1914, heft. 41.

28. Leimbach: Elektrische Wellen und Schwingungen zur Erforschung des Erdinnern. Ztschr. d. Vereins dt. Ing. Jg., 1914 y 1915.

29. Leimbach: Physikalische Aufschlussarbeiten im Berg. und Schachtbau (die Wechselstrommethode). Kali, XI Jg., 15 feb. 1917, pág. 49.

30. Löwy und Leimbach: Eine elektrodynamische Methode zur Erforschung der Erdinnern., I y II Mitt. Pysik. Ztschr. XI Jg., Nr. 16 y XIII Jg. Nr. 9.

31. Löwy: Systematische Erforschung der Erdinnern mittels elektrischer Wellen. Ztschr. j. prakt. Geologie, XIX Jg., 1911, heft 8.

32. A. Nippoldt: Messungen der magnetischen Vertikalkraft als Hilfsmittel zur Aufsuchung von Lagerstätten. Steinbruch, XVI, 1921.

33. Desider Pekar: Die geophysikalischen Messungen des Barons Roland v. Eötvos. Naturwissenschaften, 1919, Heft 10.

34. F. W. Pffaf: Beziehungen zwischen erdmagnetischen Messungen und geologischem Aufbau der Rheimpfalz. Geognotische Jahreshefte, Jg. XXI. 1908.

35. F. W. Pffaf: Beziehungen zwischen geologischem Aufbau und erdmagnetischen Messungen im rechtrheinischen Bayern. Geogn. Jahrh., XXVI Jg., 1913.

36. C. Schlumberger: Étude sur la prospection électrique du soussol. Paris, 1920.

37. W. Schweydar: Die Bedeutung der Drehwage von Eötvos für die geologische Forschung nebst Mitteilung der Ergebnisse einiger Messungen. Ztschr. f. prakt. Geologie, 26, 1918.

38. P. Uhlich: Magnetische Erzlagerstätten und ihre Untersuchung mittels des Magnetometers. Freiberg, 1899.
39. Arthur Wagner: Erdmagnetische Messungen zwecks Aufsuchung isolieter schwach magnetischer Erzläger. Ztschr. f. angew. Geophysik. Heft 8, marzo 1924, págs. 225-246.

Seccion 3.ª

CIENCIAS FÍSICO-QUÍMICAS

DISCURSO INAUGURAL

POR

J. PALACIOS

La teoria de los «quanta» y la emisión de energia.

Paralelismo entre el desarrollo de la Astronomía y el de la Física del átomo.

Compara sir Oliver Lodge en su ameno libro *Atoms and Rays* los progresos actuales de la Física con el desarrollo adquirido por la Astronomía durante el siglo XVII, y sugiere la idea de que estamos viviendo, con respecto a la Física, una era correspondiente al comienzo de la época newtoniana de la Astronomía. Esta ciencia, como es sabido, ha pasado por fases o períodos perfectamente marcados. La Astronomía como ciencia comienza con Copérnico a principios del siglo XVI; este astrónomo descubre que en los movimientos de los cuerpos celestes, incluyendo los complicadísimos de los planetas y de los cometas, hay cierto orden y regularidad, que le permite establecer un esquema del Universo sumamente sencillo. Su sistema se reduce a una especie de historia de la naturaleza, en la que se describen los fenómenos, según sus apreciaciones, sin buscar las causas. Por largo tiempo no se tiene mas que un conocimiento vago del movimiento de los planetas, y sus leyes no

se establecen ni siquiera aproximadamente. Viene luego el período instrumental, caracterizado por las exactas medidas llevadas a cabo por Tycho-Brahé a fines del siglo XVI. Sigue a continuación el período en que Keppler, a comienzos de la XVII centuria, aprovecha las observaciones acumuladas y establece empíricamente, con gran brillantez, las leyes del movimiento de los astros. Finalmente, la gloriosa teoría de Newton explica dichas leyes empíricas, así como la mayor parte de los pequeños detalles concernientes a los movimientos y perturbaciones de los cuerpos celestes, predice nuevos hechos y hace de la Astronomía una ciencia perfecta.

En la Física del átomo y de la energía radiante nos encontramos primero con un conocimiento general de la composición de la radiación, la medida de su velocidad, la demostración de que es algo inmaterial, consistente en una perturbación ondulatoria del éter. Este período, que nos lleva hasta Stokes y Clerk-Maxwell, se corresponde con el período astronómico que sumariza Copérnico.

Comienza luego una fase de trabajo experimental en la que se miden con toda exactitud los componentes de la radiación. Se inicia con Bunsen y Kirchhoff, sigue con Liveing, Dewar y Huggins y Fowler y culmina en los espléndidos espectroscopios y en la pléyade de espectroscopistas que han enriquecido nuestras actuales tablas de longitudes de onda. He aquí una labor perfectamente comparable con la realizada por Tycho-Brahé en el campo de la Astronomía.

Hacia el año 1885 se inaugura el período kepleriano de la Física atomística. Balmer, Ridberg, Ritz y otros descubren leyes empíricas que ponen de manifiesto ciertas regularidades existentes en las rayas espectrales. Estas leyes, indudablemente correctas en sus líneas generales, se limitaban a coordinar los hechos observados

y no eran mas que un indicio de la existencia de regularidades más íntimas que, una vez establecidas, habían de constituir la verdadera clave del problema.

Nuestra época señala el principio del período newtoniano de la Física del átomo.

Actualmente nos encontramos en el comienzo del período newtoniano. Empieza a descifrarse algo de la significación real de las expresiones empíricas de Balmer y Ritz, y, por razonamientos matemáticos, que se reducen a simples cuentas de Aritmética, puede predecirse la existencia de nuevas series de rayas. Sin embargo, la causa de las discontinuidades que se manifiestan en el funcionamiento del átomo no es completamente conocida, y subsiste algo de empirismo en la interpretación de los hechos observados, lo cual demuestra que escasamente hemos empezado la era newtoniana y que aun queda mucho por hacer.

Los avances de la Física se deben a la cooperación de un gran número de investigadores.

El paralelismo entre el desenvolvimiento de la Astronomía y el de la Física no puede ser más exacto en lo que a los hechos se refiere. Hay, sin embargo, una diferencia indudable en cuanto a las personas. Cada período de la historia de la Astronomía está concentrado en un nombre, a cuya labor individual se debe todo el progreso realizado. En cambio, los avances de la Física se deben a la cooperación de un gran número de investigadores, cada uno de los cuales levanta un piso del edificio científico apoyándose sobre la plataforma construída por los que le han precedido. Y si es uno solo el que erige la armazón, son muchísimos los que la afianzan, rellenan, embellecen y la ponen en condiciones de servir de base a nuevas edificaciones. En un momento dado es posible señalar un nombre que marque el punto culminante del progreso; pero es difícil averiguar si el paso decisivo ha sido dado por él o por alguno de los que le han precedido en el mismo orden de ideas. Así, puede decirse que el nombre representativo del mo-

mento actual de la Física del átomo es el del profesor danés Niels Bohr, de Copenhague, y que toda su obra se apoya en los cimientos trazados por Max Planck, de Berlín, y consolidados por tal número de físicos que su sola enumeración formaría una lista interminable.

Cómo se planteó el problema de la constitución del átomo.

Los datos de que se disponía al plantear el problema de la constitución de los átomos eran el resultado del estudio de los dos grupos de manifestaciones asequibles a nuestra observación. El primero se refiere al conjunto de propiedades físicoquímicas características de los elementos que se compendian en el sistema periódico de Mendelejeff. El segundo abarca las propiedades de los cuerpos en su relación con la emisión y absorción de energía radiante, incluyendo en ella los rayos X, una vez que el célebre experimento de Laue demostró su identidad con la luz ordinaria. Se trataba, por consiguiente, de idear un modelo atómico capaz de explicar las regularidades del sistema periódico y de sistematizar el inmenso número de rayas de que se compone el espectro completo emitido por el átomo de un elemento determinado.

Presunta complicación del átomo

Hasta hace bien poco, la Espectroscopia era un capítulo de la Física, cuyo caudal experimental se enriquecía de un modo sorprendente, pero cuyo estudio o exposición resultaba imposible, pues ello hubiese equivalido a aprenderse de memoria una lista interminable de números representativos de las diversas longitudes de onda. Las rayas que se obtenían, aun en la parte visible del espectro, parecían inagotables, pues aumentaban más y más al emplear aparatos espectroscópicos más potentes o al forzar los medios de excitar la producción de energía radiante. La complicación aumentó al descubrirse nuevas series de rayas a uno y otro lado de la porción visible del espectro. El análisis espectral como medio práctico de investigación estaba condena-

do a muerte, asfixiado por su propia complejidad. Es natural que se creyese que el átomo debía tener una estructura sumamente complicada, ya que era capaz de producir tan intrincados fenómenos, y que se dijese que el tratar de averiguar cómo es un átomo estudiando su espectro equivalía a pretender darse cuenta de qué es un piano por dentro escuchando el ruido que produce al tirarlo escaleras abajo.

El problema, en efecto, parecía inabordable; pero a medida que se acumulaban los datos experimentales crecía también el número de condiciones restrictivas que era preciso imponer a la organización del modelo atómico.

No es nuestro propósito hacer un estudio crítico de la labor de Bohr y de sus predecesores. Tal empresa ha sido llevada a cabo recientemente y con gran acierto por el catedrático F. Ramón Fernando en su notabilísimo discurso de apertura del curso de 1924 a 1925 en la Universidad de Murcia. Nos limitaremos a un punto concreto, el referente al mecanismo de la emisión de la energía radiante; pero antes nos conviene exponer, a grandes rasgos, los hechos y las ideas en que se apoya el modelo atómico ideado por Bohr

Los componentes del átomo.

En primer lugar, la medida de las desviaciones que experimenta una partícula al atravesar una delgada hoja metálica (1) demostró que la carga positiva del núcleo de un átomo se componía de tantas cargas elementales o gránulos de electricidad positiva como unidades tiene el número atómico del elemento considerado, es decir, el lugar que ocupa el elemento en el sistema periódico. Para que el átomo sea neutro es preciso que haya igual número de cargas eléctricas negativas elementales o electrones. Este re-

(1) Rutherford: *Phil. Mag.*, XXI, 669, 1911. Geiger y Marsden: *Phil. Mag.*, XXV, 604, 1913. Chadwiche: *Phil. Mag.*, XL, 734, 1920.

sultado, confirmado por las observaciones llevadas a cabo por Barckla respecto al poder difusor de los átomos con respecto a los rayos Roentgen, ha dado la clave del problema, pues permitió contar el número de electrones que hay en cada átomo, resultando, en particular, que el hidrógeno consta de un núcleo positivo y de un electrón único.

La hipótesis de los *quanta* contribuye a resolver el problema.

¿Cómo es posible que un sistema tan sencillo como el átomo del hidrógeno sea capaz de emitir, cuando menos, una serie de rayas en la región visible, otra en la ultravioleta y otras dos en la ultrarroja? Esta pregunta ha sido contestada por Bohr de un modo plenamente satisfactorio, fundándose en la hipótesis de los *quanta* de Planck (1) que establece que en todo proceso periódico en que se produzca radiación de frecuencia ν la energía emitida es un múltiplo entero del *quantum* ε de energía, el cual, a su vez, viene dado por la fórmula

$$\varepsilon = h\nu,$$

donde h es una constante universal, cuyas dimensiones de energía $\times$ tiempo y que se denomina el *quantum* de acción de Planck. Su valor es

$$h = 6{,}55 \times 10^{-27} \text{ ergs. seg.}$$

La hipótesis de los *quanta*, enunciada el último año del siglo pasado, ha demostrado tal fecundidad y ha sido comprobada en tan variados campos de la Física, que no puede ya dudarse de su exactitud. Ideada para explicar la distribución de la energía en la radiación emitida por el cuerpo negro, ha sido aplicada con resultados

(1) *Verhandl. d. deutsch. physikal. Ges.*, 1900, página 237. *Ann. d. Phys.*, IV, 555, 1901; VI, 564, 1901; VI, 818, 1901; IX, 622, 1902. *Vorlesungen über die Theorie der Wärmestrahlung*, 1906.

sorprendentes a la explicación del fenómeno fotoeléctrico en todas sus manifestaciones, a la teoría molecular del estado sólido (calor atómico, ecuación de estado, conductividad térmica y conductividad eléctrica), así como, aunque de un modo precario, a la teoría del estado gaseoso (1).

El átomo como sistema planetario sometido a una condición clásica y otra cuantista.

La teoría de los *quanta* ha obtenido su éxito más rotundo al ser aplicada por Bohr a su modelo atómico. Volviendo al caso del hidrógeno, supone el físico danés que el electrón único que hay en el átomo de este lemento gira alrededor del núcleo lo mismo que un planeta en torno del Sol; pero en lugar de estar obligado a moverse en una órbita única puede elegir entre varias. A diferencia de lo que ocurre en el sistema solar, donde las órbitas pueden variar de un modo continuo, las órbitas que puede recorrer el electrón en el átomo de hidrógeno son sólo las que cumplen dos condiciones:

Primera. *De acuerdo con la Mecánica clásica, ha de haber equilibrio entre la fuerza centrífuga y la fuerza coulombiana de atracción entre las masas eléctricas del núcleo y del electrón.*

Segunda. *En toda órbita posible las integrales de fase han de ser un múltiplo entero del* quantum *de acción* h. Esta condición significa que en todo sistema definido por las coordenadas generalizadas q_i y los impulsos o cantidades de movimiento $p_i = \frac{\partial E_{cin}}{\partial \dot{q}_i}$ han de cumplirse las ecuaciones

$$\int p_i dq_i = nh, \qquad [1]$$

donde n es un número entero cualquiera.

(1) La sola enumeración de trabajos referentes a aplicaciones de la teoría de los *quanta* llenaría varias páginas. Véase, por ejemplo, F. Reiche: *Teoría de los quanta* (trad. por J. Palacios), y A. Sommerfeld: *Atombau und Spektrallinien*, 1924.

Mecánica cuantista del átomo de hidrógeno.

En el caso sencillo que consideramos, y concretándonos a órbitas circulares, queda una sola integral de fase, que vale $2\pi m a^2 \omega$, siendo m la masa del electrón, a el radio de la órbita y ω la velocidad angular. En resumen, las dos condiciones que acabamos de establecer se expresan así:

$$m a \omega^2 = \frac{e\mathrm{E}}{a^2}; \quad 2\pi m a^2 \omega = nh, \qquad [2]$$

donde e es la carga del electrón y E la carga del núcleo, que en el hidrógeno vale también e. A cada órbita corresponde un número entero n, que crece de unidad en unidad a medida que nos alejamos del núcleo. Basta eliminar ω para obtener los radios de las diversas órbitas cuantistas:

$$a = \frac{n^2 h^2}{4 n^2 m e \mathrm{E}}, \qquad [3]$$

que resultan crecer como la serie de los cuadrados de los números enteros.

Mientras un electrón recorre una órbita determinada poseerá una energía constante, que será la suma de la energía cinética y de la energía potencial. Un cálculo sencillo conduce a:

$$\mathrm{E}_{\mathrm{cin}} = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{2\pi^2 m e^2 \mathrm{E}^2}{n^2 h^2}, \qquad [4]$$

$$\mathrm{E}_{\mathrm{pot}} = \mathrm{W}_\infty - \frac{4\pi^2 m e^2 \mathrm{E}^2}{n^2 h^2}, \qquad [5]$$

donde $v = a\omega$ es la velocidad lineal del electrón y W_∞ su energía potencial cuando está infinitamente lejos del núcleo. La energía total valdrá:

$$\mathrm{W} = \mathrm{E}_{\mathrm{cin}} + \mathrm{E}_{\mathrm{pot}} = \mathrm{W}_\infty - \frac{2\pi^2 m e^2 \mathrm{E}^2}{n^2 h^2}. \qquad [6]$$

La energía del electrón disminuye a medida que se hace más pequeño el radio de la órbi-

ta. Por tanto, para que la órbita no se modifique, es preciso que no haya emisión de energía. Ahora bien: la teoría clásica prescribe que todo electrón animado de movimiento acelerado—como ocurre con el que recorre una órbita curvilínea—engendre un campo electromagnético variable, es decir, emita energía. Esto llevaría consigo la imposibilidad de órbitas estacionarias, pues el electrón debería agotar su reserva de energía y acabar por fundirse en el núcleo. Por tanto, los postulados de Bohr niegan la validez de la teoría electromagnética clásica al ser aplicada a un electrón y obligan a admitir que las órbitas estacionarias están como rodeadas de una membrana impermeable a la radiación que impide la emisión de energía.

Para explicar toda la complejidad del espectro del hidrógeno le basta ya a Bohr sentar un nuevo postulado:

Cuando emite radiación el átomo.

Cuando un electrón cae desde una órbita en la que posee la energía W_1 a otra en la que la energía es W_2 se produce la emisión de una radiación monocromática, cuya frecuencia ν, multiplicada por el quantum *de acción* h, *es igual a la diferencia de dichas energías:*

$$h\nu = W_1 - W_2. \qquad [7]$$

He aquí cómo se explica, mediante este tercer postulado, la emisión de las diversas rayas del espectro del hidrógeno. De todas las órbitas cuantistas por las que puede optar el electrón, la más estable será la más interna, por ser la de menor energía total, del mismo modo que una esfera puede encontrarse en equilibrio sobre cualquiera de los peldaños de una escalera, pero el equilibrio es más estable cuando llega al peldaño inferior. En estado normal, la mayor parte de los átomos de hidrógeno tendrá sus electrones en la órbita in-

ferior, y no habrá luminescencia. Cualquiera de los medios empleados para excitar la producción del espectro, por ejemplo, la chispa o el arco, hace que en algunos átomos salga el electrón de la primera órbita y vaya a parar a alguna de las más exteriores. Con ello, según resulta de [**4**] y [**9**], disminuye su energía cinética, pero crece la potencial, siendo fácil ver que el crecimiento de esta última es doble de lo que disminuye la primera. En resumen, la energía total crece, de modo que el paso de un electrón a una órbita más exterior va acompañado de una absorción de energía.

Cuando cierto número de átomos tiene los electrones repartidos por órbitas diversas comienza la luminescencia. Ocurre que, por una causa desconocida, pero que podemos comparar al pequeño golpe que basta para que la esfera de nuestro anterior ejemplo ruede de peldaño en peldaño, los electrones comienzan a desprenderse de las órbitas externas y van cayendo en las interiores. En cada uno de estos saltos ocurre lo contrario que en el proceso de excitación. Si el electrón parte de una órbita caracterizada por el número cuantista n_1 y llega a otra órbita en la que el número cuantista es $n_2 < n_1$, para que el electrón se acomode a las condiciones de la nueva órbita es preciso, según el segundo postulado de Bohr, que se mueva más de prisa, es decir, que su energía cinética experimente un incremento que se deduce de la fórmula [**4**]:

$$\Delta E_{cin} = \frac{2\pi^2 m e^4}{h^2}\left(\frac{E}{e}\right)^2\left(\frac{1}{n_2^2}-\frac{1}{n_1^2}\right). \qquad [8]$$

Pero, al mismo tiempo, como el electrón se acerca al núcleo, la energía potencial experimenta una disminución:

$$-\Delta E_{pot} = \frac{4\pi^2 m e^4}{h^2}\left(\frac{E}{e}\right)^2\left(\frac{1}{n_2^2}-\frac{1}{n_1^2}\right), \qquad [9]$$

que resulta ser doble del aumento experimentado por la energía cinética. Por tanto, el electrón se encuentra con un exceso de energía y se desprende de ella lanzándola al espacio en forma de radiación. En un campo gravitatorio, la energía potencial perdida por un cuerpo que cae se transforma íntegramente en energía cinética, porque no hay energía radiada; pero si al caer va tropezando con una serie de diapasones y poniéndolos en vibración, sólo una parte de la energía potencial perdida se convertirá en fuerza viva: el resto se manifiesta como energía sonora. En el átomo de Bohr, y como consecuencia de los postulados establecidos, ocurren las cosas de modo que la disminución de energía potencial se reparte en dos porciones iguales: una sirve para comunicar al electrón la fuerza viva que necesita para permanecer en su nueva órbita; la otra se convierte en energía radiante.

Origen de las rayas espectrales

A cada salto posible corresponde, según el tercer postulado de Bohr, una raya espectral cuya frecuencia ν viene dada por la fórmula:

$$\nu = \frac{1}{h}(W_2 - W_1) = \frac{2\pi^2 m e^4}{h^3}\left(\frac{E}{e}\right)^2\left(\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2}\right). \quad [10]$$

En el hidrógeno, $E = e$ y la fórmula [10] puede escribirse así:

$$\nu = R\left(\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2}\right), \quad [11]$$

que con valores convenientes para el número entero n_2, y haciendo variar n_1, da las fórmulas empíricas de la serie ultravioleta de Lyman ($n_2 = 3$), la visible de Balmer ($n_2 = 2$) y la ultrarroja de Paschen-Ritz ($n_2 = 3$), así como la de Bracket ($n_2 = 4$), descubierta recientemente en la porción ultrarroja. Además, la teo-

ría de Bohr permite calcular el número de Ridberg R en función de las constantes universales que figuran en [**10**]. Con

$$e = 4{,}77 \times 10^{-10}; \quad e/m = 1{,}77 \times 10^{7};$$
$$h = 6{,}55 \times 10^{-27}$$

resulta

$$R = 3{,}27 \cdot 10^{15}.$$

Conviene hacer notar una circunstancia de gran interés, a saber: que la frecuencia ν de la onda emitida no guarda relación inmediata con las frecuencias de los movimientos de rotación del electrón en las órbitas de partida o de llegada.

Es como si un diapasón que vibra con determinada frecuencia produjese ondas sonoras de frecuencia diferente.

Los postulados de Bohr para los átomos más complicados.

Bohr ha extendido sus postulados a los átomos más complicados de los elementos que siguen al hidrógeno en el sistema periódico. En esencia admite que en el edificio atómico son posibles determinados estacionarios, y que se puede pasar de unos a otros mediante una especie de cataclismo que pone en libertad cierta cantidad de energía, la cual se convierte en radiación monocromática con una frecuencia ν dada por la fórmula cuantista:

$$h\nu = W_2 - W_1.$$

Esta fórmula, combinada con un esquema representativo de los diferentes estados posibles en cada átomo y con un principio de selección, sistematiza todas las rayas espectrales, incluyendo los rayos X, pues permite calcular la frecuencia ν de todas las rayas características de un espectro si se conocen las energías W correspondientes a cada uno de los estados estacionarios del átomo considerado. Es lógico, sin embargo, que se haya tratado de penetrar

más a fondo, generalizando el modelo planetario, que tan maravillosos resultados ha dado en el hidrógeno.

Extensión del modelo planetario.

De este modo, y guiándose, en primer lugar, por el estudio de los espectros de rayos X, por las regularidades del sistema periódico, por el ferro y el paramagnetismo de los cuerpos, por su valencia, por las desintegraciones radioactivas, por la existencia de isótopos, en una palabra, teniendo en cuenta el conjunto de propiedades físicoquímicas de los cuerpos, establece Bohr que los átomos de un elemento cualquiera están constituídos por un núcleo central formado por gránulos de electricidad negativa, o *electrones*, y por corpúsculos de electricidad positiva, llamados protones. El número de protones excede al de electrones del núcleo en tantas unidades como indica el lugar que el elemento considerado ocupa en el sistema periódico, y, por tanto, quedarán en el núcleo otras tantas cargas positivas libres. Hay, pues, protones libres y protones neutralizados por electrones; estos últimos no intervienen en el comportamiento eléctrico del núcleo, pero sí en su masa o peso atómico. De un modo aproximado puede decirse que hay tantos protones libres como neutralizados. En torno de dicho núcleo giran tantos electrones como protones libres hay en él, describiendo órbitas elípticas y perturbándose mutuamente, de un modo análogo a como lo hacen los planetas en torno del Sol. En conjunto, el átomo será neutro.

Los electrones que giran en torno del núcleo se agrupan en pisos que, contando a partir del núcleo, se denominan K, L, M, N, O..., los cuales representan órbitas posibles en las que caben, cuando más, determinado número de electrones (1 × 2 en el piso K, 2 × 4 en el L, 3 × 6 en el M, etc.). En dichas órbitas puede

haber lugares vacíos, es decir, puede ocurrir que uno o varios de los electrones hayan sido lanzados a alguna de las órbitas más exteriores que, como ocurre en el hidrógeno, no contienen habitualmente electrones.

Lo que caracteriza a un elemento es la carga del núcleo, la cual crece de unidad en unidad a medida que se avanza en el sistema periódico. Al mismo tiempo aumenta de uno en uno el número de electrones giratorios.

De por qué en los rayos Roentgen no se manifiestan las regularidades del sistema periódico.

Ciertas propiedades de los cuerpos están determinadas por los electrones más exteriores. En particular las series ópticas están producidas por saltos entre órbitas superficiales. De aquí su periodicidad. En cambio, los pisos que intervienen en la producción de rayos X son los más profundos, lo cual explica de un modo natural el que los valores de los *términos* $\frac{W}{h}$, que sirven para calcular las frecuencias, tengan en los espectros de rayos X valores que varían de un modo continuo a medida que se avanza en el sistema de Mendelejeff, pues el electrón que se agrega al pasar de un elemento al siguiente queda, en general, más alejado del núcleo, y no puede, por tanto, enmascarar el aumento progresivo de la carga nuclear.

Al conocimiento de la manera como los electrones se distribuyen en las diferentes órbitas al completarse el edificio atómico de los elementos han contribuído poderosamente las medidas y las consideraciones teóricas de nuestro eminente compañero B. Cabrera, referentes al paramagnetismo, especialmente de las tierras escasas. Su teoría le ha permitido, hará cosa de un par de meses, precisar el hasta ahora vago concepto del radio atómico y calcularlo con una sorprendente exactitud. Asimismo, una buena parte de los perfeccionamientos introducidos en el esquema atómico, en lo que a

la emisión del espectro óptico se refiere, se deben a los trabajos del joven y ya eminente espectroscopista español M. Catalán. Los resultados de uno y otro se toman muy en cuenta, por ejemplo, en la última edición del admirable libro de Sommerfeld *Atombau und Spektrallinien*.

Los resultados obtenidos del estudio experimental de los espectros de rayos X conducen a adoptar para el espectro atómico un esquema más complicado que el admitido antes, pues la determinación de los bordes de las bandas de absorción en los diversos elementos ha revelado que el piso L se divide en tres subpisos, el M en cinco, el N en siete, etc., mientras que, según la teoría de Sommerfeld (1) acerca de la estructura fina relativista, serían de esperar dos subpisos en el piso L, tres en el M, etc. Aquellos subpisos cuya existencia ha sido revelada por los rayos X reciben el nombre de *anormales*.

Principios de selección y principio de correspondencia.

Ya en los espectros luminosos se observó que faltaban muchas rayas de las previstas por la teoría. Prescindiendo de las rayas sumamente débiles, pudiera establecer Bohr y Rubinowicz (2) una sencillísima regla de selección que permite predecir las rayas ausentes. En el caso de los espectros roentgenianos la cuestión se complica algo por la existencia de los subpisos anormales; pero también logró Wentze' (3) establecer otra regla de selección del mismo tipo que la anterior e igualmente satisfactoria.

Estas reglas de selección revelan que en la emisión de las series espectrales existen ciertas circunstancias que no se deducen de los

(1) Loc. cit., p. 408.
(2) *Physikal. Zeitschr.*, XIX, 441 y 465, 1918.
(3) *Zeitschr, j. Phys.*, VI, 84, 1921.

postulados de Bohr. Por esta y otras razones, el mismo físico ha completado su teoría con el llamado *principio* de *correspondencia*, que relaciona de un modo unívoco, en lo que a la intensidad y polarización se refiere, las rayas previstas en la teoría clásica (correspondientes a los diferentes modos de vibrar el edificio atómico y a sus armónicos) con las que resultan de la teoría de los *quanta*. El fundamento de dicho principio es, por ahora, tan misterioso como los dos postulados cuantistas; pero su utilidad se ha puesto de manifiesto al hacer más segura e intuitiva la teoría de los *quanta* y al servir de excelente medio de investigación en los casos en que, como ocurre en la teoría de Bohr de la estructura del átomo y del sistema periódico, no bastan sus dos postulados. En particular, el principio de correspondencia conduce de un modo natural a la regla de selección en el espectro visible.

La explicación de los subpisos anormales y la extensión a los mismos del principio de correspondencia constituye uno de los problemas que la experiencia plantea a la teoría. Es de esperar que su solución esté próxima y que con ello resulte una perfecta y, por ende, más claro nuestro conocimiento del átomo.

Cómo se ha abordado el cálculo de la energía que posee un electrón en una órbita dada.

El cálculo de las energías correspondientes a todas las órbitas posibles presenta considerables dificultades, pues ya en el caso del helio neutro (cuatro protones con dos electrones en el núcleo y dos electrones periféricos) se trata del famoso problema de los tres cuerpos. Sin embargo, ha podido ser abordado por dos caminos diferentes: el método de la separabilidad de las variables (1) y el de la teoría de las

(1) K. Schwarzschild: *Berliner Sitzungsber*, 11 mayo 1916. P. S. Epstein: *Ann. d. Phys.*, L, 489, 1916, A. Sommerfeld: *Phys. Zeitschr.*, XVII, 491, 1916. P. Debye: *Phys. Zeitschr.*, XVII, 507, 1916.

perturbaciones (1). El primero es sólo aplicable cuando las variables son separables, es decir, cuando pueden elegirse las coordenadas de modo que cada impulso sea tan sólo función de la coordenada correspondiente. En cambio, según Bohr, el método de las perturbaciones, tan empleado en Astronomía, debiera ser utilizable siempre y resolver teóricamente el problema de un modo mucho más seguro, sencillo e intuitivo. Ahora bien: este orden de ideas aplicado al caso más simple después del hidrógeno, el helio neutro, conduce a un completo fracaso, pues, según los cálculos de Kramers (2), da una potencial de ionización de 20,6 voltios, mientras que el valor experimental es 24,6 voltios.

Necesidad de buscar el punto de unión entre la Mecánica clásica y la teoría de los *quanta*.

De aquí resulta, como hace notar Bohr (3), que la teoría es válida cuando se trata del movimiento de un electrón en el campo estático del núcleo, pero deja de serlo cuando se toma en cuenta el campo no estacionario debido a los demás electrones. En otros términos, la teoría de las perturbaciones, fundada en la Mecánica clásica, y tan útil en Astronomía, no sirve para el átomo. Esta anomalía no debe extrañarnos, pues, como dice Bohr, el campo perturbador de los electrones que giran en torno del núcleo varía con una frecuencia muy grande, y sabemos que en tales casos ha de emplearse la teoría de los *quanta* y no la Mecánica clásica.

Vemos que la explicación teórica de los ra-

(1) D. Coster y G. v. Hevesy: *Nature*, CXI, 79, 252, 962, 1923. Hansen y S. Werner: *Nature*, CXI, 322, 462, 1923.

(2) H. A. Kramers: *Zeitschr. f. Phys.*, XIII, 312, 1923. J. v. Vleck: *Phys. Rev.*, XIX, 419, 1922.

(3) M. Bohr: *Die Naturwissenschaften*, XI, 537, 1923.

yos X hace más imperiosa la necesidad de buscar el punto de unión entre la Mecánica clásica y la teoría de los *quanta*, ya que cada una ha demostrado plenamente ser válida en su propio terreno. A mi juicio, nos encontramos aquí en un caso análogo al que hubiesen planteado los experimentos de Knudsen con los gases ultraenrarecidos (1) si no se hubiese sospechado la discontinuidad de la materia. Los hechos demuestran que en los procesos energéticos que tienen su asiento en el átomo existe también cierta atomicidad, la cual no se revela en los demás fenómenos, del mismo modo que las propiedades características de los gases muy enrarecidos no se manifiestan en las condiciones ordinarias de presión.

Una dificultad lógica en la teoría de los *quanta*.

Pero hay en la teoría de los *quanta* una dificultad lógica que no existe al atomizar la materia, y es que en aquella teoría la discontinuidad afecta a la acción que, como producto de una energía por un tiempo, no es, por ahora, una realidad física, pues no sirve, por ejemplo, para ser tomada como variable de la que pueda hacerse depender el estado de un sistema. Por otra parte, la fórmula cuantista que regula los intercambios energéticos,

$$h\nu = W_2 - W_1,$$

no da valores discontinuos para la energía mas que cuando la frecuencia tiene un valor constante. En otros términos, existen *gránulos discretos* de energía para la radiación de determinada frecuencia; pero como hay espectros continuos que contienen todas las frecuencias posibles, es preciso admitir que hay una infinidad de gránulos de energía cuyo tamaño varía

(1) Véase, por ejemplo, J. Palacios: *Propietats dels gasos ultraenrarits.*

de un modo *continuo*. Hay que reconocer que esta mezcla de continuidad y de discontinuidad en el valor de la energía carece de la armoniosa sencillez característica de las nuevas orientaciones de la Física, y, por ende, resulta poco plausible.

No se crea, sin embargo, que no hay medio de expresar la teoría de los *quanta* de un modo más intuitivo. Lo que pasa es que en su forma actual se logra la explicación de los hechos observados haciendo el menor número posible de hipótesis. Cualquier otro punto de vista, por halagüeño que fuese, carecería por ahora de apoyo experimental. Consideramos, sin embargo, de gran utilidad cualquier nueva hipótesis orientada en este sentido para que, al ser utilizada como hipótesis de trabajo, permita plantear experimentos que contribuyan a dilucidar esta cuestión.

Posibilidad de exponer la teoría de los *quanta* de un modo más intuitivo.

Como ejemplo de la posibilidad de desvanecer la dificultad de la hipótesis de los *quanta*, nos permitimos a continuación exponer su principio fundamental de manera que no intervengan más que magnitudes de las que sirven para fijar el estado de un sistema.

Supongamos que un proceso energético se verifica en un *tiempo de emisión* k y emite un tren de ondas *no amortiguadas*, a cada una de las cuales corresponde la energía ε. Hay que notar, ante todo, que no es evidente que el tiempo que dura el proceso de producción del tren de ondas coincida con el que tardan éstas en pasar por un punto dado, del mismo modo que el tiempo que tarda un badajo en golpear la campana no es el mismo que el que dura la vibración de esta última. En todo caso, el tiempo que hemos llamado *k* significa el que tarda el tren de ondas en desfilar por delante de un observador.

Si $W_2 - W_1$ es la energía total emitida en for-

ma de radiación, el número de ondas que componen el tren valdrá:

$$n = \frac{W_2 - W_1}{\varepsilon},$$

y el período τ será:

$$\tau = \frac{k}{n} = \frac{k\varepsilon}{W_2 - W_1},$$

con lo cual resulta para la frecuencia el valor:

$$\nu = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{k\varepsilon}(W_2 - W_1).$$

Comparando esta fórmula con la hipótesis fundamental de la teoría de los *quanta* se tiene:

$$k\varepsilon = h = \text{const.}$$

Es decir, *si no hubiese amortiguamiento,* podríamos reemplazar la hipótesis cuantista por esta proposición que le es equivalente:

El producto del tiempo k *que dura un proceso emisivo por la energía* ε *que corresponde a cada una de las ondas emitidas es igual a la constante universal* h.

La emisión no es instantánea.

Como primera consecuencia de este punto de vista, resulta que todo fenómeno que origine la emisión de un tren de ondas requiere un tiempo finito. Este resultado se halla conforme con la experiencia, pues el número de ondas coherentes y *sin amortiguamiento apreciable* que se producen en una emisión es tal que es posible hacerlas interferir consigo mismas después de producir una diferencia de marcha del orden del millón de ondas. En la raya H_α corresponde esto a una longitud del orden del metro, y es difícil concebir que pueda ser emitida de un modo instantáneo una energía que ocupa un espacio tan considerable. Podemos, pues, predecir que el tiempo de emisión será mayor que $3{,}3 \pm 10^{-9}$ seg.

Si la experiencia demostrase que todos los

procesos emisivos tienen el mismo tiempo de emisión, o que cualquier onda transporta la misma energía, cualquiera que sea su frecuencia, la constante universal de Planck h se resolvería en el producto de dos constantes universales: el *quantum* de tiempo k y el *quantum* de energía ε.

La teoría clásica exige que las ondas sean amortiguadas.

Es de notar que, según la teoría clásica, un electrón animado de movimiento vibratorio produce un tren de ondas amortiguadas en el que la intensidad ε es función del tiempo t y vale

$$\varepsilon = \varepsilon_0 e^{-\gamma t}, \quad \text{siendo} \quad \gamma = \frac{8\pi^2}{3}\frac{e^2\nu^2}{c^3 m},$$

donde c es la velocidad de la luz. Resulta, por tanto, que el amortiguamiento del tren de ondas debe ser proporcional al cuadrado de la frecuencia. Sabemos, sin embargo, que el proceso de emisión en el átomo de Bohr no puede asimilarse, ni remotamente, a las vibraciones de un electrón alrededor de una posición de equilibrio, y, por tanto, el resultado de la teoría clásica no es obstáculo para la validez de nuestra hipótesis. Veremos, por otra parte, que los resultados de Wien niegan toda validez a la proporcionalidad entre el amortiguamiento y el cuadrado de la frecuencia.

Experimentos que pueden decirnos algo respecto a la forma de producirse la emisión.

La teoría de Bohr nada dice respecto a este problema, pues considera únicamente el estado del átomo antes y después de la emisión, pero pasa por alto el tiempo que dura el tránsito de uno a otro y el número de ondas emitidas. Las medidas espectroscópicas ordinarias tampoco sirven para dilucidar la cuestión, pues se refieren a la radiación ya formada y procedente de un gran número de átomos. Es necesario recurrir a experimentos que sorprendan, por decirlo así, a la onda en el momento de su formación.

En este sentido son más o menos utilizables todas las medidas encaminadas a medir el *tiem-*

po de extinción (Abklingungszeit) de los procesos emisivos y, en particular, las llevadas a cabo por Wien (1) en los rayos canales.

Wien produce rayos canales en un cátodo perforado por un conducto capilar. Estos rayos canales penetran en un recinto en el que se mantiene, gracias a 10 bombas de difusión montadas en paralelo, una presión tan pequeña que hace imposible los choques entre los átomos. Por tanto, éstos se excitan durante su paso por el capilar, salen de él con una velocidad impuesta por el voltaje del tubo, y emitirán radiaciones hasta que todos los electrones hayan vuelto a la órbita más interna. Se obtiene de este modo un chorro luminescente de unos 13 milímetros de longitud.

Este rayo luminoso es recibido en un aparato espectroscópico que produce tantas imágenes como radiaciones simples contiene, y mediante una disposición especial ideada por Wien se mide la intensidad relativa a diferentes distancias de la salida del capilar.

Interpretación cualitativa del experimento de Wien.

A cierta distancia de éste, la intensidad disminuye exponencialmente, de donde resulta, a primera vista, que las ondas son amortiguadas. Sin embargo, el proceso es más complicado, y lo que se mide directamente no es dicho amortiguamiento, sino el resultado de un proceso complejo en el que interviene el número de átomos de hidrógeno que a la salida del capilar tienen al electrón en una órbita determinada, el tiempo que permanecen en la misma, la probabilidad de que salten a una órbita interior determinada, etc., etc. Mie (2) ha interpretado este experimento admitiendo que el tren de ondas es amortiguado según una ley que deja indetermi-

(1) W. Wien: *Ann. d. Phys.*, LX, 597, 1919, y LXVI, 229, 1912.

(2) G. Mie: *Ann. d. Phys.*, LXVI, 237, 1921.

nada, que el número de átomos que comienzan a radiar en un tiempo dado es proporcional al número de los que están convenientemente excitados y que puede prescindirse de los saltos intermedios. De este modo logra explicar la marcha exponencial de las curvas experimentales a cierta distancia del capilar, así como la desviación que ofrecen a corta distancia del mismo. Sin embargo, su interpretación es meramente cualitativa.

La hipótesis de la falta de amortiguamiento da una interpretación sencilla de las medidas de Wien.

Aplicando nuestro punto de vista a las medidas de Wien se llega a conclusiones sumamente halagüeñas, según se hace ver en un trabajo que está pendiente de publicación en los *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*. No sólo se explica de un modo natural y sencillo la marcha de las curvas, sino que pueden deducirse los valores del tiempo de emisión k y del *tiempo de espera* τ, es decir, el tiempo que ha de transcurrir para que se reduzca en la relación $e : 1$ el número de los electrones que en los diversos átomos ocupan la misma órbita. Ocurre, en efecto, que, de ser cierta nuestra interpretación, el tiempo de emisión viene dado, en primera aproximación, por el tiempo que necesita el chorro gaseoso para ir desde el extremo del capilar hasta el punto en que comienza la disminución exponencial de la intensidad. Resulta así, aproximadamente, $k = 1{,}4 \times 10^{-8}$ seg. tanto para la raya $H\beta$ como para la raya $H\gamma$, valor perfectamente damisible.

Parece indudable, por consiguiente, que el proceso de emisión no es instantáneo, sino que necesita un tiempo finito. Por consiguiente, si en un momento dado analizásemos un gran número de átomos excitados nos encontraríamos con que una buena parte de los mismos tiene sus electrones en período de emisión. Ya Planck (1) había llegado a idéntica conjetura, y dice que ello le indujo a modificar sus hipótesis

en el sentido de que los estados cuantistas no son mas que límites ideales de todos los estados posibles. Sin embargo, renunció a este propósito desde el momento en que las medidas de W. Gerlach y O. Stern demostraron que los estados no cuantistas no se encuentran nunca realizados.

Aquí termino mi trabajo, con el temor de haber abusado de vuestra benevolencia y con el deseo de que el tema no haya perdido todo su interés al ser tratado con mis pobres medios.

---

(1) *Die Wissenschaften*, XI, 535, 1923.

Seccion 4.ª

CIENCIAS NATURALES

DISCURSO INAUGURAL

POR

LUCAS FERNÁNDEZ NAVARRO

ACADÉMICO Y CATEDRÁTICO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE MADRID

Algunas consideraciones acerca de la teoría geológica de las traslaciones continentales.

COLEGAS Y AMIGOS QUERIDOS:

Estas fiestas de la inteligencia, que son los Congresos científicos, constituyen una especie de alto en la tarea, un breve descanso en la cotidiana labor, que debemos aprovechar para tender la vista hacia el camino que acabamos de recorrer y hacia el que inmediatamente se abre ante nuestros pasos.

Así, cada cual, aportando ante sus afines los frutos de su labor reciente y exponiendo los problemas que la misma le sugiere, viene, no a una escueta exhibición de frutos logrados, que en la revista o el libro podría difundir más rápida y ampliamente, sino a realizar un acto de camaradería, de hermandad, que refresque su espíritu y le haga sentir que no está solo. En nuestro caso actual, en que la reunión alcanza a dos pueblos del mismo solar, de la misma raza y de historias e ideales parejos, a dos verdaderos hermanos, este carácter de grata cordialidad no puede menos de acentuarse y aun de superponerse a toda otra consideración, incluso a las de orden científico, causa ocasional del acto que celebramos.

Respondiendo a este carácter y a estas circunstancias—honrado con la grata misión de dirigiros las palabras inaugurales—, no vengo a exponeros el estudio de un tema de carácter concre-

tamente científico, que acaso no interesara a todos, puesto que no todos tenemos nuestra actividad polarizada en las mismas investigaciones. Debo elegir un asunto de bastante generalidad y de actualidad bastante para que, si yo acertara a exponerlo con discreción, todos podáis seguirlo con interés.

En el momento actual de las ciencias geológicas, no creo que haya tema que mejor satisfaga estas condiciones que la original y sugestiva teoría del geofísico alemán Alfred Wegener, con sus traslaciones continentales y su concepto de la plasticidad del globo terráqueo. Es, sin duda, una concepción que, concordando con los modernos datos de la Geofísica, viene a dar de la historia del planeta una teoría sencilla y clara en sus rasgos generales, cuando las viejas hipótesis se derrumbaban como andamiaje que prestó un día su utilidad en la construcción del edificio de la ciencia, pero que, rebasado por éste, había perdido su eficacia y comenzaba a ser un estorbo.

Piénsese que, al cabo, éste es el destino final de todas las teorías científicas. Hipótesis de trabajo que ayudarán al progreso de su ciencia, pero que un día, incapaces de explicar los nuevos hechos, tendrán que ceder el puesto a nuevas concepciones, a nuevas hipótesis. No hay que encariñarse demasiado con el andamiaje, que es lo secundario, sino con el edificio, que es lo principal. Y debemos hallarnos siempre dispuestos a abandonar las ideas, por útiles que nos hayan sido, cuando dejen de ser auxilio para convertirse en obstáculo.

El destino de la concepción wegeneriana será, sin duda, el de todas las que la precedieron : desaparecer, dejar plaza a nuevas lucubraciones del ingenio humano, cuando ella haya prestado la utilidad de que sea susceptible. Pero hoy por hoy es la actualidad, la herramienta apropiada, la teoría viva y fecunda. Aunque los espíritus con su instintiva tendencia conservadora se resistan a desprenderse de los viejos artificios que un día satisficieron su sed de saber, la nueva teoría se impondrá en breve plazo e informará durante un tiempo (¿cuánto?) el sistema todo de la Geología.

Es, pues, momento apropiado para que discurramos sobre la hipótesis de Wegener, la teoría «de las traslaciones continentales», como la llama su autor, o «de la deriva de los continentes». como se ha dado en decir más generalmente.

* * *

Dirigiéndome a un auditorio ilustrado de naturalistas, no necesitaré empezar por exponer la teoría. Publicaciones en casi todos los idiomas cultos y artículos en las revistas de todos los países la han vulgarizado suficientemente (1). Es la actualidad geológica, y no hay espíritu cultivado que no tenga de ella una idea bastante completa.

Pero sí debo hacer algunas consideraciones, que, aunque extrañas a la esencia de la hipótesis wegeneriana, explican la difusión rápida de esta teoría y su extraordinario poder de captación. Bosquejada ligeramente por su autor en 1912, la guerra mundial la impide salir de los medios germánicos, donde, no obstante las desfavorables circunstancias, levanta gran revuelo y fija la atención de geólogos y geofísicos. Es en 1922, cuando la tercera edición del folleto de Wegener expone completas sus originales concepciones, cuando la atención del restante mundo sabio converge hacia Wegener y su hipótesis. Y esta hipótesis, recibida en 1923 con hostilidad (no hay que olvidar que venía a destruir las ideas dominantes y que encontraba los ánimos todavía torturados por las pasiones nacionalistas), ha ganado hoy a casi todos los geólogos, cuenta en todos los países con entusiastas propagandistas y empieza a informar el cuerpo de doctrina de la Geología toda.

Y es que llegó a su hora. Llegó en el momento en que ya nadie podía dar crédito a la vieja ficción de la corteza que se enfría, se contrae y se arruga, como la piel de la consabida manzana. En el momento en que sometiendo a cálculo riguroso la teoría de la contracción se llegaba al resultado absurdo de una disminución de temperatura de miles de grados (2.400° C.), sólo en el transcurso del último ciclo geológico, o sea para el plegamiento terciario ; en el momento en que era necesario, en fin, bus-

(1) Está expuesta con el máximo detalle hasta ahora en el libro del propio Wegener *Die Eutstehung der Kontinente und Ozeane*, cuya tercera y última edición es de 1922. De ella hay una traducción francesa por M. Reichel, *La genèse des Continents et des Océans* (París, Blanchard, 1924), y otra española excelente, por V. Inglada, *Génesis de los continentes y los océanos* (Madrid, Calpe, 1924).

Una crítica muy razonada y ecuánime de L. Joleaud se ha publicado el año anterior con el título «Essai sur l'évolution des milieux géographiques et biogéographiques» *(Bull. de la Soc. Géologyque de France*, 4e série, t. XXIII, n. 5-6, p. 205-257).

car una explicación nueva a la génesis de los continentes, de las cadenas de montañas y de los océanos, cuya pretendida historia geológica era incompatible con los recientes conceptos de la Geofísica.

Después del descubrimiento de la radioactividad, nadie puede ya hoy afirmar si el globo realmente se enfría, o si, por el contrario—como suponen físicos eminentes—, es manantial perenne de calor. La pretendida fluidez de la barisfera es incompatible con el modo de transmisión de las ondas sísmicas, escudriñado por la tupida red de observatorios que se extiende sobre la superficie de la Tierra. Los desplazamientos verticales de la corteza pierden su primitiva importancia, cediendo el lugar a los movimientos horizontales; y como no hay punto del globo sin plegamientos, nada hay de su corteza que escape o haya escapado a esta ley de los impulsos tangenciales. El principio de isostasia o flotación de la corteza en un substratum plástico se comprueba y se generaliza, con lo cual nuestras ideas sobre la estructura del planeta tienen que modificarse profundamente. El concepto de los geosinclinales se desdibuja, para dar lugar a la idea de un movilismo general incompatible con la supuesta permanencia de la distribución de los continentes y los océanos. Todo el antiguo edificio, con tanto entusiasmo levantado, que tan hermoso nos parecía, empieza a desmoronarse y nos pide substitución inmediata.

Y es en este momento cuando viene la teoría de Wegener, fundamentalmente asentada sobre los conceptos adquiridos de isostasia y movilismo, a poner de acuerdo los fenómenos todos con una causa general y única, explicando a la vez muchos hechos que hasta ahora habían parecido inexplicables; permitidme poner de ellos algún ejemplo.

Todos los geólogos y más los paleontólogos, habían sido llevados por el estudio de las formas vivas extinguidas a admitir la coalescencia, durante la era primaria, del Brasil, Africa, Madagascar, Australia, la India y la Antártida. Esta enorme tierra emergida de Gondwana, incompatible en absoluto con el volumen actual de los océanos, ha sido *descrita* por todos los geólogos, y muy particularmente por Suess; pero sólo Wegener, con su teoría, ha *explicado* su existencia y ha desvelado su historia.

Todos los geógrafos habían hecho resaltar las particularidades de la curva hipsográfica actual de la Tierra. Todos habían

señalado como curiosidad inexplicada e inexplicable la frecuencia de las altitudes medias de los continentes a los 100 metros próximamente, y de las profundidades medias de los océanos (4.700 metros). Sólo a Wegener le ha sido dado el encontrar una explicación del hecho de estos dos que podríamos llamar con él los niveles predilectos, explicación tan completa que le permite llegar a deducir lógicamente la evolución de esta curva hipsográfica, a trazarla tal como fué en las pasadas eras y como será en el lejano porvenir en que alcance el fin de su evolución (1).

La falta casi absoluta de sedimentos abisales entre los componentes de las series estratigráficas terrestres era un hecho tan conocido como inexplicable, que había llevado a los geólogos a la mayor confusión. En la concepción wegeneriana es una consecuencia lógica del proceso formativo de los océanos y de la historia evolutiva de la corteza.

Y no será necesario multiplicar los ejemplos, que brotan frecuentes a medida que vamos recorriendo los sucesivos capítulos del libro del geofísico alemán.

Pero, aparte de la razón de oportunidad que ha contribuído al rápido progreso de la ideas de Wegener, hay otra circunstancia—ésta intrínseca—que les ha permitido imponerse sin dificultad a los espíritus: me refiero a su sencillez y a la claridad de su exposición, que las hacen tan asequibles y tan amables. La curiosidad y la complacencia nos acompañan en el fácil recorrido a través de las páginas en que el autor las desarrolla.

Acaso esta diafanidad y esta concreción de los conceptos se debe en gran parte a que su autor, no siendo originariamente geólogo, no estaba cargado del bagaje de prejuicios y tecnicismos que a un profesional de la Geología le hubieran impedido ver claro en asuntos geológicos. Es común que al que se formó bajo el influjo de unas ideas directoras le sea ya imposible desprenderse totalmente de ellas. Son los árboles, que no dejan ver el bosque a quien se encuentra entre ellos, mientras que puede abarcarlo y apreciarlo en su totalidad el caminante que a él se acerca viniendo de los altozanos vecinos. Wegener, en efecto, no era naturalista, sino geofísico, y si hoy posee una cultura geológica extensa y sólida, realmente la ha adquirido después de la edificación de su teoría y por la necesidad de comprobarla,

(1) Véase la obra de Wegener, pág. 129 de la edición española.

aquilatarla y defenderla. La misma observación inicial que le hace concebir el nuevo sistema, la correspondencia impresionante de las costas cisatlánticas y trasatlánticas, ni es el primero que la percibió, ni realmente tiene la trascendencia que alcanzan luego las bases del sistema: estado físico de los materiales internos, isostasia, deriva de los continentes, evolución pareja de la Fisiografía, de la Biogeografía y de la Paleoclimatología.

Háceme esto creer, contra lo que alguna vez he oído manifestar, en la conveniencia de que los cultivadores de disciplinas afines traspasen los límites de su especialidad e invadan y cultiven los otros campos. De ello no pueden derivarse sino ventajas, renovación de la ideología, puntos de vista nuevos. ¿A qué geólogo se le hubiera ocurrido la original explicación que da Wegener de la formación de los fiordos? Son éstos para la mayoría valles de erosión, en gran parte glaciar, cosa que no está muy de acuerdo con algunos de sus rasgos morfológicos. Pero el geofísico de Marburgo, al observar que estos accidentes se encuentran en el borde de los macizos que han soportado durante la gran glaciación cuaternaria enormes caparazones de hielo, piensa en una masa plástica que cargándose de peso se agrieta por sus bordes al extenderse horizontalmente disminuyendo de espesor. Y la explicación podrá no ser cierta; pero el hecho es que formas, dimensiones, emplazamientos, los caracteres todos, están de perfecto acuerdo con esta interpretación, que en el primer momento nos parece casi extravagante.

En el caso particular de que los geofísicos vengan a colaborar en las teorías geológicas, no hay por qué dolerse, sino congratularse; y muy desagradecidos seríamos si no tuviéramos en cuenta que conceptos tan fundamentales como la isostasia, la rigidez total del globo, la producción de calor por la desintegración de los elementos radioactivos y otros de menos importancia, a los geofísicos se los debemos. Lo que hay es que así el cultivo de la ciencia se hace más difícil, los problemas se complican y echamos de menos los cómodos tiempos aquellos en que la contracción por una supuesta radiación de calor a los espacios bastaba para explicarlo todo. Pero el fin primordial de la ciencia es acercarnos cada vez más a la verdad, aunque sean ásperos los caminos que a ella conduzcan. Las cosas son como son y no como a nuestra comodidad convendría que fueran. Hay que mirar de frente las dificultades y no ocultar, como el avestruz, la cabeza

entre las alas, creyendo inocentemente que así se salva el peligro.

Hechas las consideraciones anteriores, que, como ya anunciábamos, no afectan al fondo de la teoría, vamos a examinar con la rapidez que nos imponen las circunstancias de ocasión y momento algunos de los puntos que a más controversias han dado lugar.

* * *

Ha sido sin duda uno de ellos la negación de los puentes continentales. Es un hecho indudable la conexión de faunas y floras, durante períodos geológicos anteriores, entre continentes a que en la actualidad separan los grandes océanos. Para explicar semejante relación recurrieron los geólogos a suponer que de continente a continente existían entonces grandes tierras, extensos *puentes continentales,* que permitían el intercambio de seres vivos. Estas vastas extensiones emergidas habían desaparecido de manera más o menos catastrófica bajo las aguas oceánicas, dando lugar al desarrollo independiente y diferenciación de cada una de la faunas y floras así aisladas.

Grandes dificultades se oponen a la admisión de estos continentes intermedios, dificultades que trataron de vencerse con interpretaciones más o menos caprichosas de la historia terrestre. Pensemos, para concretar, lo que serían estos puentes al fin de la era paleozoica. Uno de ellos se extendería de América septentrional a la Eurasia, cuyas relaciones fáunicas se han prolongado hasta los últimos momentos del terciario y acaso (por el Norte de ambos continentes al menos) hasta el principio del cuaternario. Hasta el cretácico superior o acaso principios del terciario no se habría hundido el extenso puente tendido entre América del Sur, África y la Antártida, emplazado sobre el actual Océano Atlántico meridional. Por último, todo el Océano Índico estaría en aquel entonces cubierto por los puentes gondwánicos, tendidos entre África oriental, las tierras antárticas, el dominio australiano y la India, puentes desaparecidos en el cretácico inferior o ya en el jurásico.

¿Dónde se acumulaban entonces las aguas de los actuales océanos? La emersión hoy de semejantes bloques inundaría la Tierra toda, quedando tan sólo emergentes las más altas cadenas de montañas. Y esto sin contar con la idea hasta hace poco muy generalizada de la existencia de un continente Pacífico empla-

zado en la actual cuenca del océano del mismo nombre. O había que recurrir a la suposición, que nada abona, de un volumen de las aguas oceánicas muy inferior al actual, o había que llegar a extravagancias como la de que la tierra pacífica se había desprendido un día para ir a constituir la Luna.

Los más hubieron de atenerse a una especie de oscilación de océanos y continentes que llevara a las aguas del océano a ocupar alternativamente emplazamientos diversos. No era demasiado satisfactoria, desde luego, esta explicación; pero nuevas observaciones la fueron haciendo cada vez menos admisible.

En primer lugar, la falta casi absoluta de sedimentos abisales en las series estratigráficas, muestra que el carácter continental es permanente en los grandes bloques actualmente emergidos. Además, la topografía de los fondos oceánicos es completamente distinta de la topografía continental; y este hecho, que se va confirmando más a medida que los sondeos se multiplican, sería inexplicable sobre todo en el caso de los hundimientos recientes (Atlántico Norte, por ejemplo) si el suelo de los océanos no fuera mas que la superficie hundida de antiguos continentes. Por último—y ésta es ya razón definitiva—, la isostasia se opone en absoluto a dar carácter continental a estas supuestas masas recientemente hundidas, y demuestra la imposibilidad de semejantes violentos descensos en la vertical de grandes masas continentales. Las oscilaciones en la vertical sólo pueden explicar la formación de mares epicontinentales, de extensión restringida y mediana profundidad.

La primitiva coalescencia de las masas continentales supuesta por Wegener, rota sucesivamente por varios puntos y sumada a las traslaciones por deriva de los bloques resultantes, concilia el hecho innegable de las relaciones poleobiológicas con las adquisiciones recientes de la Geofísica, con la constancia del volumen oceánico y con la permanencia del carácter continental de los continentes actuales, pero no considerados aisladamente como pilares eternamente fijos, sino aplicada a las superficies totales que ocupan. Esta ley de permanencia se aplica también y con la misma salvedad a los océanos, cuyo emplazamiento ha variado dentro de ciertos límites por la deriva de los bloques continentales antes unidos en una masa única. Por último, el hecho de que las relaciones fáunicas sean más generales cuanto más atrasada sea la época en que se consideren está de perfecto acuerdo

con la teoría de Wegener y no halla perfecta explicación en la vieja concepción de las tierras intercontinentales.

Sin embargo, muchos paleontólogos se aferran aún a los fantásticos puentes continentales hundidos, sin que parezcan haberse enterado de la imposibilidad de su existencia, hoy demostrada plenamente por la isostasia. Oponen a la teoría de la coalescencia ciertos detalles de conexiones fáunicas todavía inexplicados, sin pensar que tampoco los puentes continentales responden, ni mucho menos, a todas las preguntas que se les hacen. Cuando esto ocurre no dudan en atribuir la deficiencia a falta de datos; y para que los casos sean menos numerosos, tienden puentes a la ventura y con abundancia, por los que su fecunda y acomodaticia imaginación ve pasar rápidas las manadas de especies extinguidas, como ganado trashumante que obedece al mandato de pastores y rabadanes.

Las medidas de coordenadas geográficas de diversas estaciones, sobre todo las diferencias de longitud entre dos puntos determinados, parecen indicar que las derivas continentales son un hecho. Sin embargo, hasta ahora estas operaciones no tenían una precisión suficiente para permitirnos afirmar que los errores de observación no fueran del orden de las diferencias a medir. Actualmente la telegrafía sin hilos permite apreciar con toda exactitud la diferencia de longitud de dos estaciones cualesquiera, y se han emprendido en este sentido trabajos sistemáticos, cuyos resultados podrán conocerse dentro de algunos años. Geólogos y geofísicos esperan con impaciencia el final de las observaciones, que si demuestran la realidad de las derivas continentales reducirán el campo de lo hipotético en el sistema wegeneriano y harán más probable la realidad de sus restantes supuestos.

* * *

Cuestión también ampliamente debatida y en la que el triunfo de la joven hipótesis me parece indudable es la interpretación e historia de los datos referentes a la Paleoclimatología.

Impresionados los geólogos por el hallazgo de faunas y floras de indudable carácter intertropical en regiones hoy de clima glacial, como Groenlandia y el Espitzberg, pensaron que en las primitivas edades de la tierra una elevada temperatura uniforme y un fuerte grado de humedad reinaban sobre toda la superficie del

globo. Imagináronse, para explicar el hecho, cambios astronómicos que nada abona y que no hemos de detallar, porque pueden verse en los tratados clásicos de Geología. Pero bien pronto el descubrimiento de restos glaciares cámbricos en Noruega, en China y acaso en África meridional, el hallazgo de estas mismas formaciones en el devónico de Australia y la India y otra serie de descubrimientos análogos destruyeron la idea de un clima tropical homogéneo en todo el globo.

Se pudo comprobar que un mismo lugar había pasado sucesivamente, a través de las edades geológicas, por diversas condiciones climáticas. Las faunas y floras del Espitzberg, por ejemplo, que tienen un carácter claramente intertropical en el carbonífero inferior, son subtropicales hacia el final del paleozoico, semejantes a las templadas de la Europa central de hoy durante el jurásico y cretácico, para llegar paulatinamente al riguroso clima polar que actualmente sufre la región bajo una capa constante de hielos. Más o menos comprobado en sus detalles, en todos los puntos del globo se señala un cambio paulatino de clima, bien en el sentido de tropical a polar, bien en el sentido contrario.

Estos hechos llevan, naturalmente, a la idea de un cambio de posición de los polos y, consiguientemente, del ecuador terrestre, idea muy combatida aún hoy mismo entre los geológos, aunque ya la mayoría empiecen a rendirse a la evidencia y convengan—como Kaiser, por ejemplo—en que, sobre todo en el terciario, «es difícil evitar» el desplazamiento polar.

No hay, sin embargo, más que una manera lógica de afrontar el problema, y es ir a ver lo que nos dicen los fósiles animales y vegetales, con su organización y género de vida, sobre el medio en que se desarrollaron. También el suelo puede darnos datos preciosos de Paleoclimatología con sus restos morrénicos, indicio del paso de glaciares; con sus areniscas rojas, indiciarias de regímenes desérticos; sus depósitos de yesos y sales solubles, producto indudable de ambientes desprovistos de humedad, etc. Así podrán fijarse las sucesivas posiciones de los polos por vía inductiva, sin que ideas preconcebidas nos fuercen a buscar su comprobación violentando la realidad de las cosas.

Los primeros intentos realizados en este sentido no fueron ciertamente afortunados, porque en ellos se partía de la permanencia y estabilidad absoluta de los actuales continentes. Así,

para explicarse la existencia de los glaciares paleozoicos se suponía—por una traslación polar independiente de todo otro movimiento—que el Polo Sur estaría emplazado hacia el centro del Océano Índico. Pero entonces el Polo Norte debía encontrarse próximamente en Méjico, y no serían explicables los grandes terrenos hulleros—indicio de clima tropical—de los Estados Unidos. Bien es verdad que cuanto más reciente es la época considerada menores son estas discordancias sobre el emplazamiento de los polos; pero esto lo que parece demostrar es, de acuerdo perfecto con la teoría wegeneriana, que los cambios de condiciones físicas no son bruscos e irregulares, sino paulatinos, graduales, como dependientes de una causa general que viene constantemente actuando en el mimo sentido. El ejemplo que antes poníamos de los sucesivos cambios climáticos del Espitzberg es bien elocuente en este respecto. Y comprueba brillantemente esta demostración el hecho de que a 90° al sur de dicho Espitzberg, en el Africa central, la evolución se verifica en sentido contrario: el escudo de hielo cubría la tierra al principio del carbonífero, y desde entonces el clima viene dulcificándose hasta llegar al régimen de elevadas temperaturas y lluvias tropicales de hoy.

Los grandes glaciares que durante el permocarbónico existieron en el hemisferio austral constituyeron por mucho tiempo la más grande dificultad, como ya hemos señalado, para una reconstitución paleoclimatológica. Pero en el momento en que Wegener tuvo en cuenta la deriva continental y retrajo las diversas tierras a los emplazamientos que entonces debían ocupar, todo apareció iluminado por una meridiana claridad. El Polo Sur estaba emplazado precisamente en el punto de unión del Africa meridional, la Antártida, Australia, Madagascar y la India, y bajo esta hipótesis el autor ha podido señalar la aureola de glaciares que le rodeaban y trazar con notable precisión el ecuador de aquella época, jalonado por una serie de grandes depósitos hulleros delatores del clima intertropical. El Polo Norte se encontraba entonces en pleno Pacífico, por lo que es imposible conocer de su emplazamiento condiciones geológicas delatoras de su climatología. La hipótesis de Wegener obtiene en este caso uno de sus más brillantes triunfos, resolviendo con admirable claridad este problema de la paleoclimatología carbonífera, contra el que se habían estrellado todas las anteriores hipótesis.

Pasemos por alto, porque el tiempo nos obliga a ello, el admirable estudio en que se hace ver la perfecta concordancia del movimiento de los polos entre los períodos carbonífero y pérmico y las transgresiones y regresiones marinas en la misma época. La regla de las transgresiones, comprobada de antiguo por los geólogos, recibe en la teoría, por primera vez, una sencilla y sugestiva explicación.

La teoría, aún en período de constitución, no ha podido ser totalmente formulada en muchos de sus puntos, que ya con el tiempo irán recibiendo los sucesivos desarrollos de que son susceptibles. Por lo que se refiere a estas interesantes cuestiones paleoclimáticas, acaba de aparecer un trabajo, en colaboración, de Kappen y Wegener (1), en el cual, cumpliendo propósitos ya apuntados en la tercera edición del libro fundamental, se estudian con detalle las zonas climáticas y sus variaciones desde el permocarbónico hasta el cuaternario. El estudio está, como es natural, informado en el principio de que las variaciones climáticas delatadas por la Paleontología y la Litología son debidas a la emigración de los polos, y que la historia del clima de un lugar dado de la Tierra es asimismo la historia de las traslaciones que le han aproximado o alejado del polo.

Digamos, para concluir, que no está, sin embargo, completamente dilucidada todavía en todos sus detalles la totalidad de las evoluciones climáticas que el estudio de las diversas series estratigráficas nos revela. Hay detalles difíciles de interpretar, y aun en períodos próximos, como los glaciares cuaternarios, quedan no pocas dudas que resolver. Nada dice todo esto en contra de la teoría, gracias a la cual se ha podido ver claro en un asunto en que hasta ahora todo había sido sombras y confusión.

* * *

Condición esencial para la admisión de cualquier sistema geológico es el que nos dé una teoría orogénica, no ya simplemente admisible, sino que mejore a las precedentes. La hipótesis de Wegener en este punto cumple, sí, la ley de progreso; pero hay que confesar que no deja al espíritu tan plenamente satisfecho

(1) Uladimir Kappen und Alfred Wegener: *Die Klimate der geologischen Vorzeit.* Berlín. (Gebr. Borntraeger), 1924.

como al resolver los problemas de la paleoclimatología o de las comunicaciones intercontinentales, a que ya nos hemos referido.

Es acaso que en estas cuestiones orogénicas la evolución de la Geología es tan rápida, que falta siempre el tiempo para perfilar los últimos conceptos adquiridos. El geólogo marcha tan de prisa por este camino que, apenas ocupada una posición, antes de explorarla debidamente y de ponerla en condiciones de defensa, la abandona para ir a la conquista de un nuevo baluarte entrevisto. Ideas relativamente próximas en el tiempo nos parecen, sin embargo, tan alejadas como si sobre ellas hubieran pasado edades históricas enteras. Recordemos rápidamente este proceso histórico de las teorías orogénicas, que, siendo curioso e instructivo, nos hará comprensible el estado actual de esta cuestión interesante.

Parecen infinitamente alejadas de nosotros, como propias de una época infantil de la Geología, las ideas simplistas según las cuales las montañas—a modo de los un día famosos cráteres de levantamiento—surgieron al empuje de hipotéticas masas fundidas interiores. Y, sin embargo, esta hipótesis reinaba aún a mediados del pasado siglo. El geólogo, que sin base geofísica nada podía inferir entonces de la constitución interna del globo, ve que las montañas emergen del suelo y se le ocurre, naturalmente, pensar tan sólo en los empujes verticales de abajo arriba.

Pero pronto los múltiples pliegues que, sobre todo en las comarcas montañosas, ofrecen los estratos demandan otra explicación más compleja. Surge entonces la idea de que el núcleo interior terrestre, perdiendo calor por radiación a los espacios interplanetarios, se reduce de volumen, y que la corteza sólida, y ya enfriada, para adaptarse a la nueva dimensión, se pliega, se arruga y se cubre, en fin, de las desigualdades montañosas. Empieza, pues, a aparecer el concepto, aún confuso, de los movimientos tangenciales.

Ahora bien: la corteza terrestre, carente de la plasticidad que tiene la piel de la manzana o de la uva que se convierte en pasa, al plegarse se rompe con la irregularidad que corresponde a su heterogénea constitución y se llena de fracturas, casi siempre próximas a la vertical. Cuando las paredes de la hendidura así abierta resbalan una sobre otra tenemos la falla, el accidente

tectónico por tantos respectos interesante. Bloques aislados por las fallas pueden hundirse en la vertical, y se formarán las fosas tectónicas, o quedar enhiestos entre segmentos hundidos, y serán los pilares. Por un momento, en la historia de la Geología, todo parece bastante bien explicado.

Pero pronto una observación más detenida muestra que las montañas no están uniformemente repartidas por la superficie de los continentes, como debería ocurrir si fueran la consecuencia de un proceso general de arrugamiento. Están agrupadas en sistemas, casi siempre claramente alargados, dejando entre sí amplias extensiones sin más accidentes topográficos que los labrados por los agentes erosivos. Se estudia con ahinco la distribución de estos sistemas montañosos para ver si ella da un rayo de luz al espíritu, y nacen hipótesis más o menos artificiosas, como la red pentagonal, flor de un día del campo geológico. No se consigue avanzar ; se ha equivocado, sin duda, el camino, y hay que buscar en otras direcciones. Es el momento propicio para que se formule la fecunda teoría del geosinclinal, que aun hoy día cuenta con adeptos incondicionales.

El espesor de los sedimentos en las cadenas montañosas de flexión es siempre mucho mayor que en las regiones no plegadas. Como constantemente se trata de materiales depositados en mares poco profundos, viene, naturalmente, la idea de que el bloque, futura montaña, se iba hundiendo a medida que aumentaba el espesor del depósito. Esta zona de anormal depósito que ocupa el futuro emplazamiento de un sistema montañoso es un geosinclinal, y sus materiales—más plásticos que los que los rodean—serán comprimidos por éstos en su descenso, plegados y obligados a levantarse. El principio de los empujes tangenciales formadores de los pliegues aparece aquí claramente definido ; pero son todavía lo secundario, la consecuencia del movimiento de los bloques rígidos descendiendo en la vertical.

Esta teoría, ingeniosa sin duda, del geosinclinal y de las áreas continentales, saca su fundamento primero de una supuesta contracción del globo por enfriamiento, y ya hemos dicho que hoy no puede afirmarse si la Tierra se enfría o se calienta. Por otra parte, supone una localización de movimientos tangenciales en el emplazamiento del geosinclinal, que en realidad no existe. No es, por último, de una congruencia perfecta con el principio isostásico, realidad tangible con la que no puede me-

nos de contar cualquiera explicación de los fenómenos orogénicos.

Hoy el predominio de los movimientos horizontales es indiscutible, como es indiscutible la generalidad de los plegamientos. Por eso—y abandonada definitivamente la teoría de la contracción—hay que recurrir a otra causa general originaria, como son las traslaciones continentales de la teoría wegeneriana.

Los continentes, en su marcha a la deriva, provocarán una resistencia del sima, predominante, como es natural, en el frente continental, en la *proa* de la almadía siálica, pero presente también en puntos esporádicos por adherencia del suelo de ésta al sima en que flota. Las condiciones mecánicas de uno y otro elementos—sial y sima—obligan a plegarse al primero, mientras el segundo, más viscoso, se acomoda lentamente a los nuevos espacios disponibles. La heterogeneidad del iceberg continental complicará el proceso de su deformación ; pero el juego principal estará en zócalo mismo («pliegues de fondo»). Por su parte, el caparazón sedimentario trata de seguir al bloque en sus plegamientos, pero no siempre puede conseguirlo ; a veces se despega—sobre todo en los sinclinales—y experimenta movimientos propios («pliegues de cobertura»).

Sintetizando aún más de lo que venimos haciendo esta rápida evolución de las teorías orogénicas, las vemos iniciarse con una tectónica que pudiéramos llamar «estática», de continentes eternamente anclados e impulsos verticales. Va perdiendo terreno la idea de la fijeza continental, a la vez que se va dando cada vez más importancia a los impulsos tangenciales. Así se llega lógicamente a establecer una «tectónica en marcha» (1) que se basa en la indudable movilidad de las masas siálicas, y en la cual los movimientos horizontales toman el papel predominante. Es esta tectónica dinámica la que parece pueda aspirar fundadamente a la reconstrucción, por procesos verosímiles, generales y coherentes, de la historia de la corteza terrestre ; aspiración suprema a que se orientan, más o menos conscientemente, las actividades todas del geólogo.

Y considerad si en esta vía se avanza con rapidez. No es ya

(1) Ch. Jacob : «Les théories tectoniques nouvelles». *Ann. de Géographie*, XXXIV année, n. 188 (15 marzo 1925).

Wegener quien marcha a la vanguardia en las nuevas ideas, papel en el que ha sido reemplazado por el geólogo suizo Emile Argand (1). Para éste—con una inversión completa de los viejos valores—los movimientos horizontales lo son todo, y los epirogénicos no son sino pliegues de gran radio. Los desplazamientos en la vertical resultan como consecuencia del plegamiento, y las fallas son simplemente el efecto de la falta de elasticidad en una construcción rígida sometida a fuerzas tangenciales. No hay en el origen más que movimientos horizontales. Se ha roto por completo con las concepciones clásicas y se toma un nuevo punto de vista que, por lo demás, se concilia bien con el mecanismo de las traslaciones continentales.

No debo pasar adelante en este camino sin hacerme cargo de una objeción que se ha querido oponer a la teoría de las traslaciones, tomando para ello como base la existencia de la cresta central atlántica. No se ve claro, en efecto, en el caso de un desgarramiento continental con separación por deriva de las nuevas masas resultantes, por qué en el emplazamiento de la primitiva grieta ha de surgir una elevación. Y aunque Wegener da una explicación del fenómeno, lo cierto es que su mecanismo no aparece dilucidado con toda claridad.

Ahora bien: nada prueba que esta cresta sea, como por algunos se ha pretendido, la arruga central en proceso de surrección de un geosinclinal plegado; es completamente gratuita semejante suposición, puesto que nada sabemos de la estructura del subsuelo atlántico. Y si, por el contrario, todo hace suponer, como hemos dicho, que los geosinclinales sean una ficción incompatible con los hechos comprobados por la Geofísica moderna, el empleo de este argumento constituye una petición de principio reñida con toda lógica. Hay que confesar con toda humildad nuestra imposibilidad de explicar satisfactoriamente el fenómeno, y tomar un poco a beneficio de inventario la interpretación actual wegeneriana de este hecho particular, en espera de que nuevos datos nos permitan confirmarla, aclararla o substituirla. Lo que no tiene sentido es aferrarse a ideas cuya irrealidad está evidenciada.

---

(1) Véase E. Argand: «La tectonique de l'Asie». Congrès géologique international, C. R. de la XIIIe session. Premier fascicule, p. 171-372. Liège, 1924.

Pero en este camino de sinceridad, y sin pretender por ello volver la vista a lo justamente abandonado, señalemos algunos de los puntos de las nuevas teorías en que éstas no logran aún satisfacer totalmente a los espíritus críticos desligados de todo prejuicio y de todo afán sectarista.

En el mecanismo con que la hipótesis de las traslaciones explica la formación de las montañas, estos accidentes deberían ser siempre marginales, por lo menos los de cierta importancia. Los conflictos entre sima y sial en el centro del bloque flotante deben traducirse, sobre todo, en pliegues de gran radio con apariencia de movimientos epirogénicos. Pero es un hecho que en Europa y en Asia anterior hay cadenas de montañas en pleno corazón de las masas continentales; esta anomalía constituye una objeción que hoy por hoy tiene verdadero valor.

Como también le tiene el que, existiendo los impulsos tangenciales sólo en profundidad, según la teoría, se formen grandes plegamientos importantes y aun grandes corrimientos cerca de la superficie. Verdad que a esta objeción se contesta por Wegener—como ya hemos apuntado—con el efecto de verosímiles (y aun en algún caso comprobables) desplegamientos de la película sedimentaria, que la permiten, por su parte, movimientos independientes. Pero es la verdad que esta explicación no acaba de satisfacer cuando se trata de plegamientos que afectan a grandes extensiones de las áreas continentales.

Señalemos, por último, para completar la lista de las principales dificultades que la nueva orogenia nos suscita, el hecho de que los sucesivos sistemas huroniano, caledoniano y herciniano se dispongan como rebordes concéntricos alrededor del polo. Si hay una deriva occidental, predominante sobre la de dirección meridiana, sólo el sistema andino queda bien explicado. ¿Es que en las anteriores edades geológicas la deriva meridiana era única o predominaba en absoluto sobre la occidental? En realidad no se ve razón para la aparición y predominio modernos de la deriva occidental, creadora de los sistemas montañosos de dirección meridiana, muy particularmente del reborde andino.

Más probable parece, y así empieza a admitirse por algunos, que los movimientos de los bloques continentales hayan variado de dirección durante las edades geológicas, aunque no se vea todavía claro en la causa de esta variación. Es más, siguiendo

con cuidado la historia geológica del Océano Índico (1), parece comprobarse que las conexiones de Madagascar con el África meridional y acaso con la India se han interrumpido y restablecido sucesivas veces, demostrando un movimiento de vaivén, o movimiento «de acordeón», como se ha dicho muy gráficamente.

Se ve, pues, al considerar de cerca y en detalle los fenómenos, lo que siempre ha comprobado la observación en la naturaleza. Hay una causa general que da un sentido predominante a la marcha de toda evolución; pero en los detalles de ésta la complicación es grande y la dificultad para desentrañarlos completamente, acaso insuperable. Nuestra inteligencia limitada nos veda la posesión absoluta de la verdad; pero el espíritu tiende y debe tender siempre a aproximarse a esa verdad ideal que le atrae. Es la razón y motivo de todo perfeccionamiento y de todo progreso.

Pero volvamos a nuestro tema concreto, del que, dejándonos llevar por estas lucubraciones, nos hemos apartado por un momento. Resumiendo las consideraciones que respecto a orogenia hemos apuntado, reconoceremos desde luego, como impresión final, que la teoría de Wegener no ofrece en este punto la brillantez y la diafanidad que en las cuestiones paleogeográficas y paleobiológicas. Quedan todavía algunos enigmas tectónicos por dilucidar, mas no cabe duda que se crea en ella una orogenia más racional y más de acuerdo con los actuales conocimientos, que las anteriores. Pero la hipótesis de las traslaciones es todavía muy joven, susceptible de grandes desenvolvimientos, y cabe esperar de ellos que logre en fecha próxima darnos razón de todas las particularidades que ofrece el problema tan complejo del origen de las montañas.

Debe tenerse en cuenta, al descender a detalles para combatir la nueva teoría, que ésta no alcanza aún su completo desarrollo y que sobre ciertos puntos apenas se empieza a ver las posibilidades de que es susceptible. Sólo se ha aplicado rigurosamente a explicar la evolución terrestre cumplida desde la época antracolítica en adelante; y aun esto, únicamente en algunas cuestiones, como la paleoclimatología, con detalle y minuciosidad. Un folleto de 160 páginas (traducción española) encierra hasta ahora la exposición de la teoría, las comprobaciones de to-

(1) Véase Joleaud, trabajo citado.

dos órdenes aportadas a ella por su autor y las explicaciones y conclusiones en que se recogen las objeciones hasta hoy formuladas y se deducen las consecuencias a que los principios de la teoría conducen a su autor. Hay que esperar la obra extensa, fundamental, en que todos los puntos alcancen su completo desenvolvimiento y en que todas las objeciones sean examinadas y ecuánimemente discutidas.

* * *

Quiero presentaros todavía, siquiera sea rápidamente, uno de los puntos que a mi modo de ver han sido más descuidados en el desarrollo de las nuevas ideas, y que tiene, sin duda, una importancia teórica de primer orden. Me refiero a las relaciones entre el sial y el sima, substancias de distinta naturaleza que puestas en contacto durante el transcurso total de las edades geológicas y en condiciones de presión y temperatura excepcionales no pueden, sin duda, dejar de reaccionar entre sí. ¿En qué sentido deben realizarse estas reacciones y cuáles pueden ser sus consecuencias? He aquí una cuestión ardua e interesante, de cierta novedad, y que merecería ser tratada con amplitud.

No es oportuna para ello la ocasión actual, ni lo permitiría el tiempo disponible. Pero, a reserva de hacerlo algún día y en otro lugar, voy a apuntar el tema ligeramente, sometiéndole hoy a vuestra superior cultura. Si encontráis harto incompleta la expresión de mi pensamiento, pensad que en un discurso de esta índole y sobre tema tan amplio como es el examen de una teoría completa de la Tierra, sólo puede aspirarse a sugerir ideas y de ningún modo a constituir un cuerpo de doctrina.

El estudio de los fenómenos de contacto entre rocas de distinta naturaleza, muy especialmente el de las rocas volcánicas cuando arrastran en su masa fragmentos de materiales extraños, demuestra una tendencia a la transformación de estos enclaves, cuyo proceso final—si hubo tiempo suficiente y apropiadas condiciones de movilidad—es la difusión de los elementos del material extraño entre los de la roca dominante, con la consiguiente modificación química de ésta. En suma, la masa mayor tiende a *digerir* el enclave, a incorporarse la substancia del mismo, como un sér orgánico incorpora a su organismo y funde en él los elementos químicos de las substancias con que se ali-

menta. Los ejemplos de este proceso en el mundo inorgánico son tan numerosos y conocidos que no hace falta insistir en ellos.

Pues bien: el sial, roca ácida cuya composición global puede compararse a la de un neis, se encuentra sumergido en el sima y totalmente rodeado por él en todos sentidos. Este último es un material más básico, más fusible, de naturaleza comparable a la de un basalto o una peridotita. Por último, presión y temperatura, en la zona del contacto, alcanzan sin duda un enorme valor. Parece, pues, que, en estas condiciones y con un tiempo indefinido por delante, la difusión de uno en otro material no puede dejar de realizarse. Los núcleos continentales siálicos, de masa incomparablemente menor que la del sima, son verdaderos enclaves cuyo destino no puede ser otro que su digestión por el baño viscoso en que flotan. Siguiendo el sugestivo lenguaje de Wegener, son el iceberg, el témpano flotante, que poco a poco va difundiendo su agua dulce en las aguas salinas y más pesadas de los océanos.

Químicamente, el efecto de la difusión del sial en el sima debe ser insignificante. La masa siálica es una parte alícuota pequeñísima en comparación con la simática, y al ser digerida tan sólo producirá una ligera—acaso inapreciable—acidificación del baño basáltico que en realidad constituye la envoltura externa del globo.

Desde el punto de vista geológico, en cambio, la cosa ofrece una trascendencia enorme, puesto que el proceso tiene como término la desaparición de los continentes, la uniformación de la estructura del globo y el cambio total de la faz de la Tierra. Ésta se nos aparece, al término de la evolución apuntada, o bien como un geoide de sima envuelto en una capa total y uniforme de agua, futura panthalasa final que reproduce la admitida en el principio de la vida terrestre por las actuales escuelas geológicas, o bien, si, según puede sospecharse, el agua va siendo fijada paulatinamente por los silicatos terrestres, como una desolada esfera de superficie basáltica cuya imagen nos muestra actualmente la Luna. Por razones que serían muy largas de exponer—sobre todo por consideraciones de la homología y unidad sideral del universo de que tantas pruebas existen—nos inclinamos más bien a creer en este final lunático que en la vuelta a la primitiva panthalasa.

¿Fantasías atrevidas en que se pierde la imaginación al lan-

zarse por tan desusados caminos? Acaso. Pero ved que ahí está nuestro satélite, que, como menos voluminoso que la Tierra, ha evolucionado más rápidamente, mostrándonos la etapa a que llegará sin duda un día por uno u otro camino el planeta.

Y ved también, por último, lo que nos indican los meteoritos, esos emisarios de otros mundos que de cuando en cuando vienen al nuestro, acaso a mostrarnos una fase del destino que inexorablemente está reservado a la Tierra.

La composición de los meteoritos oscila entre la de un hierro niquelífero y la de una roca peridotítica o basáltica, sin que jamás se haya conocido ninguno de composición claramente siálica ni, mucho menos, que recuerde a un material sedimentario. De ahí su división universalmente admitida en sideritos *(hierros meteóricos)*, lititos *(piedras meteóricas)* y litosideritos, de constitución intermedia *(palasitos)*; entre éstos, unos están formados por una masa férrica que engloba nódulos pétreos distribuídos más o menos regularmente *(litosporos)*, mientras que en otros los términos se invierten y son los nódulos de ferroníquel los que se distribuyen esporádicamente en la masa pétrea *(ferrosporos)*.

Si, como unánimemente se admite, los meteoritos son fragmentos de cuerpos celestes que se encuentran en el término final de su evolución, claro nos muestran que el destino de los materiales siálicos—la escoria ácida superficial del primitivo globo de hierro en fusión—es el de desaparecer por un proceso que, si en realidad desconocemos, no se entrevé actualmente que pueda ser otro que la digestión apuntada en estos párrafos.

Estudiando recientemente Adams y Washington la distribución del hierro en el globo terrestre (1), llegan a deducir para el mismo una estructura que concuerda exactamente con la establecida por Sieberg (2), teniendo en cuenta todos los datos adquiridos por la moderna Geofísica, y muy especialmente por la Sismología.

Para Washington y Adams el núcleo es la consabida esfera

(1) L. H. Adams and H. S. Washington: «The distribution of iron in meteorites and in the Eart». *Journ. of the Washington Acad. of Sc.*, vol. XIV, n. 19 (agosto de 1924).

(2) A. Sieberg: «Aufbau und physikalische Verhältnisse des Erdkörpers unter besonderer Berücksichtigung der Erdrinde. *Geol. Rundschau*, Bd. XII, 1922, Heft 6-8. (Citado por V. Inglada.)

de ferroníquel o nife, con un radio aproximado a los 3.400-3.500 kilómetros que le asigna Sieberg. Sigue después la capa de unos 1.700 kilómetros de espesor en que los silicatos ferromagnesianos se van segregando del nife, primero escasos (litosporos) y luego cada vez más abundantes (ferrosporos); es la capa intermedia de Sieberg o palasítica (de los siderolitos) de los geólogos americanos. Por último, la segregación silícea es completa, y viene la envolvente simática de algo más de 1.000 kilómetros de espesor, que es la barisfera de Sieberg o la zona de los lititos de Adams-Washington.

La capa siálica o litosfera de Sieberg, que en el supuesto de un espesor de 100 kilómetros no ocuparía mas que $\frac{1}{64}$ del radio terrestre, no tiene apenas valor relativo. Además, no es continua, pues sólo se extiende aproximadamente sobre tres décimas partes de la superficie terrestre, estando el fondo de los océanos, según Wegener, directamente sobre el sima. Nada parece más natural, por lo tanto, que el pensar en su futura desaparición, digerida por el sima inmediato, en un proceso de cuya posibilidad no cabe duda y que parecen comprobarnos de consuno el aspecto de la Luna y la composición de los meteoritos.

* * *

Y nada más de teorías wegenerianas, queridos colegas y amigos, pues desde el primer instante me propuse robar muy pocos, con mi modesta intervención, a vuestras elevadas y fructíferas tareas. En un discurso de esta índole no puede hacerse otra cosa que sugerir ideas cuyo completo desenvolvimiento necesitaría una detenida exposición y discusión de datos que sólo puede tener cabida en un libro.

Os he traído aquí, sencillamente, las impresiones derivadas de una lectura, no por cierto para enseñaros nada, sino para invitaros a pensar en esta sugestiva hipótesis genial—la teoría de Wegener—en que yo he creído ver la aurora henchida de promesas de una nueva Geología.

Miremos las nuevas ideas con la simpatía con que siempre se debe mirar a todo lo joven, a todo lo que es promesa y esperanza. Discutámoslo, sí; aquilatémoslo, tratemos, en suma, de mejorarlo y perfeccionarlo; pero con amor, como el padre com-

bate los defectos que ve apuntar en la naciente personalidad del hijo. La labor científica, la más noble y elevada actividad del espíritu, no puede ser partidista, ni ha de tener nacionalidad, ni se ha de teñir de color político. Ha de elevarse sobre toda pequeñez bajamente humana: ¡como que vuela hacia la suma aspiración, hacia la conquista de la verdad!

A la naciente hipótesis de las traslaciones continentales se la ha combatido acaso con excesiva pasión. Se la ha tratado con tono despectivo: *On fait quelque bruit...*, decía un sabio eminente al empezar a ocuparse de ella, como quien concede una excesiva beligerancia. Los mismos geólogos que han admitido sin dificultad toda clase de corrimientos, traslados y cobijaduras, hasta el punto de parecer que toda la masa continental fragmentada había bailado una danza de locos, niegan luego la posibilidad del más moderado y más racional movimiento de la deriva continental.

Registremos esta hostilidad como un fenómeno pasajero, y tengamos fe en que la ecuanimidad, la mutua comprensión y el supremo interés común, serán siempre las normas directoras de los hombres consagrados a la ciencia. Cada día se multiplican los Congresos y las Asociaciones internacionales; cada día parece afirmarse más un deseo de universal colaboración, nuncio de rápido progreso. Hagamos votos por la realidad de este sueño y contribuyamos todos a lograrla en la medida de nuestras posibilidades: *laboremos*.

Seccion 8.ª

CIENCIAS DE APLICACIÓN

DISCURSO INAUGURAL

POR

PEDRO DE NOVO Y F. CHICARRO

INGENIERO DE MINAS

La investigación de petróleo en la Península.

SEÑORES:

Debo, ante todo, expresar mi gratitud por la excesiva distinción que supone haberme encargado de dirigiros la palabra en esta solemnidad para inaugurar la Sección de Ciencias Aplicadas en el presente Congreso.

Aquí puede decirse que, como en las ceremonias de Palacio, rompe la marcha el de menor categoría, ya que los trabajos que presentan en la Sección portugueses y españoles superan al mío, modestísimo. Unicamente creo contar con un título para aceptar la designación, y es mi afecto hacia Portugal, que en algunas conferencias y otros estudios he evidenciado, y al que tan noble nación ha correspondido al otorgarme el honor de admitirme en la Academia de Ciencias de Lisboa y en el Instituto de Coimbra, con lo que me ha creado lazos que me unen a este país que quiero como hermano del mío, y cuya historia admiro, al par que me recrea su literatura y me encanta su suelo.

En estas condiciones he buscado entre los pocos asuntos sobre los que tengo relativo dominio uno que posee valor de actualidad en todo el mundo, apenas estudiado en Portugal y en España, de enorme trascendencia económica para todos los paí-

ses y que, además, es de aquellos en que se manifiesta la decisiva influencia que para la industria, el comercio y el poderío de una nación tiene el estado de sus conocimientos científicos, caso representativo y muy elocuente de la importancia del progreso de las ciencias aplicadas.

Se trata, en efecto, de la investigación de petróleo en el subsuelo de nuestra Península, problema que desde hace pocos años preocupa al Gobierno de España, por entender que es vitalísimo el de su posesión, y yo creo que la clase de trabajos que envuelve son de los que mayor interés presentan hoy y que, además, en ellos se advierte la importante intervención del ingeniero, de la cabeza directora, del elemento técnico a favor de los resultados prácticos. Así voy a exponeros someramente cómo se ha emprendido en España dicha investigación, qué labores se han ejecutado y, a la vez, cómo creo que debiera acometerse tan trascendental problema con las favorables consecuencias que supone para la cultura general y la riqueza del país.

Ante todo examinemos la enorme trascendencia que implica la posesión de petróleo; es ocioso recordar que hoy la Marina de guerra y la mercante se orientan hacia el empleo de los hogares de combustible líquido para substituir a los de carbón, ya que los primeros tienen sobre los segundos un 30 por 100 de economía, 70 por 100 de ahorro de personal, 30 por 100 en el espacio aprovechable y otro 30 por 100 de radio de acción. Por eso se impone su empleo en determinados tipos de buques, como los submarinos, cazatorpederos y cruceros rápidos; pronto se extenderá a los demás buques de la Armada, y en cuanto a los mercantes, lo emplean en sus motores auxiliares los grandes veleros y no tardarán en emplearlos casi exclusivamente los trasatlánticos, aparte de las razones enumeradas, por la limpieza y comodidad que supone la supresión del carboneo, ya que un buque de hogar de petróleo o motores Diesel puede proveerse de combustible sin interrumpir la carga ni aun el embarque de pasajeros.

Es ocioso también hablar de su exclusivo empleo en los motores de automóvil y en la navegación aérea, rama de la guerra y los transportes que cada día dominará más y en la que corresponde a Portugal una de las más grandes glorias mundiales con la aun reciente hazaña de sus aviadores Gago Coutinho y Sacadura Cabral. Y aun en los ferrocarriles los mencionados

motores Diesel, con sus favorables características, disputan el terreno no sólo al sucio carbón, sino a la tracción eléctrica, hoy tan preconizada y que de tal modo ambiciona el viajero, por su limpieza.

Si de los transportes pasamos a la industria, igual relieve consigue el empleo del combustible líquido, y en la agricultura, allí donde no llegan las líneas eléctricas, es insubstituible para la elevación de aguas, alumbrado de granjas e industrias agrícolas, y todavía donde llega el flúido eléctrico también tiene adecuada aplicación en los aparatos que han de moverse en el campo sin sujetarse a líneas determinadas.

De aquí ese *hambre de petróleo,* mucho más intensa que la de carbón, que caracterizó al siglo XIX; de aquí también la lucha titánica y famosa entre Norteamérica, representada por la Standard Oil, y la Gran Bretaña, cuyos colores llevan la Royal Dutch-Shell, siquiera el nombre de esta última sea exótico; lucha en que a los demás países apenas les cabe otra actuación que la de simples espectadores y en la que Francia, victoriosa, imperialista y arma al brazo, sólo puede atenerse a la amistad de Inglaterra, pues, excepto los alsacianos de Pechelbrom, carece de campos en su territorio (que investiga con menos empeño de lo que pareciera natural), mientras que en sus colonias lucha con la poderosa intervención de las empresas británicas y sólo conserva cierta influencia en los campos de Galizia y se atiene al estudio de la fabricación del ansiado carburo nacional.

Respecto a otros países, vemos a Méjico posesor de inmensa cantidad de hidrocarburos que le han traído a un tiempo la riqueza, el posible resurgimiento tras su destrucción de diez años y la mediatización por parte de las dos potencias antes citadas; tal vez las causas internas de su revolución inacabable y quizá también la brava fórmula, audaz hasta el comunismo, del famoso artículo 27 que libró a su riqueza petrolera de caer sin remisión posible en manos de extranjeros, y una de las muestras del movimiento febril de aquella nación hermana, que aun no conocemos bien, pero en el que vislumbramos algo muy grande, alguna anticipación de políticas futuras.

No muy distinta es la situación de otras naciones americanas: América central, Colombia, Venezuela y Ecuador, que

ven sus petróleos en manos de sajones, y aun la poderosa Argentina, a la que creo sin política definida en este aspecto.

Si pasamos a los continentes de Asia y Africa y a las islas de Australasia vemos el panorama invariable: la disputa de los dos colosos sajones; y en Europa, desvanecido por ahora el poder alemán y con él toda la organización de la Europeanische Petroleum Union, sólo vemos los campos de la Europa central y oriental, independientes de los movimientos políticos, y los de Rusia, que son uno de los muchos enigmas que encierra el estado de aquella enorme nación o conglomerado de naciones.

Motiva esto el hecho de que la posesión del petróleo es uno de los asuntos más vitales y domina en las alianzas políticas, de modo que es riqueza y a la vez lazo que une al país poseedor con los mil problemas en que se enmarañan todos los del mundo y cuyo resultado final, temido y no confesado, es el espectro de la guerra.

Apenas descubierto ese venero acuden a él gentes de todos los países, como antaño tras el oro; pero no como buscaron a éste los griegos, que apenas sacaron de la obscuridad la tierra de vellocino, ni como nuestros exploradores, a los que el metal sirvió más de acicate que de provecho (aunque ya motivó la entrada de América en el concierto mundial); tampoco como los desesperados que marcharon al Klondike; algo más parecido a los buscadores del Sur de Africa, creadores del Imperio británico sudafricano, pero en escala infinitamente mayor, pues se trata de organizaciones que rivalizan con los propios Estados; casi podría decirse, sin exagerar, que hoy los intereses del petróleo motivan la falta o abundancia de trabajo, el precio de las subsistencias y mueven las chancillerías. En suma, esa industria es signo representativo de nuestra época. En ella no cabe el aislamiento, la pereza; todo ha de ser tráfago, órdenes telefónicas, conferencias y conciertos radiofónicos, literatura sin galas, bárbaros y desmesurados aprestos bélicos: una vida de fiebre en la que, si no a vencer, por lo menos hay que aspirar a seguir viviendo en espera de días mejores.

La independencia política de un pueblo es convencional si aquél no puede vivir y luchar con sus propios medios, como ocurre hoy a causa del dominio del petróleo concentrado en manos de dos naciones. Pero, como no creo ahora oportuno desarrollar ideas políticas, sólo insinuaré lo que de todo ello clara-

mente se deduce: que precisa la elección de alianzas o, digamos, formación de grupos para el objeto de la posesión y libre disfrute del petróleo, y que hay que tener idea clara de cómo se ha de adquirir el ambicionado hidrocarburo en las mejores condiciones posibles de seguridad y tranquilidad.

Pues veamos ahora con qué recursos cuenta la Península para lograr que nuestros países posean petróleo. Hemos de fijarnos en tres aspectos: la investigación de los posibles yacimientos en nuestro suelo; su obtención por destilación de pizarras bituminosas o combustibles sólidos o la obtención del aceite sintético, y últimamente de la traída de petróleo de un país productor en buenas condiciones económicas y políticas.

Hasta hace cuatro o cinco años se decía en España que nuestro suelo no es apto para contener depósitos de petróleo; los escasos indicios superficiales se ignoraban o desdeñaban por pobres; se investigaron regiones con resultado al parecer negativo y la única que se estudió con fundamento científico y que examinó el ingeniero de Minas D. Juan Gavala, la de Cádiz y Sevilla, mereció de este ilustre técnico un dictamen desfavorable y, por desgracia, muy fundamentado en su perfecto conocimiento de aquel país.

Se aducían como causas opuestas a la existencia de yacimientos petrolíferos la pobreza de manifestaciones externas, los enormes trastornos de todo el territorio, su grande altitud media y, en el caso particular de Andalucía, el estado de fracturación del nivel superior del triásico, del cual proceden, al parecer, los aceites que allí se encuentran. Ya he dicho que las escasas investigaciones realizadas corroboraban esta impresión pesimista.

El año 1921 el Gobierno de Su Majestad comisionó al que os habla, en compañía del ingeniero Dupuy de Lôme (ambos del Instituto Geológico), para que examináramos los campos productores de América del Norte y estudiásemos luego el problema de su investigación en España.

En varias ocasiones he expuesto el resultado de dichos estudios, consecuencia de nuestro viaje; por eso ahora sintetizaré lo efectuado, a fin de que se pueda abarcar el conjunto del problema.

Siempre hay disparidad entre el criterio acerca de cómo debe ejecutarse cualquier obra y la manera como se ejecuta en definitiva. Por eso, aunque juzgo que el método razonable para realizar

la investigación de petróleos en España es el que expongo más adelante, reconozco que difiere mucho del que hasta ahora se ha empleado y en el que he intervenido.

No sólo en nuestro caso, sino en cuantos se han presentado en los nuevos países petrolíferos (y nuevos eran, por ejemplo, los Estados Unidos hace poco más de medio siglo en este respecto) se ha emprendido la investigación con el afán de hallar cuanto antes el hidrocarburo, lo que conduce a hacer investigaciones en los sitios donde abundan sus manifestaciones externas. Esto es lógico y así seguirá ocurriendo; pero en realidad tal método obliga a perder tiempo y dinero.

En España, cuando regresamos de América los ingenieros que envió el Instituto Geológico, la situación era la siguiente: malísimas impresiones acerca de las probabilidades de que nuestro suelo pudiese contener depósitos de hidrocarburo; algunas zonas donde existían manifestaciones externas más o menos abundantes; varias empresas que investigaban el terreno en las proximidades de esos indicios y que rara vez se basaban en fundamentados estudios geológicos; además, carencia absoluta de ambiente para tan desconocidas y costosas investigaciones.

En estas circunstancias nuestra moción a la Superioridad (que fué aprobada) consistió en que se dividiese el territorio en tres clases de comarcas: la primera clase comprendía aquellas cuya naturaleza de antemano presupone la no existencia de petróleo; pertenecen a la segunda las que poseen manifestaciones externas, y a la tercera las que no ofrecen tales indicios, pero cuya composición y estructura no excluye la posibilidad de que contengan el citado combustible.

Propusimos que se empezara el estudio por las zonas que contenían manifestaciones externas, en lo cual no había error, pues sólo se trataba de una cuestión de cantidad, siempre que dentro de aquéllas se buscasen las estructuras más propicias para la acumulación, y aconsejamos también que una vez elegidas dichas estructuras se practicase en ellas cierto número de sondeos y que, visto su resultado favorable o adverso, se dedujeran las reglas generales en que habían de basarse las ulteriores investigaciones.

En la hipótesis de que éstas tuvieran buen resultado, proponíamos el estudio de las zonas de la tercera categoría, es decir, aquellas en que no existían manifestaciones exteriores, pero

compuestas de terrenos de índole apropiada para contener petróleo, y que en esas zonas se buscaran también las estructuras adecuadas.

Comprendo que este plan adolecía de vaguedad, si bien inevitable, supuesto que el petróleo se encuentra en terrenos de todas las edades geológicas y que, de igual modo que no es prueba de su existencia en grandes cantidades la de abundantes manifestaciones externas en un país, la recíproca también es cierta, o sea, que la carencia de dichas manifestaciones no excluye la posibilidad de que tales depósitos existan, siempre que las estructuras sean adecuadas.

Por estas razones sólo podíamos concretar en nuestro plan dos circunstancias: la existencia de indicios externos y la de favorables estructuras.

Pero en el transcurso de las primeras exploraciones advertimos que casi todos los indicios externos se hallaban en el terreno secundario, desde el triásico hasta el cretáceo superior; que ninguno importante y, sobre todo, que pareciera de yacimiento primario existía en terrenos más modernos, y que en los más antiguos no se conocían manifestaciones.

Conviene advertir también que, sin aferrarnos a prejuicio alguno, nos inclinamos a admitir el origen orgánico del petróleo y que, en consecuencia, excluíamos de nuestras investigaciones muchos terrenos que en el caso contrario no hubiéramos excluído; por igual razón, sólo buscábamos la proximidad de las rocas hipogénicas, contando con su posible actuación como soluciones de continuidad de los estratos que pudieran dar paso a los hidrocarburos profundos y también como posibles cubiertas impermeables para los mismos.

Con arreglo al criterio expuesto señalamos las primeras zonas que creímos interesantes para que las investigara el Estado; casi simultáneamente hicieron análogo estudio las pocas Compañías (tal vez no pasaron de dos) que tuvieron el acierto de comenzar sus trabajos por el reconocimiento geológico del territorio. Los especialistas (entre los que había uno procedente de la Royal Dutch y otro de la Standard Oil), atentos a los mismos indicios mencionados, eligieron zonas próximas y análogas a las nuestras, coincidencia para nosotros muy halagüeña, supuesto que con iguales datos llegamos a semejante resultado que aquellos técnicos, expertos en esta clase de investigaciones.

Todo parecía indicar que iba a emprenderse una rápida investigación lo mismo por el Estado que por los particulares, cuando interrumpieron su marcha, que bajo tan buenos auspicios se presentaba, varias causas coincidentes, tales como los trastornos políticos, algunos errores técnicos y económicos de las empresas y, singularmente, la crisis económica mundial.

Las empresas particulares han efectuado varios sondeos con elevadísimo costo y hasta ahora sin buen éxito, y el Estado comenzó hace poco el primero de los que debía haber emprendido hace tres años. (1).

Esto no implica que se hayan perdido en absoluto ni el tiempo ni el dinero ni los esfuerzos dedicados a tal investigación.

El primer factor, el tiempo, el más dilapidado por lo común, a la vez que el más valioso, por no ser recuperable, ha servido para instruir a escarmentados y agrupar intereses y voluntades alrededor de tan vital problema.

El capital, siempre retraído en los últimos tiempos, ha aprendido también que debe emplearse con abundacia si se desea realizar la investigación petrolera y que, aunque este negocio tiene mucho de lotería, no excluye que se acometa con igual sensatez y método que otro menos aleatorio.

En cuanto a los esfuerzos, aparte de que puedo hablar como modesto colaborador, estimo que también han servido de enseñanza provechosa. Han puesto de relieve el valor real de algunas zonas y el negativo de otras que al principio creímos interesantes; han permitido que se abarque el problema en toda su amplitud, se noten sus múltiples aspectos y dificultades y se adquiera la persuasión más firme cada día de que es forzoso atacar y vencer tan arduo asunto.

Voy a exponeros algo de lo que la experiencia de estos años de diversas investigaciones nos ha hecho saber acerca de las comarcas estudiadas y del método que ha de emplearse para seguirlas.

En lo que se refiere al aspecto geológico del problema, ya he dicho que conviene circunscribirse por ahora a las formaciones secundarias donde hay relativa abundancia de indicios ex-

(1) Sabemos que acaban de cortarse en este sondeo dos niveles petrolíferos de escasa potencia, pero que son los primeros que se han encontrado en España.

teriores, especialmente en el cretáceo de las provincias cantábricas, Norte de Castilla, Navarra y vertientes del sistema ibérico; las debatidas cantidades de hidrocarburo que puedan existir en Andalucía proceden de la parte superior del triásico, y las noticias dispersas que llegan de otros puntos en que se notan dichas señales también corresponden a los mencionados terrenos, ya en la misma Andalucía, ya en Cataluña.

En Portugal se han hallado manifestaciones de petróleo en varias regiones mesozoicas, cuales son las de la cuenca de esa edad que limitan los cabos Mondego y Carvoeiro, cubiertas de cierto espesor de mantos terciarios, pero donde sin duda los petróleos se encierran entre el trías y el cretáceo y más especialmente en los distintos niveles del lías. No hay que insistir acerca de la marcada estructura anticlinal al sur de la cuenca mencionada, en la alineación Torres Vedras-Montejunto, en la que se siguen a ambos lados de un eje liásico las ramas jurásicas y cretáceas, acompañado el conjunto de manifestaciones petrolíferas.

Sabemos también que las estructuras favorables, si no muy abundantes ni perfectas, no son tan raras como se suponía al principio, y, en cambio, hemos comprobado que algunos terrenos, el senonense por ejemplo, son poco aptos para las perforaciones a causa del enorme espesor de sus margas. También sabemos que hacia la base del cretáceo y parte alta del jurásico se encuentran los niveles más bituminosos y las más repetidas alternancias de arcillas y arenas.

¿Cómo debemos plantear hoy el problema de la investigación con estos nuevos conocimientos? Pues de forma muy análoga a como lo hicimos hace cuatro años, si bien con mayor rigor científico. Propugnando que se estudie al detalle la estratigrafía de los puntos que hoy creemos más favorables; que en ellos se hagan repetidas investigaciones por sondeo y luego otras en las regiones privadas de indicios externos, pero que presentan favorables estructuras, y procurando (por lo que nos ha enseñado la experiencia) que se perfore preferentemente donde esté denudado al menos el piso senonense.

Para concretar, y a manera de ejemplo, diremos que hoy el punto que más esperanzas inspira es el valle de Zamanzas, en la provincia de Burgos, amplia bóveda anticlinal denudada, de donde ha desaparecido toda la parte alta que correspondía al ce-

nomanense, y ha quedado en el fondo del circo que forma el valle el infracretáceo, donde alternan margas y areniscas y abundan las manifestaciones bituminosas. Allí se empezará en breve un sondeo por cuenta del Estado. Si el éxito fuera favorable no habría que esforzarse para que se multiplicaran las perforaciones en parajes análogos; pero entretanto que la práctica no diga la última palabra, la consecuencia que hoy derivamos como regla geológica es la de que deben investigarse las zonas de la Península pertenecientes a ese nivel; dentro de ellas buscar las estructuras propicias y manifestaciones externas, a ser posible, a menudo existentes, pero desconocidas cuando es trata de sitios recónditos y poco frecuentados, cual ocurría en Zamanzas.

Supuesto que hoy se decidiera realizar un plan de sondeos basado en los pocos datos y experiencia adquiridos, creo que debiera realizarse del siguiente modo:

Luego de reconocida una comarca donde los indicios exteriores, condiciones estructurales y edad de los terrenos hagan posible la existencia de hidrocarburos, procede levantar su mapa topográfico detallado. Esto, que es muy costoso, debiera correr a cargo de las Compañías o del Estado, según quien hubiese de obtener los beneficios de la investigación, o de ambas entidades de común acuerdo, si bien (al menos en España) y para los sitios donde no existan las hojas del mapa 1:50.000 del Instituto Geográfico sería muy práctico un acuerdo entre este centro y las Diputaciones de las provincias interesadas, las cuales pudiesen sufragar los gastos de dicho mapa, que luego habría de abonarles el Estado, ya que éste tiene la obligación de levantar el de todo el territorio nacional.

Las provincias recibirían enorme beneficio por tener el mapa de su territorio mucho antes de lo calculado, y principalmente porque éste facilitaría la investigación de petróleo en su subsuelo.

Mientras se realizaba esta pesada labor procedería hacer el estudio geológico de dichas zonas y señalar en ellas las estructuras (bóvedas, cúpulas, terrazas, diques hipogénicos, fallas, etcétera) y bosquejar la estratigrafía, niveles acuíferos y petrolíferos, a fin de detallar todos estos elementos con ayuda del mapa topográfico cuando estuviera terminado.

Pero esta labor de estratigrafía detallada exigiría el concurso de dos laboratorios: uno químico, de modestas proporciones,

para analizar las rocas de los diferentes niveles, y otro, más amplio, de clasificación de fósiles.

Este último laboratorio (que tal vez parezca superfluo existiendo los de la Escuela de Minas, Instituto Geológico y Museo de Ciencias Naturales) es muy necesario, porque los centros citados tienen ya harto trabajo que realizar y, además, en España no abundan los paleontólogos, y sólo podría obtenerse labor útil para el objeto propuesto si se reunieran media docena de especialistas que acopiasen colecciones-tipos y bibliografía moderna referente a los fósiles del secundario y se pusieran en condiciones de deslindar rápidamente y con precisión los niveles de las zonas en estudio. De esta manera podría obtenerse un relacionamiento seguro entre los puntos interesantes de cada zona y de unas con otras, y se formaría pronto un personal de ingenieros prospectores de petróleo, pues no hay que olvidar que la mayor dificultad consiste precisamente en dotar al ingeniero de los conocimientos bastantes para reconocer los diversos niveles estratigráficos.

Aquí veis convertida en ciencia aplicada a la Paleontología, esa rama del saber tan platónica en apariencia, tan alejada de todo industrialismo y que más bien se considera en la serena región de las ciencias naturales como base para estudios de evolución de las especies y anatomía comparada. Cierto que casi desde su comienzo se aplica en Minería, pero (acaso salvo en las cuencas hulleras) nunca tan intensamente como en la fijación de niveles petrolíferos.

El gasto de sostenimiento de estos dos laboratorios sería muy pequeño en relación con el inmenso servicio que habrían de prestar y con el que supondrían las exploraciones geológicas, e insignificante comparado con el del gran número de perforaciones de que tenía que constar un verdadero plan de investigación.

Si el Estado decidiera acometer la ejecución de ese plan debería hacerlo, de acuerdo con las Compañías petroleras, mediante muy diversas operaciones económicas, cuales serían, por ejemplo, subvencionar los sondeos o garantizar un tanto por ciento al capital aportado. Ahora bien: como el que se destinase a investigaciones pudiera durante mucho tiempo y aun en definitiva ser improductivo, no habría de recaer sobre él el tanto por ciento de garantía, por lo cual sería solución más

completa y práctica emitir un capital doble del que exigieran estas investigaciones, y la segunda mitad dedicarla a la compra, importación y elaboración del petróleo y subproductos en España. Este negocio, bien planteado, daría un beneficio, calculable de antemano hasta cierto punto, que compensase los gastos no reproductivos de la investigación de nuestro suelo, de modo que en conjunto resultara favorable, lo que permitiría establecer la mencionada garantía de intereses.

El modo más completo de realizar esa segunda parte del plan sería adquirir campos en algunos países amigos, tales como Méjico, Colombia, Venezuela, Argentina, etc., y embarcar en esos puntos el petróleo bruto en buques propios y conducirlo a dos o tres centros escogidos en España (uno de los más indicados sería Sevilla) donde debieran hacerse todas las labores de destilación y refino.

Una prudente legislación que graduase la admisión de maquinarias para la industria petrolera, lo mismo en máquinas perforadoras que tuberías, aparatos de destilación, etc., motivaría también el que nuestra industria siderúrgica y mecánica intensificara su producción, a fin de ir substituyendo por nacionales los aparatos extranjeros y, como repito para cada caso, ocurriría también en éste que las fábricas y personal creados con tal objeto no dejarían de hallar derivación en otras ramas industriales.

Queda otro aspecto del problema, referente a la elaboración de petróleo sintético, destilación de hullas y lignitos y pizarras bituminosas, y me complace expresar que éste se estudia hoy en mi país y que se han obtenido inmejorables resultados.

Las industrias químicas son de las menos adelantadas en España; pero si adquiriesen algún desarrollo en la elaboración de productos derivados del petróleo bruto, ya alumbrado en nuestro suelo, ya importado, y más aún en la mencionada destilación de rocas bituminosas y elaboración de hidrocarburos sintéticos, el personal químico adiestrado en esta tarea, no dejaría de aplicarse a otras ramas de la química industrial e iría creando nuevas manufacturas.

Es, pues, el problema de la investigación de petróleo de los que más necesitan la colaboración de las diversas actividades del país. Exige la técnica minera, la de todas las ramas de la Ingeniería con ella relacionadas, como son la construcción

de caminos, depósitos, embarcaderos, buques especiales, y la variadísima e importante que corresponde a la destilación en sus diversos grados e industrias químicas derivadas; es, por tanto, problema que implica el perfeccionamieno de todos esos estudios; pero, por no cansar, sólo me referiré a los tres que componen el primer escalón de las investigaciones: la geología aplicada, la paleontología y la topografía.

En un país supuesto petrolífero, luego de las primeras investigaciones someras de campo y sobre los mapas que se poseen, demostrada la posibilidad de que existan hidrocarburos, procede, según antes dije, hacer un mapa estratigráfico detallado, que a su vez requiere otro topográfico; de modo que el país petrolífero ha de contar con ese mapa del territorio en grande escala, que trae enorme beneficio para las demás manifestaciones de su actividad.

También dije que sobre dicho mapa ha de hacerse el estratigráfico de detalle en el que se fijen los niveles petrolíferos y acuíferos y los impermeables, y que para que este mapa sea exacto y tenga utilidad general en todo el territorio es preciso que los niveles no se fijen sólo por su condición litológica y situación estratigráfica relativa, sino (siempre que sea factible) por su situación absoluta dentro de la serie estratigráfica general, es decir, que precisa señalar los niveles mediante sus fósiles característicos.

Esto tiene enorme importancia para el progreso de las ciencias naturales en países como el nuestro, en donde no hay grande afición a las especulaciones científicas ni amor a la observación de la Naturaleza, por lo que la Paleontología tiene pocos cultivadores, y éstos aislados y sin ambiente propicio; pero supongamos que la determinación precisa de un nivel geológico acarrease el conocimiento de su proximidad o lejanía respecto del que se conoce como petrolífero en determinada región; entonces se vería no sólo a los naturalistas, sino a los profanos, entregarse al estudio de la Paleontología con igual ardor que hoy se entregan cultos e ignorantes a las manipulaciones eléctricas, llevados de su pasión por la radiotelefonía. Esa fiebre habría de producir la popularidad de las ciencias naturales y la difusión de las obras que de ellas tratan. Calcúlese el enorme beneficio de ese incremento de cultura, aparte del práctico que se derivase para el hallazgo de los niveles petrolíferos, sin con-

tar con que esa investigación produciría de rechazo el hallazgo de variadas riquezas, como aguas subterráneas, fosfatos y otras substancias minerales.

Así se ve que sólo la iniciación de la industria petrolera ya deja en el país progresos espirituales y morales, pues exige enorme actividad y desplegar grandes recursos rápidamente y en competencia con los rivales. En esto se asemeja a la guerra, y guerra es al fin la que se entabla por la obtención del petróleo.

Pues bien : esa clase de investigaciones que abarcan tan diversos sectores de la actividad y del conocimiento es propia para colmar la aspiración del técnico encargado de dirigirlas y que puede desplegar toda suerte de iniciativas, atrevidas concepciones geológicas y operaciones en grande, lo mismo ingenieriles que económicas.

Por eso es apropiada para nuestros técnicos, acaso recargados de estudios superiores y acaso algo desprovistos de la práctica tan loada en los de otros países, faltos, en cambio, de cultura general y aun de cultura plena dentro de su profesión, demasiado ceñidos a una rama determinada.

En nuestras escuelas se prepara admirablemente al alumno para hombre de ciencia y de extensa cultura, y no costaría trabajo prepararlo asimismo para ser hombre de espíritu industrial.

En este concepto no estamos bien orientados (al menos en España) y el ingeniero suele aplicarse más a la labor obscura y medianamente retribuída que a buscar en más ancho campo un medio de hacer fortuna. Pues también a esta falta supliría la buena organización de la investigación petrolera, que avivaría el legítimo afán de lucro en un personal numeroso que luego de adiestrado se lanzaría, imbuído por ese ambiente, a más altas empresas.

Por ejemplo, es notorio que nuestros técnicos así preparados y provistos de la sólida base cultural que poseen, podrían rivalizar con los especialistas de otras naciones en la investigación petrolera en América, cuya enorme superficie y casi inagotables recursos brindan a emplear en ella las energías y conocimientos peninsulares.

Tal vez la labor de esos técnicos fuese como de gastadores que abrieran el camino a los individuos de otras profesiones que

parece que por su naturaleza suponen mayor reposo y menor acometividad.

Lo dicho acerca de los individuos puede extenderse a los pueblos, y no hay que dudar de que la industria petrolera, con su imposición de actividad y expansión, sacudiría el ánimo de nuestras naciones y las obligaría a entrar de nuevo en el concierto mundial, del que hace tiempo se aislan con desdén tal vez tan aristocrático como justificado, pero acaso incompatible con su progreso y porvenir. Que si hay motivos para creer en muchos puntos errada la marcha de la civilización actual y para opinar que el espíritu de nuestros pueblos es propicio a otras aspiraciones, a otros ideales, esto no obsta para que adquieran el medio de realizarlos con las propias fuerzas que pone a su alcance esa cultura, y uno de ellos es la posesión del petróleo, base de riqueza, fomento de la industria y estímulo para profundizar en las ciencias aplicadas.

Sección 5.ª

CIENCIAS SOCIALES

DISCURSO INAUGURAL

POR

ANTONIO DE OLIVEIRA SALAZAR

PROFESSOR DA FACULDADE DE DIREITO DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Aconfessionalismo do Estado.

SENHOR PRESIDENTE,

MEUS SENHORES:

Pensei neste problema difícil que é talvez para os Estados um problema eterno:

Nenhuma sociedade pode viver e progredir sem renovação e sem liberdade; nenhuma subsistirá sem ordem e sem estabilidade na sua organização fundamental. A liberdade é o veículo das correntes de ideas que, reagindo umas sôbre outras, vão penetrando no côrpo social e, dando às instituições sangue novo, evitam a estagnação e a morte. Mas um sistema de ideas é, para os que dominaram antes dêle, em certo modo revolucionário, e, se importa largas aplicações concretas, atenta contra aquela estabilidade e ordem no Estado que são condições necessárias duma fecunda vida social.

Estas duas necessidades—liberdade e ordem; estes dois escolhos—desordem e tirania, enquadram a vida pública em todos os tempos e com particular gravidade a vida pública moderna, em que os mais desencontrados sistemas sociais reclamam para si o direito de realizar a felicidade dos povos sôbre os destroços duma determinada organização vigente.

¿Até onde se estende o direito de defesa do Estado? ¿Onde começa o domínio da nossa liberdade? ¿Haverá uma solução que não seja o Estado sucumbir numa mutação constante de instituïções e de organização, ou deixar-se ficar inane, exgotada a seiva criadora das suas velhas formulas, a esmagar com o pêso da sua fôrça a ânsia renovadora da liberdade?—Pensei neste problema difícil que é talvez para os Estados um problema eterno.

Não me proponho desenvolver aqui as conclusões a que haja chegado. Mas só, num intuito mais modesto, apreciar uma das soluções que foi proposta e é geralmente aceite, para garantir a liberdade, ameaçada pelo *confessionalismo do Estado*. E ficará ainda assim na sombra a outra face do problema, aliás digna de consideração—averiguar como é que aquele mesmo sistema assegurou a firmeza e a estabilidade das instituïções sociais.

I

Eu não creio que tenha havido tanta guerra religiosa, como a história diz que houve. A maior parte das lutas assim denominadas, sabe-se que tinham uma bem vincada finalidade política e, quando não política, económica; a mentalidade religiosa da época impunha porém a ordem de sentimentos para que preferentemente se apelava como meio mais seguro de tornar popular a guerra e assegurar o triunfo. Mas não pode negar-se que muitas lutas internas, perseguições violentas, expulsões em massa, denegações de direitos e confisco de bens, se nem sempre nasciam dêle, legitimavam-se ao menos com o Estado confessional, isto é, ligado a uma confissão religiosa que o mesmo se propunha difundir e manter.

A unidade religiosa a que se aspirava, era um fim religioso do Estado, mas era também uma condição superior de paz, de ordem e de estabilidade social, porque, desprezado o incipiente conhecimento scientífico, a arte e a filosofia viviam à sombra duma crença que até elas estendia o seu domínio, e assegurar a unidade religiosa era assegurar no mundo da inteligência e do sentimento a unidade da nação.

Parecia assim històricamente demonstrado que o simples facto de o Estado adoptar como sua uma religião, comportava

uma desigualdade de tratamento para com as outras confissões, e que esta desigualdade implicava uma diminuïção da sua liberdade. E foi por isto que o princípio da liberdade religiosa veio a tomar, no campo dos factos, o aspecto duma reacção hostil contra a religião dominante, e a impôr no campo dos princípios a separação do Estado das igrejas, pela sujeição dos cultos a um regímen de direito comum e pela supressão do respectivo serviço público, deixando-se a satisfação das necessidades religiosas exclusivamente à iniciativa e à acção dos particulares.

Mas ter uma religião não era só professar uma crença e participar oficialmente nos ritos dum culto; era dispôr dum sistema donde derivavam regras morais para os indivíduos e princípios de govêrno para os povos, porque no fundo a trama da vida religiosa assentava numa determinada concepção da vida social. Decididamente pouco se adiantava, se, separado das igrejas, o Estado conservasse a respectiva filosofia ou a substituisse por outra. A mesma exclusão de confessionalismo do Estado, formulada como condição necessária pela liberdade religiosa, devia pois estender-se, em nome da liberdade de pensamento, a qualquer doutrina que traduzisse da parte dêle uma atitude ou um princípio de acção.

A necessidade de renovação social vai, pois, ser satisfeita mediante o uso amplo da liberdade: a liberdade vai ser garantida pela absoluta neutralidade do Estado, aberto pela ausência de doutrina a todas as correntes, à acção de todos os sistemas, à influência de todas as sugestões.

Conhecemos a teoria: ela domina as instituïções políticas do século XIX e dêste comêço do século XX; fornece aos Estados fórmulas de organização, e imprime forçadas directrizes à sua acção social e política. Um século e meio de história bastou para se fazer a desintegração completa do seu princípio fundamental; e por isso nós podemos apreciar, não só à luz da razão mas à luz dos factos, até que ponto o sistema podia funcionar, e até que ponto a neutralidade do Estado tem efectivamente garantido as liberdades públicas.

II

O sistema repousa todo nesta exigência—*o Estado não deve ter uma doutrina;* mas vai logo de encontro a esta impossibilidade—*o Estado não pode deixar de ter uma.*

Parece com efeito que não é difícil demonstrar que o Estado não pode organizar-se nem agir, nem defender-nos nem defender-se senão em nome duma doutrina e por intermédio duma doutrina. Despreze embora as luzes que o cristianismo trouxe à compreensão da existência humana ; as sciências positivas não conseguiram, e é da sua essência que o não consigam nunca, desvendar integralmente êste mistério : e ainda que lhe custe confessá-lo ou o negue abertamente, é à filosofia que o Estado tem de ir buscar os conceitos em que assenta a sua própria existência.

Não há possibilidade de organizar o Estado sem uma noção da sociedade e sem uma noção do homem. Bom ou mau, verdadeiro ou falso, importa ter um conceito do que seja o homem e a vida social, para dar ao poder um fundamento e à lei um conteúdo e uma finalidade. Os sistemas políticos mesmo em pouco se diferenciam, se na base não teem a distanciá-los um conceito diverso acêrca do homem, da vida, dos fins da actividade humana.

A norma de conduta que é a lei, parte duma noção que está na base e destina-se a conseguir um fim. Essa noção é mais ou menos conforme á realidade do homem social ; êsse fim é mais ou menos conforme aos que lhe cabem realizar ; a eficácia das instituïções e das leis depende essencialmente desta conformidade : não temos outro critério para avaliá-lo.

O Estado organiza-se e existe em nome duma doutrina, e a história política nada mais é que a substituïção—¿ direi o horrível termo ?—duma metafísica a outra metafísica, duma metafísica verdadeira a uma metafísica falsa, ou duma metafísica falsa a uma verdadeira, mas verdadeira ou falsa—absoluta.

Questões secundárias vão através dos tempos admitindo soluções diferentes, deduzidas de novos conhecimentos scientíficos e de seguros ensinamentos da história ; mas em cada momento, ainda em relação àquelas, o Estado adere a uma doutrina, e essa

é com exclusão de outras a verdadeira. ¡ É uma ilusão supôr que o Estado não participa de algum modo do absoluto ! Temos de considerar verdadeiro direito a estipulação da lei ; de considerar recta justiça a sentença do tribunal ; de ter como direita razão o ascendente da fôrça. A um parlamento que delibera, a um tribunal que julga, a uma fôrça que executa, atribui-se a infalibilidade e reconhece-se entretanto que decreta violências, que sentenceia injustiças, que pratica prepotências.

Variam de Estado para Estado estes reduzidos princípios fundamentais ; mas há um mínimo abaixo do qual nenhum se permite descer, porque seria a destruïção dos alicerces sôbre que se apoia aquele edifício social. O primeiro dever do Estado é defender a sua própria existência. ¿ Em nome de que o faz ? Em nome da sua necessidade ; mas esta necessidade é um ponto da *sua doutrina* que não impõe certamente às inteligências mas em nome do qual legìtimamente impede a sua própria destruïção e ruína.

Parece-me um problema insolúvel encontrar uma tal organização do poder público que no seu funcionamento nos dê uma garantia sólida, absoluta dos direitos e liberdades individuais : porque a autoridade suprema que os define e lhes fixa os limites, não tem, por definição, outra superior a si, e não dispõe, para o fazer, doutra luz que a que lhe deriva dos *princípios doutrinais* que a informam.

Considera-se uma grande conquista do Estado moderno que não seja o Estado que limita as liberdades mas as liberdades que limitam o poder do Estado. Mas nenhuma liberdade é absoluta, todas admitem os limites que para cada indivíduo importa o uso da liberdade de outrem, e os que adveem das exigências da ordem pública. E assim de novo se devolve ao Estado o direito de as definir e delimitar. ¿ Que critério o orienta ? ¿ Que princípios o guiam ? *Os da doutrina* que professa.

Aos que sustentam que o Estado não *deve* ter uma doutrina, temos portanto de pôr uma questão prévia—é se o Estado *pode* existir sem ela, porque me parece que sem uma doutrina verdadeira ou falsa que tem de elevar-se ao conhecimento da sociedade, do homem e dos seus fins, o Estado não pode organizar-se, não pode agir, não pode defender-se nem defender-nos.

III

De pouco valeria talvez toda esta dedução, se os factos por seu lado não confirmassem o mesmo ponto de vista. É tão importante a necessidade dum sistema doutrinal na base da construção do Estado, que o Estado moderno que pretende não tê-la, também professa uma determinada doutrina.

Tem o Estado os seus teóricos, os seus oradores, os seus filósofos, os seus moralistas; e ainda que não é possível pô-los uns aos outros de acôrdo, porque em muitos pontos se combatem e contradizem, é possível descobrir nas leis, nas instituições, na política dos Estados saídos da Revolução ou directamente influenciados por ela, aqueles princípios fundamentais e irredutíveis que constituem o seu traço comum.

No base o *indivíduo,* a grande, a única realidade, dá origem pelo seu livre alvedrio à *sociedade civil,* na qual os homens nascem livres—independentes em face de toda a autoridade, não consentindo cada um em restringir êste dom supremo, senão na parte que é indispensável para garantir a liberdade de todos. O poder de que usa a sociedade civil, vem-lhe dos indivíduos agremiados na nação; nela reside e dela provém a *soberania.* Se os indivíduos criam o Estado e nele delegam o poder, tem êste de ser exercido conforme a sua vontade, e assim a *lei* é a expressão da vontade geral, democràticamente determinada pela vontade da maioria. Como a sociedade existe para garantir ao homem os seus direitos, tem o dever de impedir que por qualquer meio o homem seja privado dêles, ainda que por um acto seu. Não há liberdade contra a liberdade, nem direito contra a lei, nem poder diferente ou superior ao Estado. Os princípios absolutos por que *hão de reger-se* os homens em sociedade, dedúlos a razão só da natureza humana: sôbre a razão e a natureza se funda o Estado moderno.

Racionalismo e *naturalismo; individualismo* e *liberalismo;* uma noção do *Estado* e uma noção de *lei* harmónicas com as exigências dum conceito próprio acêrca da formação da sociedade e da vontade do povo, são os traços salientes e característicos do Estado moderno.

Podem estes princípios não ser levados até às suas últimas

conseqüências lógicas; podem ser interpretados por govêrnos conservadores ou por govêrnos radicais; pode não fazer-se-lhes referência expressa; podem ser suavizados na sua aplicação concreta: no fundo permanecem iguais a si próprios, rígidos, implacáveis, impondo em face de outras doutrinas uma linha de conduta intransigente, ao próprio Estado que sôbre êles se edificou.

IV

Não ser possível um Estado sem uma doutrina orgânica e verificar-se por outro lado que o Estado que se forma precisamente para a não ter, também professa uma, parecem invalidar de per si a pretensão de buscar a garantia da liberdade na neutralidade absoluta do Estado. Mas não se me afigura isso suficiente. Devemos examinar o sistema no seu funcionamento e na sua realização prática; e para que a conclusão a tirar seja iniludível e clara, o que convém é surpreender as relações do Estado com qualquer doutrina que marque uma posição intelectual diametralmente oposta à sua e uma capacidade de realizações que igualmente lhe sejam abertamente contrárias. Escôlho o catolicismo cuja filosofia política, sem qualquer divergência a êste respeito, se opõe ponto por ponto ao liberalismo do Estado moderno.

Na base, não o *indivíduo*, mas a *sociedade*, facto natural, universal e necessário—a sociedade familiar e todas as demais que se formam e espontâneamente se organizam no seio da Nação para dar a vida ao homem e perpetuar a espécie, para lhe defender o interêsse da profissão, auxiliar a sua formação moral, e promover o desenvolvimento da sua inteligência. Nesta sociedade, um elemento—o *homem* que, provindo dela e devendo-se a ela, lhe não pode ser superior nem em face dela pode marcar a sua absoluta independência; um ente dotado de *liberdade*, não porque com ela pratique sempre o bem, mas porque por meio dela se valoriza o bem que pratica; um ente que não é absolutamente bom nem absolutamente mau, mas que é capaz do bem e do mal, e para quem a virtude é o resultado dum esfôrço e duma luta, e o vício apenas o abandono às fortes tendências do mal.

As instituïções humanas não são para êste homem «cadeias»

a romper, embaraços que o estorvem na realização do seus fins; são uma barreira aos desvarios da sua liberdade, um amparo às fragilidades da sua natureza, uma indicação segura às hesitações da sua consciência, uma ajuda no cumprimento da lei superior que lhe foi imposta. Porque êste homem não tem em si próprio o seu fim, nem tira de si a lei a que está sujeito. Acima dêle, Deus o criou e a criou, porque nenhuma obrigação moral existe que não provenha de Deus, nenhuma pode ser imposta por um homem a outro homem senão em nome de Deus. Por isso Deus instituiu o poder e o confiou aos que mandam, para que a lei tivesse o cunho da sua autoridade na orígem, fôsse justa no seu conteúdo e se destinasse a realizar o bem comum.

Nem o despotismo do Estado nem o demagogismo do povo, mas o equilíbrio perfeito entre uma *autoridade* necessária que não depende das paixões humanas, e um *direito social* que não varia com os movimentos da opinião pública: Uma noção de *sociedade*, de *homem*, de *liberdade*, de *lei*, de *poder*, de *Estado*, contraposta a outra noção de *sociedade*, de *homem*, de *liberdade*, de *lei*, de *poder*, de *Estado*—eis tudo: nada mais é preciso para se compreender o direito cristão.

V

A eficácia social dum sistema de doutrina, à parte o que respeita ao seu valor intrínseco, depende da possibilidade da sua prática, da possibilidade da sua propaganda e da possibilidade de se associarem os que a professam, para a sua realização. Para um movimento religioso como o catolicismo, em que a crença íntima tem de ser sempre acompanhada duma exteriorização cultual e que é essencialmente dotado duma fôrça de proselitismo, aquelas três possibilidades medem-se no mundo do direito pelo que se chama—a liberdade religiosa, a liberdade de associação religiosa ou de congregação, a liberdade de ensino informado pelos princípios filosóficos ou morais que tem na base. O modo como o Estado, representante duma doutrina, se comporta em face dêstes direitos fundamentais duma doutrina contrária, deve constituir a prova decisiva do bom ou mau funcionamento dum sistema para a garantia da liberdade.

O simples facto de o Estado não reconhecer na Igreja Cató-

lica a sua soberania espiritual, tem como conseqüência que à Igreja não são reconhecidos quaisquer direitos; mas reconhecidos os direitos dos cidadãos, concebe-se que pràticamente pudesse deixar de haver entraves à liberdade religiosa. ¿Porque os há então?

Sabemos que a associação é contrária à pureza do princípio individualista; mas se irresistíveis necessidades naturais obrigaram a lei a reconhecer o direito de associação, ¿porque continua a invocar-se o mesmo princípio para negar o direito de associação religiosa?

Se há liberdade de consciência e liberdade de ensino, ¿porque se vai reduzindo esta em detrimento das congregações, do clero, dos próprios pais, e em benefício exclusivo do Estado?

Vale a pena investigar donde provêm tão estranhas restrições.

Em primeiro lugar, o assentar o Estado numa certa doutrina, o ser o Estado a realização dessa doutrina, converte-o numa autoridade a favor dela, e só porque existe, num argumento ou numa prova do seu valor social. É uma doutrina essa que tem a superioridade de vigorar, que se impõe por via de autoridade aos que não podem criticá-la pelo raciocínio ou resistir-lhe pela fé.

Por outro lado, a falta de justeza entre um princípio e a lei que o traduz; a márgem naturalmente existente entre a disposição rígida da lei e a maleabilidade que reveste na sua aplicação, explicam de per si êste facto fàcilmente observável: toda a opinião partilhada pelo Estado goza por êsse simples facto de muito maior liberdade, e só por isso se sente mais acarinhada e protegida. Para as oposições políticas cada govêrno que cai, é a opressão que desaparece; para o respectivo partido, o novo govêrno que se forma, é o sol da liberdade que desponta. É pelo mesmo motivo que, em face do Estado, as religiões estão práticamente no que respeita á liberdade, na ordem inversa da sua oposição aos princípios em que aquele se funda; e é singularmente expressivo que, embora subordinado ao mesmo princípio constitucional, o protestantismo, por exemplo, se sinta mais livre que o catolicismo em países tradicionalmente católicos.

Em último lugar: a mais forte tendência duma autoridade que se constitui, visto que existe, é perdurar. E para o Estado moderno o problema é tanto mais delicado quanto é certo que não pretende tirar de si próprio a sua fôrça, nem dum Ente su-

perior a sua razão de ser, mas só da vontade do povo. Uma vontade variável, exprimindo-se e impondo-se em sentidos diferentes, faria oscilar consigo o Estado, na sua doutrina fundamental e na sua constituïção. A requerida estabilidade só pode por isso obter-se mediante um de dois processos: ou subtrair-se o Estado moderno às oscilações da opinião, o que é negar-se a si próprio; ou manter a opinião pública estável e uniforme quanto à essência da doutrina. ¿Porque não há de o Estado assentar a sua estabilidade sôbre a *unidade da inteligência nacional?* O Estado trabalhará, pois, por *formar esta inteligência na perfeita adesão á doutrina que êle próprio formula e consagra.*

Quere dizer, o Estado, professando uma doutrina, é forçado a impôr a doutrina que professa.

Sigâmo-lo no estudo dos meios que emprega.

VI

Altamente interessado em impor uma doutrina, o Estado contraria em primeiro lugar a expansão das que se lhe opõem.

A liberdade religiosa é, como todas as outras liberdades, limitada para uns pela necessidade de garantir a liberdade de outros. Mas esta liberdade que limita a liberdade religiosa, não é a liberdade de crer diferentemente; é a liberdade de não crer, é a irreligião. Esta irreligião não tem evidentemente (ainda que por vezes caia nessa situação paradoxal), um culto, uma organização, uma hierarquia, bens afectos à realização de semelhante serviço. E apelando agora para uma mal entendida igualdade, o Estado é levado a considerar a situação dos crentes como um privilégio ou direito especial em relação aos descrentes, e pretende reduzir os primeiros à situação jurídica dos segundos, o que pràticamente leva ao seguinte resultado: restringir a liberdade religiosa e deixar apenas livre a impiedade.

Reduzir o culto a um acto individual e privado e ainda tanto quanto possível interno, é a tendência da legislação, que, porventura ainda aqui e além indecisa perante a violência de certas disposições, há de ir, empurrada pela lógica do sistema, até à completa negação da liberdade religiosa. A confiscação dos bens afectos ao culto e à sustentação do clero; o sequestro das igrejas; o desconhecimento da hierarquia eclesiástica; a proï-

bição das procissões e cortejos religiosos; a proïbição do uso de hábitos talares; a condenação ao silêncio dos sinos e até as casas destinadas ao culto não poderem ter a forma exterior de templos—tudo está na linha de deduções lógicas do mesmo princípio fundamental.

E se me é permitido usar êste argumento, lembrarei que a esta reduzida liberdade se chama em documentos oficiais *tolerância*, o que só pode querer dizer que, permitindo-se uma certa situação de facto, se duvida da sua legitimidade jurídica.

Outro meio, indirecto também, por que o Estado tenta impôr a sua doutrina, é o de restringir ou negar a liberdade de associação religiosa, de perseguir a ordem, a congregação.

O direito de associação, mesmo não religiosa, é contrário à pureza do princípio individualista. A única realidade social é para a escola o homem isolado, e onde outros veem um meio de valorização individual, uma conjunção de esforços e uma multiplicação de energias para a melhor realização da liberdade, o individualismo do Estado vê uma diminuïção do indivíduo, e um abastardamento das suas qualidades de homem. É certo que o instinto da vida e a necessidade natural do princípio associativo fizeram surgir, à margem da lei e mesmo contra a lei, associações de vária ordem; mas, quando interveio, o reconhecimento expresso do direito exercido foi como uma transigência com factos inevitáveis. Não quís tê-la o legislador em geral com a associação religiosa; ao ocupar-se dela, os princípios parecem ter revivido em toda a sua pureza e esta liberdade foi abatida das leis ou extraordinàriamente reduzida.

Atendendo à sua forma particular de actividade religiosa e social, podemos talvez agrupar as congregações da seguinte forma: as que se destinam à obra missionária nas colónias; as puramente contemplativas e ascéticas; as que fundam ou colaboram nas obras de assistência, beneficência, preservação social; as que teem por fim a alta cultura teológica, a defesa religiosa nos altos domínios do pensamento e a direcção das consciências. E verifica-se que, em face destas congregações, os sentimentos do Estado vão desde uma quási liberdade até à proïbição absoluta, desde a simpatia e liberal condescendência até ao ódio e à classificação criminosa dos pobres religiosos.

¿Porquê *simpatia* pelos missionários, *desprêzo* pelos místicos

e contemplativos, *desconfiança* e apertada *vigilância* para as ordens que se dedicam à caridade, aberta *hostilidade* e *proscrição* absoluta para as que se dedicam ao ensino, à educação da mocidade e à formação das consciências?

Esta gradação de sentimentos que se traduz nas diferenças da respectiva legislação, não pode explicar-se nem pela lógica do princípio individualista, que se oporia a toda a associação religiosa, nem pela lógica do princípio da liberdade que as devia admitir sem distinção; e é suficientemente expressiva para nos mostrar que a congregação não é tolerada ou repelida pela sua própria *existência,* mas pela sua *actividade.* E se lhe é atribuído um «fim contrário à lei», como se diz, é apenas porque o Estado moderno afirma a pretensão de dominar nas consciências por meio duma doutrina que a congregação rebate e contraria.

Mas eu queria ainda levar o vosso pensamento a um outro domínio, onde esta pretensão do Estado se afirma duma maneira brutal, pondo em perigo, e negando por vezes sem rebuço, uma das mais preciosas liberdades e um dos mais importantes direitos do indivíduo e da família—a *liberdade de ensino.* O que se tem passado e o que se está passando nalguns países, é absolutamente incompreensível, quando se não tem presente êste direito que o Estado cada vez mais concretamente reivindica—de assentar a sua estabilidade sôbre a unidade da inteligência nacional e de conseguir esta unidade pelo direito exclusivo ao ensino da sua doutrina própria.

A denegação do direito de ensinar, às congregações ou aos membros das congregações religiosas; depois a mesma recusa aos elementos do clero; mais tarde a proïbição do ensino religioso nas escolas oficiais e mesmo nas escolas particulares; por último, a restrição do direito dos pais quanto à escolha dos educadores dos filhos pelo princípio da escola *única, obrigatória* e *laica,* são estádios sucessivos duma mesma política em que é visível o empenho do Estado em se garantir o monopólio absoluto da formação das inteligências, para as orientar, êle, pelas ideas que são a sua razão de ser.

É frágil e precária a liberdade de ensino, como a estabelecem as contituïções: os factos demonstram que é insuficiente para garantir o direito dos pais; mas devemos notar também que

êsse direito é de difícil defesa em face dos princípios individualistas.

Quando o indivíduo se encontra diante do Estado, há toda a probabilidade de ser absorvido por êle: a maior garantia da sua independência e liberdade está exactamente no direito de se associar com outros e de se apoiar nas várias sociedades que se formam dentro da sociedade política, para resistir à tendência absorcionista do Estado. Se a família deixa de ser considerada uma sociedade natural; se a criança não é já a esperança fundada da continuidade familiar mas simplesmente um novo membro da sociedade civil, pertence mais ao Estado do que aos pais, e em vez de entendermos que o Estado educa por delegação dos pais, passamos a entender que os pais educam por delegação do Estado, delegação revogável, como todas, segundo a vontade de quem delega.

Esta inesperada solução do individualismo que entrega afinal, manietado e impotente, o indivíduo ao Estado, roubando a criança à família, para a educar e formar segundo a sua doutrina, e segundo o que diz ser a utilidade social, não é infelizmente um caso virgem na história e nós estamos arriscados a vê-lo frutificar sob os nossos olhos em países que se consideram livres.

Senhor Presidente,
Meus Senhores:

Tenho terminado as poucas considerações que, à maneira de discurso inaugural da secção de Sciências Sociais, me propús apresentar-vos. Não lamento nada ter dito que pudesse interessar, porque nunca tive a ouadia de esperar dizer a uma tão douta Assembleia coisa que fôsse nova para alguém. O meu desejo —êsse, sim, bem sincero—era apenas não me servir no meu estudo de método que não estivesse à altura da seriedade do Congresso.

Compreende-se a dificuldade da interpretação de factos que tanto podem ser o corolário lógico dum princípio informador de govêrno, como a manifestação ocasional duma paixão sectária, levada ao campo do direito por um partido político; compreende-se a dificuldade de destrinçar na vida complexa de qualquer Estado moderno, o que traduz a orientação superior, a gran-

de linha da sua evolução, e o que é apenas a transigência necessária em passos difíceis, a promessa que adula a corrente do momento, e tão vulgar é na arte de governar. Se me pareceu não dever desprezar inteiramente o que dizem e o que escrevem os altos representantes duma corrente de pensamento e de acção, afigurou-se-me sôbretudo necessário estender a países vários o campo de estudo, alargá-lo a séculos de história e não ter em demasiada conta os factos de cada dia, senão na parte em que pareciam encadear-se e revelar um nexo lógico com factos anteriores.

No que afirmei, não se trata de defender ou de justificar abusos que hajam cometido Estados confessionais, mas de mostrar, em face da razão e de factos concludentes da política contemporânea, que a exigência fundamental duma doutrina e o processo próprio da sua expansão, à sombra da autoridade e protegida por um regímen jurídico de favor, não são exclusivos daqueles, mas vão encontrar-se, porventura com a mesma intransigência e as mesmas restrições da liberdade alheia nos Estados em cuja neutralidade absoluta se pretendeu ver a garantia das liberdades. Nem eu suponho que nisto haja o desvirtuamento dum sistema que não pôde ter ainda, mercê da imperfeição dos homens, a sua correcta aplicação; tudo concorre a provar que, se as restrições que dêle provém, violam o princípio da liberdade, são no fundo essencialmente impostas por necessidades de expansão da doutrina que o Estado professa.

Mas daquele facto fundamental—a existência em qualquer Estado duma doutrina orgânica—eu desejava tirar ainda uma outra conclusão: não se equivalendo as doutrinas nem em exactidão nem em eficácia, a verdade tem em face do êrro os seus *direitos*, e o Estado em face da verdade os seus *deveres*.

E é por isso que aqueles que, como VV. Exas. a procuram, ocupam na civilização um lugar de honra.

Sección 6.ª

CIENCIAS HISTÓRICAS, FILOSÓFICAS Y FILOLÓGICAS

DISCURSO INAUGURAL

POR

JOSÉ M. DE QUEIROZ VELLOSO

PROFESSOR DA UNIVERSIDADE DE LISBOA E DIRECTOR GERAL DO ENSINO SUPERIOR

A Rainha D. Catarina de Austria e a União de Portugal a'Espanha.

Apenas Enríque IV de Castela faleceu, no seu palacio de Madrid, em 11 de Dezembro de 1474, varios mensageiros correram a Segovia, onde então pousava a princesa D. Isabel, no alviçareiro interesse de lhe darem a importante noticia.

A situação era dificil. Mas D. Isabel não hesita um momento; e tão rapida nas suas decisões, como energica em executá-las, sem consultar sequer D. Fernando, que se encontrava em Saragoça, manda levantar um tablado na Praça Maior da cidade e, como irmã consanguinea do falecido monarca, faz-se proclamar rainha de Castela.

O acto, no ponto de vista legal, representava talvez uma usurpação. Mas tinha a força do facto consumado, dando como assente a ilegitimidade da princesa D. Joana; e a maioria dos nobres, como das cidades e vilas do reino, preferiram aceitar a soberania de uma mulher inteligente, valorosa, altiva, firme nas suas resoluções, a defender os contestados direitos de uma creança de doze anos, difamada por um apódo cruel, que a má conducta da mãe, principalmente nos ultimos anos, tornava verosimil, e que a indigna pusilanimidade de Henrique IV, apesar de jamais a ter negado como filha — porque essa repulsa seria a confissão tacita

da impotencia de que geralmente o acusavam — ora repudiava, ora reconhecia por herdeira da corôa. A'duvida de não poderem as mulheres suceder no trono, respondia tambem D. Isabel com esse acto de energia ; e assim ficou sendo o verdadeiro chefe do partido castelhano, até contra as pretensões de seu proprio marido, como representante masculino da linha colateral da Casa de Trastamara, cuja sucessão directa se extinguira com Henrique IV.

Os partidarios de D. Joana, alguns dos quais haviam sido os mais ardentes defensores de D. Isabel — como o orgulhoso e turbulento arcebispo de Toledo, D. Afonso Carrillo de Acuña, principal negociador do seu casamento com o principe herdeiro de Aragão—invocaram o auxilio do rei de Portugal, oferecendo-lhe, com a mão da joven princesa, a corôa de Castela. E D. Afonso V, cujo enlace com a sobrinha já fôra objecto de embaixadas e entrevistas em vida de Henrique IV, não pôde resistir á tentação de reunir a Portugal os reinos de Castela e de Leão. Para o seu genio cavalheiresco seria tambem um ponto de honra a defeza dos direitos de uma orfã, confiada á sua protecção.

Animava-o nas suas ambições o principe D. João, seu filho e sucessor, que em Agosto de 1471, na tomada de Arzila, com dezaseis anos de idade, tais provas dera de bravura, que na propria mesquita, ainda antes de consagrada como igreja cristã, fôra solenemente armado cavaleiro. Seduzia-o a possibilidade do engrandecimento de uma corôa que viria a ser sua ; e lastimava que, por negligencia ou mau conselho dos cortezãos, se não tivessem levado por diante os casamentos do pai, viuvo desde 1455, com D. Isabel, e o dele com D. Joana, tratados nas conferencias de D. Afonso V e Henrique IV, em Gibraltar e Guadalupe. De uma ou outra maneira, seriam os reis de Portugal senhores da Espanha.

Em Maio de 1475, passam a fronteira as tropas portuguesas, comandadas por D. Afonso V. Chegando a Plasencia, onde era aguardado pela noiva e principais dos seus sequazes, celebram-se publicamente os desposorios, não chegando a consumar-se o matrimonio, por falta da dispensa pontificia ; e D. Afonso e D. Joana são jurados reis de Castela.

Os parciais de D. Isabel irrompem, por diferentes pontos, nas terras de Portugal. Estas devastações e correrias não impedem, porem, o invasor de ocupar Toro e Zamora, nem o castelo de Burgos de se declarar por D. Joana. Nos primeiros meses, a

causa dos futuros reis catolicos mais de uma vez esteve em risco. Mas a incapacidade tactica de D. Afonso V, incapacidade que a sua valentia pessoal não podia suprir; as acanhadas vistas dos seus conselheiros, que não queriam afastar-se da protecção da fronteira; a sua natural indecisão, de quando em quando cortada de obstinadas teimosias: todos estes factores contribuiram para perder essas probabilidades de exito. Mais que as operações militares de D. Fernando, foram a indomavel firmeza de D. Isabel, a sua incansavel diligencia, a sua rara habilidade em captar adesões e tirar proveito dos erros do adversario, que principalmente concorreram para vencer todos os perigos.

Desanimado e enfraquecido, pois os seus mais poderosos aliados, os mesmos que o tinham incitado a entrar em Castela, haviam já voltado ao serviço de D. Isabel; privado assim dos indispensaveis recursos e apoios, que lhe ofereciam os castelos desses magnates, D. Afonso V reclama o socorro do filho, com todas as forças que pudesse reunir. O principe D. João ficara governando o reino; e ao acerto das suas providencias deveu Portugal a defeza contra as repetidas incursões dos inimigos, que no Alemtejo conquistaram Alegrete, Ouguela e Nodar. Por seu lado, os portugueses, na fronteira do Minho, tomavam Tuy e Bayona, que guardaram até o termo da guerra.

Em fins de Janeiro de 1476, chegou a Toro o principe; e na tarde de 1 de Março, os dois exercitos, pela primeira vez, entram em combate, para decidir o demorado pleito da sucessão de Henrique IV. Duvidosa, como feito militar — e por isso os cronistas, quer espanhoes, quer portugueses, atribuiram a vitória á sua respectiva nação — a batalha de Toro foi um decisivo triunfo para o partido de Fernando e Isabel. ¿Que importava que a ala esquerda do exercito português, sob as ordens de principe D. João, ficasse vitoriosa, se o centro, onde combatia D. Afonso V, fôra derrotado, e o pretendente estrangeiro se vira forçado a fugir, na direcção de Castronuño? Tanto o reconheceu D. Isabel, que mal recebeu a noticia, mandou celebrar em Tordesillas uma procissão de graças, e nela se incorporou a pé e descalça; D. Fernando logo o participou, em carta, a diferentes municipios; e como desagravo de Aljubarrota, ambos correram a Toledo, para depor sobre o tumulo de D. João I o estandarte real de D. Afonso V e a armadura de Duarte de Almeida, que tão gloriosamente o defendera. Bem diz Oliveira Martins, em *O Principe Perfeito*: «nas batalhas

como a de Toro, a victoria é de quem a affirma e a canta, e de quem lhe frue as consequencias mediatas» (1).

A empreza malograra-se; e como nada mais havia a fazer, o principe D. João regressa a Portugal. Mas D. Afonso V não queria confessar-se vencido. Alucinado pelos oferecimentos e promessas que lhe trouxera Alvaro de Ataíde, seu embaixador junto de Luis XI, embriagado de esperanças, o pobre rei decide partir para França, em busca duma aliança que lhe assegure a vitória. Sae então de Toro para o Porto. O filho, a infanta D. Beatriz, sua cunhada e sogra do principe, esforçam-se por dissuadí-lo. A nenhumas razões atende, nada o demove da sua ideia fixa; e em Lisboa embarca para a costa da Provença.

Durante a sua ausencia, os reis católicos põem cerco ás cidades e praças fortes, que ainda tinham voz por D. Afonso V e D. Joana; mas os defensores, com uma fidelidade, uma constancia, que a impotencia do seu partido tornava mais admiravel, resistem tão valorosamente, que só em Outubro de 1477 se rende o ultimo castelo.

De ambos os lados continuam, porem, as incursões. Tropas portuguesas entram em Castela, por Ciudad Rodrigo e Badajoz; tropas castelhanas invadem Portugal; e mortes, devastações, incendios marcam o caminho destas selvagens correrias. Com a volta de D. Afonso V, a guerra reacende-se. A despeito dos desenganos que sofrera nessa dolorosa peregrinação por terras estranhas, o soberano português favorece a insurreição de alguns fidalgos extremenhos; e em Fevereiro de 1479, manda em auxilio dos sublevados uma expedição comandada pelo bispo de Evora, D. Garcia de Menezes, que se batera com galhardia em Toro. Rude foi o combate com as forças do Mestre de Santiago, D. Afonso de Cárdenas; mas os castelhanos venceram, e assim terminou uma luta ingloria de quatro anos, que tamanhos prejuizos causara aos dois paízes.

Talvez D. Afonso V pretendesse continuar a campanha; mas para o herdeiro da corôa era urgente fazer a paz. Sem arrumar a questão externa, seria impossivel reconstituir o reino, exausto pela guerra, fortalecer a autoridade real, abatida pelas fraquezas e prodigalidades do monarca. E como o pai, anojado do que passara em França, convencido da inutilidade da sua

(1) Pág. 212.

protecção á sobrinha, meia esposa, lhe entregasse de facto o governo, resolveu o principe entrar em negociações com D. Isabel.

A infanta D. Beatriz, sua sogra e tia materna da rainha de Castela, foi a medianeira. Em Alcantara se reuniram ambas e facilmente assentaram nas bases para a celebração da paz. Nomearam os reis catolicos seu embaixador ao Dr. Rodrigo Maldonado, em 2 de Junho de 1479; mas o rei de Portugal, como quem se despede, com vagarosa saudade, dum pensamento querido, só em 19 de Agosto outorgou os seus poderes a D. João da Silveira, barão de Alvito, missão que o principe confirmou, dias depois, em Alcáçovas. A 4 de Setembro era assinado, nessa vila, o tratado das *terçarias*, em que foi julgada a sorte de D. Joana. ¡ Pobre victima das ambições politicas! D. Isabel queria firmar o trono, inutilizando um pretendente sempre perigoso. O principe D. João, renovando e alargando o sonho — que o desastre de Toro tinha interrompido — da unificação da Peninsula sob o scetro de Portugal, queria casar o filho com a primeira filha dos reis catolicos, apesar de quatro anos e meio mais novo.

E'certo que no tratado se dispunha que o principe D. João, filho e herdeiro dos soberanos de Castela e de Aragão, tanto que fosse em idade de sete anos, casasse por palavras de futuro, e depois de cumpridos catorze anos, por palavras de presente, com D. Joana. Mas a infeliz donzela tinha de ser posta em *terçaria*, na vila de Moura, sob a guarda da infanta D. Beatriz e ali esperar treze anos por um matrimonio, que o longinquo noivo, nascido no ano antecedente, podia depois recusar, como lho permitia uma clausula das capitulações. Se não aceitasse esta solução, entraria D. Joana num dos cinco conventos portugueses da Ordem de Santa Clara, á sua escolha. Entre a sepultura do claustro com dezasete anos em flor, e a irrisão duma promessa, que nunca passaria do papel, a Excelente Senhora, a quem era até negado o titulo de princesa ou de infanta, não hesitou. Talvez assim aplacasse os seus inimigos, de quem tudo receava. Depois dum ano de prova, D. Joana professou solenemente no convento de Santa Clara de Santarem, na presença do principe D. João e dos embaixadores castelhanos, que tinham de testificar se a profissão se fizera *en forma de derecho*, como exigia o tratado.

Para garantia da paz, os prometidos noivos, a infanta D. Isabel de Castela e o infante D. Afonso de Portugal, deviam ser entregues tambem á vigilancia de sua tia e avó, a velha infanta

D. Beatriz. Em Janeiro de 1481, estavam os dois pupilos nas *terçarias* de Moura.

Morto D. Afonso V, em 28 de Agosto do mesmo ano, começa a luta de D. João II com os grandes donatarios. Para destruir a preponderancia duma classe, com tais privilegios, que paralizavam a propria autoridade real, era necessario proceder á revisão das concessões aristocraticas ; para acabar com os abusos de jurisdição, que se praticavam nos dominios senhoriais, era indispensavel centralizar o poder politico do rei. A nobreza resiste. O chefe dessa resistencia era naturalmente o duque de Bragança, o mais poderoso e opulento fidalgo português ; e como primo-coirmão da rainha de Castela — ambos netos do primeiro duque — facil lhes foi entrar en combinações secretas, pois D. Isabel andava receosa de que o novo soberano se servisse da Excelente Senhora para levantar quaisquer obstaculos á sua tranquila posse do reino de Henrique IV.

Na guerra que ia travar-se, um perigo se antojava a D. João II, a conservação do principe D. Afonso em poder da infanta D. Beatriz, que se era sua sogra, o era igualmente do duque de Bragança, com quem estava mais conjunta em parentesco, como irmã do pai ; e na conspiração dos nobres, não entrava só o sobrinho e genro da infanta, mas seu proprio filho, o duque de Viseu. Manda então propor á rainha D. Isabel a mudança da *terçaria,* de Moura para Lisboa, ou a sua dissolução : mas a proposta é repelida, por sugestões do duque de Bragança. En Janeiro de 1483, envia o rei outra missão a Castela. O ancioso desejo de ter junto de si o filho estremecido leva-o a aceitar a anulação do casamento do principe com a infanta D. Isabel, sob o pretexto da diferença de edade, devendo o contratado enlace realizar-se com uma irmã, a infanta D. Joana, mais afastada na sucessão dos reinos de Castela e de Aragão. ¡ Outra vez se desvanecia o sonho !

Em 15 de maio seguinte, dissolve-se a *terçaria,* sendo declarados livres o principe e a infanta. Dias depois, o duque de Bragança è preso, e a 20 de Junho executado em Evora. Mas a nobreza não desarma. O duque de Viseu, enfatuado moço, a quem os conspiradores, lisongeando-lhe a ambição, faziam crer predestinado para vingador da fidalguia ultrajada, lança-se abertamente na conjuração contra o tirano. D. João II, por sua propria mão, apunhála o cunhado e castiga cruelmente todos os

cúmplices. Sobre as ruinas da aristocracia, o poder real pode ter ainda inimigos ocultos; mas já ninguem luta. A nobreza submete-se, humilha-se. Em Portugal, como em varios outros países no ultimo terço do seculo XV, o rei já não é o primeiro dos fidalgos, mas o senhor absoluto, cujo valimento se explora para obter graças e favores.

Reconstituido o reino, alargado o imperio português para alem do Cabo da Boa Esperança, aberto assim o caminho para a India, D. João II pode voltar ao ambicioso sonho da sua mocidade; e em 1488, envia Ruy de Sande a Castela para tratar do casamento do filho, não com a infanta D. Joana, mas com a sua primitiva noiva, a infanta D. Isabel. Assentem os reis catolicos, tanto mais que a esperança de casar a filha em França diminuira, pois Carlos VIII preferia para esposa a duquesa Ana de Bretanha; e no mês de Novembro de 1490, parte a infanta para Evora, onde se realiza o casamento, entre sumptuosas e esplendidas festas, quinze dias da mais ruidosa alegria, festas de tal grandeza, de tamanhas invenções e novidades, como nunca outras houvera em Portugal.

Tinha a princesa um irmão de doze anos, o principe D. João, a quem pertencia a herança de Fernando e Isabel. Não era robusta a sua compleição, nunca fôra florescente a sua saude. Fragil obstaculo esse, para que não viesse um dia a ter realidade a aspiração suprema de D. João II — o imperio unificado das Espanhas, sob o dominio do filho idolatrado.

A peste, batendo ás portas da cidade, obriga a côrte a sair de Evora. Por toda a parte, os recemcasados são recebidos em triunfo, principalmente em Santarem, onde o rei tenciona demorar-se algum tempo. ¡Mas o trágico desenlace vem perto! Numa tarde de verão, junto do Tejo, correndo *o páreo* com D. João de Menezes, comendador de Aljezur, o cavalo do principe caiu, levando debaixo o cavaleiro. Levantam-no já sem fala, sem sentidos; e na choupana dum pescador humilde, durante mais de trinta horas agoniza aquele para quem o pai fantasiara tão alta e prospera fortuna. Depois de o beijar na face e deitar-lhe a ultima benção, sufocado pelos soluços, ao transpor a porta, D. João II só pode dizer estas palavras aos padres que rodeiam o moribundo: *Ali vos fica o principe meu filho*. ¡Ali lhe ficava tambem o sonho iberico, que durante tantos anos arquitectara!

No reinado imediato, a visão duma Espanha unida, sob um monarca português, resurge novamente. D. Manuel, casando com a viuva do principe D. Afonso, poucos dias antes da morte do irmão, em 4 de Outubro de 1497, dá corpo a essa ideia sedutora; e por ter D. Margarida de Austria, que ficara grávida do falecido principe, dado á luz uma criança morta, essa visão começa a tornar-se realidade, quando o rei e a rainha de Portugal são declarados herdeiros presuntivos do trono de Castela, no dia 29 de Abril de 1498, pelas Côrtes reunidas em Toledo. A ideia da unificação peninsular não era acolhida com igual simpatia no Aragão. As Côrtes de Saragoça, após longas sessões, recusam o juramento, alegando não poder prestá-lo, na ausencia dos deputados de Catalunha e Valencia. Foi o nascimento do principe D. Miguel, nessa mesma cidade, a 23 de Agosto seguinte, que veio resolver as duvidas, pois nas Côrtes se discutira tambem a validade da sucessão feminina. Este desejo de independencia o manifestou ainda o Aragão, ao aplaudir calorosamente o segundo casamento de Fernando o Catolico com Germana de Foix, sobrinha de Luis XII de França. Se não morre o filho nascido deste enlace, estava destruida a unidade da monarquia espanhola.

Nos estados dos avós, foi logo jurado o principe D. Miguel. Em Portugal, as Côrtes só o fizeram, depois de D. Manuel, na Carta patente de 18 de Janeiro de 1499, outorgada a requerimento das proprias Côrtes, ter solenemente ordenado e declarado que no caso de Portugal ser mais tarde reunido a Castela, debaixo do scetro do filho, a nação conservaria a sua autonomia; que os seus cargos e dignidades só a portugueses seriam dados; e que em Côrtes, nunca celebradas no estrangeiro, se tratariam os negocios do reino — afora outras clausulas mais restritas, mas todas tendentes a assegurar a sua independencia politica.

Portugal nunca teve o ideal da unidade iberica; e, no entanto, o desejo de efectuar a união, em beneficio dinastico, foi uma preocupação dos monarcas portugueses, desde D. Afonso V até D. Manuel. A morte do principe D. Miguel levou, porem, essa esperança para o tumulo. Voltou D. Manuel a casar, em 1500, com outra filha dos reis catolicos, a infanta D. Maria; mas havendo uma irmã mais velha, a princesa D. Joana, casada con Felipe de Austria, aos seus descendentes caberá agora con-

tinuar o sonho iberico, ideia perturbadora, que agitou e agitará sempre a consciencia portuguesa.

* * *

Os tres casamentos de D. Manuel com duas filhas e uma neta dos reis catolicos criaram na côrte portuguesa uma verdadeira atmosfera castelhana. Traziam essas princesas um grande sequito de servidores: donas de acompanhamento, oficiais de sua casa, damas, pagens, aposentadores, reposteiros, capelães, fisicos, musicos, moças e homens da camara, porteiros, escudeiros, cosinheiros e oficiais de mãos. Tinham as rainhas por timbre casar em Portugal as suas damas, os seus oficiais mores, os seus pagens; e asim se foi confundindo a nobreza dos dois países. O castelhano falava-se usualmente na côrte; em castelhano se prégava na capela real; em castelhano escrevia Gil Vicente muitos dos seus *Autos*.

D. Manuel estivera em Castela, cômo refem, para cumprimento duma clausula das *terçarias;* e fôra com muita amisade recebido pela rainha D. Isabel, de quem era primo coirmão. Talvez dessa feliz recordação da juventude lhe viesse a inclinação de só procurar esposa na familia real de Espanha, como se não houvesse, na Europa, outras princesas. A influencia castelhana não se faz, porem, sentir nos vinte e seis anos do seu governo, senão quando o novo rei, para poder chegar ao imperio da Peninsula, paga com a expulsão dos judeus a anuencia da princesa D. Isabel ao seu pedido de casamento.

O castelhanismo da côrte acentúa-se no reinado do filho. Desde o seu mestre de latim, o famoso prégador Diogo Ortiz de Villegas, que chegou a ser bispo de Tanger e de Viseu, até á noiva que, ainda em vida da rainha D. Maria, lhe fôra prometida, e o pai lhe tomou depois de viuvo, cria-se o principe D. João nesse ambiente; e quando resolve buscar mulher e casar a irmã solteira, é tambem á Espanha que ele ou os seus conselheiros se dirigem, no deslumbramento dum duplo parentesco com o imperador Carlos V.

Primeiro realiza-se o seu casamento com D. Catarina de Austria; o dote da infanta, segundo as capitulações assinadas em Burgos, pelos procuradores dos dois monarcas, seria de 200.000 dobras de ouro. Filha póstuma de Felipe o Formoso,

nascida em meados de Janeiro de 1507, durante a trágica jornada em que a apaixonada e ciumenta Joana a Louca passeia o cadaver do marido pelos descampados de Castela, a pobre mãe com ela se encerra, em estreitissima clausura, no palacio de Tordesillas, e ali a guarda dezoito anos, até á sua partida, já desposada com o moço rei D. João III. A 14 de Fevereiro de 1525 entra D. Catarina em Portugal; e como era condição do contracto que as pessoas, que a viessem acompanhando, ficassem gosando do privilegio de naturais do reino, todas — escreve Fr. Luis de Sousa — «passarão muyto adiante em cargos e estimação» (1).

Completamente isolada na sua infancia, confiada depois ao cuidado, por vezes implicante, do marquês de Denia, como governador da Casa de D. Joana, só se conhece o nome do seu director espiritual. Mas a julgar da sua cultura, pelo catalogo dos livros que possuia, publicado por Sousa Viterbo, devia ser muito superior á do marido que, no pitoresco dizer do mais ilustre dos seus cronistas, de quanto lhe ensinaram os mestres «se lhe não pegou mais que huma boa inclinação para as Letras e letrados» (2).

A chegada da rainha D. Catarina poz mais calor nas negociações para o casamento da infanta D. Isabel. O orgulho de ser duas vezes cunhado de Carlos V instigava D. João III; mas a enormidade do dote, que o imperador exigia, desanimava-o. Era, porem, necessario ultimar as negociações; e os delegados dos dois soberanos reuniram-se em Torres Novas, onde então pousava a côrte. Segundo a escritura antenupcial, o dote da infanta seria de 900.000 dobras de ouro. No dia 1 de Novembro de 1525, no paço de Almeirim, celebrou-se o desposorio de D. Isabel com o embaixador imperial, Carlos de Popet; mas como pessoas doutas entendessem que a bula de dispensa devia ser mais ampla, em vista dos muitos vinculos de parentesco, que entre os contraentes havia, foi impetrada outra bula, que só chegou na entrada do ano seguinte. Não obstante a formosura da noiva — que o pincel de Ticiano tornou celebre — o que o imperador então mais pretendia era o dinheiro do dote; por isso apressava por todos os meios o casamento. Em 20 de Janeiro

(1) *Aunaes de El Rei Dom João Terceiro*, pág. 133.
(2) Idem, pág. 8.

de 1526, efectuou-se, com a mesma solenidade, o segundo desposorio; e a 31, saiu a imperatriz de Lisboa. Quando chegou a Sevilha, ainda lá não estava Carlos V, que depois tão galanteador se tornou com ela, que lhe deu por divisa as tres Graças, cada uma delas com um simbolo, representando a beleza, o amor e a fecundidade.

De inteligencia clara, de vontade energica, mas sabendo dominar-se, quando era preciso ceder, D. Catarina, apesar do seu aspecto grave, tinha uma grande afabilidade de maneiras, palavras suaves e brandas, que cativavam; e sabia ganhar dedicações, como soube conquistar o animo do rei, sobre quem veio a adquirir decisiva influencia, não obstante ser D. João III muito cioso da sua autoridade. Alterou até a antiga formula *Nós El Rei* para *Eu El Rei,* como mais consentanea com a dignidade real; e em todas as ocasiões em que a sua vaidade ou o seu amor proprio se julgam ofendidos, as penas, que aplica, excedem sempre a importancia do delicto. A Luís da Silveira que, no regresso duma missão a Espanha, se esquece de lhe beijar a mão, recusa o rei todas as mercês prometidas; pois Luís da Silveira fôra o mais intimo dos seus companheiros da mocidade. Ao bispo de Viseu, D. Miguel da Silva, por ter aceitado de Paulo III o capelo de cardial, honra que ele não podia consentir num seu subdito, persegue-o com odio feroz. A carta regia, datada de Lisboa a 23 de Janeiro de 1542, que o demite de todos os cargos e lhe confisca todos os bens, acusa-o de ter saído escondidamente do reino, sem entregar as cartas e escrituras de grande sustancia e segredo que, como escrivão da puridade, tinha em seu poder. A acusação era falsa; mas era a que mais podia influir, contra D. Miguel da Silva, no animo do imperador e do papa, a quem D. João III sentidamente se queixa da traição. E a seu irmão, D. Jorge da Silva, culpado de aceitar cartas e recados do foragido, manda-o prender na torre de Belem. Nestes assuntos, era o rei senhor absoluto; e em muitos outros, pequenos ou grandes, ridiculos ás vezes, ele impõe a sua vontade.

Foi fecundo o matrimonio, pois desde 24 de Fevereiro de 1526, dia em que nasceu o principe D. Afonso, morto no berço, até 1539, teve D. Catarina nove filhos. A secundo-genita foi a infanta D. Maria, nascida em 15 de Outubro de 1527, a unica das filhas que atingiu a nubilidade, pois as outras duas, D. Isabel e D. Beatriz, morreram meninas. Dos filhos, chegaram tres

a ser jurados por herdeiros do trono: D. Manuel, que viveu cinco anos e meio; D. Felipe, que completou seis anos; e D. João, o penultimo, que, tendo nascido a 3 de Junho de 1537, mal chegou a entrar na adolescencia.

Ainda em vida da imperatriz, houve conversações entre as duas côrtes sobre o mutuo casamento dos filhos de ambas as familias reinantes. Nestas negociações, quem desempenhou sempre o principal papel foi a rainha D. Catarina. Secunda-a calorosamente o embaixador de Carlos V, D. Luís Sarmiento de Mendoza, pois com o falecimento de cinco filhos e a doença do unico sobrevivente — *una cosa muy flaquita y muy dolentico* — á infanta D. Maria, por cujo enlace com o principe de Espanha tanto se empenhava a rainha, certamente viria a caber o trono de Portugal. Os preciosos documentos, que encontrei no Arquivo de Simancas, serão o comentario vivo das minhas conclusões.

Em carta de 21 de Janeiro de 1540, dizia D. Luís Sarmiento ao comendador mor de Leão, D. Francisco de los Cobos, que era um dos tres conselheiros — os restantes eram o cardial arcebispo de Toledo e o duque de Alba — que asistiam ao principe D. Felipe, a quem o pai deixara por governador de Castela, durante a sua ausencia:

...Ciertamente paresçe y todos aca lo creen assy que la señora Infanta sera la successora deste reyno y, si esto fuese, quanto importa su casamiento y quan grã bien seria, si dios fuesse servydo, para essos reynos y aun para el bien de la Christiandad que este reyno se tornasse a juntar con esse... Se yo ciertamente que la voluntad de sus padres y lo que ellos dessean es vella casada con el principe nuestro señor. Paresceme cosa muy necessaria, como arriba digo, que V. S. mande avisar desto a Su Magestad porque, si le paresciesse tener fin a esto, hera menester desde luego endereçar la negociacion a este proposito (1).

E fazendo notar que em Lisboa é voz geral que, sendo a infanta D. Maria a sucessora, *la han de casar con el señor Infante D. Luis, porque no se junte con essos reynos,* mostra o embaixador a conveniencia de casar o infante na Inglaterra ou em qualquer outra parte, pois *casandole... estarseya siguro del.*

(1) Arquivo Geral de Simancas, Secretaria de Estado, Maço 372 (ant.) e 168 (mod.), fol. 73.

Numa carta cifrada, de 21 de Março seguinte, insiste D. Luís Sarmiento na urgencia do assunto, pois se o principe D. João faltasse, maiores dificuldades haveria em casar a infanta com o principe D. Felipe, por ser ela a herdeira da corôa, e não quererem então os portugueses casá-la fora do reino (1).

Era D. Catarina quem mais se interessava pelo casamento da filha com o sobrinho. Carlos V, não obstante o consorcio lhe agradar, pela possibilidade da união de Portugal á Espanha, pelo avultado dote que poderia conseguir e lhe seria de optimo auxilio nas guerras em que estava envolvido, não tinha ainda resolução assente, pois podia precisar do filho para qualquer combinação politica. As irmãs e os filhos foram sempre para o imperador peças dum xadrês, que ele manejava á sua vontade. E' muito curiosa a carta que, em 4 de Maio do mesmo ano, lhe escreve a rainha, recordando as combinações anteriores e instando pela sua realização, em vista da idade dos filhos (2).

Mas o imperador não se decide tão depressa, como quer D. Luís Sarmiento de Mendoza, que receia muito da influencia do partido contrario ao casamento da infanta com o principe de Espanha; e em 24 de Novembro chama a atenção do seu governo para o que se está passando en Lisboa, onde pessoas de elevada categoria proclamam, em alta voz, que deviam dirigir-se ao rei *a suplicalle que luego, sin esperar mas, case su hija con el señor ynfante don Luys, pues es cosa que tan bien a este rreyno estaría y lo que a de ser si el principe nos falta* (3).

A's exortações do embaixador responde Carlos V em 5 de Fevereiro de 1541. Está de acôrdo em que não ha melhor casamento para o principe seu filho, caso a sobrinha seja a herdeira do reino; e como o embaixador havia conhecido, em D. Catarina e no rei, o desejo de entabolarem negociações, o cardial arcebispo de Toledo ou o comendador mor de Leão oportunamente lhe escreveriam, indicando-lhe o que devia fazer para entrar oficialmente no assunto (4).

A carta que D. Luis Sarmiento escreve a Carlos V, em 11 de Maio, referindo a entrevista que tivera com a rainha, é um documento importantissimo. O cardial de Toledo e o co-

(1) A. G. de Simancas, idem, idem, fols. 61-62.
(2) A. G. de Simancas, idem, idem, fol. 99.
(3) A. G. de Simancas, idem, idem, fols. 87-88.
(4) A. G. de Simancas, idem, idem, fols. 150-151.

mendador mor haviam-lhe escrito, dizendo que, em vista da doença do principe herdeiro, podia a proposta de casamento do principe D. Felipe com a infanta ser mal recebida em Portugal; que as nações estrangeiras a não veriam tambem com agrado; e que o infante D. Luís, se eram verdadeiras as intenções que lhe atribuíam, não deixaria, por seu lado, de levantar estorvos. A proposta devia partir, portanto, *de la serenissima Reyna o de alguna otra persona*, e o imperador de certo a acolheria com *toda buena voluntad para oyrla*. Estas instruções foram logo comunicadas a D. Catarina. Na larga conversa particular, que teve com o embaixador, acentuou a rainha que, ainda em vida da imperatriz, sempre o irmão se mostrara favoravel a casar os seus filhos com os dela; que todas as vezes que a morte lhe arrebatava algum, voltava a insistir com o marido para que se não esquecesse do compromiso tomado — o que lhe não custou poucas canceiras; e que a unica forma de evitar dificultades, quiçá insuperaveis, seria considerar tudo como assente e concertado ha muitos anos, entre as duas familias reinantes, pois se o imperador voltasse, oficialmente, a falar no casamento, teria o rei de apresentar o assunto em Conselho de Estado, e todos votariam contra, por ter ela um unico filho varão, principalmente interessando-se no caso o infante D. Luís (1).

Em 16 de Junho, de novo se dirige D. Luís Sarmiento a D. Francisco de los Cobos. Fôra o principesinho atacado duma febre contínua, sendo necessario abrir-lhe sarjas nas pernas e sangrá-lo ainda depois num braço. A sua fraqueza era extrema; e o receio do seu falecimiento preocupava o embaixador, pois não confiava na resistencia do rei á pressão dos nacionalistas. O unico remedio seria aceitar o alvitre da rainha; e desta maneira tambem se não poderia queixar o infante D. Luís, *pues no hera platica nueva, ny paresçería que Su Magestad lo hazia por lo subcedido de la muerte destos hijos del Rey, sino por cumplir lo que tenía dicho* (2).

O principe D. Felipe tambem, por sua parte, tinha empenho em casar com a infanta portuguesa. Quando Carlos V o con-

(1) A. G. de Simancas, idem, idem, fol. 170. Ha outra copia, nos fols. 123-124.

(2) A. G. de Simancas, idem, idem, fol. 148-149. Ha outra copia e tradução da cifra, nos fols. 167-172.

sultou, como diz Luís Cabrera de Córdoba, sobre a proposta da França para um duplo casamento que assegurasse a paz entre os dois países, o dele com Madame Margarida, filha de Francisco I, e o do duque de Orleans com sua irmã mais velha, a infanta D. Maria, o filho respondeu negativamente. Os casamentos que deviam, a seu ver, efectuar-se, eram o seu e o de sua irmã mais nova, a infanta D. Joana, com os filhos dos reis de Portugal (1). Mas era conveniente que, antes do consorcio, a infanta sua prima fosse jurada por herdeira, para o caso de não haver varões, legitimos sucessores de D. João III; e entre os juradores devia figurar o infante D. Luís. Foi o cardial arcebispo de Toledo quem anunciou esta exigencia ao embaixador. D. Luis Sarmiento dividiu, em duas partes, a resposta dada em 1 de Julho de 1541. Se o principesinho morresse, não podia haver a minima duvida de que a infanta imediatamente passaria a princesa e sucessora do reino: assim o tinha ouvido sempre, a toda a gente. Quanto ao juramento previo, ainda que o puzessem a tormentos, acentúa o embaixador, *ny a la serenissima rreyna, ny a otra persona aca, yo no tocaría en esa materia* (2). D. Luís Sarmiento de Mendoza estava ha mais de seis anos em Portugal; devia, portanto, conhecer suficientemente a inquietação, o desasocego, que a sucessiva morte dos principes creara no povo, para prever a revolta que a simples tentativa desse juramento causaria. Ao principe D. Felipe, que tinha então catorze anos, é que já sorria a ideia da união de Portugal á Espanha.

Em 22 de Julho, participa o embaixador ao comendador mór de Leão que D. Catarina se queixava, sentidamente, de não ter ainda o imperador respondido á carta que lhe escrevera sobre o casamento dos filhos; e que ele a consolara, afirmando-lhe que a resposta seria favoravel (3).

Por uma carta, em cifra, de Luís Sarmiento para Carlos V, datada de 31 de Agosto de 1541, sabe-se que veio essa resposta. O imperador concordava inteiramente com a solução proposta pela irmã; e recomendava ao embaixador que combinasse com

(1) *Filipe Segundo, Rey de España* (edição de 1876), tomo I, pags. 7-8.

(2) A. G. de Simancas, idem, idem, fols. 161-162. Ha outra copia, nos fols. 212-213.

(3) A. G. de Simancas, idem, idem, fol. 210.
(edição de 1876), tomo I,

a rainha *la orden que en esto se devria de llevar*. Aconselhou-o D. Catarina a pedir uma audiencia ao rei, depois dela lhe ter mostrado a carta do imperador. No interessante coloquio que tiveram, nas vesperas dessa audiencia, disse-lhe a rainha que o dote da infanta não podia ser tão avultado, como fôra o da falecida imperatriz, pois ela tinha um só filho varão, bem pouco robusto, e nem por isso *desseava menos este casamiento por lo que tocava al servicio de V. Magestad, por lo que podría succeder para el bien de los reynos*, significando assim que, com tão fragil fiador, facilmente podia a corôa portuguesa caber á filha e, portanto, ao genro.

Falou Luís Sarmiento a D. João III, logo que D. Catarina o avisou da ocasião propicia. Mostrou o rei contentamento, por não ter o imperador mudado de ideias; e que, dentro de alguns dias, mais largamente lhe falaria no negocio. A carta de Carlos V para a rainha — diz o embaixador ao amo — chegou na melhor oportunidade, por estar nesse momento de saude o principesinho, *porque estando peor, aunque el rey y la reyna muestra tener esta voluntad, muy difficultoso seria de effectuar el dicho casamiento*. Quanto á exigencia de ser a infanta desde já declarado herdeira do reino, caso sobreviesse o falecimento do irmão, parecia-lhe cedo para falar em assunto tão cheio de perigos; alem de desnecessario, pois se o principe D. João morresse, seria ela a sucessora (1).

O documento, que por ordem cronologica se segue, é outra carta cifrada do mesmo embaixador para Carlos V, escrita quatro dias depois da antecedente. Mandara-o chamar o rei para lhe significar quanto desejaria se realizasse tambem o casamento do principe D. João com a infanta D. Joana, para mais aumentar o reciproco parentesco de seus filhos com os do imperador. Relativamente ao dote da filha, muito lhe pesava não poder ser grande; e ficava aguardando a proposta do imperador, pois não podia mandar-lhe nenhum plenipotenciario especial, com esta missão, pelos riscos de alguma inconfidencia, *porque assy convenía que en ninguna manera del mundo aquí se sospechasse, hasta que estuviesse concertado*. Observou-lhe o embaixador que, a respeito do dote, não recebera instruções; mas era de opinião que

(1) A. G. de Simancas, idem, idem, fols. 125-129. Ha outra copia e tradução da cifra, nos fols. 137-140.

a ele, como pai da noiva, competia oferecer a quantia que pudesse dar.

Fôra de manhã a conversação com D. João III. A' tarde, mandou-o chamar a rainha para lhe repetir que o dote da filha tinha de sujeitar-se ás necessidades do Tesouro, a maior parte das quais eram devidas ás enormes despezas que o rei fizera, pedindo emprestado, a juro alto, o dinheiro preciso para pagar o dote da irmã e a indemnização das Molucas. Não devia o imperador esquecer-se do que representava o casamento da infanta D. Maria com o principe herdeiro de Espanha. *Aunque ella desseava, como me tenía dicho muchas vezes, ver casada a su hija, que no lo desseava menos por lo que tocava al servicio de V. Magestad, y que no piensa ella que ha hecho pequeño servicio a V. Magestad en tener ganada la voluntad al rey, conforme á la suya.* Era a propria D. Catarina quem assim punha em relevo os serviços que prestara ao chefe da Casa de Austria, induzindo o marido a concordar com a sua politica castelhana. O desejo de colocar a filha, no trono que o irmão herdara dos Reis Catolicos, levava-a a não só a esquecer, mas até a desprezar as funestissimas consequencias que esse casamento podia trazer á independencia portuguesa. O negocio, para chegar ao fim — continuava a rainha — tinha de ser conduzido com o maximo segredo. Como ela só tinha um filho varão e, faltando este, era a infanta a sucessora, *aunque V. Magestad no pidiesse un maravedí de dote, que no ay nadie en todo este reyno que no lo contradixesse.* D. Catarina via bem: o povo português era de opinião contraria ao casamento; e se soubesse do que se tratava, procuraria impedi-lo. As negociações deviam, portanto, ser secretas, prescindindo de embaixadores especiais, que podíam levantar dificultades (1).

O conselho da rainha foi mais uma vez adoptado; e D. Luís Sarmiento continou a ser o intermediario entre as duas côrtes. A sua correspondencia não tem agora o mesmo interesse: as negociações arrastam-se, apenas por causa do dote, que o imperador quer alargar e D. João III restringir. Só merecem referencias os cuidados, as aflições por que passa o embaixador, quando supõe que a rainha D. Catarina está grávida. Seria realmente uma probabilidade a menos, se nascesse um filho, para

(1) A. G. de Simancas, idem, idem, fols. 134-136.

que a infanta viesse a herdar a corôa. Na carta de 31 de Outubro de 1541, endereçada tambem ao imperador, conta Luís Sarmiento como tem organizada a sua espionagem. Informando que, *de ocho dias aca,* á rainha *le acudió su costumbre,* escreve o embaixador:

Procuro de saber estas particularidades, sin que nadie lo sienta, por parescerme que importa mucho, e dello pende principalmente lo deste casamiento y assi avisare a V. Magestad todo lo que mas desto supiere (1).

E o mesmo *leitmotiv* continua nas cartas seguintes.

* * *

Como o principe D. João fosse melhorando, durante o ano de 1542, passou a figurar tambem, nas negociações, o seu casamento com a infanta D. Joana; e no dia 1 de Dezembro desse ano, foram assinadas em Lisboa as duplas capitulações matrimonais, devendo o casamento da infanta D. Maria efectuar-se logo que chegasse a dispensa pontificia. O do irmão — que tinha então cinco anos e meio — aguardaria que ele atingisse a idade conveniente para consumar o matrimonio. Foi procurador de Carlos V o seu embaixador ordinario, D. Luís Sarmiento de Mendoza, que tão importante papel desempenhara nestes ajustes; de D. João III, o conde de Vimioso, védor da fazenda. Nos termos do contracto, o dote da infanta portuguesa seria de 400.000 cruzados; o da infanta castelhana, de metade.

As qualidades varonis de D. Catarina de Austria; a sua poderosa intervenção no governo de Portugal, após a morte do marido; o abandono a que injustificadamente a votou o neto muito querido: atrairam naturais simpatias sobre esta rainha. Ha até quem a considere tão patriota, como se fôra portuguesa; mas a larga correspondencia diplomatica, que precedeu o casamento da infanta D. Maria, mostra á evidencia que o elogio não é só excessivo, mas imerecido. A futura independencia de Portugal, posta em tão grave perigo pela sua politica matrimonial, não lhe mereceu a minima atenção, não lhe deu o minimo cuidado; e foram, afinal, os casamentos que planeou e com

(1) A. G. de Simancas, idem, idem, fols. 188-189.

tamanha tenacidade levou ao cabo, os invocados fundamentos juridicos da união de Portugal á Espanha.

Preciso ainda de rectificar un erro historico em que tem caído muitos nossos escritores. E' corrente dizer-se que, nas escrituras dotais, se exarara a clausula de que falecendo D. João III, sem deixar herdeiro varão, entraria a infanta D. Maria, isto é a princesa de Castela, na herança da corôa portuguesa. Disse-o Manuel Bento de Sousa, no *Doutor Minerva;* disse-o depois Sampaio Bruno, no *Encoberto;* disse-o, ainda recentemente, o Sr. Carlos Malheiros Dias, no seu ultimo livro, *O «Piedoso» e o «Desejado»*.

Pois é inexacto: essa clausula não figura nas escrituras. E' certo que o negociador espanhol, D. Luís Sarmiento, a quiz incluir no contracto ante-nupcial, por exigencias do seu governo; e que a rainha D. Catarina e o marido tinham dado o seu consentimento. Mas os veementes protestos do negociador português, o conde de Vimioso, D. Francisco de Portugal, e talvez o receio da indignação popular, obstaram a que tão deprimente condição fosse lançada no contracto.

Sección 7.ª

CIENCIAS MEDICAS

DISCURSO INAUGURAL

POR

BASILIO AUGUSTO SOARES DA COSTA FREIRE

PROFESSOR DA FACULDADE DE MEDICINA DE COIMBRA

Hoje que na velha Universidade de Coimbra se inaugura o «Congresso conjuncto das Associações hespanhola e portugueza para o progresso das Sciencias», aqui venho, como «Presidente da Commissão de Representação da Faculdade de Medicina» para vos receber e saudar, primeiramente a vós, prezados e sabios collegas hespanhoes, nossos hospedes, como amigo que conhece a vossa patria, a intimidade do vosso lar, e apreciou o alto cavalheirismo fidalgo, a gentileza empolgante da vossa hospitalidade e o escrupuloso melindre da vossa conducta quando se trata do brio e da honra, como se em cada um reflorisse ainda a alma gloriosa do Cid Campeador!

Como professor vos saúdo tambem pelos vossos notaveis trabalhos scientificos e, em vós, os vossos grandes escriptores e homens de letras, todos os vossos consagrados mestres nas Sciencias e nas Artes—organismos de privilegio e de maravilha—que fazem a nobreza e o respeito das nações, o orgulho da raça e produzem os grandes relevos e os echos eternos na Historia. Entre os modernos e referindo-me particularmente á especialidade que cultivo, o maior de todos, que tão sinceramente admiro pelo seu saber e pelos seus prodigiosos trabalhos, é D. Santiago Ramón y Cajal, o grande biologista que, ha pouco, teve em Zaragoza, a sua consagraçâo para a Immortalidade.

Vós sabeis bem que assombrosos progressos realizaram as Sciencias biologicas na segunda metade do seculo XIX e quanto nesta marcha evolutiva se assignalou a *Neurologia*.

A morphologia dos centros nervosos estava definitivamente estudada e conhecida no começo d'aquelle seculo com Vicq d'Azir; mas restava o principal, isto é, o conhecimento systematico, a mysteriosa incognita da sua estructura e textura.

Inauguraram-se os methodos de estudo: os *methodos anatomicos* pelos cortes seriaes de Stilling, pela *Anatomia comparada* e pela *Embryologia;* os *methodos physiologicos* pelas excitações experimentaes circumscrevendo a zôna psycho-motriz; os *methodos pathologicos* pela anatomia pathologica e pela Pathologia experimental; os *methodos histologicos,* emfim.

Veio Luys com os seus *systemas convergentes;* Meynert com os seus *systemas de projecção* e Flechsig com as divisões regionaes do cortex em *centros de projecção e centros de associação.*

Para este incessante progresso muitos obreiros trabalharam denodadamente: *Deiters* descobrindo o prolongamento cylindraxil das celulas nervosas e favorecendo a concepção reticular de Gerlach; *Golgi* córando com o chromato argentico as fibras núas e colhendo materiaes para a concepção do seu reticulo nervoso; *Weigert* córando, com a hematoxylina, as fibras medullisadas; *Nissl* e *Erlich* córando, com o azul de methyleno, as cellulas vivas; e, finalmente, *Cajal,* o ultimo, mas o maior de todos apoiado por *Kolliker* e *Van Gehuchten,* descobrindo a independencia cellular do *neuronio,* a unidade anatomica dos elementos que geram e combinam ideias, formando um grande mar de polvos, com os seus tentaculos articulados em subtís contactos e levantando o grande marco que assignala o periodo contemporaneo na historia da Neurologia.

Muitos histologistas de grande renome o teem combatido modernamente; mas a sua obra subsiste, pelo menos no que respeita aos vertebrados.

Diz-se que a descoberta estava preparada pelos antecedentes trabalhos dos grandes mestres: Grande duvida!

Assim é em todas as descobertas modernas, em que não ha revoluções, mas sómente evoluções. Vasto campo arroteado por multiplos rendeiros que o cultivam, recolhendo os factos que a cada um podem parecer desconexos, as diferenciaes minusculas que o genio depois combina, organisa, maravilhosamente in-

tégra, e ahi temos, por fim, a suprema synthese, que é a descoberta!

Peço licença para tambem saudar, em vós, as vossas Academias de Madrid, de Valladolid, de S. Thiago de Compostela, Salamanca e outras que nos teem visitado e trazido a alegria communicativa da sua irrequieta mocidade, tão engrinaldada d'esperanças, tão reflorida de ideal; as manifestações ruidosas da sua indole ardente e romanesca, tão romanesca, a meu ver, qe até no pitoresco trajar me aviva predilectas e saudosas leituras dos tempos idos da minha mocidade, em que subtilmente perpassam pagens louros da Renascença e se nimbam de côr de rosa as dôces, idyllicas legendas, que ainda recordam as antigas Côrtes d'Amôr...

Filhos dilectos de Hespanha! Vós todos, que guardaes no vosso cerebro a chama sagrada que illumina os destinos da vossa patria heroica, sêde bemvindos!...

A vós, sabios portuguezes das nossas Universidades, tão notaveis pelos vossos trabalhos scientificos d'experimentação, d'observação, de critica e de acção, saúdo tambem com a mais viva emoção.

Hespanhoes e portuguezes, irmãos pela indole e pela raça, serão, assim, abrangidos no mesmo collossal abraço...

Tão ligados andámos na Renascença, na mesma fé e no mesmo enthusiasmo pela conquista do Mundo, levados na mesma rajada épica por sobre as ondas revoltas do mar tenebroso, desde o Oriente até á America latina, abrindo os novos caminhos commerciaes, demonstrando, pela circumnavegação, a espheri-cidade da Terra e augmentando sempre o patrimonio territorial da humanidade, e tão ligados andamos hoje pela Sciencia, essa maravilhosa força social, irresistivel, phenomenal, que dos Amphitheatros, dos Laboratorios e dos Gabinetes de estudo vae encaminhando lentamente o homen para o aperfeiçoamento e para a felicidade.

Vêde como esta casa regurgita de visitantes! A élite das damas conimbricensas e outras que nos honram com a sua gentil visita, refulge na sua belleza e na suprema elegancia do seu trajar, esbeltas em preciosas *toilettes* de gala! Em todas as tribunas se reclinam perfís curiosos, risonhos, avidos da festa!

A nossa Academia, de tão gloriosas tradições, que tambem saúdo, acha-se abundantemente representada e vem, com a sua

radiosa mocidade rica de viços e fragancias e na ancia de aprender e de saber, dar uma nota de alegría estuante ao importante certamen que vamos celebrar. Todos trazem as suas intenções votivas!

Todos veem depor as suas offerendas sobre a ara da nova Deusa, qe trabalha, sem treguas, para a Sympathia Mundial.

Augusto Comte disse algures que «o homem se torna tanto mais *sympathico*, quanto mais *synthetico* e mais *synergetico*»; isto é, quanto melhor organisa, para uso proprio, um conhecimento mais perfeito das suas relações com a natureza physica e humana (synthese) e mais honestamente procede para com o semelhante em beneficio commum (synergia) de modo a crear e a acalentar uma sympathia cada vez mais intensa e profunda e a colher n'ella mais decisivas intuições moraes. Ora, qual será o meio de adquirir aquelle conhecimento e de satisfazer aquelle supremo anceio, caminhando para a realização da profecia da serpente biblica, *eritis sicut dii?* Esse meio, evidentemente, é a *educação intellectual* e a *educação moral,* absoluta e indissoluvelmente ligadas pela Sciencia. E', no ponto da vista ethico, crear, na infancia e na juventude, o espirito d'obediencia, de renuncia e de sacrificio, para resistir aos desastres com que o futuro nos surprehende; é organisar e desenvolver, sem desfallecimentos, esse maravilhoso núcleo moral, que é a fonte pura das grandes energías e se chama a Fé;—a fé religiosa, a fé scientifica, a fé politica, a fé nos destinos da Patria.

A educação intellectual sem a educação moral na formação do caracter, é o grande erro moderno; porque, sem esta, a extretrema democratisação da Sciencia, como dizia o nosso divino Eça, e a sua diffusão incondicional através das Plebes ignorantes, que, na sua visão simplista, tomam como definitivo o que apenas é hypothetico e transitorio, conduz inevitavelmente á anarchia.

Só pela conjuncção sincera da educação intellectual com a educação moral, que dão o conhecimento dos direitos, impondo correlativamente o cumprimento indeclinavel do dever, poderá a Minerva symbolica, depois da sua longa caminhada através das idades, por entre tempestades de sangue e lagrimas, ir dirigindo e guiando o atribulado Pensamento Humano para a collina heroica, mas longinqua, d'onde se avistará, como num halo de gloria, a Terra da Promissão!

O que se tem feito sob os seus maravilhosos auspicios!

Como se teem desvendado as forças da Natureza para as converter em patrimonio humano!

Pondo de parte as geniaes descobertas do grande Seculo para só lembrar o seculo XIX e o começo do actual, que assombrosos prodigios realisou o esforço da Intelligencia tendo como instrumento e guia o fecundo methodo experimental e a theorisação objectiva! Taes: a *navegação* a *vapor*, os *caminhos* de *ferro*, o *gaz* que nos dá a luz e o calor do sol da epoca carbonifera, armazenados na hulha, sob a forma de energia potencial; o *telegrapho* electrico, a *photographia*. Perfurou-se o S. Gothard; estabeleceram-se as comunicações inter-oceanicas pelas obras gigantescas de Suez e Panamá.

Inventaram-se o *telefone*, o *phonographo*, o *espectroscopio*, o *cinema*, o *automobilismo* e conseguiu-se transportar a força a distancia para as industrias, para a electrificação ferroviaria e para a illuminação electrica.

As *Sciencias*, já na sua phase positiva, puderam ser classificadas, pelos grandes generalisadores do meado do Seculo, segundo a ordem hierarchica da generalidade decrescente e da complexidade crescente, desde a Mathematica até a Sociologia, sob o influxo da *Lei d'evolução*—equação admiravel, a mais profunda acquisição mental do Seculo, a dominar toda a phenomenalidade que se passa na esphera cosmica, na esphera biologica e na esphera sociologica.

Creou-se a *Anthropologia*, a *Paleontologia* e a *Anthropologia criminal*, em que pontificou o eminente professor Lombroso, seguido pelos sabios da escola anthropologica italiana, um tanto decadente depois da morte do fundador, e poude estudar-se o homem fossil, na sua morfologia, nos seus costumes, na sua industria rudimentar, na sua vida, atribulada pelas grandes creações collossaes que o atormentavam, desde Neanderthal e Canstadt até á cidade lacustre e aos crepusculos auroreaes da Protohistoria!

* * *

A Psyhiatria, liberta das garras d'uma philosophia opressora, reconstituiu-se, no alvorecer do seculo XIX com a reforma de Pinel, que arrancou as algemas aos pobres loucos, instituiu

o tratamento moral e fundou a Eschola Francesa que veio, numa evolução triumphal, desde Esquirol até Magnan.

Com effeito, Pinel descreveu, de novo, a *melancholia*, a *mania*, a *demencia*, a *idiotia* e a *mania sem delirio*; Esquirol as *monomanias*, sem, comtudo, as relacionar com o elemento hereditario, até que em 1859 o grande alienista Morel expôz nos «Archives de Médécine» as conclusões dos seus trabalhos sobre loucuras hereditarias, creando o grupo nosologico das «*Degenerescencias Psychicas*».

Precipitaram-se então, numa ancia de reconstituição scientifica, os memoraveis trabalhos de Marcé (1862), Grainger Stewart (1864), Falret (1867), Young (1867), Campagne (1868), Doutrebente (1869), Thompson (1870), Bachelez (1871), Foville (1872), Legrand du Saulle (1876), Krafft Ebing (1879), Maudsley (1880), Ball et Regis (1883), Magnan (1884), Legrain (1885) e Jules Soury (1886).

Tambem eu, o mais humilde entre os humildes, escrevi dois livros que me serviram de trabalhos preparatorios para o ingresso na Facultade de Medicina sob o titulo de «Estudos de Anthropologia Pathologica».

O primeiro—Os Degenerados,—em 1886, depois de aturados estudos de longos mezes de observação clinica no «Hospital de alienados do Conde de Ferreira» do Porto, ao lado de sabios psychiatras, como os doutores Senna, Julio de Mattos, Lemos Peixoto, Joaquim Urbano e Magalhães Lemos.

O segundo volume foi publicado em 1889 com o sub-titulo «Os Criminosos», em que, inspirado tambem nas doutrinas contemporaneas dos grandes mestres, apontei os *degenerados* e os grandes *criminosos* como ramos derivados do mesmo tronco pathologico—a *Degenerescencia*.

Entram presentemente em discussão as *ideias de Freud* expostas nos seus recentes trabalhos intitulados: «A introducção á Psychanalise» e «A psychopathologia da vida quotidiana», com abundantes exemplos illustrativos e abonatorios da theoria.

Na opinião de Freud todas as nevroses: as *actuaes (neurasthenia, hypochondria, nevrose d'angustia)*; as de *transfert* (a *hysteria*, a *nevrose obsessional)* e as *narcissicas*, que são as *psychoses*, teriam, no fundo, como fundamento etiologico, *o motivo sexual*.

Escondido, desde a mais tenra infancia, nas mais reconditas

profundidades do ser, *no «inconsciente»*, u que preside á causalidade do pensamento e determina o sentido das nossas correntes de consciencia», o motivo sexual resistindo á evocação, *recalcado e censurado* pela educação moral e pelas convenções sociaes, debate-se incessantemente n'uma lucta sem treguas, *libidinosa*, entre amarga e querida, em que entram as «componentes instinctivas do prazer genital com a intervenção de uma pessoa extranha».

O triumpho da fera inconsciente gera as acções perversas que redundam no crime ; ou é vencida pela intensidade das representações conscientes e pode desencadear a angustia e precipitar a nevrose.

Posto que o *pansexualismo* de Freud encerre grandes verdades no ponto de vista psychologico, a theoria foi acolhida em França com grandes reservas, principalmente pelas dificuldades da sua applicação como meio psycho-therapico ; veio, porém, mais uma vez provar que, como dizia Schiller, os estimulos alimentar e sexual serão, sempre, os dois grandes dominadores do Mundo :

Einstweilen bis der Bau der Welt
Philosophie zusammen hält,
Erhält sich das Getriebe
Durch Unger und durch Liebe.
Pela fome e pelo Amôr !

* * *

As *Sciencias Biologicas* sob a acção vigorosa dos grandes pensadores que foram Oken, Treviranus, Goethe, Lamarck, Darwin, Haeckel e Spencer, puderam estabelecer o parallelismo da *Ontogenia e da Phylogenia*, mostrando como, n'uma seriação admiravel, o ovulo humano fecundado representa, nas differentes phases da sua evolução, os caracteres dos varios troncos genealogicos da humanidade, tendo como correspondente, na esphera mental, o principio de que a genese da Sciencia no individuo, isto é, a passagem evolutiva d'estados mentaes syntheticos, embryonarios e indefinidos a estados analyticos, complexos e definidos, é parallela á genese da Sciencia na raça—principio fundamental, dominador de todo o plano de reforma da ins-

trucção, verdadeiramente positivo e scientifico. Elevando-se, emfim, pela Anatomia Philosophica, á determinação analogica das leis da organisação, ousam defrontar-se com o problema maximo, qual é saber *quem somos, d'onde vimos* e *para onde vamos,* caminhando sempre, mas sem nunca poder decifrar a mysteriosa esphinge que, através dos seculos, tanto tem solicitado e amargurado, o inquieto pensamento humano!

Seja-me permittido evocar aqui a memoria gloriosa e sempre querida do grande professor José Antonio Serrano, da Faculdade de Medicina de LISBOA, tão prematuramente fallecido, que foi, pelas refulgencias do talento e pela abundancia do saber, um dos primeiros anatomicos do seu tempo. Commungando nas ideias evolucionistas da epoca, escreveu o seu «Tratado de Osteologia Humana», em dois volumes, que mereceu o premio de El-Rei D. Luiz I, da Academia Real das Sciencias de Lisboa, e é, ainda hoje, um verdadeiro monumento de sciencia e de erudição. E assim o meu espirito, neste momento, se inclina reverente perante a memoria saudosa do sabio e malogrado professor.

* * *

Definiu-se a *lei da circulação da materia* mostrando como nas operações metabolicas dos seres, que se completam, o *vegetal* é, sobre tudo, um aparelho de *reducção* ou de *synthese,* que organisa, como uma fabrica de maravilha, á custa de elementos chimicos da maxima simplicidade, as moleculas complicadas dos hydratos de carbone, das albuminas e d'outros multiplos compostos, armazenando, sob a acção da luz solar, a energia potencial que o *animal,* instrumento, sobre tudo, de *oxidação* e de *analyse,* transforma e assimila, convertendo aquellas forças de tensão em forças vivas, que dão origem ao calor e ao trabalho.

Os estudos experimentaes de Conheim tinham demonstrado a *diapedese* dos leucocytos para os espaços intersticiaes, vehiculando e destribuindo oxygenio para o *turbilhão vital* de Cuvier e descrevendo o *cyclo hemo-lymphatico* de Renaut, ou acudindo ao combate para a defesa do organismo contra as influencias intrusas e revelando um dos modos como se exerce, na intimidade do ser, aquella disposição mysteriosa que os antigos denominavam a *vis medicatrix naturae.*

Entram en scena, a seguir, os infinitamente pequenos, estudados por Schloesing e Müntz, para transformar os dejectos organicos, mineralisando-os, nitrificando-os, solubilisando-os, pois só assim poderá o vegetal aproveita-los.

É no mysterio d'este conflicto nutritivo, animado por subtis fermentos, que parece intervir, como uma das mais obscuras modalidades da *energia*, uma especie de *fôrça psycho-plastica*, com variações individuaes, capaz de dar rumos varios ao metabolismo do nosso organismo pela acção exercida sobre as unidades organicas, que vitalisa (bioforos? unidades physiologicas de Spencer? mitochondrias? chondriomas?) dando-lhe um poder d'especialisação sobre as moleculas do *meio interior*, com que se integram, por virtude do qual essas moleculas tambem se vitalisam e adquirem uma orientação polar identica á d'aquellas unidades, entrando immediatamente na sua communidade de acção e dispondo-se sob a forma do organismo a que pertencem.

Não sabemos ainda por qual mecanismo uma *ideia fixa* domina as operações metabolicas dos orgãos, d'uma maneira effectiva ou latente, nas multiplas condições oscillantes da vida, nem como pode polarisar e tornar sympathicos com o nosso, os organismos dos outros; e, quando ella tem, como conteúdo, uma representação, normal ou pathologica, referente a determinado orgão, não repugna admittir que possa exercer uma acção motriz ou trophica, orientando, d'uma maneira especial, o seu *tonus* nutritivo.

Seja como fôr, não se pode duvidar d'essa ignota energia *psycho-plastica* ou pithiatica que, sob certos aspectos, é como uma *materialisação da Fé*.

Por ella se explicam, a meu ver, muitas prodigiosas curas, quer se trate das mais fugidias nevroses, quer de molestias de fundo organico, com substracto anatomo-patologico, o mais materialisado.

* * *

Com Cl. Bernard tinham entrado em scena as *glandulas de secreção interna* após a grande descoberta da funcção glycogenica do figado, modificando-se ao depois, e alargando-se a concepção primitiva d'essa secreção com os estudos de Brown-Sequard e dos physiologistas modernos como Langlois, Howell, Biedl, Dreyer, Gley, von Mering, Minkowski e tantos outros,

ácerca dos caracteres chimicos definidos d'esses extranhos productos da actividade cytoplasmica, agentes *d'excitação funccional especifica,* ou de *acção morphogenica,* que se encontram, já na glandula, já no sangue venoso efferente, e que são as *hormonas* de Starling e as *harmozonas* de Gley, taes como a secretina, a adrenalina, a antithrombina hepatica, a iodo-thyrina, a hypophysina, o suco testicular e dos corpos amarellos e a insulina, que parece dominar a funcção glyco-formadora hepatica, ou convertendo, por uma acção diastasica, a glycose em glycogenio, ou retardando a transformação d'este em glycose, ou ainda ajudando a destruição d'esta nos orgãos e, principalmente, nos musculos, com o favor d'algum fermento synergico da diastase glycolytica (Gley).

Estudaram-se as correlações funcionaes d'origem *chimica, neuro-chimica* e *nervosa,* as acções glandulares reciprocas *d'excitação* entre a secreção thyroideia e a adrenalina e de *inhibição* entre esta e a insulina, a acção *moderadora,* tambem reciproca, entre a secreção thyroideia e a insulina e as compensações entre a glandula thyroideia e a hypophyse, os effeitos excitantes da adrenalina sobre o systema cardio-vascular e o grande sympathico, e da thyroideia sobre o pneumogastrico, etc., etc., enriquecendo-se assim um novo methodo therapeutico, que é a *opotherapia,* instituido sob o patrocinio de Brown-Sequard.

* * *

A questão das *gerações espontaneas,* tão debatida por Jorge Pouchet e Luiz Pasteur, levou este grande benemerito da humanidade á descoberta do caracter biochimico da maior parte das *fermentações,* ao estudo da *pebrina* e do *meteorismo fermentativo* dos bichos da sêda, do *cholera das gallinhas* e do *carbunculo* e a generalisar, para todas as doenças infecciosas e contagiosas, o caracter parasitario dos agentes etiologicos, já entresonhado pelo genio de Raspail, creando assim a *theoria biologica do contagio e a Bacteriologia* e erguendo, com Robert Koch, o indestructivel marco milliario que, para todo o sempre, hade assinalar o triumpho do periodo post-bacteriologico da Medicina.

Passou-se assim do *solidismo* e do *cellularismo* de Virchow a um *neo-humorismo* salutar e bemvindo na imunisação pelas va-

cinas e nas aplicações hypodermicas dos sóros *organicos* contra o *tetano*, contra a *raiva* e contra a *dipheteria*.

Estudaram-se as *toxinas* microbianas, o seu poder fermentativo, o dynamismo subtil da sua acção, tão eminentemente mortifera que, no parecer de Armand Gautier, um grama de toxina tetanica poderia matar 75.000 homens!

A antisepsia e a asepsia dos pensos e a descoberta antecedente do *chloroformio e dos anesthesicos* permittiram levar o bisturí ás mais reconditas profundidades do organismo.

O peritoneu deixou de ser o *noli me tangere* da cirurgia; e, já nas mãos de Spencer Wells, com o penso de Lister, a mortalidade das operações gynecologicas, n'esses tempos remotos e bem primitivos, chegou á exiguidade de 5 por 100!

Graças a esses trabalhos geniaes e á sua acção salvadora e fecunda na Hygiene Privada e Social, podemos zombar das terriveis epidemias exoticas, como a peste, que tantos milhões de vidas sacrificou na Europa no fim do seculo XIV, e o cholera gangetico, como já nos tinhamos defendido da variola, graças á bemdita descoberta de Jenner.

O estudo das *trypanosomiases* veio ainda desmascarar tantos inimigos nossos e completar e serie dos meios de defeza contra os temerosos morbos que afligiam a humanidade e a dizimavam.

* * *

Parallelamente ao debate da *geração espontanea*, nos fundamentos iniciaes do mundo organico, veio o problema da *geração histologica*, tão vivamente discutido no alvorecer da Histologia por Schwann, que opinava pela *formação cellular livre* nos blastemas livres; por Virchow, que formulava o seu *omnis cellula e cellula*—traducção moderna do *omne vivum ex ovo* de Harvey e do *omne vivum ex vivo* de Augusto Comte, mettendo-se tambem na contenda Charles Robin—da pleiade comteana—com a sua *theoria da substituição*, admittindo a livre formação cellular de Schwann, contra Virchow, mas divergindo de ambos quando recusava filiação cellular a muitos elementos anatomicos.

Foi por este tempo que o sabio professor Costa Simões, depois de longas temporadas em Pariz e em Berlim, no convivio dos mestres consagrados, com quem tanto trabalhou e aprendeu, conseguiu a fundação da *Cadeira de Histologia* da nossa

Faculdade, que elle tornou eminentemente pratica, communicando aos discipulos, que o adoravam, o seu enthusiasmo, palpitante de fé, pelos trabalhos laboratoriaes. Foi este illustre professor, mais tarde Reitor d'esta Universidade, o verdadeiro fundador e incitador dos estudos experimentaes na Faculdade de Medicina.

Como antigo discipulo, é com a mais viva saudade e veneração que evoco a memoria sacrosanta d'este grande homem, que foi a encarnação augusta da Sciencia, da Intelligencia e da Bondade.

* * *

Sobre a *constituição da materia;* já depois do advento da *Theoria Atomica,* a revolução não foi menos surprehendente e profunda.

O *atomo,* ponto d'aplicação das forças chimicas, como a molecula o era das forças physicas, era considerado a exiguidade minuscula, ultra-microscopica, que nem sequer tinha a liberdade de existir sósinho.

Hoje é um verdadeiro mundo, d'uma architectura complicadissima, uma especie de systema planetario, em que os *electrões* componentes giram, com uma velocidade estupenda, inconcebivel, em volta de um electrão central e cujo equilibrio movel pode ser destruido por uma energia intrusa, que lhe liberte os electrões constitutivos, *desmaterialisando-o* e dando, consoante as circumstancias, o *calor* (a mais plebeia das formas da energia) as *manifestações electricas* communs, as *ondas hertzianas* e a *luz.*

Assim, pelos gloriosos trabalhos de Crookes, Maxwell, Rutterford, Becquerel, Curie, Roentgen, Le Bon, Hertz, Branly, Marconi e outros, poude realizar-se photographia através dos corpos opacos, localisar os corpos extranhos perdidos na espessura dos tecidos, esclarecer a forma das frácturas e das lesões visceraes e permittir as multiplas aplicações que constituem a *Electrotherapia* e a *Rœntgentherapia.*

Pelo *methodo electrico de Bredig* poude conseguir-se a preparação dos metaes *coloidaes,* com tão extraordinarias, como mysteriosas propriedades dynamicas, fermentativas e microbicidas e a sua admiravel virtude curativa no tratamento das doenças geraes, febrís e infecciosas.

Descobriram-se, emfim, os *metaes espontaneamente radio-*

activos: o radio, o thorio, o uranio; experimenta-se actualmente o radio na lucta contra o cancro, contando já no martyrologio da sciencia, a morte recente do sabio e infeliz Bergonié.

N'este glorioso caminhar poude conhecer-se e determinar-se experimentalmente o poder radioactivo das aguas *minero-medicinaes,* sem comtudo poder saber-se, por emquanto, se essa propriedade deriva da travessia das aguas pelas regiões radiferas, ou se promana de mysteriosas acções chimicas occorridas no seio da terra com formações coloidaes que as vitalisem e lhes comuniquem o seu admiravel poder biodynamico e curativo.

E todas estas descobertas alargaram prodigiosamente a concepção primitiva d'essas obscuras manifestações da *energia* que se chamam as *propriedades vitaes* em todas as suas modalidades.

Diz-se até que estas propriedades derivam de mysteriosas acções dynamicas que se passam no *meio interior,* cujos componentes morphologicos (humores, cellulas, fibras, etc.) estão n'um estado de *agregação micellar* coloidal em perpetua transformação, em que o *granulo e o envolucro* possuem cargas electricas de signal contrario, embatendo-se em reciprocas repulsões essas *micellas* no meio da agitação molecular do liquido envolvente.

Segundo os acasos da fluidez do ambiente, da espessura dos envolucros micellares e da energia dos choques, dar-se-ia a juncção mais ou menos rapida d'esses corpusculos, até á morte do coloide por *floculação:* ou d'um modo *physiologico,* desde a infancia até á velhice, ou *pathologico,* desde as lesões locaes limitadas, até ás molestias geraes—agudas ou chronicas—e á produção dos mais intensos *choques anaphylaticos,* que terminam em breve pela morte, porque o soro do animal sensibilisado flocula rapida e abundantemente pela proteina sensibilisante: e o floculato, excitando vivamente o endothelio dos vasos cerebraes e as terminações nervosas do systema vago-sympathico, dá logar ás congestões e hemorragias visceraes violentas, á hypotensão arterial, á syncope, emfim, a todas as perturbações que conduzem á *hemoclasia de Widal.*

* * *

Surge, agora, das bandas da Escandinavia, a mais sensibilisadora esperança na cura do pavoroso monstro pathologico, tão insaciavel de vidas no alvôr da idade—que é a *tuberculose*—

depois das persistentes tentativas pelo tratamento *hygienico* e a *cura d'ar,* principalmente nas altitudes, iniciado por Brehmer em Görbersdorf, por Detteweiler em Falkenstein, pela familia Spengler em Davos e em Portugal pela propaganda energica de Sousa Martins.

Foi a pedido d'este saudoso professor de Lisboa, meu grande amigo, tão notavel pelo seu deslumbrante talento de concepção e de dicção, pela graça e virtuosidade com que esmaltava os seus pensamentos, como pela bondade e gentileza do seu caracter d'ouro, que, em 1890, depois de uma *carta aberta* escripta pelo grande professor ao conselheiro Serpa Pimentel, então chefe do Governo, eu aceitei a commissão de estudo da Serra da Estrella «no ponto de vista bacteriologico, climatologico e clinico» para o tratamento da tuberculose.

Foi durante a minha permanencia de quatorze mezes na mais elevada das montanhas portuguesas que foram construidos os edificios que lá existem e creado o «Club Herminio» principalmente pela propaganda sem treguas de Guilherme Telles de Menezes, ao tempo doente de tuberculose, meu querido amigo e de Sousa Martins que para lá o encaminhou numa hora bemdita que o levou á cura, inquebrantavelmente mantida, ha 35 annos, aqui em Coimbra, onde reside.

Aqui tributo a minha homenagem mais saudosa e enternecida á memoria veneranda do mestre incomparavel, que tão sinceramente estimei e admirei.

Terminada, prematuramente, por deliberção do Governo Lopo Vaz, a minha commissão apenas iniciada e sempre contrariada pelas difficuldades burocraticas, que perturbam todos os serviços em Portugal, foi o material de laboratorio transferido para o «Sanatorio Sousa Martins», da Guarda, que se fundava, superiormente dirigido pelo notavel e talentoso tisiologo, meu bom amigo, antigo condiscipulo e grande homem de bem, que se chamou Lopo de Carvalho.

* * *

Pela *telegraphia* e pela *telefonia* sem fios as relações humanas tornaram-se infinitamente mais extensas e rapidas, tão rapidas na verdade, que um telefonema, expedido de Londres, leva a decima quarta parte de um segundo para chegar á capital da Australia!

Como se estas formidaveis maravilhas do engenho humano não fossem ainda sufficientes para estreitar os laços de solidariedade entre os homens, vieram, por fim, os feitos miraculosos da *navegação aerea*, em que se cobriram de gloria, transpondo os humbraes da Immortalidade, os nossos grandes aviadores Gago Coutinho e o malogrado Sacadura Cabral, Brito Paes e Sarmento de Beires, Pinheiro Correia e Sergio da Silva, genios do ar, para quem se voltaram tantos corações opprimidos, almas luminosas em que se condensam, fremem e palpitam todas as energias da Raça.

N'esta marcha ascensional para o maravilhoso e para o imprevisto, poderemos ainda em breve responder, do alto d'um avião, a quem nos perguntar para onde vamos: «Vamos allí abaixo á India, mas voltamos depois de ámanhã!»

Tão pequenina é esta esphera de lama, que o vaidoso orgulho humano considerou como centro do mundo cosmico, e onde tantos milhões de egoismos brutaes se dilaceram, esverdeados d'odio, perpetuamente abrazados na *sêde de desejar*, sem se lembrarem de que, na abobada infinita, que nos cobre, giram imperturbavelmente nos seus eixos e nas suas orbitas, mundos incontaveis, que nos apparecem no firmamento como pequeninos pontos luminosos e que, como a estrella alpha da Orion, estudada pelo sabio astronomo Michelson, pelo *methodo interferencial*, tem um diametro de 4.160 milhões de kilometros, maior do que a distancia da Terra ao Sol; que para fazer um volume igual seriam precisos muitos trilliões de vezes o volume da Terra; e cuja luz, caminhando 77.000 leguas por segundo, leva um seculo para chegar até nós!

* * *

Eis, meus senhores, algumas das prodigiosas maravilhas da Sciencia, que muito bem conheceis e me comprouve em recordar, que são o orgulho e a confirmação do poder do homem e tanto deveriam concorrer para a harmonia no Mundo, isto é, para se realizar praticamente aquelle preceito divino, que resume, d'uma maneira tão lucida, como profunda, o verdadeiro conceito da Liberdade e o anceio das almas d'élite de toda a Historia para a concordia universal: «Amai-vos uns aos outros!»

Todos estes prodigios que relatei e que derivam do labor in-

tellectual dos sabios, são ponctualmente communicados aos discipulos nos Institutos de ensino e vastamente divulgados pelas Revistas e pelos jornaes das especialidades.

Os congressos, alem de estreitarem as relações entre os homens de Sciencia que os compõem, tanto pessoaes, como scientificas e internacionaes, teem ainda a missão de tornar mais conhecidas e assentar as conclusões da sciencia ao tempo da sua reunião.

Portanto, mãos á obra!

Meus senhores!

Está aberto o «Congresso conjuncto das Associações hespanhola e portugueza para o progresso das Sciencias», na sua secção das Sciencias Medicas, a que tenho a honra insigne de presidir.

DISSE.

INDICE

CONGRESSO

DE

COIMBRA

TOMOS I-II

E. GEOLÓGICO