

excedente rateado pelos diferentes produtos ou massas particulares dos sócios em proporção do interesse ou entrada que o respectivo sócio tivesse na sociedade. Quando, porém, a massa social não chegue para integral pagamento dos credores sociais, concorrerão êstes a todas as massas particulares, e em cada uma pela totalidade do seu desembolso, para aí entrar em rateio com os respectivos credores particulares comuns. Se a sôma total das percentagens para os credores sociais nas diferentes massas exceder a totalidade dos créditos que lhes são devidos, não levantarão estes senão o montante real desses créditos, e o excedente daquela massa será distribuído pelas massas particulares em proporção do que cada massa houver dado para os credores sociais a mais do que deveria dar, atenta a sua entrada ou interesse social. A quota que se liquidar pertencer a cada massa crescerá ao produto destinado aos seus credores particulares e entrará no rateio definitivo entre estes. Se a mesma sôma das percentagens para os credores sociais não chegar para satisfação daqueles credores, e houver algum ou alguns sócios que não tenham credores particulares, a estes sócios e suas massas incumbe pagar tudo quanto ficasse em débito aos credores sociais.

Como é fácil de verificar, estabelece-se para os credores sociais o mesmo principio que para os credores comuns no matrimónio.

*

Nas sociedades em que os sócios tenham responsabilidade limitada, a acção dos credores sociais só pode exercer-se sôbre os bens que entram no património social, e estes credores teem, em relação a tais bens, preferência sôbre os credores particulares de cada um dos sócios, os quais só podem tornar effectivos os seus direitos quanto a êsses bens depois de pagos os credores sociais, tendo o direito de regresso contra os outros sócios, quando por êsses bens haja sido paga uma quota superior à parte do sócio de responsabilidade limitada na responsabilidade commum.

Os credores sociais podem tornar effectivas as responsabilidades que o sócio haja assumido para com a sociedade, dando-lhe a lei de 11 de abril de 1911 (artigo 47.^o) uma acção subrogatória em virtude da qual êles podem exercer os direitos da sociedade relativos às prestações por conta das quotas e de prestações supplementares por créditos já vencidos, e podem também, por estes créditos, promover judicialmente a chamada de prestações por conta das quotas e de prestações supplementares.

(*Continua*).

GUILHERME ALVES MOREIRA.

Municipalização da tracção eléctrica em Coímbra

I

A municipalização dos serviços públicos, que tão brilhantemente se afirma nos países mais cultos da actualidade, abrange frequentemente as águas, a iluminação e os trâmueis. É até por esta ordem que tais serviços teem penetrado no domínio industrial dos municípios, sendo o das águas o mais antigo, em virtude da importância que êle tem sob o ponto de vista da hygiene e vida das populações, seguindo-se o da iluminação, intimamente ligado com as exigências da policia e segurança das aglomerações urbanas, e aparecendo sómente em último logar o dos transportes em comum. Em Coímbra, a municipalização dos serviços públicos seguiu também esta ordem, municipalizando-se em 1888 o serviço das águas, em 1904 o serviço da iluminação, e em 1910 o serviço dos trâmueis eléctricos.

Mas, se a municipalização do serviço das águas se encontra fora de discussão, pois é a solução que mais garantias pode oferecer á comunidade, além de tal serviço não constituir uma empresa industrial que exija complicados processos de fabrico e produção, se a municipalização do serviço da iluminação é pouco combatida, visto ter-se verificado que ela dá ao público gaz mais barato, ao pessoal operario melhores condições de trabalho e aos municípios importantes recursos ¹, o mesmo não acontece com a municipalização dos trâmueis, sendo ainda viva e acalorada a discussão a que a sua legitimidade e utilidade dá logar. Parece que é êste o último reduto dos adversários da municipalização dos serviços públicos e que se arreceiam do esboço de socialização dos meios de produção que se encontra nas empresas industriais dos municípios.

¹ EDGAR MILHAUD, *La régie du gaz dans les communes suisses*, na *Revue socialiste*, tom. xli, pag. 681 e seg.

É por isso que a municipalização dos trâmueis eléctricos em Coimbra, única tentativa que neste género se fez em Portugal, oferece um notável interesse, pois os seus dados podem constituir uma contribuição preciosa para o estudo dêste regimen. A questão deve ser encarada sob quatro aspectos: o económico, o financeiro, o administrativo e o social. Começemos pelo económico.

Tem-se notado¹ que a municipalização dos trâmueis é frequentemente o único processo de dotar as cidades com os benefícios dêstes meios de transporte, que, sendo destinados primeiramente a facilitar a circulação, acabaram por transformar completamente as condições de existência dos agregados urbanos. As companhias, dominadas excessivamente pelo espirito do lucro, não arriscam os capitais senão em cidades industriais e comerciais e onde o movimento da população é bastante intenso para dar dividendos remuneradores aos accionistas. Isto verifica-se sobretudo quando se trata de trâmueis eléctricos, que exigem uma instalação muito dispendiosa, não havendo por isso companhias que se prestem a explorar êste serviço, desde o momento em que os resultados da exploração não estejam largamente assegurados.

Em Coimbra, os factos vieram confirmar êste modo de vêr, pois, se ainda appareceu uma empresa que montou o serviço dos trâmueis por meio da tracção animal, apesar de as condições da cidade a tornarem pouco viável, nada se pôde conseguir da iniciativa privada, quando se procurou instalar o serviço pelo sistema da tracção eléctrica. Ainda se pensou na concessão do serviço da iluminação pública como meio de realizar êste melhoramento, mas não passou despercebido que, se os dous serviços conjugados eram remuneradores nas mãos duma companhia, também o deveriam ser quando explorados pelo município. Dificuldades semelhantes se teem dado noutras cidades, sendo por isso que o desenvolvimento da municipalização dos trâmueis coincide com a sua transformação pelo sistema da tracção eléctrica, como aconteceu na Inglaterra, Suíssa e Alemanha, que são os países onde se tem assinalado, com maior successo, êste género de municipalizações.

Mas, se nas cidades pequenas, como Coimbra, a municipalização dos trâmueis eléctricos se impõe como única solução, nas cidades grandes a municipalização ainda constitue o sistema preferível. Ninguém ignora que os interesses vitais duma cidade, a sua expansão, a sua riqueza e a sua prosperidade dependem intimamente da exis-

¹ Bussy, *La municipalisation des tramways*, pag. 53 e seg.

tência de meios de comunicação cómodos, fáceis e baratos, apresentando-se assim o serviço dos trâmueis como um serviço público. Uma empresa de trâmueis, além disso, torna-se de direito, ou pelo menos de facto, um monopólio, pois, mesmo no caso da concessão não ter sido feita sob a forma de exclusivo, impossível vem a ser a concorrência duradoura doutras empresas¹. Se a luta se chega a iniciar, o que geralmente não acontece, por as ruas não serem assás largas para permittirem o assentamento de duas linhas, ou a empresa mais forte suplanta a mais fraca, ou esta consegue negociar um acôrdo, desaparecendo sempre a concorrência. Os monopólios, porém, explorados pelos municípios não se prestam fácilmente aos abusos a que dão logar os explorados por companhias, e fazem reverter em beneficio da colectividade rendimentos que doutro modo só serviriam para augmentar o poder financeiro dos capitalistas.

¿Mas não será a exploração pelo município inferior à exploração pelos particulares? Não falta quem reedite, a proposito dêste assunto, a doutrina, de ADAM SMITH, de que as explorações públicas são inferiores ás particulares, raciocinando como se as condições económicas não tivessem mudado relativamente à época em que viveu aquele economista. As explorações particulares que se contrapõem ás do Estado não são exercidas por individuos, mas por companhias, sendo assim impossível falar do estímulo do interesse pessoal, do espirito de iniciativa e economia, da flexibilidade da administração e doutras virtudes maravilhosas que os individualistas reconhecem nas empresas privadas, pois as grandes companhias enfermam dos mesmos vícios e defeitos que se atribuem ás explorações públicas.

E é indubitável que, sob o ponto de vista especial do serviço dos trâmueis eléctricos, o confronto com as empresas particulares é favorável ás empresas municipais. Parece que os municípios constroem mais caro, pois o custo médio de cada quilómetro é mais elevado nas redes municipais do que nas redes privadas, devendo explicar-se isto pelo maior cuidado que aqueles ligam à instalação, preferindo melhor material e applicando-o dum modo mais perfeito. Mas, em compensação, exploram melhor e mais barato do que as empresas privadas, apesar de a média das tarifas municipais ser inferior ás destas empresas. Na Inglaterra, onde melhor se pode fazer a comparação, as despesas de exploração das empresas municipais dão a média de 63,1^o/₀ sôbre as receitas, ao passo que as despesas de exploração das empresas particulares apresentam a média de 66^o/₀, não obstante

¹ MONTEMARTINI, *Municipalizzazione dei pubblici servizi*, pag. 267 e seg.

a média das tarifas das primeiras empresas ser de 1 d. 05 por milha, ao passo que a das segundas é de 1 d. 21¹.

As despesas de exploração do serviço dos trâmueis eléctricos em Coimbra não são adversas à municipalização, pois não passam de 56,7% das receitas. É certo que estas despesas são superiores às da Companhia Carris de Lisboa, que foram de 46,0% em 1908, de 46,1% em 1909 e de 46,3% em 1910, mas inferiores às da Companhia Carris do Pôrto, que foram de 51,7% em 1908, de 57,4% em 1910 e de 60,9% em 1911. O coeficiente de exploração deverá baixar, desde o momento em que se torne a exploração mais intensiva com um maior número de carros e se alargue a linha por forma a aproveitar integralmente a força da Central.

O número de trens-quilómetros foi de 174:645, com a receita de 135,76 por trem-quilómetro. Em Lisboa, o número de trens-quilómetros, no ano de 1910, foi de 10.527:460, com a receita de 153,35 por trem-quilómetro. No Pôrto, no mesmo ano, o número de trens-quilómetros foi de 3.641:903, com a receita de 153,95 por trem-quilómetro. Estes dados mostram a inferioridade económica da rede de Coimbra.

As tarifas são um pouco elevadas, mas resta saber se elas não seriam mais avultadas se o serviço fosse explorado por uma empresa particular, em virtude de se tratar duma cidade de pequena importância industrial e comercial. A instalação, se fosse feita por uma companhia, talvez ficasse mais barata, mas não seria tão perfeita, pois no seu género a instalação de Coimbra é tudo o que ha de melhor. E se houve algumas hesitações no comêço da exploração, a verdade é que a Câmara se tem esforçado por bem servir o público, atendendo todas as suas reclamações justas e razoáveis. A tarifa média por quilómetro era de 22,43 reis, mas passou a ser, pelos novos preços, de 20,50 reis.

II

Sob o ponto de vista financeiro, a municipalização dos trâmueis eléctricos tem excedido toda a expectativa, principalmente na Inglaterra, onde ha um grande número de cidades que tiram dêste serviço receitas avultadas, como Londres, Liverpool, Manchester, Glasgow, etc. E, se nem sempre isto tem acontecido, é por que os municípios

¹ BOUVIER, *Régies municipales*, pag. 159 e seg.; GEISSER, *Fatti e argomenti intorno alla municipalizzazione*, pag. 54 e seg.

se tem preocupado menos com os lucros, do que com o desenvolvimento da rede, o conforto dos carros, a intensidade da circulação, a redução das tarifas e a melhoria da condição do pessoal operário, não admirando, em tais condições, que as receitas sofram notável diminuição. E assim se explica que os trâmueis sejam empresas municipais menos remuneradoras na Suíça e Alemanha, do que as outras municipalizações.

O exemplo da Inglaterra não tem convencido os escritores franceses, que, considerando a raça anglo-saxónica muito diferente da latina pelos seus caracteres e pelas suas tendências, intendem que ela não pode ser tomada como modelo a imitar sem precaução. A organização administrativa e os costumes destes povos divergem muito, para que se possa concluir da prosperidade das empresas industriais municipais inglesas, para o sucesso das tentativas deste género que venham a efectuar-se nas cidades latinas ¹.

É a grande questão da superioridade da raça anglo-saxónica, que nos parece não ser bem trazida para a tela da discussão da municipalização dos serviços públicos. Este regime tem triunfado na Inglaterra por causa da vitalidade que neste país apresentam as instituições locais, devida ao sistema do *selfgovernment*, aí tão bem compreendido e aplicado. Faça-se o mesmo nos países latinos, e as municipalizações, que por agora parecem ser nestes países uma planta exótica, não deixarão de produzir os seus excelentes benefícios. A tutela administrativa tem sido, com as suas vistas estreitas, um obstáculo ao desenvolvimento das municipalizações em França, como largamente se demonstrou no congresso de ciências administrativas de 1910.

Outra razão que os escritores franceses apresentam, sob o ponto de vista financeiro, contra a municipalização dos trâmueis eléctricos é de maior peso, visto eles pretenderem demonstrar que os municípios do seu país não podem ter interesse em explorar este serviço, desde o momento em que as empresas particulares de trâmueis não conseguem em França lucros compensadores. A remuneração do capital-obrigações, diz ANDRÉ BUSSY, é pouco mais ou menos de 3,50% para as grandes redes, e de 4% para as pequenas. Mas não atinge para o capital-acções, que é o mais considerável, 3,37%, visto ser esta a média do dividendo votado pelas assembleias gerais de tais sociedades. A taxa do juro, porém, dos empréstimos municipais oscila

¹ LUCIEN PETIT, *L'extension du domaine industriel des communes*, na *Revue politique et parlementaire*, anno de 1906, pag. 44.

entre 4 e 3,50%, não tendo assim os municípios interesse em construir e explorar trâmueis eléctricos, pois seriam obrigados a pagar juros mais elevados, do que o rendimento do serviço ¹.

À primeira vista, êste modo de vêr parece indiscutível. Mas é necessário atender a que o interesse geral pode exigir a municipalização dum serviço, devendo neste caso a cidade municipalizar, ainda que daí não derive lucro e resulte mesmo uma ligeira perda. Pondo de parte êste aspecto da questão, e atendendo unicamente ao aspecto financeiro, não pode haver dúvida de que em França ha, como o próprio Bussy reconhece, companhias de trâmueis que dão lucros avultados, constituindo êste facto um argumento de grande valor a favor da municipalização. Restam outras empresas cujos lucros são medíocres, devendo, comtudo, os resultados financeiros da exploração melhorar com a municipalização, visto os municípios não terem necessidade de comprar a concessão, de pagar a negociação dos títulos destas empresas e de comprometer um capital superior ás necessidades do serviço. Nas empresas privadas de trâmueis, ha o que se vê — dividendos mínimos e acções abaixo do par — e o que se não vê — despesas que os municípios teriam evitado se instalassem e explorassem o serviço.

Mas os adversários da municipalização dos trâmueis não se deixam convencer e fazem salientar o algarismo verdadeiramente colossal que atingem os empréstimos municipais nos países onde domina êste regime de exploração dos serviços públicos industriais. Esquecem-se, porém, que tais empréstimos são reprodutivos, encontrando-se, por isso, dentro das normas que os tratadistas de finanças estabelecem a respeito do destino dos empréstimos públicos. Neste caso, os empréstimos municipais constituem um processo legítimo de antecipação de receitas e de repartição de encargos, entre a geração presente e as futuras ².

Os primeiros resultados financeiros da municipalização dos trâmueis eléctricos em Coimbra são bastante animadores. As receitas da exploração somaram 23:710.7525 reis, e a despesa, com juros e amortização dos empréstimos contraídos para a instalação dêste serviço, elevou-se a 26:474.951 reis, havendo assim um *deficit* de 2:764.426 reis, que é largamente coberto pela percentagem de 10% sobre as contribuições do Estado, especialmente estabelecida para êste fim, e que produziu 4:906.845 reis. A despesa mostra que, para

¹ Bussy, *La municipalisation des tramways*, pag. 162 e seg.

² GASTON JÈZE, *Cours élémentaire de sciences des finances*, pag. 456.

fazer desaparecer o *deficit*, se torna necessário que cada quilómetro de linha renda um pouco mais de quatro contos, visto a linha ter seis quilómetros e meio de extensão. HENRI MARÉCHAL¹ diz que uma linha de trâmueis eléctricos, para ser lucrativa, deve dar pelo menos 30:000 francos por quilómetro e por ano, mas calcula a construção de cada quilómetro de via em 200:000 francos, quando em Coimbra não atingiu 150:000 francos.

Embora esta situação financeira não melhorasse, ainda conviria ao município manter o serviço, pois o sacrifício que êle neste caso viesse a fazer seria suficientemente compensado com os benefícios que resultam para a cidade de meios de transporte rápidos, cómodos e baratos, tornando assim mais intensa, expansiva e rica a sua vida económica. E, em tais condições, Coimbra ainda não ficaria muito sobrecarregada, pois, com a percentagem de 45 0/0, continuaria equiparada a Vila Real, Viana do Castelo, Castelo Branco e Portalegre, tendo acima de si Aveiro, 15 0/0, Braga, Pôrto e Lisboa, 25 0/0, Faro, 32 0/0, e Leiria, 40 0/0, e tendo abaixo de si Guarda, 71 0/0, Beja, 65 0/0, Bragança e Vizeu, 60 0/0, Évora, 55 0/0, e Santarem, 50 0/0².

Mas a situação financeira deve melhorar não só com a intensificação da exploração, mas também com a aquisição do hábito dêste meio de transporte por parte da população. Os estudos económicos feitos sobre os modernos transportes urbanos mostram-nos, pela forma mais evidente, que, se o número dos passageiros aumenta formidavelmente, não é somente por causa do desinvolvimento da população das cidades, mas também por causa de se ter criado a necessidade dêste sistema de viação³.

III

Sob o ponto de vista administrativo, o que mais preocupa os adversários da municipalização dos trâmueis é a incompetência dos vogais das câmaras municipais para gerir os serviços industriais, pois isso não se pode fazer com êxito sem profundos conhecimentos técnicos.

Lord AVEBURY⁴, numa obra que ha de ficar célebre, tratou com

¹ HENRI MARÉCHAL, *Les tramways électriques*, pag. 294.

² *Anuário da direcção geral de administração política e civil*, anno de 1910, pag. 420 e seg.

³ BELLET, *Chronique des transports*, na *Revue économique internationale*, 1908, vol. 1, pag. 206 e seg.

⁴ LORD AVEBURY, *Les villes et l'État contre l'industrie privée*, pag. 24 e seg.

grande vivacidade, ainda não ha muito, êste aspecto da questão das municipalizações, fazendo salientar a variedade de assuntos de character técnico para que em semelhante regime é solicitada a atenção dos corpos municipais. É assim que o conselho do condado de Londres fornece água e luz, edifica casas para o povo, administra trâmueis, dirige carreiras de barcos no Tamisa, segura prédios contra os incendios, mantêm hotéis municipais, não havendo indústria de que se não tenha pretendido ocupar. Tem assim de se pronunciar sôbre uma multidão de relatórios, cada um dos quais tem em média uma centena de páginas. Só na sessão de 31 de julho de 1906, que lord AVEBURY toma como exemplo, teve de examinar quarenta e três assuntos, sendo vários deles da mais alta importância, não podendo, por isso, resolvê-los conscienciosamente.

Mas as municipalizações podem ser organizadas de modo a evitar êstes inconvenientes. Para isso basta adoptar o systema do *contabilismo industrial*, que se destina a estabelecer a separação entre o município administrativo e o município industrial. Êste sistema constitue, com cada uma das municipalizações, uma empresa distinta da administração ordinária do município, tendo orçamento e contas especiais e a maior autonomia, podendo executar livremente, sob a simples fiscalização do conselho municipal, todas as operações comerciais e industriais necessárias¹.

A tentativa mais perfeita que neste género se conhece é a da lei italiana de 29 de março de 1903. Segundo esta lei, os municípios podem escolher entre a concessão ou a *régie* dos serviços públicos industriais, mas a deliberação sôbre êste assunto tem de ser submetida ao *referendum* do corpo eleitoral, com o fim de dar satisfação ás liberdades locais e de permitir ao povo, como o verdadeiro interessado, pronunciar a última palavra. Cada serviço municipalizado constitue uma agência especial, separada da organização administrativa do município, e, embora não goze de personalidade, possui uma autonomia de facto. Á frente desta agência encontra-se um director técnico, nomeado pelo conselho municipal, e tendo ao seu lado uma comissão também nomeada por êste conselho, composta de pessoas competentes e elegíveis para as funções municipais. Esta comissão é o órgão deliberante nos assuntos dos serviços municipalizados, tendo-a a lei equiparado, tanto quanto possível, ao conselho de administração das sociedades anónimas.

¹ ERNEST BREES, *L'orientation nouvelle des régies communales*, na *Revue économique internationale*, anno de 1907, tom. 1, pag. 571 e seg.

Não se pode deixar de reconhecer a excelência destes preceitos que permitem emancipar os serviços municipalizados das influências deletérias da política e da burocracia. Realizam na administração local a distinção entre o *Estado político* — órgão do governo — e o *Estado industrial* — órgão da vida económica —, que os socialistas¹, com tão bom e são critério, tem defendido para as explorações industriais do Estado, e que permite gerir estas explorações por uma forma semelhante á das empresas privadas. Resolvem, além disso, dum modo satisfatório, a questão da incapacidade técnica dos corpos municipais, em que tanto insistem os adversários das municipalizações.

Em Coimbra, os serviços municipalizados já constituem uma repartição especial, sob a direção de um engenheiro industrial, mas é necessário ir mais longe, concedendo-lhe uma completa autonomia administrativa e financeira. Similhante reforma era de impossível aplicação no domínio do Código administrativo de 1896, que subordinava toda a vida municipal aos critérios de uma regulamentação excessiva e esterilizadora. A situação melhorou um pouco com o decreto de 13 de outubro de 1910, que restabeleceu o Código administrativo de 1878, procurando dar à nossa administração local uma orientação mais liberal, embora tal intuito tivesse sido atraído, desde o momento em que o seu autor deixou em vigor as normas do Código administrativo de 1896 sobre tutela, que davam a feição liberticida a este Código. Mais ha a esperar do novo Código administrativo, cujo projecto se encontra moldado pelos princípios da mais ampla descentralização.

A municipalização dos trâmueis pode permitir ao público exercer uma influência desastrosa sobre a administração deste serviço. Todo o munícipe tem o seu modo de vêr sobre as tarifas, os horários e os carros, resolvendo facilmente estas questões, visto atender unicamente ás conveniências pessoais. As companhias podem mais facilmente opor-se ás reclamações injustas e excessivas do público, do que as municipalidades, pois o público apresenta-se perante estas como mandante e verdadeiro proprietário da empresa.

É este um inconveniente das municipalizações, que se não pode esconder e que já se tem feito sentir em Coimbra. O público suporta melhor a exploração dum serviço industrial por uma companhia com tarifas elevadas, do que pelo município com tarifas mais razoáveis. Consideram-se estas tarifas como impostos, e por isso facilmente se

¹ VANDERVELDE, *Le collectivisme et l'évolution industrielle*, pag. 173 e seg.; RÉNÉ MICHELET, *De l'exploitation du domaine industriel de l'État*, pag. 49 e seg.

julgam excessivas, fazendo-se as campanhas mais injustas para obter o seu abaixamento, ou mesmo a sua eliminação.

Freqüentemente também o público se convence de que os municípios não devem tirar receitas dos serviços industriais, oferecendo êstes serviços unicamente pelo custo de produção. Isto, porém, é desconhecer um dos fins a que tem obedecido as municipalizações, pois elas em grande parte foram postas em prática precisamente para habilitar os municípios com os recursos necessários ao desempenho das numerosas e complexas funções que lhes são impostas pelas exigências da civilização moderna. Uma das aspirações do nosso tempo é a abolição dos impostos de consumo, que pesam principalmente sobre o orçamento das classes populares, sendo por meio das receitas das municipalizações que se pode realizar esta reforma no âmbito dos impostos locais.

Contra êste prejuízo da população só se pode lutar com a instrução e a educação, esclarecendo-a sobre as vantagens dos serviços municipalizados e a aplicação, em beneficio de todos, que virão a ter os lucros auferidos dêstes serviços.

Freqüentemente nota-se contra a municipalização dos trâmueis ¹ que os municípios não podem ter ao seu serviço pessoal tão competente e cuidadoso como as empresas privadas. Êste modo de vêr torna-se injustificável, desde o momento em que os serviços municipalizados se encontrem organizados segundo os critérios do *contabilismo industrial* que temos preconizado. Não é admissível neste caso que o pessoal técnico do município seja menos hábil, menos escrupuloso e menos económico, só porque está ao serviço dum corpo administrativo. E, em Coimbra, encontra-se nas municipalizações pessoal excelente, havendo até algum d'elle que esteve ao serviço de companhias, gozando aí da maior estima.

IV

Sob o ponto de vista social, a municipalização dos trâmueis eléctricos, bem como todas as municipalizações, constituem um processo de transformação da organização actual.

A municipalização dos serviços publicos tem sido considerada pelos socialistas de maior autoridade como uma forma de socialismo. É esta a doutrina de ANTONIO MENDER, BERNSTEIN e GUESDE ². Contra

¹ BUSSY, *La municipalisation des tramways*, pag. 141 e seg.

² ANTON MENDER, *L'Etat socialiste*; FOCHIER, *Municipalisation du sol*, na *Revue d'économie politique*, tom. xviii, pag. 453 e seg.

semelhante modo de vêr, observou-se que o partido socialista combateu a princípio as municipalizações, considerando a impotência orgânica e reformista dos municípios na sociedade actual tão clara e evidente como o sol, sendo tão inadmissíveis os monopólios corporativos e comunais, como os monopólios individuais ¹. Por outro lado, salientou-se, ainda com a mesma orientação, o facto de as primeiras tentativas de municipalização dos serviços públicos terem precedido cronologicamente a expansão do socialismo, sendo certo, além disso, que tais tentativas teem sido postas em prática por conselhos municipais hostis ás ideias socialistas.

Por isso, outros escritores procuram dar á municipalização dos serviços públicos uma interpretação estranha ás ideias socialistas. Está neste caso, por exemplo, EMILE BOUVIER ², que considera a municipalização dos serviços públicos como cooperativismo municipal. Um município que explora certos ramos de comércio e de indústria faz cooperação, e assemelha-se a uma sociedade cooperativa, compreendendo todos os habitantes desta circunscrição administrativa. O cooperativismo tende também a suprimir os intermediários e a suprir a falta de iniciativa individual. Dêste modo, seria antes ao movimento cooperativista do que ao movimento socialista que seria necessário referir a expansão das municipalizações.

Entre estas duas interpretações do regime da municipalização dos serviços públicos, aquela que melhor se coaduna com a natureza dêste regime, é sem dúvida a que o considera uma forma do socialismo. As municipalizações realizam o socialismo num domínio especial de actividade, visto atribuírem aos municípios a direcção duma parte da produção e da venda dos produtos. E, se os socialistas tiveram a princípio hesitações sôbre a natureza das municipalizações, não tardaram a considerá-las como tendo um carácter perfeitamente socialista. Foi na Allemanha que se desivolveu esta ideia, vindo as municipalizações a ser apreciadas como o meio de preparar os espíritos para os grandes serviços colectivistas do futuro ³.

Mas, quer se trate de socialismo municipal, quer se trate de cooperativismo municipal, o certo é que as municipalizações são meios de dar á vida social uma organização mais perfeita. A municipalização dos trâmueis eléctricos pode colaborar nesta obra social, prestando à população operária imensos serviços em virtude de lhe permitir viver nos arredores das cidades ou nos campos, evitando as habita-

¹ BOURDEAU, *L'évolution du socialisme*, pag. 145 e seg.

² EMILE BOUVIER, *Les régies municipales*, pag. 78 e seg.

³ ANDRÉ MATER, *Socialisme conservateur ou municipal*, pag. 530 e seg.

ções insalubres das cidades¹. E, se o regresso à terra, proclamado como uma necessidade por tantos pensadores ilustres², tem algum valor, é na municipalização dos trâmueis, com tarifas baratas, que elle pode encontrar um processo de mais eficaz realização. Estas preocupações não podem ter em Coimbra a importância que apresentam nos grandes centros urbanos, mas ainda assim não são para desprezar.

Sob êste aspecto, o único ponto negro que aparece na municipalização dos trâmueis é o das exigências do pessoal operário. Foi por isso que, segundo afirmou LÉON DUGUIT, quando veio fazer uma conferência a esta Universidade, se não municipalizaram os trâmueis eléctricos em Bordeus. Êste inconveniente verifica-se do mesmo modo quando o serviço é explorado por companhias, como os factos teem exuberantemente demonstrado. Talvez os municipios possam resistir menos ás reclamações operárias, sendo por isso que lord AVEBURY não tem dúvida de dizer, a propósito do conselho municipal de Londres, que os operários são empregados do conselho, mas que o conselho é empregado dos operarios.

MARNOCO E SOUSA.



28. NOV. 88

¹ BOVERAT, *Socialisme municipal en Angleterre*, pag. 200 e seg.

² VANDERVELDE, *L'exode rural et le retour aux champs*, pag. 229 e seg.; MÉLINE, *Le retour à la terre*.

Astronomia geral

INTRODUÇÃO

Definição e grandes divisões da Astronomia

ASTRONOMIA SIDERAL E SÓLAR, ASTRONOMIA DE POSIÇÃO,
ASTRONOMIA MECÂNICA E ASTRONOMIA FÍSICA

1. *Astronomia* é a ciência que estuda o universo considerando-o composto de corpos isolados, astros, de dimensões infinitíssimas em relação ás suas distâncias, debaixo do ponto de vista da sua forma, dos seus movimentos e da sua constituição.

O estudo da astronomia pode ser classificado conforme a sua natureza, ou o objecto sôbre que recai.

No primeiro caso pode dividir-se em três partes:

Astronomia de posição — que estuda a forma e movimentos dos astros independentemente das suas causas.

Astronomia mecânica — que investiga as causas da forma e movimentos dos astros e, partindo do seu conhecimento, calcula os fenómenos que podem produzir-se, e cuja comprovação compete á observação astronómica.

Astronomia física — que estuda a constituição dos astros.

Estando os astros agrupados em sistemas, dos quais tem para nós particular interesse o sistema solar, que tem o sol como astro preponderante e comprehende o planeta que habitamos, dividiremos a astronomia, quanto ao seu objecto, em *sideral e solar*.

A *astronomia sideral* estuda o universo cósmico considerando-o formado por uma infinidade de aglomerados e sistemas estelares, entre os quais se encontra o solar.

A *astronomia solar* tem por especial objecto o estudo dos corpos que constituem o sistema solar.

Quando considerado o sistema solar no seu conjunto é assunto dum capítulo da astronomia sideral. Justificam esta divisão as con-

dições de posição em que o homem se encontra, as quais permitem dar a êste estudo um desenvolvimento particular e uma precisão notável, que o faz destacar entre todos os ramos dos conhecimentos humanos.

Pela importância especial que tem para o homem, e porque as suas conclusões teem de servir de base ás outras partes da astronomia, principiaremos pela astronomia solar, e esta pela astronomia de posição, a que seguirá o estudo da astronomia mecânica e física dêste sistema, para em seguida, e pela mesma ordem, se fazer o estudo da astronomia sideral, observando que a astronomia mecânica será exposta muito sucintamente, visto o seu campo ser tão vasto que o seu estudo faz objecto de tratados especiais.

ASTRONOMIA SOLAR

CAPÍTULO I

Astronomia de posição

I

COORDENADAS CELESTES

2. Encontrando-se o homem sôbre a terra, é natural, e preciso, principiar pelo estudo da forma e movimentos dêste astro.

Devido á sua importância e desenvolvimento, o estudo da forma da terra faz objecto duma sciência especial—*a geodesia*, por isso será tratado muito sumariamente.

O movimento da terra, pelo facto de nos encontrarmos sôbre êste astro, só pode ser determinado pela observação dos movimentos apparentes dos outros corpos celestes, e uma discussão meticolosa que permita discriminar o que a uns e outros pertença. Novas observações devem servir para verificar as conclusões estabelecidas.

Notaremos já que, no campo estrito da análise scientifica, nem todas as conclusões admitidas podem ser consideradas como sendo realmente as únicas interpretações dos factos observados.

Também observaremos que o método seguido para a determinação dos movimentos pode considerar-se como um método de aproximações sucessivas, e é assim que, para o primeiro estudo do movimento da terra, suporemos que os astros que designamos por estrelas, durante longas épocas considerados fixos, teem uma posição relativa angular invariável, o que é sensivelmente verdade durante largo espaço de tempo.

São os movimentos aparentes das estrelas, e do sol, que por ser o centro do sistema a que pertence a terra apresenta variações de posição notáveis em relação às outras estrelas, que maior importância tem para o estudo do movimento da terra, cujo conhecimento é essencial para, dos movimentos aparentes dos mais corpos do sistema solar, deduzir os seus movimentos relativos.

A sensível invariabilidade das distâncias angulares das estrelas indica estas para pontos de referência que primeiro convêm tomar para estudar o movimento da terra, o qual será a resultante das successivas componentes que a observação metódica descobrir.

É debaixo dêste ponto de vista que imediatamente nos occuparemos das estrelas, pois o estudo dos seus movimentos próprios será objecto da astronomia de posição na astronomia sideral.

O estudo a que nos referimos exige que a posição dos astros seja referida a eixos cuja posição no espaço, num momento dado, possa ser assinada, e cujas posições em épocas quaisquer possam ser geometricamente relacionadas.

3. *Origem das coordenadas.* — Muito naturalmente toma-se primeiro para origem o olho do observador, e é fácil de reconhecer que, quando considerarmos astros situados a distâncias infinitamente grandes relativamente à distância do observador ao centro da terra, que suporemos, com sufficiente aproximação, esférica, podemos considerar coincidentes os planos paralelos tirados por aqueles pontos.

4. *Sistemas de coordenadas:*

1.º *Altazimutais:*

Coordenadas rectangulares. — Primeiro, por ser fácilmente determinável por processos físicos, toma-se para eixo director a direcção, na origem, da vertical, direcção que a observação mostra conservar-se constante para cada logar, havendo a reccar alteração sómente quando sobrevenham na sua vizinhança extraordinários movimentos das massas terrestres.

O plano fundamental, dos xy , é o do horizonte astronómico ¹, perpendicular àquele eixo, que será o dos z , positivo no sentido do

¹ Supomos conhecidas as noções elementares que a cosmografia fornece. No entanto recordaremos que: — *horizonte astronómico* é o plano tirado pelo centro de visão do observador perpendicularmente à vertical que passa por aquele ponto; — *horizonte visual* a superfície determinada pelos raios tangentes à superfície da terra tirados pelo centro de visão do observador; — *horizonte geométrico* o plano paralelo ao horizonte astronómico e tangente á superfície dos mares considerada pro-

zenite do observador. No plano dos xy toma-se para eixo dos x a sua intersecção com o plano meridiano, positivo no sentido do sul do observador, e para eixo dos y a recta perpendicular, intersecção do primeiro vertical com o plano do horizonte, positivo no sentido oeste. Dêste modo, o plano dos xz será o plano meridiano, e o dos yz o primeiro vertical.

Coordenadas polares. — Estas coordenadas são o — raio vector do astro R , sua distância à origem, e as coordenadas directoras, suficientes para determinarem o lugar do astro projectado sobre uma esfera com centro na origem, e de raio igual á unidade.

— *Azimuth A*; ângulo do plano vertical do astro, que passa pela vertical e pelo astro, com o plano meridiano, medido no plano do horizonte pelo ângulo que a projecção da recta que une a origem ao astro faz com o sentido positivo do eixo dos x , e contado desde 0° até 360 graus no sentido sul oeste norte ¹.

— *Altura a*; ângulo que o raio vector do astro faz com o plano do horizonte, contado no vertical do astro a partir do horizonte, de 0° a $+90^\circ$ na sentido do zenite e de 0° a -90° no sentido do nadir.

Ao *azimuth A* pode ser substituída, quando o astro está no horizonte, a *amplitude*, ângulo do vertical do astro com o primeiro vertical, contado no plano do horizonte a partir do lado oeste ou leste do traço do primeiro vertical até á projecção no mesmo plano da recta que une a origem com o astro, e no mesmo sentido do azimuth.

A *distancia zenital z* substitue frequentemente a *altura*; — é o ângulo que o raio vector do astro forma com a direcção zenital da vertical, contado a partir desta de 0° a 180° .

Altura e distância zenital são ângulos complementares. Efectivamente, se a altura é $\pm \varphi$, a distância zenital é $90 \mp \varphi$ e teremos

$$z + a = 90 \mp \varphi \pm \varphi = 90^\circ.$$

longada na parte em que deles emerge a massa solida da terra; — *horizonte geocêntrico* o plano tirado pelo centro da terra paralelamente ao horizonte astronómico.

Plano meridiano dum lugar é o plano determinado pelo eixo de rotação da terra e pelo ponto que fixa êsse lugar; — *vertical* é qualquer plano que passa pela vertical dum lugar; — *primeiro vertical* é o vertical perpendicular ao plano meridiano do lugar considerado.

Ainda quando seja considerada a terra como um elipsoide de revolução, aproximação suficiente nos estudos astronómicos, é o plano meridiano um vertical.

As intersecções do plano meridiano e do primeiro vertical com qualquer dos planos do horizonte determinam as linhas norte sul e leste oeste.

¹ Algumas vezes os navegantes contam o azimuth de 0° a 180° para leste ou oeste conforme se encontram a leste ou oeste do meridiano, e a partir do lado norte ou sul conforme se encontram no hemisferio norte ou sul.

o tipo de instrumentos próprios para a determinação dêste sistema de coordenadas é o alta-azimutal, cujo círculo fundamental é paralelo ao horizonte.

Observar-se há que as coordenadas azimute e altura, na mesma época, diferem dum lugar para outro da terra, e, para um mesmo lugar, variam com o tempo.

Compreende-se que por estes motivos, e apesar da facilidade que possa haver em encontrar instrumentos que sirvam para determinar directamente estas coordenadas, convirá usar de outras que determinem o lugar celeste independentemente da posição do observador e do tempo.

Neste sistema, supondo que o plano fundamental é o horizonte geocêntrico, das coordenadas dum lugar situado á superfície da terra, o azimute será indeterminado e a altura 90° , por se encontrar o lugar sôbre a vertical.

Relação entre as coordenadas rectangulares x , y , z , e polares R , A , a .

$$x = R \cos a \cos A \quad (1)$$

$$y = R \cos a \sin A$$

$$z = R \sin a$$

Para a determinação de R , A , e a temos

$$R = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \quad (2)$$

$$\operatorname{tg} A = \frac{y}{x}$$

$$\operatorname{tg} a = \frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

2.º Horárias.

Coordenadas rectangulares. — Admitido o conhecimento da existência dum eixo em volta do qual a terra tem um movimento uniforme de rotação, e de posição determinável, é certo só por observações celestes, toma-se para eixo director, dos z , a sua direcção, positiva no sentido do polo norte, e, para plano dos xy , fundamental, o plano perpendicular que passa pelo centro da terra, equador celeste, que coincide com o equador terrestre.

Toma-se para direcção do eixo dos x o traço do plano de declinação do observador, que passa pelo lugar da observação e pelo eixo da terra (meridiano do lugar) sôbre o plano do equador, positiva do lado em que se projecta o observador, e para eixo dos y o traço sôbre o mesmo plano do plano de declinação perpendicular ao plano de declinação do lugar, contado positivo no sentido que faz um ângulo de 90° com a parte positiva do eixo dos x , seguindo o sentido do movimento diurno.

Coordenadas polares. — *Raio vector* do astro R . — *Ângulo horário* H ; ângulo do plano de declinação do astro (plano horário do astro) com o plano de declinação do lugar (plano meridiano), medido no plano do equador pelo ângulo da direcção positiva do eixo dos x com a projecção sobre o mesmo plano do raio vector do astro, e contado a partir daquela direcção, de 0° até 360° , no sentido do movimento diurno.

— *Declinação* d ; ângulo formado pelo raio vector do astro com o plano do equador, contado a partir dêste, de 0° a $+90^\circ$ no sentido do polo norte, e de 0° a -90° no sentido sul.

A *distância polar* p substitue freqüentemente a declinação. É o ângulo que o raio vector do astro faz com a direcção norte do eixo celeste, contado a partir dêste de 0° até 180° . Êste ângulo é complementar da declinação. Com effeito, supondo esta $\pm d$, a distância polar será $90 \mp d$, e teremos

$$d + p = \pm d + 90 \mp d = 90.$$

Destas coordenadas a primeira — *ângulo horário* — difere para um mesmo astro, e na mesma época, dum lugar para outro da terra; e, para um mesmo lugar da terra varia para um mesmo astro com o tempo, de 0° a 360° ou de 0^h a 24^h , correspondendo 15° a uma hora. Tem o inconveniente notado às duas coordenadas de orientação do primeiro sistema.

A coordenada *declinação*, ou a correlativa *distância polar*, é independente do lugar occupado pelo observador, e também do tempo, quando considerarmos nos astros sómente o movimento aparente diurno, movimento de rotação que effectuam num dia em volta do eixo celeste descrevendo *paralelos*, círculos de igual declinação, paralelos ao equador.

Neste sistema, das coordenadas do observador o ângulo horário é zero, e a declinação, altura do zenite acima do equador, é a latitude geográfica do lugar.

Relação entre as coordenadas rectangulares x , y , z , e as polares R , H , d .

$$x = R \cos d \cos H \quad (3)$$

$$y = R \cos d \sin H$$

$$z = R \sin d$$

Para a determinação de R , H , e d temos

$$R = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \quad (4)$$

$$\operatorname{tg} H = \frac{y}{x}$$

$$\operatorname{tg} d = \frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

3.º Equatoriais.

Coordenadas rectangulares. — Toma-se ainda para eixo director, dos z , o eixo celeste, positivo no sentido do polo norte, e para plano dos xy o plano perpendicular, do equador celeste. Para eixo dos x tomar-se há a intersecção do plano da eclíptica com o equador, positivo no sentido em que o sol atravessa o equador, passando do hemisfério austral para o boreal no seu movimento aparente ânuo (equinócio da primavera, vernal, ou ponto de áries). Para eixo dos y toma-se uma recta perpendicular ao eixo dos x , positivo do lado do coluro do solstício do verão.

Coordenadas polares. — *Raio vector* R .

— *Ascensão recta* \mathcal{A} ; ângulo dos planos de declinação do astro e do ponto vernal, medido no plano do equador pelo ângulo que a projecção do raio vector sôbre este plano faz com a recta tirada da origem para o ponto vernal, e contado de 0° até 360° no sentido contrário ao do movimento diurno, por motivo que se explicará quando se relacionar com esta a coordenada ângulo horário, que também é designada por tempo.

— *Declinação* d ; tem a mesma difinição que no sistema anterior.

É fácil de ver que estas coordenadas são independentes do lugar occupado pelo observador, e do tempo, supondo aos lugares celestes sómente o movimento diurno que desloca igualmente o ponto vernal (ponto celeste), e o astro, mantendo inalteráveis as suas distâncias.

Pela vantagem que decorre dêste facto são estas as coordenadas adoptadas nos catálogos, e os instrumentos directamente apropriados á sua observação são os equatoriais, cujo plano fundamental é o equador.

Neste sistema, das coordenadas do observador, a ascensão recta é o ângulo horário do ponto vernal, e a declinação a latitude geográfica.

Relação entre as coordenadas rectangulares x , y , z e polares R , \mathcal{A} , d .



Fig. 1

$$x = R \cos d \cos \mathcal{A} \quad (5)$$

$$y = R \cos d \sin \mathcal{A}$$

$$z = R \sin d$$

e R , d e \mathcal{A} são determinadas por fórmulas idênticas ás do caso anterior mudando H em \mathcal{A} .

4.º Eclípticas.

Coordenadas rectangulares. Conhecido o movimento aparente ânuo do sol, e admitindo que é plano, tomaremos para eixo director, dos z , a recta perpendicular, positivo no sentido do polo

norte, e para plano dos xy aquele plano, da eclíptica, assim chamado por determinar a região dos eclipses.

O eixo dos x positivo será a recta tirada da origem para o ponto vernal, e o eixo dos y positivo a recta tirada para o ponto solsticial do estio.

Coordenadas polares. — *Raio vector R.*

— *Longitude (celeste) L;* ângulo do círculo de latitude do astro, que passa por êste e pelo eixo da eclíptica, com o círculo de latitude do ponto vernal, medido no plano da eclíptica, e contado a partir do raio vector do ponto vernal até á projecção do raio vector do astro, desde 0° até 360° , passando primeiro pelo solstício do verão, cuja longitude é de 90° .

— *Latitude (celeste) l;* ângulo do raio vector do astro com o plano da eclíptica, contado a partir desta, desde 0° até $+90^\circ$ para o lado positivo do eixo da eclíptica, e de 0° até -90° para o lado negativo do mesmo eixo.

A *colatitude (celeste)* substitue a *latitude*, e designa o ângulo que o raio vector do astro faz com a parte positiva do eixo da eclíptica, contado a partir dêste, desde 0° até 180° . Êste ângulo é evidentemente complementar da latitude.

Neste sistema as coordenadas não dependem do lugar do observador nem do tempo, e teem a vantagem de poder supor-se numa primeira aproximação nula a latitude do sol, a qual tem sempre um pequeno valor.

Das coordenadas do observador a latitude celeste é a distância zenital do *nonagesimo*, designando assim o ponto da eclíptica que num dado instante tem maior altura acima do horizonte, e a longitude celeste é a longitude do mesmo ponto. O *nonagesimo* é, como se vê, o ponto em que o círculo vertical do observador, perpendicular à eclíptica, e que também é um círculo de latitude, encontra a eclíptica.

Relação entre as coordenadas rectangulares x, y, z e polares R, L, l .

$$\begin{aligned} x &= R \cos l \cos L \\ y &= R \cos l \sin L \\ z &= R \sin l \end{aligned} \quad (6)$$

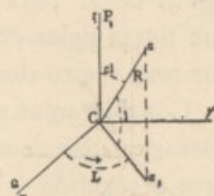


Fig. 2

R, L, l , são determinadas por fórmulas análogas às do caso anterior substituindo R por L , e d por l .

5. *Coordenadas mixtas.* — Das coordenadas directoras pode usar-se uma diédrica dum sistema com uma angular plana doutro. É especialmente muito usada a combinação da distância zenital do pri-

meiro sistema com a R do terceiro, coordenadas que são directamente dadas pelo instrumento circular meridiano.

6. *Coordenadas diferenciais.* — A cada um dos quatro sistemas de coordenadas referidos corresponde um sistema de coordenadas diferenciais; diferença entre as coordenadas dum astro num determinado sistema e as coordenadas no mesmo sistema dum lugar celeste muito proximo e de posição conhecida.

Além destes quatro sistemas diferenciais, temos ainda um outro:

— *Angulo de posição e distância.* — *Angulo de posição* é o ângulo que o plano do círculo máximo que passa pelo astro e por um ponto próximo, de posição conhecida, faz com o plano de declinação deste último, — é o ângulo π , sendo α' a posição do astro $P\alpha$ o traço do círculo de declinação que passa pelo ponto tomado para referência.

Para o ângulo de posição também se toma o ângulo que o círculo $\alpha\alpha'$ faz com o círculo de declinação que passa pelo meio de $\alpha\alpha'$.

— *Distância δ* , é a medida do arco $\alpha\alpha'$.



Fig. 3

II

TRANSFORMAÇÃO DE COORDENADAS CELESTES

7. *Transformação das coordenadas rectangulares.* — Passar-se há sempre dum sistema para outro que tenha um plano comum, e assim se poderá passar dum sistema para outro qualquer.

Para passar do 1.º sistema para o 4.º, passar-se há do 1.º para o 2.º; plano comum o meridiano, e por isso o eixo dos y : do 2.º para o 3.º; plano comum o equador, e por isso o eixo dos z : do 3.º para o 4.º; plano comum o plano que passa pelos eixos do equador e eclíptica, e por isso o eixo dos x .

Consideramos para exemplo o primeiro caso. Passagem das coordenadas do primeiro sistema para o segundo.

Supondo o observador em M , e que o plano da figura é o plano meridiano, as coordenadas xz do primeiro sistema são Cx e Cz , as coordenadas xz do segundo são Cx' e Cz' , sendo CP a direcção do eixo polar. A coordenada y fica comum. O ângulo de x' com x é a colatitude ϕ , do lugar.

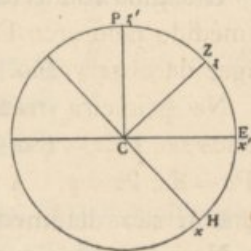


Fig. 4

As fórmulas de transformação do primeiro para o segundo sistema são

$$\begin{aligned} x' &= x \cos \varphi + \zeta \sin \varphi & (7) \\ y' &= y \\ \zeta' &= -x \sin \varphi + \zeta \cos \varphi \end{aligned}$$

do segundo para o primeiro

$$\begin{aligned} x &= x' \cos \varphi - \zeta' \sin \varphi & (8) \\ y &= y' \\ \zeta &= x' \sin \varphi + \zeta' \cos \varphi \end{aligned}$$

8. *Transformação das coordenadas polares.* — As fórmulas gerais de transformação podem ser imediatamente deduzidas das fórmulas correspondentes da transformação das coordenadas rectangulares.

1.º *Passagem do 1.º para o 2.º sistema.*

Substituindo em (7) os valores de $x, y, \zeta, x', y', \zeta'$, temos

$$\begin{aligned} \sin p \cos H &= \sin z \cos A \cos \varphi + \sin A \sin \varphi & (9) \\ \sin p \sin H &= \sin z \sin A \\ \cos p &= -\sin z \cos A \sin \varphi + \cos z \cos \varphi \end{aligned}$$

Estas fórmulas podem ser obtidas pela resolução do triângulo de posição, cujos vértices são o astro e os polos dos círculos fundamentais dos dois sistemas, neste caso o zenite e o polo do equador.

Nas transformações que consideramos há sempre um plano comum, e por isso as questões são resolvidas por um triângulo esférico em que um dos elementos conhecidos é o ângulo dos planos fundamentais, e os outros as duas coordenadas dum dos sistemas, ficando assim completamente determinado o triângulo.

O ângulo conhecido dos planos fundamentais é medido pelo arco Pz , colatitude geográfica do lugar da observação.

Na primeira transformação os elementos dados são $PZ\alpha = 180 - A$ e $Z\alpha = z$, as incógnitas, $ZP\alpha = H$ e $P\alpha = p$. A aplicação das fórmulas trigonométricas dá imediatamente as fórmulas (9).

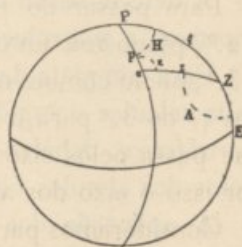


Fig. 5

Na interpretação das soluções dadas pelas fórmulas (9) deve atender-se á natureza dos ângulos que há a determinar.

A distância polar p fica completamente determinada pela terceira equação, visto este ângulo variar entre 0° e 180° , e neste limite, conhecido o sinal, só há um ângulo para o coseno dado.

O ângulo horário H fica determinado pelas duas primeiras equações, porquanto, embora possa variar de 0° a 360° , há um único ângulo para determinados valores do seno e coseno conhecidos com o respectivo sinal.

Basta, porém, determinar H pelo seno dado pela 2.^a equação, sendo fácil saber *à priori* se deve ser tomado o ângulo inferior ou superior a 180° . Com efeito, como $\text{sen } z$ e $\text{sen } p$ são sempre positivos, é evidente que $\text{sen } H$ e $\text{sen } A$ devem ter sempre o mesmo sinal, e por isso H será maior ou menor do que 180° ao mesmo tempo que A , que é dado.

Cálculo logarítmico das coordenadas obtidas por transformação.
Fazendo nas fórmulas (9)

$$\begin{aligned} \text{sen } z \cos A &= m \text{sen } M \\ \cos z &= m \cos M \end{aligned} \quad (10)$$

resulta

$$\begin{aligned} \text{sen } p \cos H &= m \text{sen } (\varphi + M) \\ \text{sen } p \text{sen } H &= \text{sen } z \text{sen } A \\ \cos p &= m \cos (\varphi + M). \end{aligned} \quad (11)$$

As fórmulas que definitivamente convêm empregar para usar as tangentes são:

$$\text{tg } M = \text{tg } z \cos A \quad (12)$$

$$\text{tg } H = \frac{\text{sen } z \text{sen } A}{m \text{sen } (\varphi + M)} = \frac{\text{tg } A \text{sen } M}{\text{sen } (\varphi + M)}$$

$$\text{tg } p = \frac{\text{tg } (\varphi + M)}{\cos H}.$$

A determinação de H é completa atendendo ás considerações que mostram a sua relação com o valor de A .

Para completa determinação dos elementos do triângulo de posição falta calcular o ângulo π formado em α , muitas vezes usado, — *ângulo paraláctico*, debaixo do qual do astro é vista a distância angular dos polos dos círculos fundamentais.

A aplicação das fórmulas trigonométricas dá imediatamente as seguintes que determinam completamente, e sem ambiguidade, o ângulo π ;

$$\begin{aligned} \text{sen } p \cos \pi &= \text{sen } z \cos \varphi + \cos z \cos A \text{sen } \varphi \\ \text{sen } p \text{sen } \pi &= \text{sen } A \text{sen } \varphi. \end{aligned} \quad (13)$$

A segunda destas fórmulas mostra também que os ângulos π e A serão conjuntamente maiores ou menores do que 180° .

Para o cálculo logarítmico de π , pondo

$$\begin{aligned} \cos z \cos A &= f \operatorname{sen} F \\ \operatorname{sen} z &= f \operatorname{sen} F \end{aligned} \quad (14)$$

as equações (13) tornam-se em

$$\begin{aligned} \operatorname{sen} p \cos \pi &= f \operatorname{sen} (\varphi + F) \\ \operatorname{sen} p \operatorname{sen} \pi &= \operatorname{sen} A \operatorname{sen} \varphi \end{aligned} \quad (15)$$

e π é determinado pelas fórmulas

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} F &= \frac{\operatorname{tg} z}{\cos A} \\ \operatorname{tg} \pi &= \frac{\operatorname{sen} A \operatorname{sen} \varphi \operatorname{sen} F}{\operatorname{sen} z \operatorname{sen} (\varphi + F)}. \end{aligned} \quad (16)$$

Significação das auxiliares M, m, F, f.

Tirando pelo vértice α um círculo máximo perpendicular ao meridiano, é fácil de ver que para os valores de A compreendidos entre 90° e 270° é

$$\cos A = \cot z \operatorname{tg} (180 - B)$$

e para os valores de A compreendidos de 270° a 90° é

$$\cos A = \cotg z \operatorname{tg} B$$

sendo B o arco compreendido entre o zenite e o pé daquela perpendicular. Pela comparação destes valores de A com o que resulta das fórmulas (10), conclue-se que, no primeiro caso, é $M = 180 - B$ e, no segundo, $M = B$.

Atendendo á segunda das equações (10) e a que, chamando γ ao arco compreendido entre o astro e o pé da perpendicular por êle tirado sôbre o meridiano, é

$$\cos z = \mp \cos \gamma \cos M$$

conforme A estiver compreendido entre 90° e 270° , ou 270° e 90° , segue-se que entre os mesmos limites será respectivamente

$$m = \mp \cos \gamma.$$

Considerando a primeira de (16), tirando pelo astro um arco de círculo máximo perpendicular ao respectivo vertical, e chamando B' o arco do meridiano compreendido entre o zenite e a sua intersecção

com aquele círculo, temos para os valores de A compreendidos desde 90° a 270° e desde 270° a 90° , respectivamente

$$\cos A = \operatorname{tg} z \cot (180 - B')$$

$$\cos A = \operatorname{tg} z \cot B'$$

e

$$F = 180 - B', \quad F = B'$$

Chamando γ ao ângulo formado pelo mesmo arco de círculo máximo com o meridiano, é em ambos os casos

$$\operatorname{sen} z = \operatorname{sen} \gamma \operatorname{sen} F$$

e, atendendo á segunda das fórmulas (14), conclue-se que é

$$f = \operatorname{sen} \gamma,$$

Determinação conjunta da distância polar, ângulo horário e ângulo paralático.

a) Substituindo nas analogias de DELAMBRE

$$a = p \quad b = z \quad c = \varphi$$

e $A = 180 - A$, $B = H$, $C = \pi$, temos as seguintes fórmulas que resolvem a questão

$$\cos \frac{p}{2} \operatorname{sen} \frac{1}{2} (H + \pi) = \cos \frac{1}{2} (z - \varphi) \operatorname{sen} \frac{1}{2} A \quad (17)$$

$$\cos \frac{p}{2} \cos \frac{1}{2} (H + \pi) = \cos \frac{1}{2} (z + \varphi) \cos \frac{1}{2} A$$

$$\operatorname{sen} \frac{p}{2} \operatorname{sen} \frac{1}{2} (H - \pi) = \operatorname{sen} \frac{1}{2} (z - \varphi) \operatorname{sen} \frac{1}{2} A$$

$$\operatorname{sen} \frac{p}{2} \cos \frac{1}{2} (H - \pi) = \operatorname{sen} \frac{1}{2} (z + \varphi) \cos \frac{1}{2} A$$

b) Calculando pelas fórmulas de GAUSS tábuas aproveitáveis para cada logar.

Tomando o zenite para polo do círculo que limita a figura, seja P o polo do equador OE , α a posição do astro, $Z\alpha$ o seu vertical, e $P\alpha$ o seu plano de declinação. É evidente que, para qualquer distância zenital, GQ conserva o mesmo valor não variando o azimute, e por isso poderá ser tabulado tomando para argumento A . Designando GQ por α , e pondo $GD = u$, temos

$$H = \alpha - u \quad (18)$$

Dedução das fórmulas que dão α , u , p , π

O triângulo rectângulo GQZ determina α , o triângulo rectângulo αDG determina u , p , π . No primeiro são conhecidos $ZQ = 90 - \varphi$ e $ZG = A$.

No triângulo αDG temos $\alpha D = 90 - p$, o ângulo em $\alpha = \pi$, $GD = u$ elementos que serão determinados conhecidos αG , e $G = \gamma$.

Mas é $\alpha G = ZG - z$, e fazendo $ZG = 90 - B$ temos

$$\alpha G = 90 - (B + z)$$

Do triângulo ZQG tira-se

$$\begin{aligned} \cos A &= \cotg ZG \cotg \varphi, & \cos \varphi &= \tg \alpha \cotg A \\ &= \tg B \cotg \varphi, & \cos (90 - B) &= \cot A \cotg \gamma \end{aligned}$$

e é

$$\begin{aligned} \tg B &= \cos A \tg \varphi & (19) \\ \cot \gamma &= \sen B \tg A \\ \tg \alpha &= \cos \varphi \tg A. \end{aligned}$$

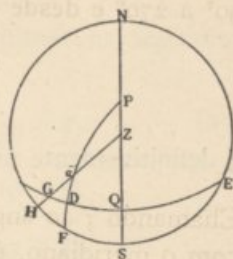


Fig. 6

Do triângulo αDG tira-se

$$\begin{aligned} \cos \alpha G &= \sen (B + z) = \cot \gamma \cot \pi \\ \cos \gamma &= \tg u \tg (B + z). \end{aligned}$$

Donde resulta

$$\begin{aligned} \tg u &= \cos \gamma \cot (B + z) & (20) \\ \cos p &= \sen \gamma \cos (B + z) \\ \cot \gamma &= \tg \pi \sen (B + z). \end{aligned}$$

As tábuas de GAUSS dão com o argumento A os valores de α , B , $\log C$, $\log D$, $\log E$, chamando C , D , E a $\cos \gamma$, $\sen \gamma$ e $\cot \gamma$.

2.º Passagem do 2.º para o 1.º sistema.

Substituindo os valores de x , y , z , x' , y' , z' nas equações (2), obtêm-se

$$\begin{aligned} \sen z \cos A &= \sen p \cos H \cos \varphi - \cos p \sen \varphi & (21) \\ \sen z \sen A &= \sen p \sen H \\ \cos z &= \sen p \cos H \sen \varphi + \cos p \cos \varphi. \end{aligned}$$

Estas fórmulas também podem ser obtidas pela resolução do triângulo de posição, tendo lugar as considerações feitas anteriormente relativamente à determinação de z e A ; z é determinado pela terceira equação, e A pela segunda atendendo às relações que há entre os valores de A e H .

Cálculo logarítmico das fórmulas (21).

Fazendo

$$\begin{aligned} \cos p &= u \sen N & (22) \\ \sen p \cos H &= u \cos N \end{aligned}$$

*

tornam-se em

$$\begin{aligned}\operatorname{sen} z \cos A &= u \cos (\varphi + N) \\ \operatorname{sen} z \operatorname{sen} A &= \operatorname{sen} p \operatorname{sen} H \\ \cos z &= u \operatorname{sen} (\varphi + N)\end{aligned}\quad (23)$$

e definitivamente usam-se as seguintes fórmulas

$$\begin{aligned}\operatorname{tg} N &= \frac{\operatorname{cotg} p}{\cos H} \\ \operatorname{tg} A &= \frac{\operatorname{tg} H \cos N}{\cos (\varphi + N)} \\ \operatorname{tg} z &= \frac{\operatorname{cotg} (\varphi + N)}{\cos A}.\end{aligned}\quad (24)$$

Determinação da distância zenital e ângulo paraláctico conhecidas as coordenadas do segundo sistema.

Temos as fórmulas

$$\begin{aligned}\operatorname{sen} z \cos \pi &= \operatorname{sen} p \cos \varphi - \cos p \cos H \operatorname{sen} \varphi \\ \operatorname{sen} z \operatorname{sen} \pi &= \operatorname{sen} H \operatorname{sen} \varphi \\ \cos z &= \cos p \cos \varphi + \operatorname{sen} p \cos H \operatorname{sen} \varphi.\end{aligned}\quad (25)$$

Para o seu calculo logaritmico, pondo

$$\begin{aligned}\cos H \operatorname{sen} \varphi &= g \operatorname{sen} G \\ \cos \varphi &= g \cos G\end{aligned}$$

resulta

$$\begin{aligned}\operatorname{sen} z \cos \pi &= g \operatorname{sen} (p - G) \\ \operatorname{sen} z \operatorname{sen} \pi &= \operatorname{sen} H \operatorname{sen} \varphi \\ \cos z &= g \cos (p - G)\end{aligned}\quad (26)$$

e para o uso aproveitam-se as fórmulas

$$\begin{aligned}\operatorname{tg} g &= \cos H \operatorname{tg} \varphi \\ \operatorname{tg} \pi &= \frac{\operatorname{sen} H \operatorname{sen} \varphi}{g \operatorname{sen} (p - G)} = \frac{\operatorname{tg} H \operatorname{sen} G}{\operatorname{sen} (p - G)} \\ \operatorname{tg} z &= \frac{\operatorname{tg} (p - G)}{\cos \pi}.\end{aligned}\quad (27)$$

Determinação conjunta das coordenadas do primeiro sistema, e ângulo paraláctico, conhecidas as coordenadas do segundo sistema e a latitude do lugar.

Podem ser seguidos dois processos correspondentes aos anteriormente indicados:

a) Aplicando as analogias de DELAMBRE, resultam as seguintes fórmulas

$$\begin{aligned} \operatorname{sen} \frac{1}{2} z \operatorname{sen} \frac{1}{2} (A + \pi) &= \operatorname{sen} \frac{1}{2} H \operatorname{sen} \frac{1}{2} (p + \varphi) \\ \operatorname{sen} \frac{1}{2} z \cos \frac{1}{2} (A + \pi) &= \cos \frac{1}{2} H \operatorname{sen} \frac{1}{2} (p - \varphi) \\ \cos \frac{1}{2} z \operatorname{sen} \frac{1}{2} (A - \pi) &= \operatorname{sen} \frac{1}{2} H \cos \frac{1}{2} (p + \varphi) \\ \cos \frac{1}{2} z \cos \frac{1}{2} (A - \pi) &= \cos \frac{1}{2} H \cos \frac{1}{2} (p - \varphi) \end{aligned} \quad (28)$$

b) Calculando tábuas, aproveitáveis em cada lugar, pelas fórmulas dadas por GAUSS.

É evidente, na fig. 6, que F variará só com H . Suponhamos $FS = \alpha$, cujo valor será deduzido do triângulo rectângulo PFS , no qual, pondo $B = DF$ e $PFS = 180 - \gamma$, como é $PS = 90 + \varphi$ e $FPS = H$, temos

$$\cos \varphi = \cotg H \operatorname{tg} \alpha$$

que dá

$$\operatorname{tg} \alpha = \cos \varphi \operatorname{tg} H. \quad (29)$$

Fazendo $HF = u$, é

$$A = \alpha + u. \quad (30)$$

A resolução do triângulo $H\alpha F$ fornecerá fórmulas que permitirão obter os valores desejados em função de H .

Para se resolver êste triângulo calcula-se primeiro B , e o ângulo $\alpha FH = \gamma = 180 - \alpha FS$.

Temos

$$\operatorname{tg} B = \cos H \operatorname{tg} \varphi \quad \cot \gamma = \operatorname{sen} B \operatorname{tg} H.$$

E, atendendo ao triângulo $H\alpha F$, temos as fórmulas

$$\begin{aligned} A &= \alpha + u \\ \operatorname{tg} u &= \cos \gamma \cotg (p - B) \\ \cos z &= \operatorname{sen} \gamma \cos (p - B) \\ \cot \gamma &= \operatorname{tg} \pi \operatorname{sen} (p - B) \end{aligned} \quad (31)$$

As tábuas já referidas, substituindo agora A por H , servem para calcular α , B , $\log C$, $\log D$, $\log E$ e enfim A , z , π .

Cálculo de z para diferentes valores de H , conservando-se p cons-

tante (para a mesma noite e para o mesmo lugar). Na última das equações (21) substitua-se $\cos H = 1 - 2 \operatorname{sen}^2 \frac{1}{2} H$,

teremos

$$\cos z = \cos [\pm(\varphi - p)] - 2 \operatorname{sen} \varphi \operatorname{sen} p \operatorname{sen}^2 \frac{1}{2} H$$

donde

$$\operatorname{sen}^2 \frac{1}{2} z = \operatorname{sen}^2 \frac{1}{2} [\pm(\varphi - p)] + \operatorname{sen} \varphi \operatorname{sen} p \operatorname{sen}^2 \frac{1}{2} H$$

e

$$\operatorname{sen} \frac{1}{2} z = \operatorname{sen} \frac{1}{2} [\pm(\varphi - p)] \sqrt{1 + \frac{\operatorname{sen} \varphi \operatorname{sen} p}{\operatorname{sen}^2 \frac{1}{2} [\pm(\varphi - p)]} \operatorname{sen}^2 \frac{1}{2} H}$$

Fazendo

$$\sqrt{\operatorname{sen} \varphi \operatorname{sen} p} = k$$

$$\operatorname{sen} \frac{1}{2} [\pm(\varphi - p)] = l$$

resulta

$$\operatorname{sen} \frac{1}{2} z = l \sqrt{1 + \frac{k^2 \operatorname{sen}^2 \frac{1}{2} H}{l^2}} \quad (32)$$

e fazendo

$$\frac{k}{l} \operatorname{sen} \frac{1}{2} H = \operatorname{tg} B$$

temos

$$\operatorname{sen} \frac{1}{2} z = \frac{l}{\cos B} = \frac{k}{\operatorname{sen} B} \operatorname{sen} \frac{1}{2} H \quad (33)$$

k e l são constantes, e das duas fórmulas deve ser empregada a que tiver maior denominador.

Transformação das coordenadas mixtas dos dois primeiros sistemas:

Passagem das coordenadas mixtas azimute e distância polar para ângulo horário e distância zenital.

O triângulo de posição dá

$$\begin{aligned} \cos H \cos \varphi - \operatorname{sen} H \cos A &= \operatorname{sen} \varphi \cot p \\ \cos z \cos \varphi - \operatorname{sen} z \cos A \operatorname{sen} \varphi &= \cos p \end{aligned}$$

Fazendo

$$\cos \varphi = b \operatorname{sen} B$$

$$\cos A = b \cos B$$

e

$$\cos \varphi = c \operatorname{sen} C$$

$$\cos A \operatorname{sen} \varphi = c \cos C$$

resultam as fórmulas que resolvem o problema

$$\begin{aligned} \text{sen } (B - H) &= \frac{\text{sen } \varphi}{b \text{ tg } p} \\ \text{sen } (C - z) &= \frac{\text{cos } p}{c}. \end{aligned} \quad (34)$$

Conhecidas a distância zenital e a distância polar, calcular o ângulo horário, azimute, e ângulo paralático.

Neste caso são dados os lados do triângulo de posição z , p , φ .

Supondo $\frac{1}{2}(z + p + \varphi) = s$, temos

$$\begin{aligned} \text{tg } \frac{1}{2} H &= \sqrt{\frac{\text{sen } (s - \varphi) \text{ sen } (s - p)}{\text{sen } s \text{ sen } (s - z)}} \\ \text{tg } \frac{1}{2} A &= \sqrt{\frac{\text{sen } s \text{ sen } (s - p)}{\text{sen } (s - \varphi) \text{ sen } (s - z)}} \\ \text{tg } \frac{1}{2} \pi &= \sqrt{\frac{\text{sen } (s - p) \text{ sen } (s - z)}{\text{sen } s \text{ sen } (s - \varphi)}}. \end{aligned} \quad (35)$$

Casos particulares mais importantes.

Determinação da distância zenital e azimute sendo o ângulo horário do astro 6^h (90°), ou 18^h (270°).

1.º O triângulo ZPa é recto em P , e temos

$$\begin{aligned} \text{cos } z &= \text{cos } p \text{ cos } \varphi \\ \text{cotg } A &= -\text{cog } p \text{ sen } \varphi. \end{aligned} \quad (36)$$

2.º É

$$\begin{aligned} \text{cos } z &= \text{cos } p \text{ cos } \varphi \\ \text{cot } A &= +\text{cotg } p \text{ sen } \varphi. \end{aligned} \quad (37)$$

Determinação do ângulo horário e distância zenital dum astro cujo azimute é máximo (na sua maior digressão).

O vertical do astro Za será perpendicular ao círculo de declinação Pa ; temos pois no triângulo rectângulo PaZ

$$\begin{aligned} \text{cos } H &= \frac{\text{tg } p}{\text{tg } \varphi} \\ \text{sen } A &= \frac{\text{sen } p}{\text{sen } \varphi} \\ \text{cos } z &= \frac{\text{cos } \varphi}{\text{cos } p}. \end{aligned} \quad (38)$$

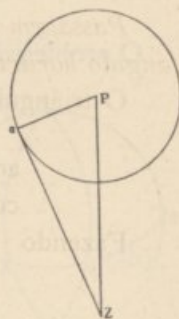


Fig. 7

Quando p e φ forem sensivelmente iguais, as fórmulas (38) não

conveem para o cálculo das incógnitas. Neste caso quadrando-as, e subtraindo cada um dos membros da unidade temos

$$\operatorname{sen}^2 H = \frac{\operatorname{tg}^2 \varphi - \operatorname{tg}^2 p}{\operatorname{tg}^2 \varphi} = \frac{\operatorname{sen}(\varphi + p) \operatorname{sen}(\varphi - p)}{\cos^2 p \operatorname{sen}^2 \varphi}$$

$$\cos^2 A = \frac{\operatorname{sen}^2 \varphi - \operatorname{sen}^2 p}{\operatorname{sen}^2 \varphi} = \frac{\operatorname{sen}(\varphi + p) \operatorname{sen}(\varphi - p)}{\operatorname{sen}^2 \lambda}$$

$$\operatorname{sen}^2 z = \frac{\cos^2 p - \cos^2 \varphi}{\cos^2 p} = \frac{\operatorname{sen}(\varphi + p) \operatorname{sen}(\varphi - p)}{\cos^2 p}$$

donde, pondo

$$\sqrt{\operatorname{sen}(\varphi + p) \operatorname{sen}(\varphi - p)} = k$$

resultam as fórmulas

$$\operatorname{sen} H = \frac{k}{\cos p \operatorname{sen} \varphi} \quad \cos A = \frac{k}{\operatorname{sen} \varphi} \quad \operatorname{sen} z = \frac{k}{\cos p}. \quad (39)$$

Determinação do ângulo horário, distância zenital e angulo para-láctico dum astro no primeiro vertical conhecida a distância polar.

Do triângulo rectângulo PZa tira-se

$$\cos H = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} p} \quad (40)$$

$$\cos z = \frac{\cos p}{\cos \varphi}$$

$$\operatorname{sen} \pi = \frac{\operatorname{sen} \varphi}{\operatorname{sen} p}$$

ou, pondo

$$\sqrt{\operatorname{sen}(\varphi + p) \operatorname{sen}(p - \varphi)} = k$$

$$\operatorname{sen} H = \frac{k}{\cos \varphi \operatorname{sen} p} \quad \operatorname{sen} z = \frac{k}{\cos \varphi} \quad \cos \pi = \frac{k}{\operatorname{sen} p}. \quad (41)$$

O problema não tem solução quando for $\varphi > p$; resulta k imaginário.

3.º *Passagem do 2.º para o 3.º sistema.*

Neste caso a coordenada p é comum e, designando a ascensão recta do meridiano por T , é

$$R = T - H \quad (42)$$

T também é o ângulo horário do ponto vernal, e é chamado tempo sideral, sendo a palavra tempo consagrada em astronomia para a designação de ângulos horários.

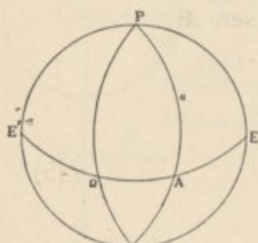


Fig. 8

Passagem do 3.^o para o 2.^o sistema.

É p comum e

$$H = T - \mathcal{R} \quad (43)$$

Passagem do 3.^o para o 4.^o sistema.

Supondo conhecida a obliquidade Σ da eclíptica, p , e \mathcal{R} , a determinação de L , l e η , ângulo no astro, pode fazer-se pelas fórmulas deduzidas do triângulo de posição $PP_1\alpha$, onde é $P_1P\alpha = 90 + \mathcal{R}$, $P_1P\alpha = 90 - L$, $P_1\alpha = 90 - l$, $P\alpha = p$, $PP_1 = \Sigma$, e chamaremos η ao ângulo em α .

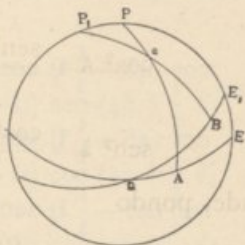


Fig. 9

Temos as fórmulas

$$\begin{aligned} \cos l \operatorname{sen} L &= \operatorname{sen} \Sigma \cos p + \cos \Sigma \operatorname{sen} p \operatorname{sen} \mathcal{R} \\ \cos l \cos L &= \operatorname{sen} p \cos \mathcal{R} \\ \operatorname{sen} l &= \cos \Sigma \cos p - \operatorname{sen} \Sigma \operatorname{sen} p \operatorname{sen} \mathcal{R} \end{aligned}$$

que determinam l e L sem ambiguidade.

Para o seu cálculo logarítmico, pondo

$$\begin{aligned} \cos p &= q \cos Q \\ \operatorname{sen} p \operatorname{sen} \mathcal{R} &= q \operatorname{sen} Q \end{aligned}$$

temos

$$\begin{aligned} \cos l \operatorname{sen} L &= q \operatorname{sen} (\Sigma + Q) \\ \cos l \cos L &= \operatorname{sen} p \cos \mathcal{R} \\ \operatorname{sen} l &= q \cos (\Sigma + Q) \end{aligned}$$

e as fórmulas

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} Q &= \operatorname{tg} p \operatorname{sen} \mathcal{R} \\ \operatorname{tg} L &= \frac{q \operatorname{sen} (\Sigma + Q)}{\operatorname{sen} p \cos \mathcal{R}} = \frac{\operatorname{tg} \mathcal{R} \operatorname{sen} (\Sigma + Q)}{\operatorname{sen} Q} \\ \operatorname{tg} l &= \frac{\operatorname{sen} L}{\operatorname{tg} (\Sigma + Q)}. \end{aligned} \quad (44)$$

Determinação do ângulo η . Do triângulo de posição deduz-se

$$\begin{aligned} \cos l \cos \eta &= \cos \Sigma \operatorname{sen} p + \operatorname{sen} \Sigma \cos p \operatorname{sen} \mathcal{R} \\ \cos l \operatorname{sen} \eta &= \operatorname{sen} Q \cos \mathcal{R} \end{aligned}$$

e para o cálculo logarítmico temos as fórmulas

$$\begin{aligned} \cos \Sigma &= r \cos R \\ \operatorname{sen} \Sigma \operatorname{sen} \mathcal{R} &= r \operatorname{sen} R \\ \operatorname{tg} R &= \operatorname{tg} \Sigma \operatorname{sen} \mathcal{R} \\ \operatorname{tg} \eta &= \frac{\operatorname{tg} \Sigma \cos \mathcal{R} \cos R}{\operatorname{sen} (R + p)}. \end{aligned} \quad (45)$$

Determinação conjunta de L, l, η . Póde ser seguido qualquer dos dois processos indicados na transformação análoga do primeiro e segundo sistemas de coordenadas.

a) Aplicando as analogias de DELAMBRE, temos as equações

$$\cos \left(45 - \frac{1}{2} l\right) \cos \left[45 + \frac{1}{2} (\eta - L)\right] = \cos \frac{1}{2} (\Sigma + p) \sin \left(45 + \frac{1}{2} \mathcal{R}\right) \quad (46)$$

$$\cos \left(45 - \frac{1}{2} l\right) \sin \left[45 + \frac{1}{2} (\eta - L)\right] = \cos \frac{1}{2} (\Sigma + p) \cos \left(45 + \frac{1}{2} \mathcal{R}\right)$$

$$\sin \left(45 - \frac{1}{2} l\right) \sin \left[45 - \frac{1}{2} (\eta + L)\right] = \sin \frac{1}{2} (\Sigma + p) \cos \left(45 + \frac{1}{2} \mathcal{R}\right)$$

$$\sin \left(45 - \frac{1}{2} l\right) \cos \left[45 - \frac{1}{2} (\eta + L)\right] = \sin \frac{1}{2} (\Sigma + p) \sin \left(45 + \frac{1}{2} \mathcal{R}\right)$$

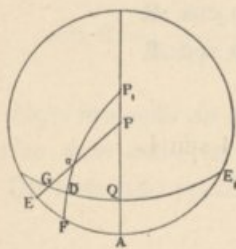


Fig. 10

b) Usando as tábuas de GAUSS. Para deduzir as fórmulas que teem de ser aplicadas, segue-se o processo atrás exposto, aproveitando a figura em que P, e P' são os polos do equador e da ecliptica.

4.º Passagem do 4.º para o 3.º sistema.

Do triângulo de posição deduzem-se as seguintes fórmulas que determinam sem ambiguidade \mathcal{R} e p, conhecidos L, l e Σ .

$$\begin{aligned} \text{sen } p \text{ sen } \mathcal{R} &= \text{sen } \Sigma \text{ sen } l + \cos \Sigma \text{ sen } l \text{ sen } L & (47) \\ \text{sen } p \cos \mathcal{R} &= \cos l \cos L \\ \cos p &= \cos \Sigma \text{ sen } l + \text{sen } \Sigma \cos l \text{ sen } L. \end{aligned}$$

Para o cálculo logarítmico, pondo

$$\begin{aligned} \cos l \text{ sen } L &= s \cos S \\ \text{sen } l &= s \text{ sen } S \end{aligned}$$

resulta

$$\begin{aligned} \text{sen } p \text{ sen } \mathcal{R} &= s \cos (S + \Sigma) \\ \text{sen } p \cos \mathcal{R} &= \cos l \cos L \\ \cos p &= s \text{ sen } (S + \Sigma) \end{aligned}$$

e temos as formulas

$$\begin{aligned} \text{tg } S &= \frac{\text{tg } l}{\text{sen } L} & (48) \\ \text{tg } \mathcal{R} &= \frac{\cos (S + \Sigma) \text{tg } L}{\cos S} \\ \text{tg } p &= \frac{\cos S}{\cos \mathcal{R} \text{ sen } (S + \Sigma) \text{tg } L} \end{aligned}$$

Determinação conjunta da \mathcal{R} , p e η . Podem ser aproveitadas as analogias de DELAMBRE, ou as tábuas de GAUSS, usando fórmulas análogas ás que já foram deduzidas para o caso das transformações do 2.º e 1.º sistema.

As formulas de DELAMBRE dão

$$\operatorname{sen} \frac{1}{2} p \operatorname{sen} \left[45 - \frac{1}{2} (\eta - \mathcal{R}) \right] = \operatorname{sen} \left[45 - \frac{1}{2} (\Sigma + 1) \right] \operatorname{sen} \left(45 + \frac{1}{2} \varphi \right) \quad (49)$$

$$\operatorname{sen} \frac{1}{2} p \cos \left[45 - \frac{1}{2} (\eta - \mathcal{R}) \right] = \cos \left[45 - \frac{1}{2} (\Sigma - 1) \right] \cos \left(45 + \frac{1}{2} \varphi \right)$$

$$\cos \frac{1}{2} p \operatorname{sen} \left[45 - \frac{1}{2} (\eta + \mathcal{R}) \right] = \operatorname{sen} \left[45 - \frac{1}{2} (\Sigma - 1) \right] \cos \left(45 + \frac{1}{2} \varphi \right)$$

$$\cos \frac{1}{2} p \cos \left[45 - \frac{1}{2} (\eta + \mathcal{R}) \right] = \cos \left[45 - \frac{1}{2} (\Sigma + 1) \right] \operatorname{sen} \left(45 + \frac{1}{2} \varphi \right)$$

Determinação de η

Do triângulo de posição deduz-se

$$\operatorname{sen} p \cos \eta = \cos \Sigma \cos l - \operatorname{sen} \Sigma \operatorname{sen} l \operatorname{sen} L$$

$$\operatorname{sen} p \operatorname{sen} \eta = \operatorname{sen} \Sigma \cos L$$

e para o cálculo logarítmico temos as fórmulas

$$\cos \Sigma = u \cos M \quad (50)$$

$$\operatorname{sen} \Sigma \operatorname{sen} Q = u \operatorname{sen} M$$

$$\operatorname{tg} u = \operatorname{tg} \Sigma \operatorname{sen} Q$$

$$\operatorname{tg} \eta = \frac{\operatorname{sen} M}{\cos (M + 1) \operatorname{tg} L}$$

Para o sol. Podemos supor $l = 0$, não sendo exigido grande rigor, e as fórmulas de transformação reduzem-se a

$$\operatorname{sen} p \operatorname{sen} \mathcal{R} = \cos \Sigma \operatorname{sen} L \quad (51)$$

$$\operatorname{sen} p \cos \mathcal{R} = \cos L$$

$$\operatorname{sen} p = \operatorname{sen} \Sigma \operatorname{sen} L$$

9. *Equações diferenciais das fórmulas de transformação de coordenadas.*

Estas fórmulas obteem-se pela variação das fórmulas deduzidas em relação a todos os elementos que nelas entram, e podem ser aproveitadas para calcular a influência que os erros cometidos em alguns elementos teem sôbre o cálculo dum outro obtido por meio deles, ou para fixar as condições em que convém observar, apreciando quando será menor a influência dos erros que affectam os elementos

utilizados para a determinação dos que tem de ser obtidos pelas fórmulas.

É claro que estas equações podem ser deduzidas directamente das fórmulas obtidas, ou também das equações diferenciais das fórmulas fundamentais da trigonometria, substituindo nelas os elementos do problema.

Estas equações são:

$$\begin{aligned} da - \cos Cdb - \cos Cz \quad dc &= \text{sen } b \text{ sen } CdA & (52) \\ - \cos Cda + \quad db - \cos A \quad dc &= \text{sen } c \text{ sen } AdB \\ - \cos Bda - \cos Adb + \quad dc &= \text{sen } a \text{ sen } BdC \end{aligned}$$

e delas podemos deduzir outras quaisquer, de modo a termos todas as combinações que se podem obter com os seis elementos tomados quatro a quatro.

Assim, eliminando da , temos

$$\begin{aligned} \text{sen } Cdb - \cos a \text{ sen } Bdc &= \text{sen } b \cos CdA + \text{sen } adB & (53) \\ - \cos a \text{ sen } Cdb + \quad \text{sen } Bdc &= \text{sen } c \cos BdA + \text{sen } adC. \end{aligned}$$

Eliminando db entre estas, obtem-se

$$\text{sen } a \text{ sen } Bdc = \cos bdA \cos adB + dC. \quad (54)$$

Eliminando dA entre as mesmas equações, obtem-se

$$\cos b \text{ sen } Cdb - \cos c \text{ sen } Bdc = \text{sen } c \cos BdB - \text{sen } b \cos CdC$$

ou, dividindo por $\text{sen } b \text{ sen } C = \text{sen } c \text{ sen } B$,

$$\cot bdb - \cot cdc = \cot BdB - \cot CdC. \quad (55)$$

Estas 7 equações por transformação circular resolvem todos os casos que podem apresentar-se

$$\begin{aligned} abc \left\{ \begin{array}{l} A \\ B \\ C \end{array} \right. & \quad abA \left\{ \begin{array}{l} B \\ C \end{array} \right. & \quad abB \left\{ \begin{array}{l} B \\ C \end{array} \right. & & (56) \\ acA \left\{ \begin{array}{l} B \\ C \end{array} \right. & \quad acB \left\{ \begin{array}{l} B \\ C \end{array} \right. & \quad bcA \left\{ \begin{array}{l} B \\ C \end{array} \right. & \quad bcB \left\{ \begin{array}{l} B \\ C \end{array} \right. \\ ABC \left\{ \begin{array}{l} a \\ b \\ c \end{array} \right. & & & & \end{aligned}$$

III

DETERMINAÇÃO DAS COORDENADAS CELESTES

Noções gerais

10. Das coordenadas celestes sómente as directoras podem ser determinadas directamente por meio de instrumentos, e há a distinguir a determinação das coordenadas absolutas e das coordenadas diferenciais.

No primeiro caso trata-se da determinação do ângulo de duas rectas situadas num plano e do diedro de dois planos, que, medido como é pelo seu rectilíneo, será também determinado pelo ângulo de duas rectas existentes num plano, ficando por isso ambas as questões reduzidas à medida dum ângulo plano.

Para este fim torna-se preciso fixar previamente uma direcção. O ângulo de duas direcções, ou a diferença dos ângulos que duas determinadas direcções façam com outra tomada para referência, fornecerá o valor do ângulo procurado.

O ângulo diedro também pode ser determinado em certos casos sem o emprêgo dum círculo graduado, partindo da circunstância de ser uniforme o movimento de rotação da terra, e aproveitando os relógios siderais regulados por aquele movimento, e cujo estudo tem por isso lugar marcado a propósito da determinação das coordenadas celestes, independentemente da razão, já importante, de ser indispensável ter conhecimento da época a que se referem os valores obtidos, necessidade que, para as coordenadas do primeiro sistema é diédrica do segundo, é capital, vista a variação que no prazo do período da revolução diurna da terra sofrem estas coordenadas para um mesmo astro e para o mesmo lugar da terra.

Aproveitado um relógio regulado pelo movimento uniforme da rotação da terra, isto é, que registe os intervalos de tempo durante os quais se efectua uma revolução completa, intervalos que são designados por dia sideral e que na divisão sexagesimal são divididos em 24 horas, 1:440 minutos, e 86:400 segundos, é fácil de compreender que a coordenada diédrica do segundo sistema ficará determinada desde que seja possível fixar o momento marcado nesse relógio em que o astro tenha passado pelo meridiano do lugar. Com efeito, a diferença da hora marcada em qualquer instante para a hora então marcada representará em tempo o ângulo horário do astro nesse momento.

Considerando o círculo graduado que constitue o mostrador do relógio, pode supor-se que o referido ângulo diedro é medido pelo

ângulo de duas posições da agulha, correspondentes — uma à que for ocupada quando o astro se encontrar no meridiano, — e outra quando se encontrar numa qualquer posição para a qual se pretender determinar a coordenada ângulo horário.

A determinação da coordenada diédrica do terceiro sistema — ascensão recta — resultará da determinação do momento, marcado no referido relógio, em que o astro passar no meridiano, conhecido o momento marcado no mesmo relógio da passagem do ponto vernal, sendo o ângulo das agulhas, correspondentes a essas posições, igual ao ângulo formado pelo círculo de declinação do astro com o círculo de declinação do ponto vernal.

A determinação de coordenadas diédricas pelo processo que deixamos indicado exige, além do relógio, também a fixação duma direcção no plano do meridiano.

Conclue-se que a determinação das coordenadas celestes faz-se por meio dos relógios e de instrumentos munidos de alidades, cujo movimento esteja relacionado com a peça destinada a fixar a direcção do astro.

São dois os tipos dêstes instrumentos; — *altazimutais*, cujo plano fundamental é o horizonte, — *paralácticos*, cujo plano fundamental é o equador, e classificá-los hemos da seguinte forma.

Para a determinação das coordenadas absolutas:

Altazimutais;

de azimute variável:

altazimute,

teodolito,

óculo zenital,

circumzenital,

astrolábio de prisma,

oitante,

sextante,

oitante de três espelhos,

circular de reflexão;

de azimute constante:

no meridiano

gnomon,

circular meridiano,

óculo meridiano,

circular mural,

no primeiro vertical

primeiro vertical

num vertical qualquer
altazimute fixo.

Paralácticos:

equatorial.

Para a determinação das coordenadas diferenciais:

micrómetros paralácticos,

paralácticos fotográficos,

heliómetro.

Antes de entrar no estudo detalhado dos instrumentos, precedido do dos erros de construção, examinaremos as seguintes questões gerais:

Fixação de uma direcção. — *Determinação do ângulo de dois planos.* — *Determinação do ângulo de duas rectas num plano determinado.*

11. *Fixação duma direcção — alidades e óculos.* — A direcção que temos aqui em vista fixar é a da recta que liga o objecto observado, suposto reduzido a um ponto, ou por assim se nos apresentar, como as estrelas, ou por tomarmos nele pontos especiais, como se faz na observação do sol e da lua, com a sua imagem formada sôbre a retina, ou sôbre um *écran*.

Alidades. O processo que primeiro se nos oferece aproveitar é o usual da pontaria por meio duma vara rígida, ou duma maneira mais aperfeiçoada por meio da alidade que pode ser construída de diferentes formas, e suporemos composta duma régua bem desempenada sôbre a qual escorregam dois quadrados de iguais dimensões, no centro dum dos quais existe um orifício a que o observador pode encostar o olho, e no outro uma abertura com dois fios cruzados no centro, e o mais delgados possível para melhor fixarem a posição dêste.

A direcção será determinada pela posição ocupada pela régua quando enfiando a vista pelo orifício o objecto ficar projectado atrás do cruzamento dos fios a que nos referimos, e a que se dá o nome de retículo, por ser paralela à recta que passa pelo orifício e pelo cruzamento dos fios, pontos que determinam materialmente a direcção do raio visual tirado do olho do observador para o objecto.

Na observação do sol, como se faz com o gnomon, a alidade reduz-se a um orifício colocado sôbre uma régua vertical, e a direcção é determinada pela recta que passa por aquele orifício e por um ponto da imagem do sol projectada sôbre um plano horizontal, que é o *écran*.

A fixação duma direcção por meio da alidade é muito grosseira,

e ao seu uso foi substituído o do óculo, sempre empregado quando se trata de medidas precisas, e que ao rigor dos resultados reúne outras vantagens a que nos referiremos, e também o do telescópio adoptado para satisfazer a outras exigências, mas que também poderia servir para o mesmo fim.

Óculos e telescópios, considerados como instrumentos destinados a fixar uma direcção. A teoria destes instrumentos, conhecida já da óptica, funda-se na das lentes convergentes e dos espelhos côncavos.

Dos telescópios, que teem como elemento óptico principal um espelho côncavo, há os dois typos — de *HERSCHEL*, e de *NEWTON*. São instrumentos destinados à observação de fenómenos, e que embora possam servir para a determinação rigorosa de direcções não são aproveitados para êste fim. Na observação de fenómenos teem a vantagem dum maior aproveitamento de luz.

A fixação da direcção por meio dum óculo, que no estudo de que nos ocupamos consideramos destinado sómente à observação de objectos que podem supôr-se colocados a uma distância infinita, baseia-se no facto sabido de não soffrerem desvio os raios luminosos que passam pelo centro óptico duma lente.

Para o fim que estamos considerando podemos supor o óculo reduzido a um tubo cilíndrico tendo numa extremidade uma lente convergente, objectiva, e na outra um caixilho com fios cruzados, da maior tenuidade possível, retículo.

A direcção dum ponto luminoso, cuja imagem se forma sôbre um dos pontos em que os fios do retículo se cruzam, é determinada pela recta que passa por aquele ponto e pelo centro óptico da objectiva, que o constructor coloca sempre de modo que o centro fique sôbre o eixo do cilindro, chamando-se especialmente eixo óptico à recta que passa pelo centro óptico da objectiva e pelo centro do retículo. Dêste modo, se houver maneira de marcar sôbre um círculo graduado, em volta de cujo centro se move o óculo, os traços correspondentes às posições por êle occupadas quando aquella recta está dirigida para duas direcções existentes num plano, claro é que immediatamente podemos deduzir o seu ângulo, e assim teremos resolvido o problema da fixação duma direcção, que supõe uma outra tomada para referência.

O instrumento como o descrevemos, mas com um retículo formado por um fio transverso e vários fios perpendiculares a êste, serve também para determinar, sem deslocação do óculo, os pequenos ângulos formados pelas rectas que passam pelo centro da objectiva e pelos cruzamentos dos fios do retículo desde que seja conhecida a distância linear dos cruzamentos.

Com efeito, supondo F a distância focal da objectiva, e que tomamos para referência a recta que passa pelo cruzamento do fio do meio do retículo, d uma daquelas distâncias, e α o ângulo que procuramos é, evidentemente,

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{d}{F}.$$

Mas, como o ângulo é muito pequeno, podemos tomar pela tangente o ângulo, e será $\alpha = \frac{d}{F}$ ou, reduzindo a segundos,

$$\alpha = \frac{d \times 206264,8}{F} = \frac{d}{F \operatorname{sen} 1''}.$$

Como as dimensões do retículo nos instrumentos aperfeiçoados são muito reduzidas, e ao mesmo tempo convém observar estrelas que não são visíveis a olho desarmado, ou obter a amplificação dos objectos luminosos de diâmetro sensível, por isso o óculo que descrevemos é geralmente completado por uma lente, ou, sistema ocular, colocada do lado oposto à objectiva, e de modo que o seu plano focal coincida com o plano focal da objectiva em que está colocado o retículo.

É evidente que, assim considerado, o efeito do óculo depende da combinação da objectiva, ocular, e olho do observador em cuja retina afinal se forma a imagem depois dos raios luminosos terem passado através do cristalino, que é também uma lente, entrando pela pupila.

Considerando estudada a teoria da visão com estes instrumentos, limitar-nos hemos a recordar alguns pontos mais importantes:

Amplificação. É a relação α entre o ângulo debaixo do qual do centro optico da ocular é vista a imagem, e do ângulo debaixo do qual do centro óptico da objectiva se vê o objecto. Atendendo à figura 11, e observando que os ângulos são muito pequenos, temos

$$\alpha = \frac{\operatorname{acb}}{\operatorname{ACB}} = \frac{2 \operatorname{tg} \frac{1}{2} \operatorname{acb}}{2 \operatorname{tg} \frac{1}{2} \operatorname{aCb}} = \frac{2 \frac{\frac{1}{2} \operatorname{ab}}{f}}{2 \frac{\frac{1}{2} \operatorname{ab}}{F}} = \frac{F}{f}$$

o que mostra que o poder amplificador é igual ao quociente das distâncias focais da objectiva e da ocular.

Processos para avaliar o poder amplificador. 1.º Pela medição das distâncias focais da objectiva e ocular, cujo quociente dá o poder amplificador.

Para medir aquelas distâncias focais emprega-se o fucómetro.

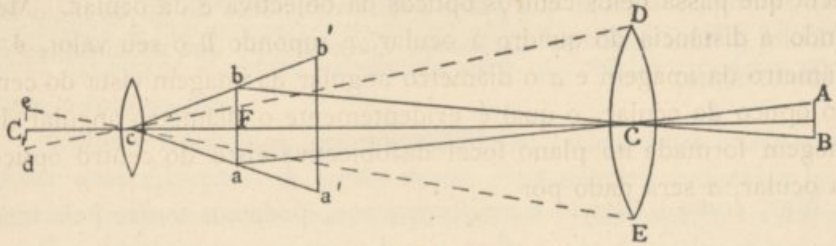


Fig. 11

2.º Medindo os diâmetros da objectiva e do anel ocular cujo quociente é o poder amplificador. Suponhamos que de é a imagem de DE formada pela ocular, isto é, o anel ocular; segundo a teoria das lentes é

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$$

$p = F + f$ e por isso temos

$$\frac{1}{p'} = \frac{1}{f} - \frac{1}{F + f} = \frac{F}{f(F + f)}$$

Mas da figura tira-se

$$\frac{DE}{de} = \frac{cC}{cC_1} = \frac{F + f}{p'} = \frac{F}{f}$$

o que demonstra o principio.

Praticamente emprega-se o *dinâmetro de Ramsden* com o qual se mede o diâmetro do anel ocular e da parte da objectiva utilizada.

Êste aparelho compõe-se de três tubos concêntricos dos quais o mais interior tem uma ocular que se adapta para a visão distincta duma graduação linear colocada segundo o diâmetro do intermédio, e por êste meio amplificada para mais fácil observação. Tendo-se ajustado o tubo exterior ao tubo da ocular do óculo, move-se o intermédio até se ver formado com a maior nitidez sôbre a escala o anel ocular, cujo diâmetro se aprecia pelos traços da divisão nela colocada. Avalia-se o diâmetro da objectiva que produziu êste anel usando dum compasso cujas pontas apoiamos sobre a objectiva e deslocamos até coincidirem as suas imagens com as extremidades do diâmetro do anel ocular.

A relação entre a sua distância e a deste diâmetro é o poder amplificador do óculo.

3.º Êste método baseia-se na própria definição de poder amplificador. Para o empregar observa-se um objecto de diâmetro angular conhecido, preferível o sol, e projecta-se a sua imagem depois de ter

passado pela ocular sôbre um quadro colocado perpendicularmente à recta que passa pelos centros ópticos da objectiva e da ocular. Medindo a distância do quadro à ocular, e supondo D o seu valor, d o diâmetro da imagem e a o diâmetro angular da imagem vista do centro optico da ocular, o qual é evidentemente o diâmetro angular da imagem formada no plano focal da objectiva visto do centro óptico da ocular, a será dado por

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} a = \frac{\frac{1}{2} d}{D}.$$

Assim, sendo A o diâmetro angular do sol, temos

$$a = \frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} a}{\operatorname{tg} \frac{1}{2} A} = \frac{d}{2 D \operatorname{tg} \frac{1}{2} A}.$$

Os sistemas oculares geralmente usados reduzem-se a dois tipos:

1.º *negativo* de HUYGENS; 2.º *positivo* de RAMSDEN.

1.º *Ocular de Huygens.* Compõe-se dum pequeno tubo em cujas extremidades estão fixadas duas lentes plano-convexas, maior a que recebe os raios convergentes da objectiva e muito mais pequena aquela a que o observador encosta o olho. A lente colocada do lado da objectiva recebe os raios antes de chegarem ao foco principal desta, e fá-los convergir num ponto collocado ao meio da distância das duas lentes da ocular, e por meio duma destas collocada de forma que a sua distância à imagem formada seja igual à sua distância focal principal, o observador verá distinta e amplificada, e ainda invertida, a imagem do objecto. Chama-se negativo êste sistema pelo facto de receber os raios convergentes.

2.º *Ocular de Ramsden.* É constituída por duas lentes plano-convexas collocadas nas extremidades dum tubo de pequeno diâmetro. A maior, collocada do lado da objectiva, recebe sôbre a face plana os raios luminosos depois de terem passado pelo foco principal daquela lente e por isso divergentes, torna-os menos divergentes, sendo afinal a pequena lente collocada na outra extremidade, e que volta a convexidade para a primeira, que torna os raios paralelos, e assim entram no olho do observador, conservando-se a imagem invertida. Êste sistema recebendo os raios divergentes é por isso chamado positivo.

Os dois sistemas, objectivo e ocular, devem quanto possível ser corrigidos da aberração de esfericidade e de refrangibilidade.

Dos dois sistemas oculares prefere-se o primeiro, quando não é preciso colocar uma escala ou retículo no plano focal da objectiva, por melhor corrigir a aberração de esfericidade.

Quando se trata de pequenos instrumentos com círculo inferior que não deixa livre espaço suficiente para a observação de objectos próximos do zenith, dá-se á ocular uma outra disposição como pode ser a obtida por meio dum prisma de reflexão total que desvie os raios na sua passagem duma para a outra lente da ocular, numa direcção perpendicular á que vinham seguindo.

Campo do óculo. É o espaço que comprehende os pontos cuja imagem pode ser vista pelo olho colocado junto á ocular. É limitado pela superfície dum cone cujo vértice é o centro óptico da objectiva e que tem para directriz o bordo da ocular, de diâmetro d . O seu valor pode ser apreciado pela tangente da abertura deste cone, e é,

$$C = \frac{d}{F + f}$$

Visibilidade dos astros. Um objecto luminoso é visível quando o brilho da sua imagem formada sobre a retina excede um certo limite.

Como os óculos influem sobre o brilho daquela imagem, convem apreciar a relação que existe entre o brilho dum objecto luminoso observado sem óculo ou com óculo.

Sejam — d e F a superfície utilizada da objectiva e sua distância focal; — d e f o diâmetro e a distância focal da ocular; — s e s_1 as superfícies do anel ocular e da pupila do observador; — C e α o campo e o poder amplificador do óculo; — q e Q as quantidades de luz que entram no olho do observador quando desarmado e com o auxílio do óculo; — b e B o brilho da imagem formada sobre a retina nas mesmas condições; — i a intensidade da luz do objecto que incide sobre a objectiva, e I a da luz que passa pelo anel ocular.

Para o estudo que temos em vista consideraremos dois casos, supondo sempre que a pupila se conserva no plano do anel ocular e concêntrica com êle.

1.º *O objecto é um ponto luminoso.* Neste caso a imagem reduz-se a um ponto, e temos

$$\frac{B}{b} = q$$

e é

$$q = s_1 i.$$

Para a determinação de Q consideraremos os dois casos $s_1 \lesseqgtr s$.

a) É

$$Q = s_1 I \quad \text{e} \quad \frac{Q}{q} = \frac{I}{i}$$

mas como é

$$S.i = s.I, \quad \text{será} \quad \frac{B}{b} = \frac{Q}{q} = \frac{S}{s} = \alpha^2.$$

O brilho aumentará proporcionalmente à superfície da objectiva e na razão inversa da superfície do anel ocular.

b) É

$$Q = s.I$$

c

$$\frac{B}{b} = \frac{Q}{q} = \frac{s.I}{s_1 i} = \frac{S}{s_1}.$$

O brilho aumentará proporcionalmente à superfície da objectiva.

2.º *O objecto tem um diâmetro sensível.* Sejam c e c_1 as imagens do objecto formadas sobre a retina quando visto sem óculo ou com óculo. Temos

$$B = \frac{Q}{c_1} \quad b = \frac{q}{c},$$

e resulta

$$\frac{B}{b} = \frac{Q}{q} \times \frac{c}{c_1} = \frac{Q}{q} \times \frac{s}{S}.$$

Consideremos também os dois casos $s_1 < s$.

a) É

$$\frac{B}{b} = \frac{I}{i} \times \frac{s}{S} = 1.$$

A interposição do óculo não altera o brilho.

b) É

$$\frac{B}{b} = \frac{s.I}{s_1 i} \times \frac{s}{S} = \frac{s}{s_1}.$$

O brilho é independente do diâmetro da objectiva e diminue quando s decresce, o que sucede quando o diâmetro da ocular diminue.

Das considerações precedentes conclue-se que para a observação dos cometas e nebulosas, pelo facto de terem um diâmetro aparente grande e pouco brilho, convém empregar objectivas especiais de grande diâmetro, para receberem muita luz, e pequena distância focal para que a amplificação não seja relativamente muito grande, diminuindo em consequência muito o brilho.

Para o sol, que tem grande intensidade luminosa, são utilizáveis objectivas de grande distância focal, embora de pequeno diâmetro.

Assim poderão ser obtidas consideráveis amplificações sem ser preciso recorrer a sistemas ópticos auxiliares.

O uso do óculo permite tornar visíveis estrelas e que algumas possam mesmo ser observadas de dia, facto que encontra explicação na circunstância de que devendo considerar-se que através do óculo se forma a imagem da estrela e do seu campo, para este tem lugar as considerações feitas para o caso dos objectos de dimensões sensíveis, e a amplificação diminue o brilho da imagem, para a estrela é augmentado o brilho, como foi demonstrado, resultando augmentar a sua visibilidade.

O uso dos óculos para a fixação das direcções e conseqüente medida dos ângulos foi introduzido por PICARD e AUZOUT, e as principais vantagens do seu emprêgo são, em resumo:

1.º No óculo o reticulo e a imagem do objecto estão no mesmo plano. Na alidade estão em planos que variam dum para outro objecto, o que torna difficil e pouco segura a observação.

2.º Para os objectos luminosos que podem ser considerados como pontos, é o caso geral das estrelas, as imagens augmentam de brilho, e torna-se possível a observação dalgumas de dia, e que sejam visíveis de noite estrelas que a simples vista não observa.

3.º A amplificação dos objectos de dimensões sensíveis permite um exame mais detalhado e maior precisão nas pontarias.

4.º A tenuidade dos fios de aranha, ou platina, usados no reticulo reduz o seu diâmetro aparente visto do centro óptico da ocular a menos de 1", em quanto que o diâmetro do fio da alidade não é inferior a 1'. Dêste facto resulta um rigor muito maior na medição dos ângulos empregado o óculo.

5.º Um aparelho micrométrico colocado no plano focal da objectiva permite a determinação de pequenos ângulos, que seria impossível observar com as alidades, sem deslocamento do óculo.

(Continua).

COSTA LOBO.

Cadaverização e autólise da medula espinhal

A análise pormenorizada dos trabalhos que versam, sob os seus múltiplos aspectos, o problema morfológico da cadaverização em geral e em especial da autólise, evidencia que são em muito pequeno número aqueles que incidem sobre a medula espinhal no estado normal ou patologicamente alterada, apesar do interesse que este estudo deve merecer a todos os que se dedicam à histologia do sistema nervoso.

Nos trabalhos gerais sobre a putrefação, a maceração, a transformação adipocirosa, encontram-se ligeiras referências à medula espinhal.

As monografias sobre as alterações *post mortem* do sistema nervoso céfalo-raquídeo relatam experiências meticulosamente seguidas, mas considerando especialmente um ou outro elemento estrutural. Apesar de assim limitado o âmbito de investigação, o seu estudo é fragmentado; é utilizado em regra aquele processo técnico que no momento goza as honras dos laboratórios; em nenhuma se depara com o emprêgo simultâneo dos recursos que a técnica moderna põe nas mãos do investigador. Ora se muitos destes são preciosos pelo seu valor intrínseco, mais valiosos se mostram quando associados pelo mesmo investigador, podendo então levar a deduções por vezes de importância imprevista e evitar conclusões erróneas, pela precipitação dos processos dedutivos, tantas vezes postos em prática torcendo a lógica dos factos.

Sobre este trabalho, modesta contribuição para a elucidação dos interessantíssimos problemas que suscita o estudo das alterações regressivas dos tecidos mortos, deve incidir parte da critica que acabei de fazer relativamente às investigações realizadas até hoje. Não utilizei todos os recursos laboratoriais modernos. Fiz uma selecção. O critério seguido foi simples: aproveitar aqueles processos que pela sua convergência pudessem concorrer para que as conclusões tiradas fossem seguras.

Foi ainda minha preocupação constante não concluir precipitada-

mente e limitar cuidadosamente as conclusões ao campo restrito em que me colloquei.

Nesta orientação, o programa dêste trabalho é simples: indicar o material utilizado e os processos técnicos de que me servi, para que estas investigações sejam comparáveis às similares, feitas ou a fazer; expor singela e metódicamente os resultados obtidos e por fim, sob a forma de conclusões, dar um resumo sucinto, completamente desembaraçado de pormenores, mas exacto, do que observei.

CAPÍTULO I

Material de estudo e técnica

Na orientação acima definida — e importante era defini-la, para evitar que dêste trabalho se tirem conclusões erróneas e por agora intempestivas — não procurei obter material proveniente de cadáveres humanos. Seria impossível alcançá-lo para o estudo das alterações nas primeiras horas depois da morte. Além disso, acrescia a dificuldade de encontrar êsse material não alterado por estados patológicos anteriores à morte.

Utilizei as medulas de cães e coelhos adultos. A longa permanência dos segundos no laboratório e a ausência em uns e outros de alterações constatáveis na necropsia, levam a crer que estivessem no estado de saúde.

A morte dêstes animais era provocada pela secção da medula e da rede vascular perimedular, e consecutiva hemorragia, feita por um bisturi que passava entre o occipital e o atlas. Algumas vezes esta operação era precedida pela inalação dalguns centímetros cúbicos de clorofórmio.

Alguns observadores, no desejo de fazer aproximar as condições experimentais das que se observam no cadáver, onde a medula conserva toda a protecção dos envólucros fibroso e ósseo, tiram os fragmentos da medula conservada no canal raquidiano ou sacrificam tantos animais quantos os troços medulares a estudar.

Esta técnica seria inexequível para os estudos das alterações auto-líticas. Não procedi assim. Isolei sempre a medula, extraíndo-a do canal raquidiano. Esta extracção e a conservação dos fragmentos era feita, quer empregando todos os meios atinentes a conseguir uma completa asepsia, quer não tendo cuidados alguns desta natureza.

Para conseguir um meio de conservação séptico moderado empregava uma larga campânula, cujos bordos mergulhavam em água ligeiramente fenicada ou uma campânula de bordos esmerilados que

assentava numa lâmina de vidro, interpondo entre uma e a outra uma fina camada de cebo. No primeiro caso obtinha uma atmosfera limitada húmida e ligeiramente carregada de fenol; no segundo um meio limitado, herméticamente fechado e quasi seco, cuja secura era ainda augmentada pelo emprêgo de ácido sulfúrico contido num recipiente apropriado.

Os meios asépticos eram constituídos de duas maneiras diferentes, a que correspondem numerosas séries de investigação. Na mais usual empregava tubos de ensaio contendo no fundo um pouco de algodão hidrófilo molhado, tudo cuidadosamente esterilizado. Depois de distribuídos os troços medulares, eram estes tubos fechados à lâmpada. Um outro meio consistia em azeite asepticado em que eram mergulhados os fragmentos.

Para aplicar estes últimos meios era necessário dividir a medula em pequenos fragmentos, como, de resto, fazia também a que era destinada ao meio húmido fenicado; no secador a medula era conservada íntegra e dela destacados sucessivamente os pequenos blocos.

A temperatura, factor de primacial importância na cadaverização, mereceu especiais cuidados. Foram diversas as temperaturas utilizadas, desde a temperatura ordinária do laboratório, na estação em que foram feitas as experiências, 14°-16° — meios húmido e fenicado, secador, até às temperaturas compreendidas entre 37° e 40° — meios esterilizados. As variações eram tão pequenas, em cada série de observações, que foram desprezadas, registando-se apenas os máximos e os mínimos térmicos.

As dimensões dos fragmentos colhidos constituíram um outro detalhe digno de toda a ponderação. Em cada bloco a protecção das influências ambientes é mais completa nas partes centrais do que na periferia e tanto maior quanto mais volumoso é o bloco. Portanto, para que os resultados das observações sejam comparáveis, necessário seria que a protecção fosse rigorosamente igual. Praticamente é impossível estabelecer esta igualdade. Aproximar-nos hemos dela empregando fragmentos das mesmas dimensões, em altura, na coluna medular. Mesmo neste caso, das desigualdades de volume desta coluna resultará uma flagrante diferença de volume dos blocos colhidos. Estas diferenças são quasi inevitáveis.

Mas um outro factor intervêm ainda.

Para perfeita compreensão do seu valor observe-se o que se passa num fragmento de medula colocado num meio húmido fenicado, sobre uma pasta de algodão hidrófilo húmido: rapidamente a parte mais periférica diminue de consistência, as arestas do corte arredondam-se, desaparecem e as superficies de secção tornam-se polidas e muito bri-

lhantes; opera-se um verdadeiro amolecimento, uma liquifacção extremamente semelhante à que se observa num pequeno cubo de albumina de ovo coagulada immersa no suco gástrico artificial. Por fim forma uma pasta mole, que se achata sôbre o algodão.

Êste facto é a evidente prova duma cadaverização desigual, mais intensa na periferia que na parte central.

Os blocos nestas condições fixados em períodos diversos de cadaverização não são comparáveis entre si, se as dimensões iniciais não forem iguais. Para estabelecer o mais possível a igualdade de condições dividia as medulas em fragmentos volumosos e eliminava no momento da fixação a parte mais periférica, de modo a ter depois desta operação blocos iguais de 4 ou 5 milímetros de espessura, não ultrapassando 10 milímetros, conforme as séries e os processos técnicos a empregar.

Na medula colocada no meio sêco não surgiam estas dificuldades, embora outras aparecessem, decorrentes da retracção do tecido. Os fragmentos podiam ser logo colhidos com as dimensões desejadas.

Nos fragmentos medulares colocados a temperaturas superiores à habitual são os fenómenos de amolecimento periférico mais intensos e aparecem mais precocemente. No azeite esterilizado o amolecimento é mais uniforme.

Colhidos os fragmentos, assim conservados, e estabelecida préviamente a escala segundo a qual a cadaverização devia ser interrompida pela acção do fixador escolhido, restava seguir os trâmites usuais das operações histológicas.

Como muitas vezes nas variantes dos processos técnicos está o segredo dos resultados obtidos, vou, sem recear ser acusado de prolixo, mencionar os processos que pus em prática com todos os detalhes que tenham qualquer feição pessoal.

Como meio de inclusão, empreguei sistematicamente a celoidina. Razões várias me levaram a optar por êste processo, consequentes a muitos insucessos na aplicação da inclusão na parafina a tecido medular muito alterado cadavéricamente.

Êste tecido fragmenta-se com a maior facilidade e exige consequentemente os maiores cuidados de manipulação. Era muito difficil manter íntegros os blocos nas sucessivas passagens pelos álcoois e pelo xilol ou pelo clorofórmio.

Feitas as inclusões e cortados os blocos, à custa de mil dificuldades, novas e não menores surgem ao desembaraçar os cortes da parafina. Ao fim de tantos precalços muito poucos chegavam intactos.

O emprêgo da celoidina evita em grande parte estas dificuldades. Os fragmentos alterados em meio húmido séptico, aqueles cuja fragi-

lidade é maior, aqueles que se achatam numa massa informe sobre o algodão húmido, são transportados para o álcool neste improvisado suporte. Esta imersão era de curta duração. Só depois duma longa permanência no soluto fraco da celoidina é que os destacávamos e neles cortávamos o fragmento com as dimensões desejadas. O bloco de inclusão era feito em pequenas caixas de vidro, de modo a obter um pequeno paralelepípedo que era abrangido na pinça do microtomo sem interposição de cortiça. Para evitar a fragmentação dos cortes, não os desembaraçava da celoidina, obtendo-os assim em condições tais, que todos os elementos da medula mantinham as suas posições, graças à celoidina que se insinuava nos seus interstícios.

Para o estudo das alterações nucleares, recorri à hematoxilina simples ou associada à eosina, ou ainda à fucsina e ácido pícrico na fórmula de VAN GIESON.

Na utilização da hematoxilina, dei preferência às fórmulas de BEHMER e de HEIDENHAIN.

A primeira é verdadeiramente preciosa quando bem preparada. Nestas condições é um dos mais seguros corantes nucleares, com quasi todos os processos de fixação.

O meu corante era uma hematoxilina velha de muitos meses, cuidadosamente conservada em frasco de rólha esmerilada. Fôra preparada dissolvendo lentamente e a frio em 10 centímetros cúbicos de álcool absoluto 1 grama de hematoxilina pura cristalizada. A dissolução, porque era lenta, fôra feita em frasco de rólha de vidro esmerilada, para evitar a evaporação do álcool.

Depois de completamente realizada esta primeira operação, procedera à dissolução a quente de 20 gramas de alumen de potássio em 200 centímetros cúbicos de água distilada. Resfriado êste, foram misturados os dois solutos e expostos à luz e ao ar durante duas ou três semanas. A filtração só é feita antes da aplicação do corante.

O poder de tinção do reagente assim preparado é muito grande. O máximo de electividade obtem-se corando os cortes, com uma tonalidade que só a experiência pode dar, e abandonando-os em seguida em água distilada durante 12 ou 24 horas.

Os cortes medulares corados por êste processo eram fixados quer pelo álcool a 95°, quer pelo líquido de MÜLLER. A fixação por este último exige maiores cuidados para que não seja prejudicada a coloração consecutiva e não dê logar a erros de interpretação. Em que consistirão estes erros?

O líquido de MÜLLER tem um fraco poder penetrante; por outro lado, altera-se rapidamente em contacto com os tecidos e os produtos resultantes diminuem ainda êsse poder. Em consequência disso, se

não forem tomadas algumas precauções, a fixação será tanto mais incompleta quanto mais interno o ponto considerado no bloco, isto é, ao passo que na periferia a suspensão dos fenómenos cadavéricos regressivos coincidiu com a imersão no reagente, nas partes centrais a cadaverização proseguiu ainda durante algum tempo. Assim necessário é empregar o fixador em abundância, renová-lo freqüentes vezes e proceder a uma cuidadosa lavagem antes de fazer a imersão no álcool.

Tendo estes minuciosos cuidados, a acção corante da hematoxilina em nada é prejudicada e as probabilidades de êrro diminuem consideravelmente.

No método de HEIDENHAIN não se encontra esta indiferença perante os fixadores, que é apanágio da hematoxilina de BËHMER. Os resultados obtidos em tecidos fixados no liquido de MÜLLER são inferiores àqueles que resultam do emprêgo da referida fórmula.

Com esta fixação a coloração pela hematoxilina férrica ganha com a demorada lavagem depois da acção do fixador e com uma larga permanência dos cortes no soluto de alumen de ferro.

Se no liquido de MÜLLER dissolvermos uma pequena quantidade de bicloreto de mercúrio, a coloração pelo método de HEIDENHAIN é excelente, depois de prévia e demorada permanência no álcool iodado.

Neste processo, como corante, empreguei o soluto de hematoxilina pura cristalizada na proporção de 2,5/100.

As colorações combinadas hematoxilina-eosina e hematoxilina-fucsina ácida-ácido picrico, de valor precário no estudo dos elementos nervosos da medula normal, adquirem, no estudo das alterações cadauéricas, um real valor. O tecido medular, ao sofrer as alterações regressivas *post mortem*, modifica as suas afinidades tinturiais; a acidofilia e a basofilia podem sofrer profundas modificações. Estas colorações são os reagentes destas alterações, quando criteriosamente aplicadas. A sua aplicação técnica nada tem de especialmente interessante que mereça pormenorização.

No estudo das alterações nucleares obtive inesperados resultados com o emprêgo dum corante, actualmente muito desprezado em técnica histológica. Quero referir-me ao violeta de genciana, com o qual obtive colorações, sob muitos pontos de vista, superiores aos resultantes da aplicação da hematoxilina.

A fixação foi feita pela imersão durante 12 horas no liquido de KLEINEMBERG, cujas qualidades de excellente fixador, dotado de grande poder penetrante, e cuja acção sobre a estrutura nuclear são bem conhecidas.

Depois de fixados os fragmentos, eram cuidadosamente lavados

pelo álcool, até que a côr amarela, que o ácido picrico lhe comunica, deixe de aparecer, o que muitas vezes exige longo tempo. Feitos cortes de 4 a 6 milímetros, depois de inclusão na celoidina, eram colocados durante 12 a 16 horas no soluto corante frescamente preparado segundo a fórmula de EHRLICH, e muito conhecido em técnica bacteriológica sob a designação de violeta anilinado ¹.

A diferenciação deve ser feita pelo álcool e seguida ao microscópio. Em preparações bem coradas e pouco espessas todos os detalhes nucleares se destacam admiravelmente num fundo incolor, ao passo que o protoplasma das células é ligeiramente azulado.

O estudo dos corpos de NISSL e da substância acromática levou-me à aplicação de dois métodos especiais, o de NISSL e o de HELD.

MÉTODO DE NISSL.—Entre as já tão numerosas variantes dêste processo, escolhi aquela que, coadunando-se com o processo da inclusão, que empregava, mais se aproximasse do processo primitivo, completado pelas indicações gerais de GOLDSCHIEDER e FLATAU (*Normale und pathologische Anatomie der Nervenzellen*, 1898).

A fixação e começo do endurecimento eram feitos com álcool a 96°. Depois de inclusão na celoidina, feitos os cortes, fazia a coloração no soluto:

Azul de metilena medicinal	3gr.,75
Raspa de sabão de Veneza	1gr.,75
Água destilada	1000 gramas

aquecendo à chama da lâmpada de álcool até à produção de ligeiros vapores. Em seguida fazia a diferenciação em álcool a 96° e a montagem no balsamo do Canadá, após diafanização na essência de bergamota.

Por vezes substituí o citado soluto de azul de metilena pelo azul BORREL; os resultados eram perfeitamente comparáveis.

MÉTODO DE HELD.—HELD recomenda a fixação pelo ácido picrossulfúrico durante 24 horas, a lavagem em álcool cada vez mais concentrado até à desapareição da côr amarela que o fragmento a princípio comunica ao álcool em que mergulha. Na seqüência do seu método encontra-se: a montagem na parafina, o corte duma espessura de 1 a

¹ A 10 centímetros cúbicos de água anilina, filtrada por papel préviamente molhado, junta-se o número de gotas de soluto alcoólico saturado de violeta de genciana necessárias para que à superfície do líquido se forme uma película irizada. O reagente assim preparado deve servir imediatamente.

10 μ); a coloração com

Eritrosina pura.....	1 grama
Água distilada	150 gramas
Ácido acético glacial	11 gotas

durante 1 ou 2 minutos aquecendo ligeiramente, a lavagem na água; a recoloração com

• Soluta aquoso de acetona (1 p. 20).....	} partes iguais
Soluta de azul de metilena de Nissl.....	

aquecendo fortemente até que o cheiro da acetona desapareça; o arrefecimento; a diferenciação num soluto de alumen a 0,1/100 até que o corte volte a ser avermelhado; a desidratação e a montagem na colofana dissolvida na benzina.

Empregando *pari e passu* este processo tal como o acabei de transcrever de *Les méthodes de préparation et coloration du système nerveux*, de B. POLLACK, ou não obtive resultado algum ou os resultados eram infieis e de extrema irregularidade. As minhas tentativas levaram-me à convicção: de que o ácido picro-sulfúrico empregado como fixador é uma das causas mais importantes de infidelidade dos resultados; de que a diferenciação pelo soluto de alumen é muito lenta e precária nos resultados; que o máximo de constância nos resultados se podia obter empregando as seguintes variantes com a inclusão na celoidina:

Fixação pelo álcool. Inclusão na celoidina. Cortes finos (1 a 5 μ). Coloração em

Soluta aquoso de acetona a 1/20.....	} partes iguais
Azul de metilena de Nissl.....	

aquecendo até à produção de abundantes vapores. Deixar arrefecer. Diferenciação em

Soluta de alumen de 0,1 a 1 0/0.	} partes iguais
Alcool a 95°.....	

prolongando-se a acção até que a distinção entre a substância cinzenta e a branca se torne difícil de fazer e que os restos de celoidina aderente ao corte, se esta se não elimina, tomem uma côr esverdeada.

Immersão rápida no soluto de eritrosina acetificada, acima indicado, tendo o cuidado de préviamente o aquecer. Desidratação, diafanização com essência de bergamota, xilol, bálsamo de Canadá dissolvido no xilol.

Para o estudo das neurofibrilhas empreguei o processo de impregnação argêntica de CAJAL, em duas das suas variações — impregnação

sem prévia fixação e depois de fixação pelo álcool amoniacal. Da técnica indicada por CAJAL¹ apenas me afastei em não usar a essência de cravo como diafanizador e por razões a que já fiz referência.

Esta essência dissolve a celoidina depois de esta ter passado pelo álcool absoluto. Portanto, fazendo passar por ela os cortes, estes desfazer-se hão em pequeníssimos fragmentos, demais não tendo sido colados à lâmina. Substituímos essa essência pela de bergamota, embora prejudicando um pouco a nitidez da impregnação argêntica.

Todos estes processos, embora aplicados com o fim de estudar esta ou aquela particularidade estrutural dos elementos componentes da medula espinhal, fornecem indicações, por vezes valiosas e imprevisitas, relativas a outros elementos não primitivamente visados na aplicação dos processos. Os detalhes que cada um deles revela, embora fora do seu ambito habitual, são dignos da maior ponderação.

Os desenhos que ilustram as fôlhas seguintes foram feitos à câmara clara ABBÉ, utilizando o sistema óptico:—Oc. 4 Obj. $\frac{1}{12}$ Im. Omog. REICHERT, sendo o comprimento do tubo 160 milímetros e estando a prancheta à altura da platina do microscópio. Todos foram modificados nas dimensões de modo a tornar mais manifestos os detalhes que justificam o interesse da sua publicação.

CAPÍTULO II

Substância cinzenta

Células nervosas, ramificações e arborizações terminais das colaterais da substância branca, colaterais iniciais, células nevróglícas, células epiteliais, vasos sanguíneos, tais são os elementos que porfiadas investigações de muitas dezenas de anos vieram fazer reconhecer como os constituintes da substância cinzenta, cuja desintegração cadavérica procurei conhecer.

A minha análise incidirá sucessivamente sôbre cada um destes elementos, dentro dos limites impostos pelos processos técnicos empregados.

1.º CÉLULAS NERVOSAS

Acerca duma organização tão complexa como a célula nervosa nunca é por demais recordar detalhes, definir caracteres e precisar o

¹ *Las formulas del proceder del nitrato de plata reducido y sus efectos sobre los factores integrantes de las neuronas.* Trabajos del Laboratorio de investigaciones biologicas de la Universidad de Madrid, VII, 1910, pag. 1.

significado dos termos empregados, trabalho tanto mais necessário quanto mais susceptível de confusão é a sinonímia usada, aliás inerente à multiplicidade dos esforços empregados por numerosíssimos investigadores para a decifração dos inúmeros problemas que se levantam em tôrno da histologia e da fisiologia da célula nervosa.

Não pretendo de modo algum pormenorizar os interessantíssimos dados que a investigação moderna tem adquirido para a sciência nos domínios da morfologia da célula nervosa, relativos quer à célula em si, quer aos prolongamentos celulípetos e axípetos, quer ainda às relações intercelulares.

É neste campo que se degladiam os defensores acérrimos das teorias em que deve assentar toda a dinâmica do sistema nervoso.

Orientadas as minhas investigações num campo exclusivamente histológico, sobrelevam a todos os outros os caracteres estruturais e dêstes darei especial importância aquelles a que serei forçado a me referir.

Todas as células nervosas apresentam uma membrana fundamental, umas vezes visível pelo seu duplo contôrno, outras representada por uma zona homogénea limite (CAJAL).

Na maior parte das células existe um invólucro reticular, membraniforme ou escamiforme, de natureza nervosa (BETHE, MEYER, AUERBACH, etc.) nevróglia (APATHY) ou devida à coagulação duma substância existente no espaço pericelular (CAJAL). Em grande número de elementos a membrana fundamental e êste envólucro protector sobrepõem-se.

No espaço limitado pela membrana fundamental, alojam-se o protoplasma e o núcleo.

O protoplasma é mais ou menos abundante. A maior ou menor riqueza citoplásmica é a base da classificação das células em somatocélulas (*Somatozellen*), de protoplasma muito abundante; cariocélulas (*Kernzellen*), em que é pouco abundante (NISSL), e grânulos em que o protoplasma é tão pouco abundante que parece não existir (CAJAL).

Observado o citoplasma no campo microscópico, após as manipulações técnicas, é duma organização extremamente complexa.

Curtas trabéculas formam um retículo de pequenas malhas irregulares, especialmente visíveis em volta do núcleo (NISSL, LENHOSSEK), não aderentes à membrana nuclear, nem mesmo à membrana fundamental, duma maneira bem evidente e indiscutível. Nem todas as trabéculas teem o mesmo diâmetro, algumas são mais volumosas e seriam, para HOLMGREN, RETZIUS e STUDNICKA, cavadas por um canaliculo em relação com o espaço linfático pericelular (HOLMGREN, DONAGIO, TSCHASSAWNIKOW, HENSCHEN, PEWSNER-HENFELD) revestidos

duma membránula (HOLMGREN) ou sem paredes próprias (TSCHASSOWNIKOW, PEWSNER-NEUFELD); são os canais de suco.

Ao nível dos dendritos, do reticulo partem filetes trabeculares.

Além dêste aparelho reticular, existe na célula nervosa uma outra rede de trabéculas curtas, lameliformes, que por um lado se ligam à membrana nuclear, por outro à membrana fundamental. Corresponde à estrutura reticulada banal de muitos elementos celulares. Ao longo das trabéculas e nos pontos nodais existem granulações basófilas que apenas faltam ao nível do cone de origem do cilindro eixo (SCHAFFER, LENHOSSEK).

Na maioria das células as malhas dêste reticulo, esponjioplasma dos autores, são ocultas em grande parte pela acumulação duma substância que muito desigualmente engrossa as malhas, obturando muitas delas e deixando em outras apenas pequenos espaços. Esta substância está em íntima conexão com os filamentos, com os quais faz corpo (CAJAL, VAN GEHUCHTEN, MARINESCO) ou sobrepõe-se apenas, sob a forma de granulações, aglutinadas por uma substância proteica homogénea (BENDA, LENHOSSEK, FLEMMING). Serão estes massiços que, a uma ampliação fraca, e mesmo a uma relativamente elevada, parecem homogéneos, que NISSL estudou minuciosamente e a que deu o nome de gránulos.

Estudados por todos os histologistas que teem versado a anatomia da célula nervosa, teem-lhe sido applicadas as mais diversas denominações, todas harmónicas com a forma em casos particulares, mas nenhuma correspondendo a todos os aspectos que podem tomar. Chamar-lhes hei corpos de NISSL ou massas cromáticas de NISSL.

Entre estes corpos de NISSL ficam espaços, em que é visível a rede espongioplásmica, constituindo a chamada parte acromática ou não cromófila, pela sua intingibilidade pelas côres básicas de anilina, ou ainda substância intermediária.

Nos espaços intercalares aos corpos de NISSL existem filamentos que, pela sua convergência e múltiplas anastomoses, constituem um esqueleto celular revelável por processos especiais. Estes filamentos são as neuro-fibrilhas, que, segundo a sua espessura, se dividem em primárias e secundárias.

É ainda nas trabéculas dêstes espaços que processos especiais de coloração podem revelar gránulos extremamente ávidos da fucsina (grãos fucsinófilos, bioblastos de ALTMANN, neurosomas de HELD), que teem a significação de simples inclusões protoplásmicas (CAJAL, HELD) ou de detritos da desassimilação celular (LEVI).

No interior do espongioplasma encontra-se o núcleo revestido da sua membrana própria, de duplo contôrno bem nítido, a membrana

nuclear. É formado por uma rede de finas malhas tendo nas suas trabéculas e nos pontos nodais varias espécies de granulações, umas acidófilas, formadas por edematina (REINKE), outras basófilas constituídas de cromatina. O sistema de malhas é cheio de uma substância muito finamente granulosa, sendo alguns destes gránulos acidófilos. As granulações basófilas dispersas são raras.

Na maioria das células a cromatina acumula-se em um ou mais pontos do núcleo para constituir o nucléolo e os corpúsculos acessórios, caracterizados por uma basofilia nitida (CAJAL, VAN GEUCHTEN), ou para formar apenas parte do nucléolo, definido então pela basofilia parcial (LEVI) e em parte oculta pela acidófilia da parte central. Em muitos núcleos é fácil revelar um bastonete mais ou menos alongado, de forma irregular, a designação do qual está ligado o nome de RONCORONI.

O nucléolo é formado de gránulos ou esférulas mais ou menos numerosas segundo os processos empregados para os revelar.

Embora não insista aqui em outras particularidades citológicas, tais como o centrosoma, pigmentos, mitocondrias, gránulos espumosos de NAGEOTTE, inclusões citoplásmicas, o que disse é suficiente para prevermos qual seria o aspecto da célula nervosa, se pudéssemos descobrir um processo que permitisse revelar simultaneamente todas as particularidades estruturais que aqui descrevi tão sucintamente.

É um mundo, cheio ainda de insondáveis mistérios, encerrado em alguns *micra* cúbicos.

Indicado rapidamente o plano geral de organização das células nervosas, é indispensável classificá-las, com o fim de metodizar o estudo das alterações cadavéricas em cada um dos elementos componentes.

Orientadas estas investigações num campo exclusivamente histológico, não é o critério funcional de CLARKE, GERLACH, DEITERS, o que daria resultados mais consentâneos com esta orientação. O mesmo direi do critério de CAJAL, das relações do cilindro eixo, aliás tão harmónico com uma categorização fisiológica. Já seria admissível o critério topográfico, adoptado por WALDEYER e seus sucessores, apesar da sua complexidade e difícil aplicação a uma leitura rápida de numerosas preparações. Os critérios estruturais são os que melhor se coadunam com a índole destas investigações. Dêstes parece-me especialmente justificável o critério de NISSL; toma como base os corpos que tem o seu nome, um dos elementos constituintes da célula que melhor tem sido estudado; é conhecido de todos os histologistas pela larga divulgação, determinada pelo seu valor; é de fácil aplicação e finalmente foram os corpos de NISSL os primeiros componentes da

célula cuja cadaverização estudei, tornando-se relativamente fácil referir cronologicamente todas as alterações dos outros elementos às destes corpos.

Nissl refere todas as células nervosas a três tipos:

A) Tipo somatocromo, caracterizado pela abundância dos corpos de Nissl.

Tipo cariocromo, em que estes corpos são pouco numerosos; são os *Kernzellen* de Nissl. Este grupo abrange as células chamadas por Cajal pericrómicas, quando a substância cromática se dispõe em crescentes em volta do núcleo, formando pela reunião destes um colar mais ou menos regular.

Tipo citocromo, que engloba os *granuli*, caracterizado pela ausência completa de elementos coráveis pelas anilinas básicas.

No primeiro tipo, aquele que abrange as células mais importantes e mais numerosas do sistema, faz Nissl uma subdivisão

a) Tipo esticocromo — corpos volumosos, desviados uns dos outros sem continuidade entre si;

b) Tipo arquiocromo — corpos dispostos em rede;

c) Tipo arquiesticocromo — cujos caracteres participam dos dois grupos precedentes;

d) Tipo griocromo — em que os corpos de Nissl são muito pouco volumosos e independentes formando granulações.

Na interpretação e aplicação desta divisão às células que se observam no campo microscópico encontram-se inúmeras dificuldades em identificar muitas delas a qualquer destes tipos.

Este facto não nos deve surpreender, porquanto decorre da regra geral, em sciências biológicas, da impossibilidade de sujeitar fenómenos e factos de observação a regras e reúnir-os em grupos de limites imutáveis e fixos.

Posto isto, vou referir os fenómenos de desintegração cadavérica e a ordem cronológica que observei em cada um dos elementos constituintes das células nervosas que entram na organização da substância cinzenta da medula espinhal.

A) Corpos de Nissl e substância acromática

É impossível seguir minuciosamente a desintegração lenta e gradual dos corpos de Nissl até à desagregação completa, sem fazer constantes referências às alterações paralelas da substância acromática. Sómente se pode fazer um estudo conjunto e por isso os ligamos num único capítulo.

A constatação de alterações só é possível baseada no conhecimento cabal e detalhado das células normais.

Quais as células que tomarei como padrão? Não certamente os tipos demasiadamente esquematizados dos tratadistas; não as observações doutrem, que por singelas variantes de processos técnicos pode obter preparações não comparáveis com as minhas, o que não é para desprezar, quando se trata de finos detalhes de estrutura. Tomei como normais as células raquidianas do animal que forneceu o material para toda uma série de pesquisas, colhido o fragmento o mais rapidamente possível após a morte e submetido rigorosamente ao mesmo processo técnico a que sujeitei os fragmentos tomados ulteriormente.

Na minha primeira série de investigações feitas com a medula de cão são, tendo sido colocados os fragmentos medulares numa atmosfera húmida e fenicada, à temperatura do laboratório, foi a medula de meia hora de cadaverização que me deu informes detalhados do que por agora considero células nervosas normais.

Nas preparações da medula nestas condições é perfeita a distinção entre os corpos cromáticos de Nissl e a substância acromática. Esta merece verdadeiramente o nome de substância não cromófila, nos cortes finos é na maior parte das células somatocromas observadas; pode tomar um ligeiro tom azulado, que passa quasi indistinto perante a bela tingição dos corpos de Nissl.

Estes corpos não se coram com igual intensidade; assim, apesar de todas as células dum mesmo corte serem submetidos às mesmas operações técnicas, ao lado dessas, cuja substância cromática é bem corada, encontram-se outras com uma coloração deficiente ou excessiva. O mesmo sucede numa mesma célula; existem também aqui desigualdades de coloração. Serão estas atribuíveis às causas das primeiras? Parece-me que não. De célula para célula as desigualdades são de causa vislumbrada mas não conhecida. Dizer que são desiguais as mutações que se passavam nas células no momento em que foram surpreendidas pela ação inibidora do fixador, não é explicar mas simplesmente deslocar a dificuldade, se não complicá-la. Partindo dêsse dado, divagaríamos no oceano vastíssimo das hipóteses, tendo apenas como guia um pequeníssimo número de factos averiguados relativamente à química da célula nervosa.

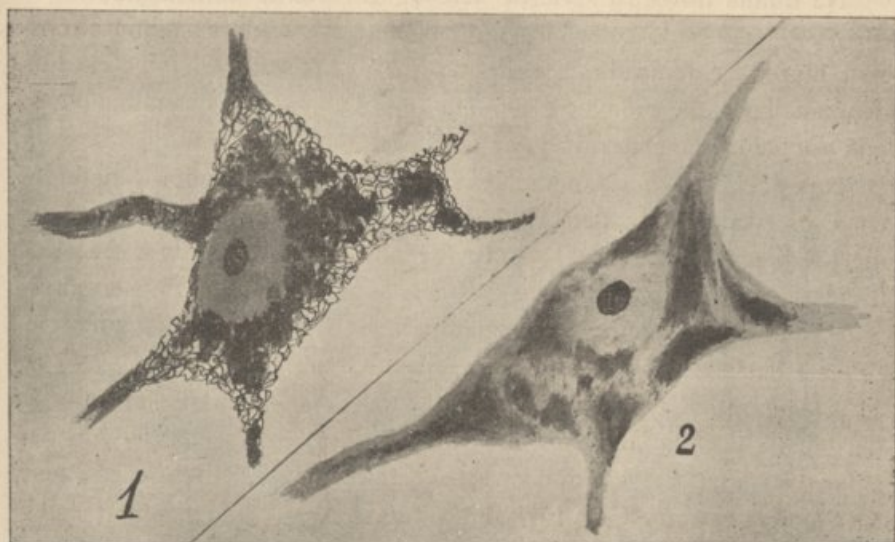
A desigual tingibilidade dos corpos de Nissl numa mesma célula deve atribuir-se às diferenças de volume e de densidade; as massas cromáticas mais densas devem oferecer uma resistência maior à passagem da luz e portanto parecer mais coradas.

Se escolhermos cortes de pequena espessura e células apicomorfias ou parapicomorfias, é muito facil vêr o retículo do espongioplasma, muito especialmente no contôrno da célula. Tive ocasião de

o observar em grandes células em que os corpos de Nissl eram volumosos mas pouco numerosos; deixavam entre si largos espaços, ficando a maior parte do corpo celular desembaraçada de massas de forte tingibilidade. O retículo destacava-se então com a maior nitidez muito ligeiramente corado de azul (fig. 1).

Nestas células os corpos de Nissl tem um contorno bem nítido, o que mais salienta o contraste da coloração.

Em células nestas condições, que, segundo os grandes investigadores, são as células normais, não é preciso empregar sistemas ópticos excepcionalmente poderosos para reconhecer a não homogeneidade



dos corpos de Nissl. Observam-se neles pequenas pontuações quase incolores e desigualdades de coloração bem manifestas, traduzindo desigualdades de compacidade. Correspondem na realidade ao aspecto esponjoso que CAJAL descreve.

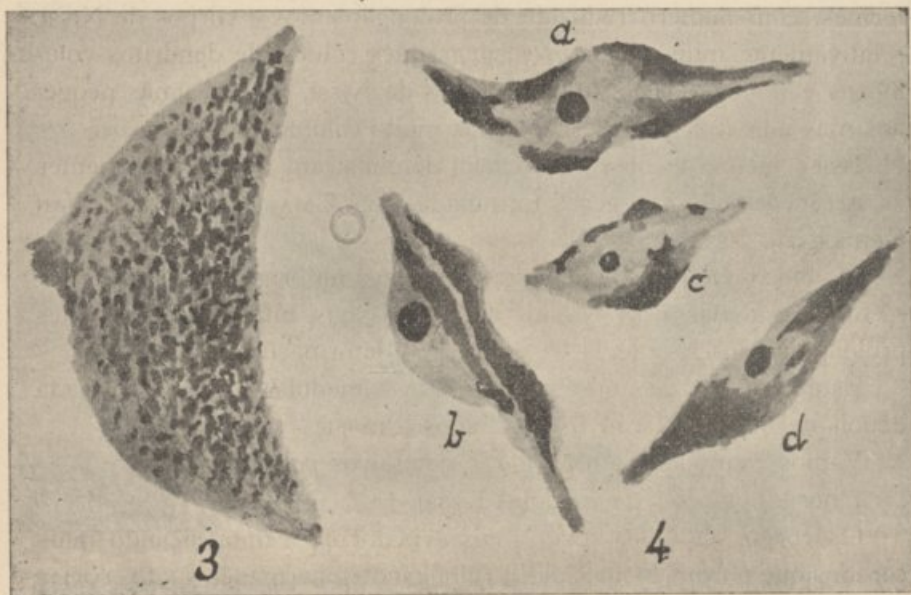
Nas grandes tigroides completamente cheias de corpos de Nissl, em cortes relativamente espessos em que camadas de cromatina se sobrepõem tornando indistintos os espaços situados entre estes corpos, é impossível reconhecer a reticulação espongioplásmica.

Estudando cortes numerosos pertencentes a diferentes andares da medula, depressa se reconhece a dificuldade de fazer entrar muitas das células na classificação de Nissl.

Encontram-se células em que os corpos de Nissl são muito volumosos, independentes uns dos outros, mas nos intervalos dos quais existem corpos de muito pequeno volume igualmente independentes, disposição esta que nos levaria a chamar a estas células grio-sticocromas.

Os corpos de Nissl podem ser muitíssimo volumosos, muito irregulares em forma e dispostos sem ordem alguma na célula (fig. 2); a sua distribuição não pode ser sistematizada. Em oposição encontram-se células griocromas puras, aliás raras, em que os corpos de Nissl são de muito pequeno volume e de forma regular, sobrepondo-se de tal modo que, mesmo em cortes relativamente finos, constituem uma massa azul quasi homogénea, deixando sómente visível a organização granular na periferia da célula.

Aparecem ainda células fusiformes em que um dos polos da célula é esticocromo, outro griocromo.



Células arquiocromas ou arquioesticromas não as encontrei puras na medula.

Aquelas em que a disposição cromática é mais nitida são as cariocromas e pericromas da substância de ROLANDO, em que existem os corpos de Nissl mais ou menos volumosos, contíguos à membrana nuclear, parecendo aderentes a esta, de forma triangular e cujo vértice se dirige para a origem dum dendrito.

Em resumo, predominam as células em que se observa uma disposição mista dos corpos de Nissl.

Percorrendo muito numerosas preparações concluir-se há que não são as grandes células nervosas que contem os mais volumosos corpos de Nissl. Existe um limite máximo para estes corpos; segundo as minhas medições, as dimensões máximas, relativas a corpos fusiformes, são 4μ de largura e 8μ de comprimento.

Encontram-se grandes células em que todos os corpos de Nissl são pouco volumosos mas numerosíssimos (fig. 3) e outras em que os blocos são muito volumosos mas em pequeno número, e pequenas células de corpos tão volumosos como os das grandes células mas em menor número. Assim, se pudesse ser oferecido à nossa observação um retalho de célula nervosa somatocromica de medula do cão, seria impossível dizer se o fragmento pertencia a uma célula grande, se a uma pequena.

Segundo as minhas observações, parece não existir também relação alguma entre o volume, o número dos blocos cromáticos e o número de prolongamentos celulares. Assim observei pequenas células fusiformes, com número reduzido de prolongamentos e corpos de Nissl relativamente muito volumosos, e grandes células de dendritos volumosos e numerosos em que os corpos de Nissl são em umas pequenos mas numerosíssimos, em outras muito volumosos mas raros.

Êstes factos de observação fácil demonstram que são frequentes as excepções á regra geral formulada por CAJAL, MARINESCO, VAN GEHUCHTEN, LEVI, etc.

Os blocos de Nissl faltam muitas vezes na origem dos prolongamentos protoplásmicos, assim como nas suas bifurcações. Nestes prolongamentos são ainda frequentes as deformações.

Êste conjunto de notas corresponde à medula de cão observada depois de feita a fixação $\frac{1}{2}$ hora após a morte.

Vamos examiná-la em períodos sucessivos *post-mortem*.

1 hora.—Cortes da medula dorsal.

Os corpos de Nissl fixam mais ávidamente a tinta, ficando mais corados que o próprio nucléolo. Prolongando a permanência dos cortes no diferenciador, podíamos dividir as células em 2 grupos segundo a maneira como se comportam os corpos de Nissl; num deles colocaríamos as células em que o nucléolo se descora mais rapidamente que estes corpos; o segundo grupo abrangeria as células em que o inverso se observa.

Nas pequenas células somatocrómicas começam já os corpos de Nissl a perder a nitidez dos seus contornos. Esta desigualdade é bem manifesta se compararmos estas células com as grandes motrizes, tanto umas como outras em cortes pouco espessos, 1 a 2 μ .

Aquela ligeiríssima côr azulada que já notáramos na substância acromática é agora um pouco mais intensa. Não é possível reconhecer o aspecto reticulado do espongioplasma.

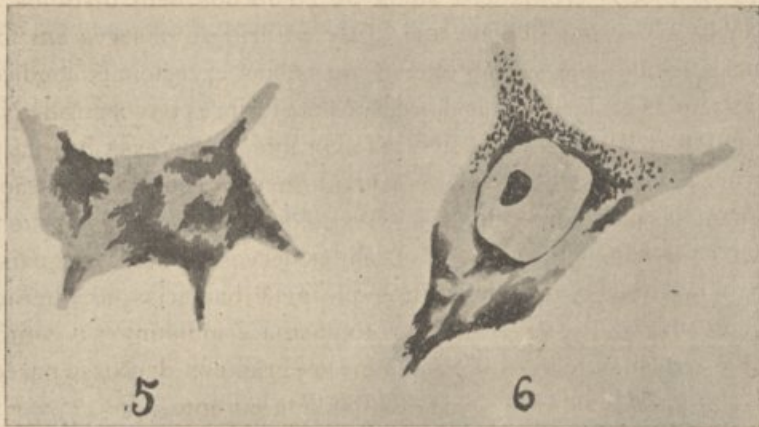
Em muitas das grandes somatocrómicas, examinadas em cortes muito finos, os corpos de Nissl tendem a aglutinar-se. Nas pequenas somatocrómicas a aglutinação é mais perfeita e completa (fig. 4). Em

cortes um pouco mais espessos, 5 ou 6 μ , a acumulação simula uma grande aglutinação que pode iludir e os espaços acromáticos estão completamente azuis, ainda que menos que os corpos de NISSL.

O contôrno de algumas células é irregular e numa ou noutra vêem-se corpos cromáticos fazendo saliência á superfície da célula (fig. 4 c).

2 $\frac{1}{2}$ horas. — Cortes do engrossamento cervical.

Observa-se também a coalescência dos torpos de NISSL dando á célula extravagantes aspectos (fig. 5). Mesmo nestas células em que a cromatina se acumula deixando livres largos espaços não é perceptível o espongioplasma.



Em outras os corpos de NISSL fragmentam-se numa parte da célula reduzindo-se a muito pequenos fragmentos, a fina poeira, enquanto que noutra parte estes corpos estão intactos.

Na periferia de substância branca encontram-se já maciços bacterianos.

3 $\frac{1}{2}$ horas. — Cortes do engrossamento cervical.

É mais freqüente a coalescência dos corpos de NISSL nuns pontos da célula, a rarefacção noutros. Esta rarefacção pode muitas vezes como consequência tornar aparente a membrana nuclear, quando se dá nos corpos que se encontram applicados contra a sua superfície exterior. A coalescência pode ainda fazer-se em dois sentidos, para fora formando blocos volumosos na parte mais periférica da célula, para dentro rodeando o núcleo.

As massas resultantes da coalescência são por vezes muitissimo volumosas e muito mais fortemente tingidas que as outras. Com a coalescência duns corpos de NISSL pode coincidir a pulverização doutros (fig. 6).

4 $\frac{1}{2}$ horas. — Cortes do engrossamento lombar.

São já poucas as células em que o contôrno dos corpos de NISSL

é nítido; as que conservam esta nitidez pertencem todas ao grupo motriz. Em todas as outras células ou a coalescência modificou por completo a orientação ou esta é dificilmente perceptível pela intensa coloração da substância acromática. Esta é ainda a parte da célula que mais rapidamente cede a cor depois duma permanência mais demorada nos solutos descolorantes.

5 $\frac{1}{4}$ horas. — Cortes da medula lombar.

Em cortes muito finos (1 ou 2 μ), as células motrizes dos cornos anteriores, seccionadas quasi tangencialmente de modo a obter uma pequena espessura de célula e alcançar fragmentos anucleados, apresentam os blocos cromáticos ainda de contornos bem distintos, e a substância não cromófila incolor. O contrário se observa em todas as outras células que se não encontram nestas excepcionais condições.

Nas células cariocromáticas dos cornos posteriores os corpos de NISSL começam a perder a sua electividade corante. Por essa fase já passaram as pequenas fusiformes porquanto nestas êstes corpos são palidas manchas nos polos celulares. As colónias bacterianas existem já em plena substância branca. Nas células nervosas aberrantes existentes em zonas desta substância atingidas pela bactérias as alterações são mais profundas. Nestas o protoplasma é indistinto; o contorno celular é irregular, como que franjado; os gránulos de NISSL parecem ter perdido por completo a sua electividade corante.

12 horas. — Cortes do engrossamento lombar.

O número de grandes somatocrómicas em que os corpos de NISSL eram distintos vai-se reduzindo.

Nas outras células as massas cromáticas são cada vez menos distintas. As massas aglutinadas continuam-se insensivelmente com o spongíoplasma também corado de azul.

19 horas. — Cortes da medula dorsal.

São raras as células grandes somatocrómicas intactas na disposição e coloração das massas de NISSL, observadas quer em cortes espessos quer em cortes muito finos. A rarefacção cromática é mais frequente e especialmente a periférica, isto é, é maior o número de células que periféricamente apresentam uma faixa sem blocos cromáticos. As zonas limitadas de rarefacção são também frequentes (fig. 7). As grandes somatocrómicas estão ainda isentas desta alteração.

22 $\frac{1}{2}$ horas. — Cortes de medula lombar.

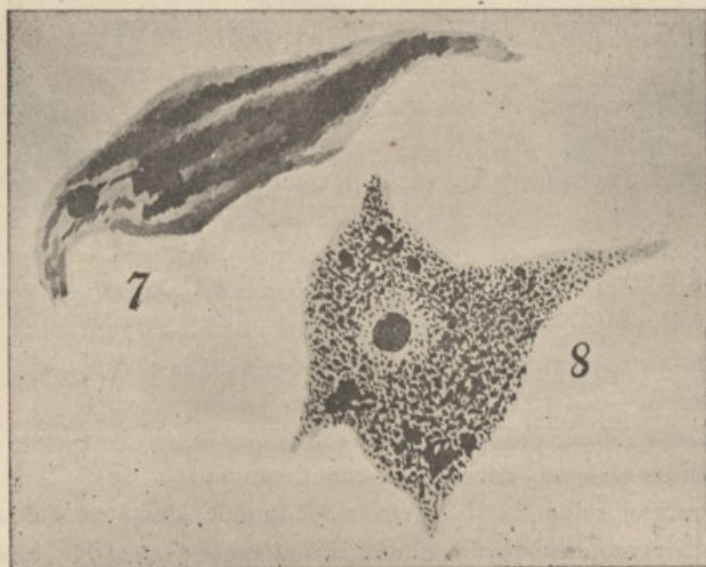
Embora se submetam a uma acção excessivamente demorada do líquido diferenciador, é ainda muito difficil distinguir a substância cromática da acromática, pois que esta fixa tão inérgicamente a cor que a diferenciação não chega a fazer-se. Ambas abandonam pouco a pouco, mas paralelamente, o corante, não se distinguindo por completo.

Deste facto resulta que as células, em que os corpos de Nissl não se aglutinaram, nem se rarefizeram tem o aspecto de manchas de tinta mais ou menos intensas, contendo um nucléolo.

Em algumas células pulverização cromática total (fig. 8).

24 $\frac{1}{4}$ horas.—Cortes da medula lombar.

Aparece nas grandes motrizes a rarefacção em zonas bem delimitadas (fig. 9). Além disso, encontram-se ainda células motrizes vizinhas das alteradas, em que uma observação superficial levaria à conclusão que eram normais; todas as suas alterações se reduzem à coloração pouco intensa de substância não cromófila e à perda de nitidez dos contornos das massas cromáticas.



29 horas.—Cortes da medula cervical.

Em muitas das pequenas somatocrómicas é difícil reconhecer os limites do corpo celular. Em alguns deu-se a fragmentação e vemos apenas um núcleo tendo aderentes maciços irregulares de substância cromática.

46 horas.—Cortes da medula dorsal.

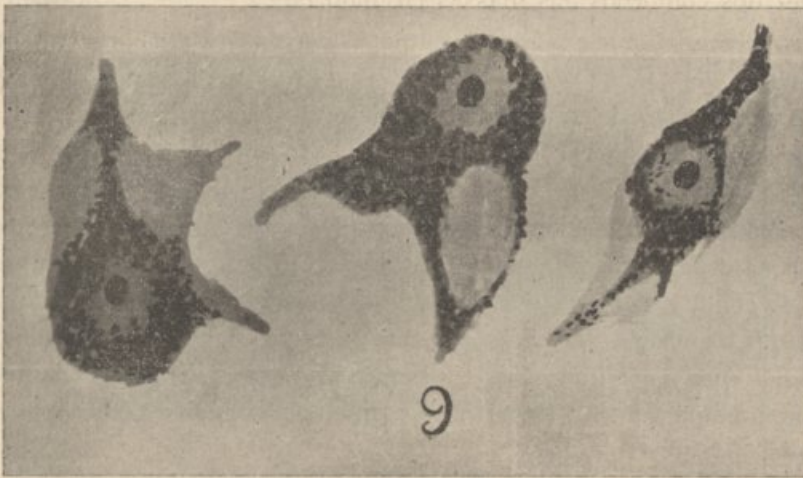
Os corpos de Nissl perderam a sua electividade para o azul de metilena. O corpo da célula tem uma côr azulada, pálida, uniforme, contrastando com a côr viva do nucléolo. Em algumas células ainda se distinguem as massas cromáticas mas como pálidas imagens do que foram. Aparecem nas preparações fragmentos de células tomando uma côr especial, azul um pouco esverdeado. A invasão bacteriana é intensa na própria substância cinzenta.

72 horas.—Cortes do engrossamento lombar.

Da maior parte das células distinguem-se apenas corados intensamente os nucléolos. O resto está reduzido a uma mancha azulada. O conjunto dá à substância cinzenta observada à vista desarmada um aspecto inteiramente incolor.

Em muitas destas células observam-se ainda zonas inteiramente incolores correspondendo às primitivas zonas de rarefacção cromática.

Em muitas outras o protoplasma perdeu a sua coesão e apenas se vêem massas informes que seriam irreconhecíveis se não fôra o nucléolo, estabelecendo a sua identidade e não chegando muitas vezes a ser envolvido pelo protoplasma.



96 horas.—Cortes da base do cone terminal.

Os nucléolos que estabelecem a identidade das manchas azuis, restos do protoplasma, são muito desigualmente corados e alguns muito pálidos.

É flagrante o contraste se compararmos o aspecto das células fixadas imediatamente depois da morte e o daquelas que se fixam 96 horas depois.

Nas primeiras todo o campo microscópico é cheio de corpos muito corados de azul, destacando-se com o maior vigor. Nas segundas são visíveis unicamente os nucléolos e maciços de bactérias. Os corpos de Nissl desapareceram como se fossem destacados da rede espongioplásmica; esta não existe como tal, e o protoplasma é homogénio e hialino.

As lesões cadavéricas parecem, portanto, ser diferentes na sua marcha e especialmente na sua cronologia, nas grandes somatocrómicas por um lado, nas pequenas somatocrómicas e nas cariocrómicas com corpos de Nissl por outro.

Nas primeiras observámos: grande avidez dos corpos de Nissl.

para o azul de metilena, isto é, hipercromia, coloração tardia da substância não cromófila; rarefacção da substância cromática, perda cada vez mais intensa da electividade corante dos corpos de Nissl.

Nas segundas: rápida desapareição da acromia da substância não cromófila, hipercromia muito passageira, coalescência dos corpos de Nissl nuns pontos, rarefacção noutros, pulverização cromática, fragmentação do protoplasma precedida ou seguida de perda completa de colorabilidade.

O primeiro fenómeno mais importante é sem contestação a coloração da substância não cromófila. Para a reconhecer, repito, torna-se indispensável a observação de cortes muito finos; fazer o contrário é seguramente laborar em êrro, pois que as conclusões serão certamente erróneas.

A observação de muitas dezenas de cortes desta serie presta-se a interessantes considerações.

Entre os blocos que forneceram os cortes, cujo estudo relatei, existiam outros não mencionados pois que êsses denunciavam um retrocesso na ordem crescente das lesões cadavéricas, isto é, a ordem por que foi feita a colheita dos fragmentos depois da morte do animal não indica a ordem das lesões. Assim há cortes, feitos em fragmentos colhidos muitas horas depois da morte, menos alterados cadavéricamente que outros feitos em fragmentos colhidos poucas horas depois.

¿Qual é a causa destas variações? A causa reside indiscutivelmente na penetração bacteriana feita de modo muito desigual. A desintegração cadavérica é mais intensa nuns andares da medula que noutros. As lesões histológicas correspondentes devem ser também muito irregulares. Assim, para que a ordem cronologica das lesões correspondesse integralmente à ordem da colheita dos fragmentos, seria preciso que a medula fosse invadida por igual pelas mesmas espécies bacterianas.

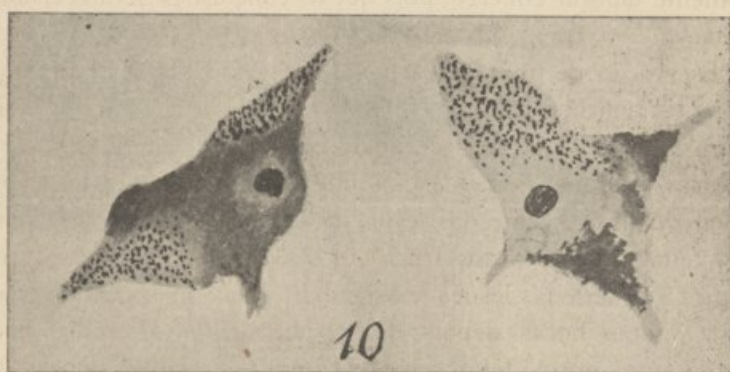
Mas uma outra consideração deve mencionar-se. Embora dispuséssemos os fragmentos pela ordem da invasão microbiana, não se poderia estabelecer uma escala gradual, correspondente à serie progressivamente crescente das lesões.

Assim como num corte feito na medula imediatamente depois da morte do animal, embora sujeitas à mesma técnica, ha células que se coram bem, outras que se coram mal, em virtude dum especial quimismo celular, também em cada fragmento sujeito á cadaverização, as desigualdades tinturiais devem existir, traduzindo desigual degradação quimica.

A intervenção bacteriana tem, como vimos, um importante papel

nas alterações histológicas da medula em decomposição cadavérica. Antes de eliminarmos a intervenção dos microbios, procurámos afastar das condições experimentais o meio húmido, roubando á medula pouco a pouco a sua própria água.

Para isso na minha 2.^a série de experiências coloquei os fragmentos da medula do cão, extraídos sem cuidados alguns de asepsia numa campânula herméticamente fechada, contendo uma pequena taça com ácido sulfúrico. O último fragmento dali retirado para ser imediatamente fixado tinha 9 dias de secador. Então estava a medula com o aspecto exterior duma grossa fita, dura ao corte e sómente húmida na parte central.



28 horas.—Cortes da medula dorsal.

As grandes somatocrómicas, que observei em numerosos cortes, podem ser divididas em dois grupos: o mais numeroso abrange as células em que a coloração da substância não cromófila é insignificante e em que é visível o retículo espongioplásmico nos maiores intervalos entre os corpos de Nissl; o outro grupo compreende todas aquelas em que as lesões são já intensas. Nestas apparecem coloração mais ou menos intensa da substância acromática, rarefacção periférica dos corpos de Nissl e numa ou noutra pequenas zonas centrais inteiramente descoradas, semelhantes a vacúolos, e a que daremos este nome.

Em poucas das pequenas somatocrómicas é possível a distinção da substância acromática; apresenta-se em regra sempre corada e continuando-se insensivelmente com os corpos de Nissl. Observa-se ainda coalescência destes corpos, por vezes tão flagrante que todo o aparelho cromático se reduz a duas ou três grandes massas, sendo o resto do corpo celular reduzido a uma fina poeira (fig. 10). Em algumas destas células não existem corpos de Nissl e todo o protoplasma tem o aspecto poeirento.

Nas funiculares observam-se com frequência vacúolos em pleno corpo celular.

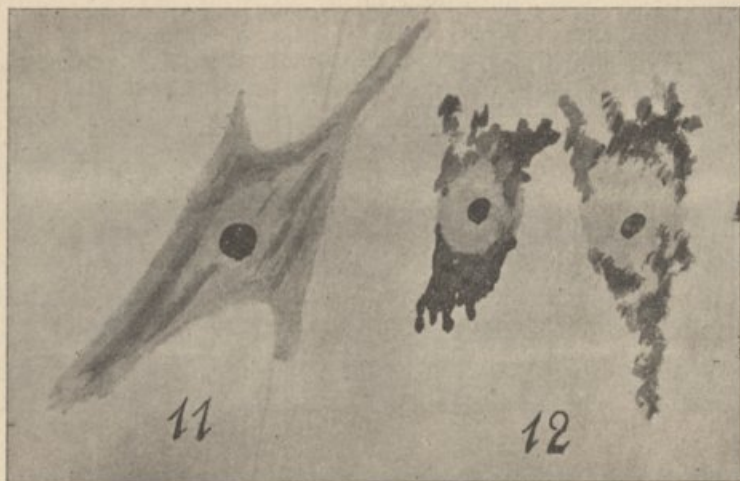
48 horas.—Cortes da medula dorsal.

Ainda se podem observar numerosas somatocrômicas de aspecto normal, áparte ligeira coloração da substância acromática. Todas estas pertencem ao grupo das células motrizes dos cornos anteriores.

Nas células funiculares é mais freqüente a pulverização cromática e a vacuolização.

52 horas.—Cortes do engrossamento dorsal.

Nas grandes somatocrômicas coalescência central dos corpos de



Nissl e rarefacção periférica; continua freqüente a pulverização cromática, que pode ser total, e a vacuolização.

95 horas.—Cortes da medula dorsal.

As grandes motrizes estão reduzidas a manchas azuis, tendo apenas perceptível o nucléolo, aliás também pálido, e um vago desenho dos corpos de Nissl (fig. 11).

124 horas.—Cortes da medula lombar.

Ao proceder à coloração desde logo se nota que, ao passo que a substância branca fixa vigorosamente a côr, a substância cinzenta abandona-a por completo ao álcool, ficando apenas bem corados os nucléolos e nem todos. Mesmo prolongando o aquecimento no azul de metilena até à ebulição, as células se distinguem quâsi completa e rápidamente.

Nos cornos posteriores observam-se apenas detritos amorfos, uns corados em violeta pálido, outros em azul. Êstes podem reünir-se formando retalhos de células nervosas (fig. 12).

143 horas.—Cortes da medula lombar.

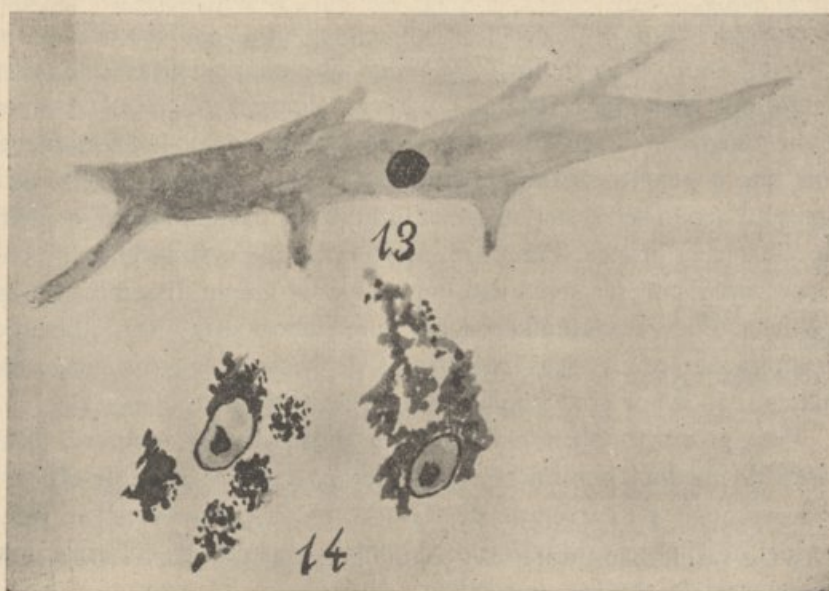
A análise detalhada destes cortes nada mais revela que se deva acrescentar ao que disse precedentemente.

148 horas.—Cortes da medula lombar.

Em algumas células menos alteradas observa-se a vacuolização do protoplasma feita pelos vacuolos pequeníssimos umas vezes, outras grandes.

152 horas.—Cortes da medula lombar.

Numas das grandes somatocrómicas, e mesmo em cortes espessos, o protoplasma tem um aspecto azulado muito pálido, noutras o protoplasma é perfeitamente incolor.



167 horas.—Em cortes da medula dorsal o aspecto é o mesmo.

171 horas.—Cortes da medula dorsal.

O corpo celular é inteiramente homogénio e hialino (fig. 13); nas células em que a secção não interessou o nucléolo, só topográficamente se estabelece a identidade das manchas azuis.

173, 182, 184 horas.—Nos cortes do engrossamento dorsal observados o aspecto mantêm-se inalterável.

204 horas.—Cortes do engrossamento lombar.

O nucleolo é quasi incolor; para se reconhecer no meio dos detritos homogenios é necessário uma forte iluminação, luz solar directamente reflectida num plano branco.

206 horas.—Cortes da medula lombar.

As células deixam por completo de fixar o azul de metilena, mesmo nas preparações em que os macissos microbianos são dum azul quasi negro.

Em resumo: Comparando estas observações com as da primeira série reconhecemos que, embora as alterações sejam fundamentalmente as mesmas, existem diferenças que não são para desprezar.

A coloração da substância não cromófila, a primeira lesão que em cortes finos se observa, aparece tardiamente 48 horas depois da morte, isto é, já quando na série anterior existiam lesões muito mais avançadas. Aparece muito cedo a vacuolização e a fragmentação, alteração esta que não chega a tornar-se geral. Depois do aparecimento destas alterações a substância cromática e a substância acromática, já então corada, começam a perder a sua afinidade para o corante, até à fragmentação do corpo celular, dando pequenos retalhos de aspecto homogénio. Nesta série são, portanto, as alterações levadas a efeito num prazo muito mais longo que na primeira série, parecendo, por isso, que a secação favorece a conservação destes elementos histológicos. É verdade que deve esta ter intervindo indirectamente, pois que a penetração microbiana não chegou a atingir a substância cinzenta, tendo-se a sua invasão limitado à parte externa e média da substância branca. Parece-me, portanto, que a secação favorece a conservação por ser um meio impedor da ampla disseminação microbiana. Poderemos ainda concluir que, embora esta invasão favoreça as alterações cadavéricas dos corpos de NISSL e da substância acromática, não é por si só suficiente para a determinar.

Para procurar saber qual é a parte destas lesões atribuível à invasão da medula por micróbios, tentei, na terceira série de observações, eliminar a intervenção destes agentes da cadaverização, isto é, estudei as alterações dos corpos de NISSL e da substância acromática no decurso da autólise da medula.

Como material para esta série utilizei a medula de cão. Os fragmentos da medula, extraída asepticamente do canal vertebral e colhidos também asepticamente, foram immersos em azeite esterilizado contido em tubos igualmente esterilizados. Em intervalos cada vez mais afastados eram retirados do azeite e fixados pelo álcool. Desde a extracção da medula até à fixação dos fragmentos eram mantidos na estufa a 37°. Escolhi esta temperatura como sendo a mais favorável para a acção das diástases a que, segundo a maioria dos autores, se devem atribuir os fenómenos autolíticos.

Na coloração dos cortes, para tornar mais nítida as alterações, empreguei a dupla coloração pelo azul de metilena e pela eritrosina, segundo o método de HELD.

As observações feitas constam da seguinte abreviada resenha:

1 $\frac{1}{4}$ horas.—Cortes da medula dorsal.

Naqueles cuja espessura não ultrapassa 3 μ os corpos de NISSL são

perfeitamente nítidos, bem distintos e limitados; a substância intermediária é rosada-viva, assim como mostra bem claramente a sua disposição reticulada. Em algumas células já esta substância tem um ligeiro tom azulado misturado com a côr rósea.

Em cortes espessos esta côr azulada é muito mais intensa, perdendo então os corpos de Nissl a sua nitidez.

4 horas.—Cortes do engrossamento dorsal.

Nos cortes precedentes até ao limite externo da célula vêem-se os corpos de Nissl. Êste aspectó é ainda o do maior número das grandes somatocrómicas. Aparecem, porém, já algumas em que existe uma orla intensamente rosada cercando a célula, correspondendo ao que nas séries precedentes chamámos rarefacção periférica. Esta orla estabelece insensível transição com a substância acromática. Os corpos de Nissl fixam muito mais intensamente a tinta. Ê mais azulada a substância acromática.

10 horas.—Cortes da medula dorsal.

São mais numerosas as células em que as massas cromáticas são confusas, mal delimitadas e a substância acromática mais corada de azul.

Em alguns pontos o espaço pericelular que se vinha alargando cada vez mais forma uma cavidade em que estão alojados fragmentos de células nervosas dispostas irregularmente em volta do núcleo, intacto e de membrana visível (fig. 14).

12 horas.—Cortes da medula dorsal.

Em todas as células somatocrómicas a substância acromática é mais ou menos corada de azul. Á côr rósea junta-se sempre um tom azulado.

Nas grandes motrizes a zôna periférica vai sendo mais larga e a sua linha interna cada vez mais irregular.

37 1/2 horas.—Cortes da medula lombar.

No período de tempo decorrido, as alterações deram-se com maior rapidez e nota-se que na maior parte das células as massas cromáticas, muitas dellas resultantes de aglutinação dos corpos de Nissl, perderam em grande parte a sua afinidade para o azul de metilena e começam a fixar a eritrosina mas com pouca intensidade. Algumas células teem o aspectó de borrões de tinta azuis, pela coalescência dos gránulos de Nissl, e pela coloração azul da substância acromática, cercados duma orla rosada.

61 horas.—Cortes da medula lombar.

Em cortes muito finos, 2 μ , as células são na sua maior parte coradas inteiramente em rosa pálida e nessa mancha rósea não se distinguem detalhes.

Rodeando estas células assim desistingidas vêem-se células nevrólicas de núcleos intensamente corados de azul, assim como os nucléolos das mesmas células nervosas, embora seja mais pálida esta última coloração.

66 1/2 horas.—Cortes da medula lombar.

As células nervosas estão reduzidas a fragmentos, cuja identidade é unicamente estabelecida pelos nucléolos isolados que avizinham estes retalhos celulares.

83 1/2 horas.—Cortes da medula dorsal.

Não há uma única célula intacta; o esfrangalhamento é geral. Êste aspecto persiste inalterável nos cortes feitos em fragmentos fixados 86 e 89 horas depois da morte.

Em nenhum dos primeiros fragmentos referidos havia colónias bacterianas; existiam nos três últimos apesar das precauções asépticas tomadas, mas não ultrapassavam a camada mais externa da substância branca.

Como nas outras séries, encontrei aqui, como fenómeno inicial das transformações cadavéricas, a coloração da substância acromática, seguida de coalescência dos corpos de NISSL e rarefacção periférica e terminando na perda de tingibilidade pelo azul de metilena, mais rapidamente que nas outras séries. A esta rapidez não deve ser indiferente a temperatura.

Com o fim de eliminar qualquer influência possível do azeite esterilizado sôbre os fragmentos medulares, realizei uma outra série de investigações. Os fragmentos colhidos asepticamente eram lançados em tubos de ensaio contendo no fundo bolas de algodão embebido em água, tudo devidamente esterilizado. Ao terminar os prazos, lançava o álcool no próprio tubo.

2 horas.—Cortes do engrossamento lombar.

Os corpos de NISSL destacam-se admiravelmente na côr rosada do fundo, de contornos nítidos, reconhecendo-se facilmente a sua estrutura esponjosa.

4 horas.—Cortes do engrossamento lombar.

Em algumas pequenas somatocrómicas e em uma ou outra das grandes a substância não cromófila começa a tinjir-se muito levemente de azul.

8 horas.—Cortes da medula cervical.

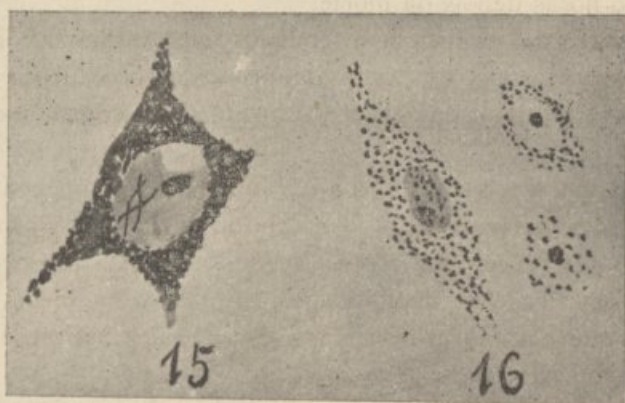
Na maioria das células a substância acromática já se não tinge de côr rosada, mas num azul pálido, o que torna confusos os limites dos corpos de NISSL. Contudo ainda se encontram algumas motrizes quasi normais, sendo a anormalidade determinada pela coloração muito ligeira da substância não cromófila (fig. 15).

10 horas.—Cortes da medula cervical.

Algumas grandes somatocrômicas esticocromas mostram junto do contôrno da célula uma zona em que não existem corpos de Nissl e que se cora de côr rósea uniforme (rarefacção periférica).

26 horas.—Cortes da medula cervical.

As alterações são mais intensas. Os corpos de Nissl são irregulares, condensados em uns pontos, rarefeitos noutros. Da condensação resulta a formação de massas, muitas delas aderentes à membrana nuclear e tão intensamente coradas como o nucléolo. A rarefacção tem como resultado a predominância da côr rósea sôbre a azul na



célula, tanto maior quanto mais intensa é a rarefacção. O mesmo efeito produz a pulverização cromática (figs. 16 e 17) e a vacuolização observável em algumas células, ainda que raras.

45 horas.—Cortes da medula dorsal.

Coalescência cromática e rarefacção muito mais gerais podem comunicar às células interessantes aspectos, sendo toda a parte central azul intenso, toda a parte periférica rósea. O corpo celular é por vezes vermelho muito pálido, tendo de distância a distância pequenas manchas azuis. Nas fusiformes existe uma zona azul no equador da célula, sendo o restante até aos pólos da côr rosada.

49 horas.—Cortes de medula lombar.

A electividade corante está muito modificada. Tanto em cortes muito finos, como nos relativamente espessos, observa-se o seguinte: se empregarmos o tempo usual de coloração pelo azul de metileno, todos os corpos de Nissl são pouco corados e o mesmo sucede ao nucléolo; todas as células se reduzem a uma massa côr de rosa; se prolongarmos a coloração pelo azul de metileno, toda a célula é azulada, sem distinção de substância cromática e acromática.

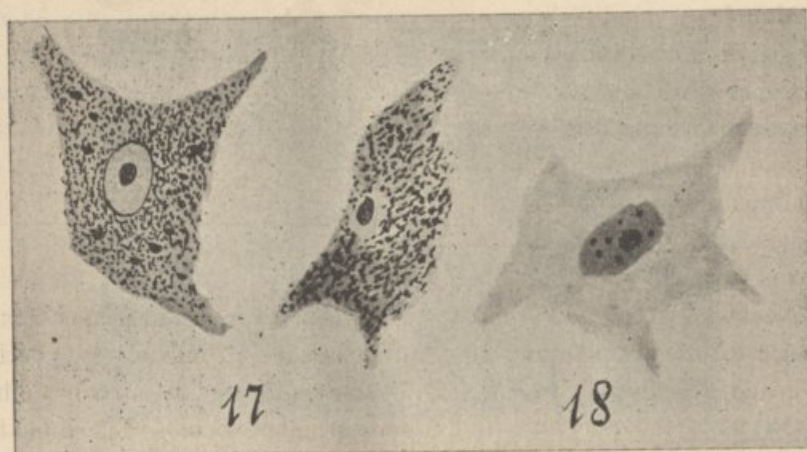
Se o corte é regularmente corado, observa-se na maior parte das

esticocromas que toda a substância de afinidade para o azul se acumulou na parte central, deixando periféricamente toda a zona inteiramente rosada.

Nas pequenas somatocrômicas toda a célula se cora pela eritrosina e nesta cor uniforme se destacam, numas pequenas massas inteiramente azuladas, noutras pequenas pontuações, e apenas numa ou noutra célula um macisso mais volumoso.

Das esticocromas motrizes já algumas aparecem como manchas róseas individualizadas unicamente pelo nucléolo.

70 horas.—Cortes do engrossamento lombar.



Do seu estudo não de corre a observação de qualquer nova alteração a juntar às precedentemente descritas, das quais diferem apenas em quantidade.

74 horas.—Cortes do engrossamento lombar.

Nestes cortes apenas é digna de menção a rarefacção nos macissos centrais das grandes esticocromas.

80 horas.—Cortes da medula dorsal.

A coloração dos corpos de Nissl é mal definida, nuns azulada, noutros rosada totalmente; esta última coloração é a regra nas pequenas somatocrômicas.

81 $\frac{3}{4}$ horas.—Cortes do engrossamento lombar.

Em secções bem coradas as grandes motrizes estão reduzidas a manchas róseas, levemente manchadas de azul na sua parte central, que contêm o nucléolo (figs. 18 e 20). Naquellas em que o nucléolo não fôr interessado no corte é difficil distinguir o corpo celular do tecido que o rodeia. O exame de muito numerosas preparações dá-nos a ideia nítida que só os nucléolos estiveram em contacto com o azul de metilena.

94 horas.—Cortes da medula cervical.

Em algumas das grandes esticocromas na massa rósea homogênia do protoplasma distinguem-se, com uma forte iluminação, pequenas pontuações azuis.

99 horas.—Cortes da medula cervical.

Aparecem células fragmentadas; rodeando o núcleo vêem-se detritos, uns corados de azul, outros em rosa, dispostos com a maior irregularidade.

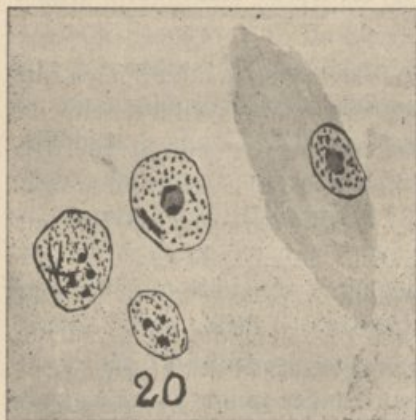
119 horas.—Cortes da medula dorsal.

Mantêm-se a indiferença para a tinção pelo azul ou pela eritrosina, como referimos a propósito dos cortes feitos no fragmento fixado 49 horas depois da morte.



121 horas.—Cortes da medula dorsal.

Nesta série um facto se constata, aliás reconhecido já nos cortes anteriores, mas em nenhuns com tanta constância como nestes. Todas as grandes células estão muito afastadas do tecido circunvizinho, em grandes lóculos determinados pelo alargamento dos espaços pericelulares. Esta disposição favorece uma melhor observação das alterações. É muito frequente a vacuolização central (fig. 19).



124, 142 horas.—Cortes da medula dorsal.

As mesmas alterações dos corpos de Nissl e da substância acromática.

144 horas.—Cortes da medula dorsal.

Os prolongamentos protoplásmicos, cuja coloração era até êste momento sempre irregular estão intensamente corados em rosa, de modo que nesses cortes tudo é róseo menos os nucléolos.

167 horas.—Cortes de medula dorsal.

Mesmo depois de demorada coloração, os próprios nucléolos não tomam uma côr tão intensa como primitivamente.

172 horas.—Cortes da medula lombar.

Nenhuma outra lesão se constata em numerosos cortes.

A 4.^a série pelo que acabo de referir, segundo a análise feita a um grupo de muitas dezenas de preparações, em que o processo de coloração empregado não denunciou a existência de bactérias, confirma as conclusões que decorrem da 3.^a. É também a coloração da substância acromática, o fenómeno cadavérico inicialmente estudado, seguido de coalescência cromática, pulverização, indiferença para o azul de metilena e para a eritrosina, por fim electividade pronunciada para esta última e fragmentação. As lesões estacionam durante largos prazos, o que não sucedia na 1.^a série. Nesta a invasão bacteriana era ampla e a cadaverização rápida. As alterações regressivas eram já contrariadas pela subtracção de água do tecido. Tornaram-se muito lentas com a asepsia parcial e mais ainda com a asepsia mantida em todos os fragmentos do princípio ao fim da série. Destas comparações poderemos deduzir o papel importante que os micróbios teem na cadaverização e o não menos importante da água. Subtraindo parcialmente a água, a marcha da cadaverização é tão lenta como a que se realiza no mesmo tecido, em condições de rigorosa asepsia e a uma temperatura de 37°.

Estas séries de investigações, monótonamente expostas nas páginas precedentes, prestam-se a interessantes considerações. Interessantes são as que dizem respeito à maneira como se tinjem os corpos de NISSL e a substância acromática em presença do azul de metilena e da eritrosina.

Nos primeiros cortes das séries os corpos de Nissl fixam o azul de metilena com exclusão da eritrosina, isto é, são basófilos ou antes cromófilos; a substância intermediária a estes corpos é acidófila. Mas esta electividade não é permanente e pouco a pouco vimos estabelecer-se a indiferença corante e tanto os corpos de Nissl como a substância acromática fixam indiferentemente um ou outro destes corantes segundo o tempo de acção; por fim a afinidade modifica-se e uns e outros tornam-se acidófilos. Constato o facto, mas dele não pretendo tirar ilações. Seria embrenhar-me no confuso e tão discutido problema relativo à natureza, propriedades químicas e estado da substância que constitue os corpos de Nissl na célula viva, e sem a menor vantagem, porquanto em nada iria elucidar essa momentosa questão.

Os corpos de Nissl podem ser revelados por outros processos técnicos que acidentalmente os mostram ao observador, embora não tenham sido applicados com êsse fim. Numa das séries em que pretendi estudar as neurofibrilhas celulares, em fragmentos medulares do coelho, colocados em meio aséptico, pelo método de CAJAL, observei que,

aplicando-o 77 horas depois da morte, quando já as neurofibrilhas não fixam a prata coloidal, aparecem no corpo celular massas acastanhadas mais ou menos volumosas, formadas de granulações aglutinadas, decalcando a disposição e o aspecto das massas cromáticas de Nissl. Nos fragmentos fixados mais tarde, 95 horas *post mortem*, a identidade é ainda mais flagrante e especialmente nas grandes motrizes. A 120 horas esta disposição desaparece por completo.

Os factos constatados são dignos de registo. As massas de Nissl são completamente indiferentes à prata coloidal nas primeiras horas depois da morte. Esta diferença desaparece passado algum tempo, havendo um período de transição em que troços de neurofibrilhas se impregnam e simultaneamente aparecem os corpos cromáticos. A afinidade para a prata coloidal coincide com a fraca afinidade para o azul de metilena e com a indiferença em presença do azul de metilena e da eritrosina, como é constátavel nas séries referidas. Estes são os factos. ¿Como explicá-los?

¿Por uma alteração da substância de Nissl que modificasse as suas afinidades químicas? É a única hipótese que me parece plausível.

Disse que a coloração da substância acromática era o fenómeno inicial estudado nas séries, porquanto difficil é averiguar qual é a primeira perturbação que na célula denuncia a morte.

Alguns autores são de opinião que os próprios corpos de Nissl são já produto da alteração cadavérica, derivado das neurofibrilhas segundo Krontal, ou da coagulação do suco contido nas malhas do espongioplasma (Fischer, Held, Bonne).

Outros observadores sustentam que, embora os gránulos cromáticos sejam visíveis durante a vida, se tornam muito mais aparentes depois da morte. Turner conclue das suas investigações que os corpos de Nissl nos animais são visíveis imediatamente depois da morte e no homem sómente são visíveis 70 minutos depois, embora não se faça actuar sobre a célula outro reagente além do azul de metilena.

Se assim fosse, o que aliás não está provado, o primeiro fenómeno cadavérico seria o aparecimento dos corpos de Nissl e eu nada mais teria feito que estudar as alterações destas formações cadavéricas.

Em todas as séries a densidade cromática é variável; no principio é grande, mas vai em seguida diminuindo, primeiro pela coalescência, depois pela pulverização; assim cada célula nervosa é sucessivamente picnomorfa, parapicnomorfa e apicnomorfa. Aquelas que, applicada a classificação de Nissl, seriam chamadas parapicnomorfas ou picnomorfas, merecem ainda a designação de apicnomorfas em presença da sua evolução ulterior. Por poucos que sejam os corpos de Nissl,

como êles vão diminuindo, determinam como fase última a apicomórfa celular.

Como vimos, o aparecimento das alterações faz-se a longo prazo na série em que procurei subtrair a água tissular, mantendo os fragmentos numa atmosfera sempre sêca. Nessas condições a medula tende a mumificar-se. Os resultados que obtive, conjugados com os de BURDACH e TOUSSAINT, que estudaram mumias de algumas centenas de anos, demonstram que a mumificação mantém o aspecto histológico geral permitindo reconhecer os tecidos passado longos períodos.

Comparemos os resultados por mim obtidos com aqueles que tem sido relatados pelos poucos investigadores que se tem occupado dêste assunto.

VITIGE TIRELLI¹, para estudar as alterações histológicas da putrefacção do sistema nervoso, utilizou o cão para as primeiras horas depois da morte (1, 4, 7 e 9) e para prazos mais longos o homem. Empregou como corante uma mistura dum soluto aquoso a 5 0/0 de piridina, a que adicionava o número de gotas de azul policrómico necessárias, para obter uma côr azul intenso. O material era colocado nesta mistura durante meio a um minuto, à temperatura de 50° na estufa de MEYER, depois largamente lavado em água distilada, rápidamente passado por álcool a 80° ligeiramente acidificado, desidratado pelo álcool absoluto, diafanizado pela essência de cravo, passado pelo álcool e conservado em bálsamo do Canadá dissolvido em xilol. O material era obtido pela fixação quer pelo álcool a 90°, quer pela piridina, ou pelo esmagamento com ligeiro atrito de um fragmento nervoso entre duas lamelas.

Empregando esta técnica TIRELLI não encontrou lesões nas células da medula do cão 1, 4, 7 e 9 horas depois da morte do animal, determinada por ferimento do coração.

Para intervalos maiores, de 21 horas até 24 dias, utilizou cadáveres humanos, o que constitue um êrro que fortemente vicia as suas investigações. Dêste modo não pode estabelecer uma série, pois que não pode identificar as alterações determinadas pela cadaverização na medula de um animal são, com as observadas na medula dum doente. Embora nos cadáveres utilizados fossem as lesões do aparelho respiratório, intercorrência de doenças mentais, as únicas constatadas, a reserva deve manter-se.

Nestas condições 21 horas depois da morte não existem ainda alterações dos corpos de NISSL nem da substância acromática.

¹ Sulla cronologia della morte degli elementi del sistema nervoso centrale e periferico — *Annali di Freniatria*, 1896, vol. v, pag. 3 e 4.

34 horas depois a cromatina desapareceu das porções dos prolongamentos protoplásmicos que ficam mais longe da origem. No corpo celular a substância cromática é delicadamente granulosa e mais evidente pela coalescência destes grânulos e pela ampliação dos espaços acromáticos, já ligeiramente corados azul e também ligeiramente granulosa.

47 horas *post mortem* a parte periférica dos corpos de Nissl des-
troce-se, restando apenas a parte central mais fortemente corada, o que torna a estrutura do protoplasma mais esquemática.

Depois de 5 dias o protoplasma já não apresenta as particularidades descritas por Nissl; tudo se reduziu a uma massa granulosa fracamente corada, onde se vêem grupos de grânulos. Aparecem neste momento as bactérias da putrefacção.

O relato das pesquisas feitas 9, 13, 18, 24 dias depois da morte é inteiramente silencioso relativamente a alterações medulares, o que aliás pouco interessa por ultrapassar muito o limite do tempo das minhas investigações.

Se notarmos que TIRELLI procurava por todos os meios evitar o contacto directo da medula com o ar, recobrando o canal vertebral com a parte destacada, enrolando tudo num tecido pouco permeável, e, além disso, que só a primeira parte destas investigações é comparavel com a minha série, é fácil constatar que as lesões são fundamentalmente as mesmas, sendo as diferenças mais de interpretação que de facto. Já não é a cronologia de TIRELLI sobreponível á minha, o que é bem justificado pelas condições em que numas e noutras era mantida a medula; é indiscutível que a medula reduzida a fragmentos é muito mais facilmente atingida pelas influências extrínsecas, humidade, micróbios, temperatura, do que conservada íntegra, como nas investigações de TIRELLI.

NEPPI¹ fez as suas observações exclusivamente sobre as células dos cornos anteriores da medula espinhal do cão. Na exposição dos resultados obtidos existe uma grave lacuna, pois nada nos diz relativamente ás condições em que permanecia a medula, depois da morte do animal.

Como técnica empregada indica a fixação pelo soluto saturado de sublimado em NaCl durante 24 horas e a coloração pelo soluto saturado de tionina e pela eosina e tionina.

24 horas depois da morte nota apenas em algumas células uma ligeira cor azulada em volta do núcleo. 48 horas depois, a coloração

¹ *Sulle alterazioni cadaveriche delle cellule nervose rilevabili col metodo di Nissl* — *Rivista di Patologia nervosa e mentale*, vol. II, pag. 4, Aprile, 1897.

difunde-se a todo o corpo celular, continuando, porém, bem diferenciados os corpos de NISSL.

96 horas *post mortem*, as células começam a retrair-se; os corpos de NISSL ficam muito pálidos; a auréola clara em volta do núcleo é mais ampla. Com dupla coloração observa-se que poucas são as células em que a substância cromática aparece corada em azul; a maioria tingge-se uniformemente pelas côres acidas. Em resumo, dissolução da substância cromatofila com perda de afinidade para a substância corante.

Estas investigações não estão ainda em contradição com os resultados que obtive, antes com êles coincidem.

O. BARBACCI e G. CAMPACCI¹ matam o coelho por sangria total e colocam-o num espaço fechado á temperatura constante de 22° C; daqui retiravam fragmentos medulares de 3 em 3 horas.

As primeiras alterações que encontraram na massa protoplásmica consistiam em progressivo impalidecimento dos corpos de NISSL, cujos limites se tornam confusos e esfumados com tendência a fundirem-se numa massa única, que tende cada vez mais a apertar-se junto do núcleo, deixando livre uma grande parte da periferia da célula. Por fim as granulações tornam-se mais confusas, até que o protoplasma se torna informe e homogénio.

CARLOS FRANÇA² utilizou a cobaia que sacrificava pelo corte das carótidas, pela decapitação e pela picada bulbar. Numa primeira série de experiências separava as medulas do corpo e colocava-as num meio húmido à temperatura de 0 a 4°; numa outra série deixava as medulas no canal raquidiano do animal que abandonava à temperatura de 16°. Para a coloração empregou os métodos de NISSL, de UNNA e a tionina.

2 horas depois da morte encontrou já lesões na maior parte das células radiculares. Observou também cromatólise periférica e perda de nitidez dos contornos dos corpos de NISSL.

Em 9 e 12 horas constatou pulverização dos corpos cromáticos, sendo a poeira resultante, ou distribuída igualmente por todo o protoplasma, ou acumulada em certos pontos deixando espaços claros, o que FRANÇA chama *coccatatripse*.

A rede acromática aparece, ora com vacúolos, ora desagregada deixando a célula esfarrapada.

¹ *Sulle lesioni cadaveriche della cellula nervosa — Rivista di Patologia nervosa e mentale*, vol. II, fasc. 8, Agosto, 1897.

² *Contribuição para o estudo das alterações cadavéricas das células radiculares da medula espinhal*—1.ª Comunicação—*Lesões do protoplasma*—*Archivos de Medicina*, 1898, pag. 1.

Mais tarde a cromatólise torna-se geral; em alguns pontos resta só o núcleo reduzido a insignificante mancha pouco corada.

No fim de 20 horas reconhecem-se as células sómente pelo nucléolo.

Estas investigações divergem já alguma cousa das precedentes, não só na ordem cronológica, no que se aproximam das minhas, mas também na natureza das lesões. É a cromólise o fenómeno inicialmente observado, e o mais importante dos citados, aquele que domina todos os outros na evolução das lesões cadavéricas. Nas minhas investigações a pulverização aparece, não há dúvida, mas em pequena escala e sem assim tomar um papel dominante.

GIULIO LEVI¹ coloca fragmentos de medula de cão em pequenos vasos herméticamente fechados para evitar a evaporação. Estudando-os em intervalos cada vez maiores depois da morte, conclue que todas as alterações cadavéricas se podem reduzir a um tipo único. A matéria corante não se fixa duma maneira electiva na substância cromática; numa primeira phase a afinidade corante desta substância augmenta (período hiperchrómico, até 60 horas); depois a afinidade corante vai diminuindo até que o protoplasma se tinge apenas com um tenue reflexo violeta.

Esta simplificação aparece pela primeira vez no decurso destas investigações. Numa das minhas séries observei hiperchromia, mas esta de pequeníssima duração. Se pretendesse reduzir as alterações a um tipo único, seria êste, pelo contrário, a perda gradual de afinidade corante. Mas êste facto é acompanhado de perturbações, tais como a pulverização e a vacuolização, que não são verdadeiramente reductíveis e englobáveis no caracter utilizado para formar o tipo.

MAURICE FAURE e LAIGNEL LAVASTINE² insistem também nesta hiperchromia prolongada até 48 horas depois da morte. Frisaram êste facto para indicar a necessidade de se utilizarem cortes finos nas observações. A substância acromática também muito cedo se coloria.

48 horas depois da morte a afinidade corante é tal que os cortes um pouco espessos dão apenas silhuetas azuis.

Pelas minhas investigações não poderia de modo algum sustentar uma hiperchromia tão demorada. É certo que em cortes espessos a célula toma o aspecto dum borrão azul, mas porque não attribuir êsse facto à coloração intensa da substância acromática? Neste caso nos

¹ *Alterazioni cadaveriche delle cellule nervose studiate col metodo de Nissl. Rivista di patologia nervosa e mentale*, vol. III, parte 1.ª, jan., 1898.

² *Sur la physiologie et le moment d'apparition des lesions cadaveriques dans les centres nerveux du lapin et de la cobaye (methode de Nissl)*. Société de Neurologie, décembre, 1901.

planos sobrepostos abrangidos pelo corte não há interposição de partes não tingidas, como sucede após imediatamente a morte; todos os planos são corados e da sua sobreposição deve resultar uma côr muito intensa. Pelo contrário observei duma maneira indiscutível que, grandes espaços de tempo depois da morte, a fixação da tinta é tão precária, mesmo demorando consideravelmente o contacto, que uma imersão em álcool, a simples passagem pelos álcoois desidratantes são suficientes para distinguir por completo o protoplasma. Pouco tempo depois da morte não sucede assim; são necessárias muitas horas para se obter a descoloração completa. ¿O que concluir? Indiscutivelmente que a afinidade corante é muito maior pouco tempo depois da morte que passados dias.

É possível, como vimos, que esta afinidade vá crescendo para em seguida diminuir. Muito difícil será determinar o momento preciso em que assim se modifica a afinidade corante.

Este período de hiperchromia deve estar altamente dependente do fixador utilizado.

EWING¹, estudando a influência da temperatura, reconhece que no coelho, durante o verão, se encontram lesões avançadas 6 a 8 horas depois da morte, enquanto que, durante o inverno, o aspecto normal mantém-se até 24 horas depois. Estes dados estão em manifesta opposição com as minhas séries 3.^a e 4.^a, em que a medula foi submetida a uma temperatura de 37° a 39° e em que as lesões não apareceram mais rapidamente, duma maneira bem sensível, que nos troços submetidos à temperatura ordinária — 15° a 17°.

MARINESCO² dispõe as lesões pela seguinte forma: coloração da substância acromática e desagregação periférica dos corpos de Nissl; coalescência dêstes corpos; fragmentação dos prolongamentos protoplásmicos; pulverização cromática; fragmentação protoplásmica e vacuolização accidental.

Sem pretender fazer deducções arrojadas e prematuras, parece-me duma legitimidade incontestável concluir das séries de observações expostas:

Na medula espinhal de cadáveres de animais sãos, as alterações *post mortem* dos corpos de Nissl e da substância acromática são muito favorecidas pela intervenção microbiana.

A subtracção de água permite retardar estas alterações, tanto como a conservação aséptica dos fragmentos.

As alterações da medula em autólise e em putrefacção cadavérica,

¹ *Studies on ganglion cells*, Arch. of Neurol. and Psychopath., 1898, vol. 1, n.º 3.

² *La cellule nerveuse*, Paris, 1909.

segundo todas as observações citadas, à parte ligeiras variantes, são idênticas nos dois processos e reduzem-se a: coloração de substância acromática, coalescência cromática, pulverização e vacuolização, menos gerais que as alterações precedentes, rarefacção cromática e perda de afinidade corante, precedendo de perto a fragmentação do corpo celular.

B) *Neurofibrilhas*

O estudo da desintegração cadavérica das fibrilhas somáticas é erigido de dificuldades. Para o seu cabal conhecimento precisamos utilizar processos técnicos fundados em reacções químicas extremamente delicadas, complexas e mal conhecidas nos seus detalhes e mesmo na marcha geral.

Quer utilizemos o processo de BIELCHOWSKY, baseado no emprego do nitrato de prata amoniacal, quer o de LUGARO, em que se utiliza a prata coloidal, quer ainda o de CAJAL pela prata reduzida, com as suas múltiplas variantes, o principio fundamental é na frase de CAJAL¹: a produção ou a penetração na espessura dos neurónios dum soluto de prata coloidal, substância que no estado nascente é vivamente atraída pelo esqueleto neurofibrilar. Portanto, todo o fim do experimentador é produzir prata coloidal no seio do tecido. Como se produz, qual é a parte que pertence aos componentes do tecido nessa reacção, como se realiza essa atracção? Não quero lançar mais pontos de interrogação sobre esta explicação, que não pode satisfazer um espirito meticoloso, tantos são os pontos obscuros que encerra. Mas seja qual for a explicação, a verdade é que todas as fases do processo estão sujeitas a variadíssimas causas que viciam, prejudicam ou pelo menos modificam mais ou menos o resultado final. O estudo destas causas, pelo menos da sua parte mais superficial, é do conhecimento de todos os técnicos.

A temperatura, a sua constância ou variabilidade, a duração das reacções, a quantidade, natureza, concentração e pureza dos reagentes, as modificações que estes sofrem durante o longo tempo de reacção sob a influência dos agentes físicos, a composição química, a reacção, o estado de desintegração química do tecido, a espécie animal, as dimensões dos fragmentos, tudo influencia a marcha das reacções, explicando a variabilidade dos resultados obtidos muitas vezes em zonas, em células contiguas, e mais ainda em fragmentos diferentes. Em

¹ S. RAMÓN CAJAL, *Las fórmulas del proceder del nitrato de plata reducido y sus efectos sobre los factores integrantes de las neuronas*. Trab. del Labor. de invest. biolog., tom. VIII, septiembre, 1910.

consequência destas dificuldades, alguns autores consideram extremamente difícil obter aspectos comparáveis, de modo a permitir determinar com segurança as modificações fisiológicas e pathológicas das neurofibrilhas intracelulares.

Para conseguir a comparabilidade das impregnações obtidas nos diferentes troços da medula, tomei múltiplas precauções, empregando sempre o mesmo processo de impregnação em cada série e procurando com o maior rigor possível estabelecer a igualdade de circunstâncias. Consegui-a com uma grande aproximação, de modo a poder atribuir uma grande parte dos resultados obtidos às diferenças de desintegração química cadavéricas.

Não tenho a veleidade de supor que eliminei todas as influências nocivas ao regular estudo comparativo de secções observadas na zona óptima de impregnação, mas suponho que estas devem ter um valor mínimo em face das modificações resultantes da destruição do edificio químico formado pelas centenas e milhares de átomos que constituem cada molécula dos albuminoides constituintes do tecido medular.

A fragilidade da armadura neurofibrilar das células nervosas medulares permite que rápidamente relate os resultados obtidos.

1.^a série — Medula de cão mantida numa atmosfera húmida e fenicada. Morte por secção do bolbo. Processo de CAJAL, sem prévia fixação.

$\frac{1}{2}$ hora depois da morte. — Cortes da medula dorsal.

A zona de impregnação óptima é pouco extensa. Encontram-se células em que o aparelho neurofibrilar apresenta dois aspectos; nas mais numerosas corresponde à descrição clássica, dispondo-se em duas zonas, uma periférica de fibrilhas mais distintas, de longo percurso na célula, abandonando no seu trajecto finíssimas ramificações; outra perinuclear, riquíssima em fibrilas de diâmetro sensivelmente menor que os da zona periférica, cruzando-se em todas as direcções, formando uma inextricável rede (fig. 21, a); em menor número encontram-se células piriformes em que a rede de complicadas malhas ocupa apenas um polo da célula, enquanto que todo o resto do somatoplasma é ocupado pelas fibrilhas sensivelmente rectilíneas, quasi paralelas, dando a esta parte da célula um aspecto muito mais claro (fig. 21, b).

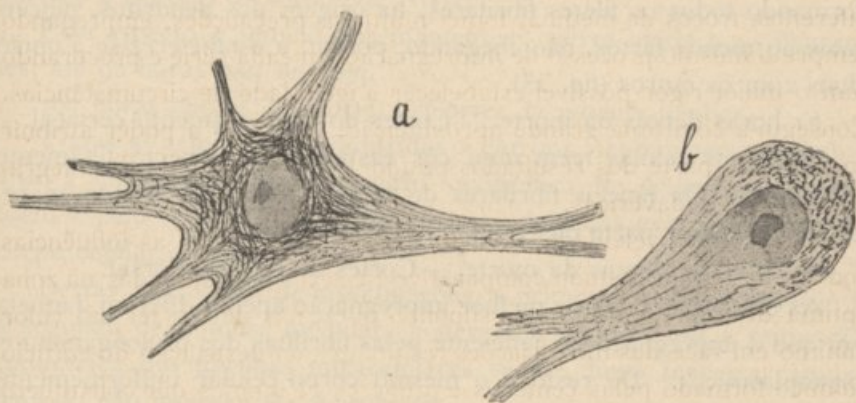
Em umas e outras as fibrilhas são duma delicadeza extrema e prolongam-se com a mesma nitidez ao longo dos prolongamentos dendríticos.

3 horas depois da morte. — Cortes da medula dorsal.

Aparece uma diferença já apreciável na impregnação das fibrilhas somáticas. A rede perinuclear parece mais simples, isto é, tendo

menos malhas. Uma observação cuidadosa e a utilização da imersão homogénea mostra que êsse aspecto é determinado pela fraca impregnação de muitas das trabéculas da rede. São pálidas, de limites mal definidos e interrompidas de distância a distância.

Estes factos são especialmente apreciáveis nos cornos anteriores.

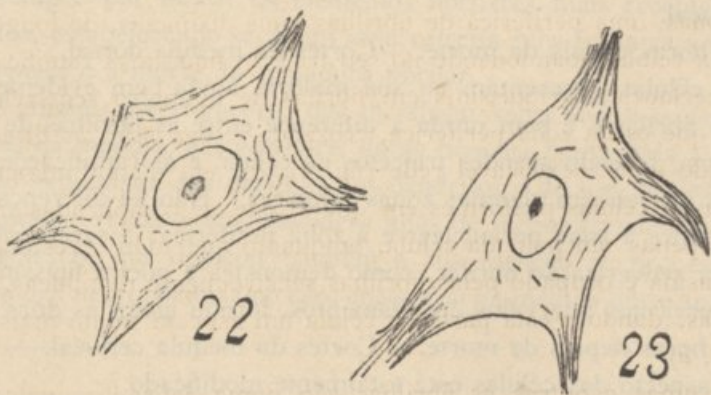


21

Destacam-se com a nitidez primitiva as neurofibrilhas dos dendritos e da zona imediatamente contigua à sua origem, assim como da parte periférica do corpo somático.

24 $\frac{1}{2}$ horas depois da morte. — Cortes da medula dorsal.

O contraste entre as duas zonas é mais completo. As neurofibrilhas periféricas mantem sensivelmente a impregnação primitiva. No trajecto da maior parte dos centrais e dos seus fragmentos — pois que



quasi todos passaram à categoria dos mal impregnados — observa-se uma fina poeira escura que dá à fibrilha um aspecto acinzentado.

47 horas depois da morte. — Cortes da medula cervical.

No corpo celular apenas se observam pequenos fragmentos de neurofibrilhas (fig. 22), pálidos, flexuosos e por vezes de diâmetro re-

lativamente grande, como que dilatados. Todo o espaço restante do somatoplasma é ocupado por finas granulações escuras, mais agrupadas nuns pontos que noutros.

As fibrilhas dos prolongamentos dendríticos são muito bem visíveis; o seu prolongamento no corpo celular é distinto num curto trajecto, formando todos os filetes fibrilares, na origem dos dendritos, pinceis mais ou menos fartos, não chegando, porém, a estabelecer-se a uniões com os outros (fig. 23).

51 horas depois da morte. — Cortes do engrossamento cervical.

Todas as células tem uma cor castanha, de aspecto finamente granuloso. Os pinceis fibrilares de origem dos dendritos desapareceram na maior parte das células da zona óptima.

69 $\frac{1}{2}$ horas depois da morte. — Cortes da medula dorsal.

As células da zona de melhor impregnação apenas diferem daquela em que a impregnação é deficiente pelas fibrilhas dos prolongamentos protoplásmicos. De resto é o mesmo corpo celular uniformemente corado em amarelo-acastanhado, contendo um ou outro grumo mais escuro.

Nos prolongamentos dendríticos as fibrilhas são já rarefeitas e não podem seguir-se em longos trajectos.

95 horas depois da morte. — Cortes da medula lombar.

Desapareceram por completo todos os vestígios de neurofibrilhas intracelulares.

2.^a série. — Medula do coelho. Morte por picada do bolbo. Extração aséptica da medula. Conservação em meio húmido esterilizado à temperatura de 35°-40°. Processo de CAJAL, com fixação pelo álcool amoniacal.

28 horas depois da morte. — Cortes da medula dorsal.

As células apresentam na sua maioria ainda bem evidente a armação fibrilar e é bem nítida a diferença entre as fibrilhas de maior diâmetro, fazendo grandes trajectos na célula, e as ramificações finas apenas visíveis em algumas zonas celulares. Não há diferença apreciável entre a zona perinuclear e a zona periférica; a rarefacção central por pulverização fibrilar, como demonstra a poeira finíssima que se observa nos intervalos dos filamentos, tornou iguais as duas zonas.

48 horas depois da morte. — Cortes da medula cervical.

O aspecto das células está totalmente modificado.

Em muito raras é perceptível qualquer fibrilação. Na maioria são representadas por núcleos desigualmente amarelos-acastanhados contendo uma zona arredondada mais clara na parte central.

74 horas depois da morte. — Cortes da medula dorsal.

Seguindo o mesmo processo técnico nota-se que a impregnação

nestes fragmentos é muito mais rápida. Não há zona de fraca impregnação. Todos os cortes são de forte impregnação. Num deles menos intensamente metalizado observa-se que as células contêm volumosos grânulos, de contornos irregulares, recordando pela sua disposição e aspecto os corpos de Nissl.

Este aspecto e semelhança mantem-se, talvez ainda mais flagrantes, até 95 horas *post mortem*.

167 horas depois da morte. — Cortes da medula lombar.

Todas as células estão reduzidas a detritos, sendo apenas reconhecível a sua origem pela disposição topográfica dos grupos que constituem e pelo seu isolamento nas lacunas deixadas pela destruição do corpo celular.

Destas duas séries de investigações, a primeira de cadaverização e a segunda de autólise medular, poderemos concluir que a regressão cadavérica das fibrilhas intracelulares se faz duma maneira rápida, haja ou não intervenção microbiana.

Esta regressão em todas as células observadas começa pelas neurofibrilhas que formam a zona perinuclear. As neurofibrilhas mais resistentes são as dos prolongamentos dendríticos. A regressão faz-se por fragmentação e fina pulverização.

Estes resultados confirmam as conclusões que LACHE¹, MARINESCO² e BROCK³ tiraram das suas investigações. Entre estas destaca-se pelo seu interesse a seguinte: a marcha da regressão cadavérica neurofibrilar é condicionada pela ordem do aparecimento das neurofibrilhas no corpo celular no decurso do desenvolvimento, isto é, a morte começa sempre por atacar os elementos fibrilares mais recentemente formados, estabelecendo-se assim uma estreita relação entre a neurofibrillogénese e a morte da armadura fibrilar.

Nas minhas investigações, que incidiram sobre todas as espécies celulares da medula, não encontrei duma maneira bem nítida a desintegração simultânea das fibrilhas dos dendritos e do somatoplasma, a que LACHE se refere e que considera aliás de menor frequência.

MARINESCO, que dedicou também a sua atenção ao processo regressivo das neurofibrilhas no cão, encontrou na medula d'este animal⁴,

¹ JON G. LACHE, *Altérations cadaveriques des neurofibrilles*. Rev. Neurol., xiv an., 1906, n.º 5.

² MARINESCO, *Nouvelles recherches sur les neurofibrilles*. Rev. Neurol., ix an., 1901, n.º 15.

³ GUSTAVE BROCK, *Untersuchungen über die Entwicklung der Neurofibrillen des Schweinefötus*. Monatschr. für Psych. u. Neurol., 1905, H. 5.

⁴ MARINESCO, *La cellule nerveuse*, Paris, 1909, tom. II, pag. 547.

mantida à temperatura de 20°, como lesões sucessivas (no fim de 60 horas), a retracção celular, a redução da rede periférica a longas e raras fibrilhas, e a invasão do corpo celular por massas densas de granulações.

BALLET e LAIGNEL-LAVASTINE¹ constataram que as fibrilhas secundárias são muito frágeis e que depois de 30 horas apenas se pode afirmar a integridade das fibrilhas dos prolongamentos e da periferia do corpo celular.

C) Granulações citoplásmicas

Das granulações coráveis e inclusões que se encontram no citoplasma das células nervosas medulares, e cuja interpretação fisiológica é ainda desconhecida, apesar de tão porfiados e pertinazes esforços de sábios histologistas, pude apreciar com maior nitidez as granulações de HELD. Chamei assim finas granulações que encontrei na substância acromática, e especialmente naqueles pontos em que os corpos de NISSL são menos densos, e na origem dos dendritos, fortemente corados em rosa pelo método de HELD.

A observação destas granulações obriga a condições nem sempre realizáveis quando se não visa logo o seu estudo.

Escolhendo os cortes mais finos, a sua observação torna-se fácil nos fragmentos fixados pouco tempo depois da morte.

Decorridas algumas horas, desde que a substância acromática começa a tingir-se de azul, tornam-se os grânulos eritrófilos de HELD pouco nítidos e destacam-se mal no fundo azulado da preparação. À medida que a cadaverização progride, a sua afinidade para a eritrosina parece ir diminuindo quer porque na realidade assim seja, quer porque a maior coloração em rosa do meio dê por contraste a ilusão óptica da sua menor colorabilidade.

Se nestas condições os cortes forem um pouco espessos, o seu estudo é inteiramente inútil e quaisquer tentativas terminarão sempre pelo insucesso.

20 horas depois da morte na minha serie—meio húmido fenicado—os grânulos eram inteiramente invisíveis.

(Continua).

GERALDINO BRITES.

TRABALHO DO LABORATÓRIO DE HISTOLOGIA
DO MUSEU ZOOLOGICO.

¹ GILBERT BALLET et LAIGNEL-LAVASTINE, *Étude des lésions cadavériques de l'écorce cerebrale de l'homme et du lapin par la méthode de Cajal à l'argent réduit*. Soc. de Neur. éance du 7 déc. 1905.

Eclipse central do sol

(17 DE ABRIL DE 1912)

Aproveitadas com o mais minucioso escrúpulo as observações feitas nos últimos tempos, assentou a ciência astronómica no valor de $8''.80$ para a paralaxe horizontal equatorial média do Sol. Para a paralaxe da Lua (horizontal equatorial média), o acôrdo não é tão completo, embora as divergências versem sôbre quantidades extremamente pequenas: — NEWCOMB calculou $57'2''.68$, mas a *American Ephemeris* adopta $57'2''.23$.

A estes valores correspondem para distâncias médias do Sol e da Lua, respectivamente 149.499.935 e 384.395 quilómetros. Move-se a Terra em volta do Sol, a Lua em volta da Terra, e, considerando o movimento do Sol no espaço, já devemos atribuir ás correspondentes trajectórias complicadas curvas helicoidais. Supondo, porém, fixo o Sol, como podemos imaginar, e atendendo sómente aos movimentos relativos da Terra e Lua, ainda as trajectórias dêstes astros obrigam a um estudo cheio de dificuldades, embora limitadas a extensões extremamente pequenas possam ser consideradas planas e elípticas.

Estão calculados com extraordinário rigor os períodos das suas revoluções: $365^d.24219879 - 0.000000614$ ($t - 1900$) para a revolução trópica da Terra (segundo NEWCOMB), e $29^d 12^h 44^m 2^s,8$ para a revolução sinódica da Lua (segundo HANSEN). Num dia sideral é efectuada uma rotação completa da Terra em volta do seu eixo.

Teem lugar nos eclipses anulares e totais do Sol quando a recta determinada pelo centro do Sol, considerado fixo, e da Lua, móvel com esta, encontra a Terra. O eclipse é anular ou total conforme o vértice do cone formado pelas tangentes exteriores ao Sol e Lua, e existente sôbre aquela recta, fica exterior ou interior à Terra, podendo dar-se no mesmo eclipse as duas hipóteses, como se supõe que terá lugar no dia 17 de abril próximo, o que de resto nos últimos 50 anos só succedeu nos eclipses de 11 de dezembro de 1890 e 5 de abril de 1894.

Teem os eclipses particular interesse para os pontos da terra por

*

onde passa o referido eixo, cujo conjunto determina a linha central do eclipse, que naquele de que nos ocupamos parte da região tórrida da Guiana para ir morrer nas estepes geladas da Siberia percorrendo o Atlantico e atravessando Portugal, na direcção de Ovar a Chaves, a Espanha, a França e a Alemanha, permitindo aos lugares que nela se encontram o gozo dum espectáculo deslumbrante mas extremamente efémero, visto que, se alguns cálculos lhe atribuem duração que vae até 6 segundos na totalidade, para outros é aquele tempo reduzido a décimas de segundo, sendo pouco provável que a totalidade se estenda em toda a linha, embora assim tenha sido anunciado por algumas autoridades, e muito mais certo que esta zona seja limitada, em terra, à parte compreendida na península hispânica.

A duração da fase anular poderá chegar a cêrca de 30 segundos no principio e fim do eclipse, mas para nós, embora a fase central, ao contrário do que se supõe, se tornasse anular, seria extremamente curta, podendo dar-se o extranho fenómeno da totalidade instantânea correspondente ao facto de passar pela superfície do nosso país o vértice do cone da sombra, embora o seu relevo devesse modificar, é certo muito ligeiramente, esta consideração.

Voltando às indicações por que principiámos esta rápida noticia sôbre as posições dos astros que interveem no fenómeno do eclipse, lembraremos que, visto do Sol, o raio da Terra ocupa sómente um arco que oscila ligeiramente em volta de $8''{,}80$, que êste astro, além do seu movimento uniforme de rotação, tem uma translação anual em volta do Sol, e que a Lua se desloca em volta da Terra com um complicado movimento. Contudo, a sciência astronómica lamenta-se neste momento de não poder garantir a posição da linha central do eclipse de 17 de abril, o qual por êste facto toma particular interesse, devido a incertezas nos elementos que servem de base ao anúncio, que, efectivamente, como veremos, chega a apresentar desvios de cêrca de 6 kilômetros.

Mas não fique em menos consideração o extremo rigor reconhecido à sciência astronómica, e, para o convencimento ser completo, basta considerar que, devendo supor-se de cêrca de 3 kilômetros a incerteza correspondente e que tão importante pôde parecer quando se pensar nas medidas terrestres, fâcilmente se reconhece quanto é insignificante comparando êste comprimento com as distâncias referidas do Sol e da Lua à Terra, e ainda muito mais observando que, para a recta que determina a linha central, considerada a partir do Sol, um desvio de três kilômetros sôbre a terra corresponde a um ângulo, inimaginável, de menos de $0''{,}00005$, cinco centésimas de milésima de segundo! Ainda, admitindo que o desvio se eleve à máxima distância deduzida,

de 6 kilômetros, é aquele ângulo inferior a uma décima de milésima de segundo! Corresponde a uma incerteza na posição do centro da Lua de 5.716 metros, sómente 3 segundos, que é o ângulo na Terra medido por aquele comprimento.

Nem se suponha que fraquejaram neste momento os recursos desta sciência. Sucede, porém, que para êste eclipse tomam particular importância as incertezas que sempre teem afectado os cálculos.

É êste facto devido a ter-se verificado que o vértice do cone da sombra deve passar sensivelmente pela superfície da Terra, resultando para a secção por ela feita sôbre o referido cone um pequeno raio, que, segundo o cálculo que fiz, baseado na efeméride de Coimbra, não excederá 450 metros na região de Ovar, e nesta latitude tanto em paralelo como em meridiano corresponde êste comprimento a muito menos de meio minuto de arco, sendo o valor de um minuto num caso 1851 e no outro 1418 metros.

A incerteza na linha central é representada na região de Ovar pelas distâncias de 4.900 metros da linha calculada pelo Observatório de Madrid, sensivelmente coincidente com a linha calculada pelo Observatório de S. Fernando, à linha que determinei tomando para base a *Efeméride de Coimbra*, pela distância de 4.150 metros desta linha à que determinei, também directamente, tomando para base os elementos da *American Ephemeris*, e ainda pela distância de 650 metros da linha determinada directamente pela *Efemeride de Coimbra* à linha que tracei tomando para base os elementos amavelmente fornecidos por Mr. SALET, e que definitivamente deverá ter adoptado o Observatório de Paris.

Estas divergências, que chegam ao máximo de 5.550 metros comparando as linhas centrais segundo o Observatorio de Madrid e o Observatorio de Paris, cujo valor já apreciámos reconhecendo que correspondem a incertezas insignificantes nas medidas angulares, resultam principalmente das dúvidas que ainda subsistem na posição do centro da Lua, correspondentes como vimos a um máximo de três segundos de arco.

Em quanto à largura da facha da zona central, que compreende os pontos da terra para os quais o eclipse será anular ou total, é de 5.100 metros segundo a projecção baseada nos resultados obtidos pelo Observatório de Madrid, e de 900 metros segundo indica a projecção obtida tomando para base os valores das diferenças de longitude e latitude das linhas limites relativamente à linha central, partindo da *Efeméride de Coimbra*, de resto perfeitamente concordante com o valor encontrado para o raio da sombra, de 0,00007 em raio terrestre. As divergências apontadas resultam das dúvidas que também existem

relativamente ao diâmetro da Lua, à sua distância média, e que podem ser apreciadas pelos números que lhe são atribuídos pelo *Nautical Almanach*, *American Efemeris*, e *Connaissance des temps*, respectivamente $31'3'',30$ e $31'5'',30$, $31'3'',78$ e $31'5'',42$, $31'3'',06$.

Em harmonia com estas divergências temos as da duração da fase total ou anular. E assim sucede que, pelo cálculo do Observatório de Madrid, poderá a duração da totalidade elevar-se na região de Ovar a $6^s,7$, em quanto que o *Nautical Almanach* lhe atribue o máximo de 0^s6 e do cálculo que fiz resulta 1^s3 .

A efeméride calculada pelo Observatório de Coimbra, cuja publicação principiou em 1804, distintamente dirigida pelo seu fundador o sábio astrónomo JOSÉ MONTEIRO DA ROCHA e continuada com superior e meticulosa direcção, publica sôbre o eclipse de 17 de abril os respectivos elementos e o anúncio para Coimbra: — Príncipe ás $10^h 55^m,22$, máxima fase ás $12^h 12^m,89$ fim ás $13^h 42^m,46$, tendo lugar o primeiro contacto a 269° para leste do vértice e o último a 35° .

Atendendo à circunstância de passar a linha central dêste eclipse pelo nosso país, facto que desde 1850 só succedeu em 1870 e em 1900, quando tiveram lugar os eclipses totais de 22 de dezembro e de 28 de maio, tendo sido observáveis em Espanha sómente mais dois em 1860 e 1905, será interessante conhecer as circunstâncias do eclipse central calculadas directamente para Portugal e em especial para a região em que naturalmente mais se concentrarão as observações, nas proximidades de Ovar, que, facto curioso, num curto período de 12 anos é duas vezes atravessada pela linha central, que em 1900 se dirigia para sudoeste e agora segue para noroeste.

Tomando para base os elementos da *Efeméride de Coimbra*, procedi à determinação directa das posições com um minuto de intervalo desde $11^h 42^m$ até $11^h 47^m$, e também directamente procedi ao mesmo cálculo tomando para base os elementos daquela Efeméride e da *American Ephemeris* para as épocas que decorrem de $11^h 41^m 45^s$ até $11^h 42^m 15^s$ (hora oficial, tempo médio de GREENWICH). Na carta geral de Portugal vão traçadas as correspondentes linhas, bem como de minuto em minuto as que determinam os pontos que vêem o princípio e fim do eclipse geral, parcial sómente para os pontos que se encontram fora da zona da totalidade.

Atendendo ao especial interesse que existe em conhecer com o maior rigor possível as condições em que tem lugar o eclipse na região da beira mar do nosso país, onde muito provavelmente se instalarão as missões scientificas, podendo considerar-se certa a vinda de MR. SALET, illustre astrónomo do Observatório de Paris, duma missão de KENSINGTON, e de MR. DONITCH, distinto astrónomo da Rússia,

público na carta da referida região, extraída da carta geodésica, a $\frac{1}{100.000}$, e tomada em escala igual, os elementos mais elucidativos.

Para ela determinei a linha central por pontos obtidos por cálculo directo, correspondentes a intervalos de 15 segundos de tempo, e as linhas limites (a traço e ponto), tomando para base os elementos da *Efeméride de Coimbra*. Fiz também a determinação da mesma linha, que vai igualmente projectada, tomando para base os elementos da *American Efemeris*. Tracei na mesma carta as linhas centrais em harmonia com os resultados obtidos pelo Observatório de Madrid, e comunicados por Mr. SALET, bem como as linhas limites calculadas pelo Observatório de Madrid (a traço).

Adeante vão publicados os principais elementos que serviram de base a estes traçados e aos das linhas centrais projectadas sobre a carta de Portugal, bem como as longitudes dos lugares a que houve referência, contadas do Meridiano do Observatório de Coimbra, e as indicações sobre o tempo fornecidas pelo Observatório Meteorológico da Universidade de Coimbra, relativas a esta cidade, que por isso podem, com bastante aproximação, servir para a previsão do tempo na região de Ovar, e das quais resulta a probabilidade de quatro décimos de céu descoberto.

Esta notícia tem de ser reduzida e por isso não póde alargar-se em considerações gerais, nem sobre as observações que mais convenha executar.

A curta duração da fase central tira-lhe muito do interesse que despertam nos astrónomos as observações astrofísicas. Um segundo, incerto, reduz muito o entusiasmo com que são esperados estes fenómenos, e no entanto exactamente por se tratar dum eclipse relâmpago poderá tirar-se partido nas observações espectrográficas, havendo sempre a contar com a possibilidade de se conseguirem fotografias da corôa.

É, porém, fácil conjecturar, pelas incertezas que envolve o seu anúncio, a importância que a sua observação poderá ter para a astronomia de posição.

A fixação muito aproximada dos pontos da linha central, geralmente impossível, esclarecerá as dúvidas relativas à posição da Lua, e a da largura da zona central as que também existem relativamente ao diâmetro dêste astro estando naturalmente aconselhado o escalamento de estações perpendicularmente à direcção das linhas centrais calculadas, que, como facilmente se observa, são sensivelmente concorrentes para o sul.

ELEMENTOS PARA O CALCULO DO ECLIPSE CENTRAL
(pela *Efeméride de Coimbra*)

Paralaxe horizontal equatorial média do sol 8'',80
k 0,272506

Semidiâmetro médio do sol 16' 1'',18
Semidiâmetro médio da lua 15' 31'',65

	11 ^h 41 ^m 45 ^s	11 ^h 42 ^m	11 ^h 42 ^m 15 ^s	11 ^h 42 ^m 30 ^s	11 ^h 42 ^m 45 ^s	11 ^h 43 ^m	11 ^h 43 ^m 15 ^s
Hora oficial (média de Greenwich)							
Asc. Recta do Sol.....	1 ^h 40 ^m 33 ^s ,04	1 ^h 40 ^m 33 ^s ,08	1 ^h 40 ^m 33 ^s ,12	1 ^h 40 ^m 33 ^s ,16	1 ^h 40 ^m 33 ^s ,20	1 ^h 40 ^m 33 ^s ,24	1 ^h 40 ^m 33 ^s ,28
Declinação do Sol.....	10° 26' 33'',1	10° 26' 33'',4	10° 26' 33'',6	10° 26' 33'',8	10° 26' 34'',0	10° 26' 34'',3	10° 26' 34'',5
Asc. Recta da Lua.....	1 ^h 39 ^m 51 ^s ,30	1 ^h 39 ^m 51 ^s ,81	1 ^h 39 ^m 52 ^s ,33	1 ^h 39 ^m 52 ^s ,84	1 ^h 39 ^m 53 ^s ,36	1 ^h 39 ^m 53 ^s ,87	1 ^h 39 ^m 54 ^s ,39
Declinação da Lua.....	10° 55' 21'',8	10° 55' 25'',6	10° 55' 29'',3	10° 55' 33'',1	10° 55' 36'',8	10° 55' 40'',6	10° 55' 44'',4
Paralaxe h. da Lua.....	57' 40'',44	57' 40'',45	57' 40'',46	57' 40'',46	57' 40'',47	57' 40'',48	57' 40'',48
Log r. vector da terra.....	0,0018661	0,0018661	0,0018661	0,0018662	0,0018662	0,0018662	0,0018663
x....	- 0,178115	- 0,176099	- 0,174055	- 0,172011	- 0,169996	- 0,167980	- 0,165961
y....	+ 0,500899	+ 0,501911	+ 0,502927	+ 0,503946	+ 0,504960	+ 0,505974	+ 0,505982
z....	59,60709	59,60604	59,60679	59,60665	59,60651	59,60638	59,60625
log sen d....	1,2582257	1,2582292	1,2582315	1,2582337	1,2582360	1,2582395	1,2582427
log cos d....	1,9927483	1,9927482	1,9927481	1,9927480	1,9927479	1,9927478	1,9927477
1	0,00385	1/	0,00415	x'	+ 0,48678	y'	+ 0,24553
1'	0,26187	log i	3,66582	—	—	—	—

ELEMENTOS PARA O CÁLCULO DA LINHA CENTRAL
(pela *Efeméride de Coimbra*)

Paralaxe horizontal equatorial média do Sol 8'',80

Hora oficial (tempo medio de Greenwich)	11 ^h 42 ^m	11 ^h 43 ^m	11 ^h 44 ^m	11 ^h 45 ^m	11 ^h 46 ^m	11 ^h 47 ^m
Asc. Recta do Sol.....	1 ^h 40 ^m 33 ^s ,08	1 ^h 40 ^m 33 ^s ,24	1 ^h 40 ^m 33 ^s ,39	1 ^h 40 ^m 33 ^s ,55	1 ^h 40 ^m 33 ^s ,70	1 ^h 40 ^m 33 ^s ,85
Declinação do Sol.....	10° 26' 33'',4	10° 26' 34'',3	10° 26' 35'',1	10° 26' 36'',0	10° 26' 36'',9	10° 26' 37'',8
Asc. Recta da Lua.....	1 ^h 39 ^m 51 ^s ,81	1 ^h 39 ^m 53 ^s ,87	1 ^h 39 ^m 55 ^s ,92	1 ^h 39 ^m 57 ^s ,98	1 ^h 40 ^m 0 ^s ,03	1 ^h 40 ^m 2 ^s ,09
Declinação da Lua.....	10° 55' 25'',6	10° 55' 40'',6	10° 55' 55'',6	10° 56' 10'',7	10° 56' 25'',7	10° 56' 40'',7
Paral. h. equatorial da Lua.....	57' 40'',45	57' 40'',48	57' 40'',50	57' 40'',53	57' 40'',55	57' 50'',58
Log. do r. vector da Terra.....	0,0018661	0,0018662	0,0018663	0,0018664	0,0018664	0,0018665
x.....	- 0,176099	- 0,167980	- 0,159862	- 0,151743	- 0,143625	- 0,135507
y.....	+ 0,501908	+ 0,505974	+ 0,510051	+ 0,514140	+ 0,518233	+ 0,522330
log sen d.....	1,2582292	1,2582395	1,2582494	1,2582590	1,2582683	1,2582774
log cos d.....	1,9927482	1,9927478	1,9927475	1,9927472	1,9927469	1,9927465

ELEMENTOS PARA O CÁLCULO DO ECLIPSE CENTRAL
(pela *American Ephemeris*)

Paralaxe horizontal equatorial média do sol 8',80

Hora oficial (média de Greenwich)	11 ^h 41 ^m 45 ^s	11 ^h 42 ^m	11 ^h 42 ^m 15 ^s	11 ^h 42 ^m 30 ^s	11 ^h 42 ^m 45 ^s	11 ^h 43 ^m	11 ^h 43 ^m 15 ^s
Asc. Recta do Sol	1 ^h 40 ^m 33 ^s ,15	1 ^h 40 ^m 33 ^s ,18	1 ^h 40 ^m 33 ^s ,22	1 ^h 40 ^m 33 ^s ,26	1 ^h 40 ^m 33 ^s ,30	1 ^h 40 ^m 33 ^s ,34	1 ^h 40 ^m 33 ^s ,38
Declinação do Sol	10° 26' 32",0	10° 26' 32",2	10° 26' 32",4	10° 26' 32",7	10° 26' 32",9	10° 26' 33",1	10° 26' 33",3
Asc. Recta da Lua	1 ^h 39 ^m 51 ^s ,30	1 ^h 39 ^m 51 ^s ,81	1 ^h 39 ^m 52 ^s ,33	1 ^h 39 ^m 52 ^s ,84	1 ^h 39 ^m 53 ^s ,36	1 ^h 39 ^m 53 ^s ,87	1 ^h 39 ^m 54 ^s ,38
Declinação da Lua	10° 55' 21",9	10° 55' 25",7	10° 55' 29",4	10° 55' 33",2	10° 55' 36",9	10° 55' 40",7	10° 55' 44",4
Paralaxe h. da Lua	57' 40",4	—	—	—	—	—	—
Log r. vector da terra	0,0018659	0,0018659	0,0018659	0,0018659	0,0018659	0,0018660	0,0018660
x ...	— 0,178598	— 0,176523	— 0,174478	— 0,172436	— 0,170423	— 0,168404	— 0,166397
y ...	+ 0,501260	+ 0,502282	+ 0,503300	+ 0,504316	+ 0,505338	+ 0,506360	+ 0,507377
log sen d ...	1,2582134	1,2582157	1,2582179	1,2582214	1,2582237	1,2582259	1,2582283
log cos d ...	1,9927487	1,9927487	1,9927486	1,9927485	1,9927484	1,9927483	1,9927483