

1233

190

**FADIGA**

**da MOTRICIDADE**

126/5 EHC

Alfredo d'Almeida Torquato Pinheiro

---

*N.º 5*

# FADIGA da MOTRICIDADE

Dissertação inaugural apresentada  
à Escola Medico-Cirurgica do Porto

PORTO — Typ. do «Porto Medico»

Praça da Batalha, 12 — MCMVI

12615 ENC



A Escola não responde pelas doutrinas expendidas na dissertação e  
enunciadas nas proposições.

*(Regulamento da Escola, de 23 d'abril de 1840, artigo 155.º)*

A meu Pae

AO MEU PRESIDENTE

III.<sup>mo</sup> e Ex.<sup>mo</sup> Snr.

Prof. Maximiano Augusto d'Oliveira Lemos

Respeitosa homenagem

## INTRODUÇÃO

*A moderna psychologia experimental orienta-se no sentido de considerar cada processo mental como uma parcella d'um arco reflexo, e como tal ligando-se mais ou menos remotamente a phenomenos de motricidade por um lado, a phenomenos de excitação peripherica sensorial por outro.*

*Integrando deste modo toda a vida psychica na irritabilidade, alguns psychologos, como Woodworth, alimentam a esperança fundada de poder um dia edificar-se uma psychologia baseada no conhecimento do movimento reflexo sensitivo-motor, reconhecendo no entanto que os elementos para a construcção duma tal synthese faltam ainda.*

*O estudo do movimento em psychologia adquire por este motivo um alto interesse, e de ahi vem a importancia que as investigações neste dominio têm adquirido nos ultimos annos.*

Por um lado as sensações do movimento entram em grande parte na representação mental dos objectos e mesmo das ideias geraes, segundo Meynert; por outro lado toda a representação mental tende a exteriorisar-se em movimentos periphericos. A ideia dum movimento corresponde ao começo desse movimento. Inversamente a attitude imposta a uma hysterica hypnotisada evoca nella o pensamento correspondente a essa attitude.

Do mundo exterior apenas conhecemos as nossas proprias sensações. (1) Mas entre as nossas sensações umas adquiriram em virtude das circumstancias da nossa evolução um valor intellectual superior ás outras. São essas as que proveem da vista, do tacto e do chamado sentido muscular. Circumstancias differentes poderiam ter feito incidir a hegemonia sobre sensações de outra origem, e a sciencia humana, em vez de principalmente visual, tactil e muscular como é, poderia ser olfactiva, acustica ou gustativa. Da origem sensorial da sciencia deriva a theoria mecanica do universo, realismo ingenuo como lhe chamou Binet, que se propõe reduzir a movimento a immensa diversidade de actividades cosmicas. Ora o movimento e os elementos da mecanica: espaço, tempo, força, trabalho, potencia, são noções que tiram a sua principal origem da experiencia da actividade dos nossos musculos. A noção de energia, ponto de partida duma interpretação nova do universo, contem, como

(1) Alfred Binet: *L'Ame et le Corps*.

diz ainda Binet, uma reminiscencia longinqua de força muscular.

A physiologia não define os órgãos servindo-se do critério adoptado em anatomia; para ella o órgão é definido pela função. Quando se diz que a função faz o órgão é esta a interpretação que se dá á palavra. Neste sentido, o órgão dum movimento, o órgão duma acção reflexa qualquer, consiste na totalidade do circuito sensitivo-motor e comprehende portanto algum segmento do systema muscular.

Embora a fibra muscular possua a sua irritabilidade propria, é certo que nas condições normaes esta só é posta em acção ao contacto do estímulo nervoso. Systema muscular e systema nervoso andam estreitamente ligados, as suas actividades são interdependentes, a atrophia duma parte dum delles accarreta para a parte correspondente do outro uma atrophia. É de toda a conveniencia não perder de vista esta intima relação, para não cahir no erro de considerar a actividade nervosa e a actividade muscular independentes uma da outra ou mesmo antagonicas, como por mais de uma vez se tem pensado.

Da ignorancia ou do esquecimento dessa intima relação provem o perigo do exagero de actividade intellectual imposto ás creanças com desprezo da educação physica, ou a applicação mal comprehendida da gymnastica, considerada erradamente como um remedio efficaz a oppor á fadiga intellectual.

Sendo a irritabilidade a possibilidade que tem a mate-

ria viva de transformar a energia potencial dos seus principios immediatos em energia cinetica sob a acção duma força exterior, e sendo ella num organismo complexo, funcção dum circuito heterogeneo, é possivel que a excitabilidade dos diversos segmentos que constituem esse circuito seja diversa e diversa a sua variação em funcção do tempo de actividade, de modo que variando a cada momento do trabalho physiologico as relações da quantidade de energia potencial entre os differentes segmentos, chegue um momento em que o movimento se encontre impossibilitado pela resistencia offerta num ou mais pontos, com persistencia ou augmento da excitabilidade <sup>(1)</sup> noutros pontos.

Estas modificações que se dão no funcionamento do circuito sensitivo-motor pelo facto de repetidas e successivas excitações, tendendo a limitar a possibilidade de movimento, constituem o phenomeno conhecido pelo nome de fadiga.

Será este um phenomeno inevitavel, constante, por assim dizer inseparavel das condições da vida, encontrando representantes homologos em toda a serie animal e ainda na serie vegetal?

Ou será elle mais geral ainda, manifestando-se na actividade do mundo inorganico?

O termo **fadiga**, creado pelo homem para designar uma sensação humana e secundariamente a sensação analoga

(1) Tomo o termo **excitabilidade** no sentido em que o emprega Charles Richet, de estado de equilibrio mais ou menos instavel da cellula.

*supposta existir nos animaes pelos symptomas objectivos observados, não pode empregar-se com propriedade fora do dominio para que foi creado.*

Comtudo a expressão **fadiga** tem sido empregada para designar certas propriedades de corpos mineraes. Foi lord Kelvin quem primeiro se referiu á fadiga dos metaes ou fadiga da elasticidade, e Bose descreveu depois a fadiga do tacto electrico nos mesmos corpos. O termo **accommodação** foi empregado para exprimir phenomenos oppostos ao da fadiga metallica. <sup>(1)</sup>

Evidentemente estas expressões são incorrectas, mas mostram que nos corpos mineraes se dão phenomenos pelo menos comparaveis a certos phenomenos observaveis nos seres vivos. Comparar não é explicar, e se exprimir os phenomenos biologicos na linguagem empregada para exprimir os phenomenos physico-chimicos é dum extraordinario alçance, o contrario acontece quando, inversamente, se empregam termos criados para designar phenomenos tam extraordinariamente complexos como são os que constituem a vida, na narração de phenomenos muito mais simples que com aquelles tenham alguma semelhança superficial.

O facto da intermittencia da nossa actividade não se nos afigura natural e simples senão porque nos é familiar, porque não vemos em toda a natureza senão movimentos ondulatorios, rythmicos. O movimento do pendulo simples

(1) A. Dastre: *La Vie et la Mort*.

*nem por ser eterno deixaria de ser rythmico. Esta concepção theorica irrealizavel é um schema admiravelmente simples da lei da conservação da energia e simultaneamente das causas do rythmo de todo o movimento, que Herbert Spencer resume nas seguintes palavras: (1)*

*«O rythmo produz-se em toda a parte onde houver conflicto entre forças que se não equilibram.*

*«Todo o transporte no espaço deve alterar a proporção das forças em jogo, augmentar ou diminuir a preponderancia de uma força sobre outra, impedir a uniformidade de movimento. Se o movimento não pode ser uniforme, na ausencia de aceleração ou de retardação continuadas durante um tempo infinito e atravez dum espaço infinito (resultados que não podem conceber-se), não ha outra alternativa alem do rythmo».*

*Á superficie do nosso globo, o caracter rythmico de todos os movimentos que nelle se observam é na maior parte directamente derivado dos movimentos da Terra.*

*A vida é tambem um movimento rythmico excessivamente complexo, decomponivel em movimentos de rythmo mais simples.*

*Nenhuma manifestação vital escapa a esta lei geral. É vêr, por exemplo, o rythmo por assim dizer incrustado na seriação dos metameros ao longo do corpo dum metazoario qualquer, duma nitidez perfeita nos vermes e nos arthro-*

(1) Herbert Spencer: *Primeiros Principios*.

podos, mais difficil de discriminar, no que diz respeito a alguns apparatus, nos vertebrados superiores, mas evidente ainda na seriação das vertebrae e das costellas (que morphologicamente fazem parte do arco ventral do osteomero), na disposição dos ligamentos e musculos annexos, na dos vasos e nervos intercostaes e lombares, etc.

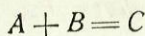
Entre as manifestações dynamicas basta citar o rythmo dos movimentos circulatorios e respiratorios, a intermittencia das secreções glandulares, as variações diarias da temperatura animal, da excitabilidade nevromuscular, da actividade nutritiva, as alternativas de vigilia e somno, de repouso e de fadiga.

Somos construidos de tal modo que todas as formas da nossa actividade estão necessariamente sujeitas á lei da intermittencia. E contudo não é inconcebivel a hypothese dum organismo capaz de produzir trabalho continuamente, com a regularidade com que produz chamma um bico de gaz ardendo ao ar livre. Mas já se o gaz arder em recinto fechado, ao fim dum tempo variavel com a capacidade do recinto e com a despeza do gaz, a chamma altera-se por combustão incompleta, torna-se fuliginosa, e apaga-se quando o augmento e a diminuição das tensões do anhydrido carbonico e do oxygenio respectivamente attingem certos limites. E este caso duma chamma produzindo-se em recinto fechado é já mais semelhante ao que se dá nas condições habituaes da vida.

A energia vital é uma transformação da energia chimica,

e a maior ou menor facilidade da sua produção deve estar portanto dependente das condições favoráveis ou desfavoráveis ás reacções que lhe dão logar.

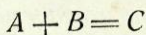
Ora a grande maioria das reacções chímicas pode sempre exprimir-se por uma equação da forma :



que significa que os corpos A e B, encontrando-se em presença em determinadas circumstancias de estado physico, reagem, dando logar á produção dum corpo ou um systema de corpos C que não é já nem A nem B, embora composto á custa dos elementos constitutivos destes corpos.

A passagem do systema inicial  $A + B$  ao systema final C representa geralmente uma transformação facil de energia potencial em energia cinetica, sendo C mais estavel, valendo energeticamente menos do que  $A + B$ ; uma parte da energia pode apparecer sob as formas de trabalho mecanico, calor, luz, electricidade. É esta energia libertada nas reacções chímicas, que se dão na materia viva animal, que apparece finalmente sob a forma de energia thermica e accessoriamente de energia mecanica, luminosa ou electrica.

Se o meio onde existem as substancias A e B se mantiver inalteravel pela renovação constante dessas substancias e pela constante eliminação de C formado, a reacção



*continuará inalteravel emquanto se mantiver este estado de cousas. É o que succede no citado exemplo da chamma dum bico de gaz que arde ao ar livre.*

*Mas se, independentemente da renovação dos reagentes, se der a accumulção dos productos formados, a intensidade da reacção diminue e pode por fim cessar antes da total transformação dos geradores. Este obstaculo opposto pela presença dos productos formados á continuação da reacção, pode resultar simplesmente do facto desses productos occuparem um espaço que deveria ser occupado pelos corpos do primeiro membro da equação chimica; mas o caso não se apresenta sempre com esta simplicidade, e, alem do obstaculo mecanico, pode produzir-se uma acção directa dos productos formados sobre os geradores. Tal é a influencia retardadora exercida pela accumulção do ether na etherificação produzida por acção dos acidos sobre os alcooes, e a influencia do assucar invertido na inversão do assucar de canna pela invertina.*

*Factos analogos a estes se dão na actividade da materia viva. Para que a integridade das reacções que caracterizam a vida se mantenha, necessario é assegurar a constancia do meio, de modo que a cada momento as relações quantitativas dos reagentes e dos productos de reacção sejam constantes. Se os primeiros faltam, a reacção cessa; se os segundos se accumulam, a presença dos geradores torna-se insufficiente, em virtude dos obstaculos de ordem physico-*

*chimica oppositos á reacção, que acabam por vencê-la, desde que a accumulação exceda certos limites.*

*No primeiro caso a incapacidade funcional é o resultado da inanição; no segundo caso o resultado duma auto-intoxicação, Max Verworn distingue os dois casos, chamando ao primeiro esgotamento e ao segundo fadiga. Mas a verdade é que o estado conhecido geralmente por nome de **fadiga** é sempre mais ou menos a resultante destes dois factores em proporções variaveis, com predominancia da intoxicação, sendo impossivel geralmente distinguir a parte exacta que cabe a cada factor na producção da fadiga.*

*Considerada deste modo, a fadiga é uma eventualidade inevitavel quasi sempre, sempre difficil de evitar em todo o caso, na vida elementar dum ser monoplastidiario. Pode imaginar-se uma bacteria vivendo em condições taes que a assimilação se dê sem o minimo obstaculo; em virtude mesmo das condições optimas de assimilação, a rapida multiplicação tornará cada vez mais difficil a manutenção da constancia do meio. E por isso é frequente assistir-se a um phenomeno equivalente ao da fadiga, o envelhecimento da cultura bacteriana ou a senescencia dos infusorios, estudada por Maupas.*

*Nos vegetaes polyplastidiarios, a lentidão dos phenomenos vitaes e a presença dum vacuolo central em cada cellula oppõem-se a que appareça de maneira visivel qualquer cousa de semelhante, a não ser quando as plantas apresentem movimentos rapidos, como se dão, alem de em muitas*

outras especies, na sensitiva, porque então «o phenomeno fadiga apparece com todos os seus caracteres habituaes» <sup>(1)</sup>.

Num metazoario constituido por um enorme aggregado de elementos anatomicos, que Le Dantec avalia approximadamente em 60 trilliões para o homem, os elementos vivem no meio interior, limitado, constituido pela lympha, meio correspondente ao liquido de cultura bacteriana. A actividade constante do enorme numero de plastidios que «ahi vivem como os animaes aquaticos na agua», como dizia Claude Bernard, altera rapidamente a composiçãõ chimica do meio, e desde esse momento a vida de cada um dos seres elementares, e a da colonia portanto, só será possivel com uma condiçãõ: a renovaçãõ e a reconstituicãõ da composiçãõ chimica anterior do meio. A vida coordenada dos elementos da colonia não pode subsistir sem a organizaçãõ de aparelhos apropriados ao desempenho daquellas funcções.

Sendo a fadiga principalmente uma auto-intoxicaçãõ, vê-se que importante papel desempenha na difficuldade do seu apparecimento o desenvolvimento dos aparelhos de excreçãõ e a sua integridade. É certamente essa uma das razões por que a fatigabilidade differe de animal para animal e com mais justo motivo de um certo typo de organizaçãõ para um typo de organizaçãõ differente.

Em geral a eliminaçãõ dos residuos não se dá propor-

(1) Leo Errera: Pourquoi dormous-nous? (communication faite a la Societé d'Anthropologie de Bruxelles dans la séance deu 26 juillet 1886), pag. 22.

cionalmente á sua produçãõ; ha accumulacãõ em differentes graus, exigindo periodos variaveis de repouso.

Certos insectos, como a formiga e a abelha desenvolvem uma actividade quasi infatigavel, mas uma observacãõ feita nas abelhas permite descobrir nellas um certo grau de fadiga. A vibraçãõ das azas duma obreira no vôo tranquillo corresponde a um **la**, ou 440 contracções musculares por segundo; quando ella ao principio da noute recolhe á colmeia, depois de muitas horas de trabalho constante, a nota do zumbido nãõ é já um **la**, mas um **sol**, correspondente a 330 vibrações. Seria interessante procurar as tonalidades intermedias, construir assim musicalmente a curva da fadiga da abelha, submeter a curva á analyse mathematica e comparar os resultados obtidos com os encontrados já pela analyse mathematica dos ergogrammas.

## Ergographia

No exemplo citado, a variação das notas do zumbido — expressão sonora dos numeros de contracções musculares — mede em certo sentido a fatigabilidade da abelha, mas em certo sentido apenas. A fadiga é effectivamente um facto bastante complexo, que tem de ser encarado sob variados aspectos e o caso apresentado não nos mostra senão uma face do problema: a velocidade da fadiga da velocidade do movimento. Mas no movimento ha outras qualidades a encarar, alem da velocidade: a exactidão e a força, por exemplo. E alem da deformação em funcção do tempo de qualquer destas qualidades ha a considerar a localização da fadiga, as modificações physico-chimicas que são causa ou efeito da fadiga, a fadiga subjectiva, a reparação da fadiga, a sua repercussão sobre as diversas funcções, etc.

O methodo graphico applicado á representação dos phenomenos, iniciado em physica com o aparelho registrador de Poncelet e Morin, e introduzido em physiologia por Ludwig, foi empregado no estudo da fadiga, desde que Wundt se lembrou de applicar o myographo de Helmholtz nesse sentido.

A representação graphica, quando perfeita, é um excellente meio de tornar facilmente accessivel á investigação scientifica um phenomeno complexo, reduzindo-o a uma expressão simples—uma linha—onde se reflectem com toda a exactidão as minimas particularidades (muitas das quaes passariam de outro modo despercebidas) desse phenomeno. Mas possuir graphicos não basta, de nada vale, sem a interpretação dos phenomenos que elles resumem, que é tudo. E, porque na interpretação das curvas de fadiga se faz intervir os factos conhecidos experimentalmente ou as hypotheses formuladas sobre a chimica do musculo fatigado, influencia da sensação de fadiga, da acção dos centros nervosos, etc., irei apresentando no estudo graphico da fadiga, esses factos e essas hypotheses, sem os tratar em capitulos separados.

Durante muito tempo o estudo graphico da fadiga teve de fazer-se em precarias condições. Alguns resultados interessantes foram colhidos, mas resultados de muito limitado alcance, porque das condições demasadamente artificiaes em que se experimentava era ousado

e difficil generalisar conclusões para o trabalho normal dos musculos.

O estudo da fadiga fazia-se, nessa época atrazada, anterior á invenção do ergographo, em gastrocnemicos de rans separados do corpo ou no tendão do illexor da pata do cão, posto a descoberto (P. Langlois). O excitante era fornecido por correntes electricas e o apparelho registrator era o myographo.

Entre os physiologistas da epocha que se consagraram a estes estudos, convem salientar o nome do professor Hugo Kronecker, pela importancia dos resultados obtidos. Foram as suas bellas experiencias que fizeram nascer no espirito de Mosso o desejo de se applicar ao estudo dos problemas da fadiga, como confessa com certo orgulho o sabio professor de Turim.

Kronecker, trabalhando em musculos de rans, conseguiu obter mil a mil e quinhentas contracções successivas. Nestas condições experimentaes a altura das contracções diminue muito regularmente até extinguir-se. Dahi uma das leis da fadiga formuladas por Kronecker: «A curva da fadiga dum musculo que se contrae com intervallos eguaes e com abalos de inducção egualmente fortes é representada por uma linha recta». A differença de altura entre duas contracções successivas chama-se *differença de fadiga*. A differença de fadiga mede a *fati-gabilidade*. Chamando  $y_1$  a contracção maxima, e  $D$  a

diferença de fadiga, a altura duma contracção qualquer é dada pela equação

$$y_n = y_1 - n D$$

que exprime um decrescimento proporcional ao tempo.

Uma outra lei de Kronecker exprime que a diferença de fadiga é tanto maior quanto mais rapido fôr o rythmo segundo o qual se produzem as contracções. O impedimento da circulação está nos mesmos casos, porque o numero de contracções successivas num musculo cuja circulação é interrompida varia entre cem e duzentos.

O dynamometro, construido por Régnier a convite de Buffon, não fornece indicações constantes e exactas a respeito da força do homem, e isto pelo motivo de entrarem em contracção na pressão ao dynamometro um grande numero de musculos e de, provavelmente, os musculos fatigados num dado momento serem substituidos por musculos que não tinham ainda entrado em contracção. Este instrumento foi por tal motivo abandonado no estudo da fadiga, mas é em compensação um excellente meio de conhecer num dado momento o esforço momentaneo. Adeante fallarei das applicações que d'elle fez, em combinação com o ergographo, M.<sup>elle</sup> le Dr. J. Ioteyko.

Angelo Mosso esforçou-se em construir um aparelho que medisse exactamente o trabalho mecanico dos

musculos do homem nas condições habituaes da existencia. As difficuldades a vencer consistiam em isolar o trabalho dum musculo e fixar uma das suas extremidades, deixando a outra livre para inscrever as contracções. O auctor deu ao aparelho o nome de *ergographo* (registorador do trabalho).

O *ergographo* de Mosso registra as flexões á maior altura possivel, successivas e equidistantes, do dedo medio, levantando, de cima dum supporte, um peso de tres a cinco kilogrammas. A mão está immobilizada, um musculo só trabalha. Para commodidade de posição, o ante-braço é mantido em ligeira pronação. Uma disposição do aparelho permite adaptá-lo rapidamente á mão direita ou á mão esquerda. As contracções são inscriptas num cylindro registorador de Marey.

O graphico obtido chama-se um *ergogramma*. A curva de sentimento que se faz passar pelos vertices das ordenadas é a *curva de fadiga* <sup>(1)</sup>; esta linha é em raros casos uma recta; geralmente é uma curva que na maioria dos casos desce mais lentamente do que uma recta; a curva tem geralmente uma inflexão; as curvas com duas inflexões (curvas em S italico, de Mosso) são relativamente raras.

No exame dos *ergogrammas* um facto interessante

(1) O termo *curva* é aqui empregado como synonymo de expressão graphica: é neste sentido que a curva de fadiga dum gastro-cnemico de ran é uma linha recta.

chama desde começo a attenção. A curva apresenta notáveis differenças individuaes, mas é constante e característica para cada pessoa. Póde modificar-se segundo variadissimas influencias, mas se numa mesma sessão se obtêm dois ergogrammas, deixando de intervallo entre elles o tempo sufficiente para a completa reparação da fadiga, «a segunda curva parece uma photographia da primeira (1)». Se o intervallo não chega para uma reparação completa, a segunda curva tem ainda a forma geral da primeira, mas é como uma reducção do primeiro ergogramma.

«O ergographo dá-nos assim a inscripção dum dos factos mais intimos e mais característicos da nossa individualidade: a maneira como nos fatigamos, e este caracter particular mantem-se constante». (2)

Um ergogramma de Mosso registra um pequeno numero de contracções, variavel geralmente entre 25 e 100, sendo o rythmo de uma contracção todos os segundos ou de dois em dois segundos. Depois dum tam diminuto numero de contracções o peso não pode ser levantado. A força de contracção parece totalmente esgotada, mas não se pode sensatamente concluir senão que ella o está para realisar o minimo trabalho com o peso de 4 ou 5 kilogrammas que tiver sido empregado.

(1) Ioteyko: Les Lois de l'Ergographie.

(2) Angelo Mosso: La Fatigue intellectuelle et physique.

E effectivamente, se o peso empregado é por exemplo 5 kilogrammas, e o substituírmos por um de 4 no final da curva, o musculo pode immediatamente fornecer com este peso mais leve um trabalho consideravel. Quando a força do musculo parece esgotada, pode elle ter perdido apenas  $\frac{1}{5}$  da força disponivel.

Foi no proprio laboratorio de Mosso que Treves corrigiu a curva da fadiga, diminuindo o peso de cada vez que a curva tendia a descer. Nestas condições a curva mantem-se por muito tempo á primitiva altura, e quando uma certa fracção do peso inicial tem sido supprimida, a curva conserva-se durante algumas horas ao mesmo nivel.

Um methodo mais exacto de obter a curva da fadiga consiste em substituir no ergographo o peso por uma mola. Existem hoje ergographos construidos desse modo, o de Cattell e o de Binet e Vaschide, por exemplo, que teem a vantagem de registrar todas as contracções, por mais pequenas que sejam. A curva de fadiga assim obtida differe da de Mosso e é semelhante á de Treves.

Schenck, e Hough, (1) trabalhando independentemente, encontraram curvas concordantes. A força de contracção diminue a principio rapidamente durante cinco minutos e depois lentamente durante es seguintes

(1) Citados por Woodworth, no seu livro sobre o movimento.

oito minutos; em seguida augmenta ligeiramente e conserva-se quasi constantemente a esse nivel até findar a hora, com 60 por 100 de força original. O *nivel de fadiga* pode ser attingido mais ou menos depressa, ao fim de dois minutos ou ao fim de um quarto de hora, encontrar-se a 60 por 100 ou a 85 por 100 da força inicial.

A invenção do ergographo veiu dar um enorme impulso ao estudo da fadiga, permitindo observar as variações que soffre a motricidade sob influencias de toda a ordem, influencias de idade, de sexo, de raça, de temperamento, de clima, de estado atmospherico, da alimentação, de trabalho physico e intellectual, da hora do dia, das estações, da luminosidade, de diversas substancias alimentares e medicamentosas, das sensações, das ideias, das emoções, etc.

Muito se tem feito já em ergographia, os trabalhos sobre o assumpto são numerosos na Italia, na Alemanha, na Belgica, em França, na Inglaterra e nos Estados Unidos da America do Norte; mas muito mais ha ainda a esperar de futuras investigações proseguidas com methodo e criterio, eliminando as causas dos erros que teem sido commettidos. O estudo ergographico, dizia ainda ha tres annos Woodworth, está apenas na infancia. A ergographia, nascida nos laboratorios de psychologia, estende-se hoje em clinica ao estudo das variações pathologicas da motricidade e adquire um alto

interesse social pelas suas applicações na caserna, na fabrica e na escola.

A maior parte dos auctores de toda a parte teem considerado apenas as variações do trabalho mecanico produzidas sob a influencia duma diversidade enorme de factores. O trabalho mecanico é expresso em kilogrammetros e avalia-se multiplicando a somma das alturas das contracções pelo peso levantado. O interesse de taes publicações é muito menor do que poderia ser se os auctores indicassem as variações da forma da curva ergographica e as do *quociente de fadiga* — relação da altura total para o numero de contracções.

Num ergogramma ha com effeito dois elementos a considerar: o numero e a altura das contracções. Nada nos indica *à priori* que as variações destes dois elementos sejam proporcionaes. A observação dos ergogrammas mostra pelo contrario que elles variam em proporções differentes e que, numa serie de ergogrammas successivos obtidos na mesma sessão, a diminuição do trabalho mecanico é muito mais um effeito da diminuição da altura do que da do numero de contracções, que em certos casos se encontra mesmo ligeiramente augmentado. Se nas variações dos dois elementos ergographicos não ha uma relação constante, a altura das contracções e o seu numero são quantidades independentes e representantes de influencias diversas.

Adeante veremos qual a significação que tem sido attribuida a cada um destes elementos.

Por outro lado, a forma da curva pode modificar-se sensivelmente e o trabalho mecanico ficar inalteravel ou soffrer apenas uma ligeirissima alteração desproporcionada com a modificação da curva.

Seria necessario analysar a curva, mas esse trabalho apresenta grandes difficuldades, sobretudo para os biologistas, cuja educação mathematica é muitas vezes insufficiente: a avaliação do trabalho mecanico é pelo contrario muito facil, mas não está provado que trabalhos mecanicos exteriores eguaes, mas correspondentes a curvas de forma diferente, sejam physiologicamente equivalentes <sup>(1)</sup>. Ora o trabalho interno é proporcional ao encurtamento do musculo <sup>(2)</sup>, mas a flexão do dedo altera as condições mecanicas da experiencia, fazendo variar a cada instante os momentos das forças em acção em relação ás articulações, no decurso de cada contracção, variação de onde resulta uma deformação da curva. Para evitar este inconveniente Franz propõe para o estudo da fadiga a substituição das contracções isotonicas por contracções isometricas.

Em vista das difficuldades que apresenta a analyse mathematica das curvas, Binet e Vaschide propozeram

(1) Ver o trabalho de Binet e V. Henri sobre *Fadiga intellectual*, pag. 179.

(2) H. Bordier: *Les actions moléculaires dans l'organisme*.

a substituição da forma da curva por um dado mais simples: a altura da contracção correspondente ao meio do trabalho ergographico (contracção mediana). Este dado permite reconhecer se o individuo em experiencia conserva durante muito tempo a força inicial ou se, desde a primeira contracção, a força diminue rapidamente.

A insufficiencia actual dos nossos conhecimentos da physiologia nevro-muscular não nos fornece ainda os elementos indispensaveis ao estabelecimento duma equação theorica do esforço e da fadiga. Mas á falta dessa lei mathematica, pode sempre chegar-se á determinação duma equação empirica que seja a expressão mais rigorosa possivel dos factos adquiridos por experiencia.

A simples indicação vaga do sentido em que se desenvolvem os phenomenos é, alem de insufficiente, frequentes vezes causa de convicções erroneas, por uma tendencia arreigada para suppor uma proporcionalidade directa ou inversa na variação de phenomenos cujas relações reciprocas nos sejam desconhecidas.

A introducção do methodo graphico em physiologia, isto é, a representação dos phenomenos physiologicos por curvas referidas a ordenadas e abscissas, veiu mostrar quanto é excepcional a proporcionalidade no desenrolamento duma funcção qualquer. As curvas obtidas são geralmente parabolos, hyperboles, ou outras quaesquer curvas. A linha recta é uma excepção, o que explica a denominação de *curva* dada ao graphico obtido.

Muitos phenomenos não teem ainda a sua expressão graphica; das curvas obtidas nem todas foram ainda submettidas á analyse mathematica, mas algumas estão já bem estudadas sob este ponto de vista. Assim, sabe-se que a curva da elasticidade muscular é uma hyperbole (Wertheim), que a resposta á irritação cresce como o logarithmo da irritação (Weber e Fechner) (1).

As curvas de fadiga foram estudadas sob o mesmo ponto de vista, principalmente por M.<sup>elle</sup> Ioteyko e por Charles Henry. M.<sup>elle</sup> Ioteyko, professora da Universidade Nova de Bruxellas, cita os trabalhos de Alfred Lehmann, de Leipzig, entre as tentativas de determinação mathematica. Lehmann chegou ao estabelecimento duma formula que exprime a relação entre o trabalho total e o numero de contracções.

O calculo mostrou que a curva de fadiga é uma parabola isto é, uma curva tal que uma ordenada qualquer se obtem multiplicando uma constante pela abcissa correspondente elevada ao quadrado. Isto no caso da parabola mais simples, a parabola do segundo grau, como a que se obtem no cylindro registrador do apparelho de Morin para a verificação das leis da queda dos corpos. Ha parabolos de differentes graus, a da curva ergographica é do terceiro. Para resolver a equação

(1) Esta ultima lei não se verifica rigorosamente para irritações extremamente grandes.

basta conhecer quatro dados experimentaes; o esforço maximo (altura da contracção mais elevada) e tres alturas tomadas em tempos diferentes da curva. As tres alturas servem para calcular tres constantes  $a$ ,  $b$ ,  $c$ . A equação é da formula

$$\eta = H - at^3 + bt^2 - ct,$$

sendo  $y$  o esforço a cada instante,  $H$  o esforço maximo (em millimetros),  $t$  o tempo (unidade=2 segundos na maioria dos casos por se ter reconhecido ser este o rythmo que melhor se adapta a estas experiencias),  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , constantes ou parametros.

A equação significa que a curva ergographica se encontra constantemente sob a influencia de tres factores (os parametros  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ), dos quaes um  $b$ , positivo, actuando isoladamente elevaria a curva segundo o quadrado do tempo; outro  $c$ , negativo, abaixaria a curva proporcionalmente ao tempo; e o ultimo  $a$ , igualmente negativo, deprimiria a curva segundo o cubo do tempo. A curva ergographica é a resultante da acção combinada destes tres factores.

A determinação das tres incognitas  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , exige apenas a resolução de tres equações do primeiro grau, calculo sempre muito facil, embora bastante moroso por vezes.

M.<sup>elle</sup> Ioteyko, no trabalho que venho seguindo <sup>(1)</sup>, mostra como o quociente da fadiga é uma quantidade estreitamente ligada á equação. Ora designando o quociente de fadiga, como vamos ver, uma relação physiologica, este facto permite desde já prever que a equação deve encontrar-se intimamente ligada a características physiologicas.

Foram Hoch e Kraepelin quem primeirô chamou a attenção para a independencia em que se encontram em relação uma á outra as duas quantidades: numero de contracções e somma total das alturas a que o peso foi levantado. Nesse trabalho, citado por Alfred Binet, M.<sup>elle</sup> Ioteyko e Woodworth, os auctores tentaram dar do phenomeno uma explicação physiologica, chegando á conclusão de que o numero de contracções é funcção do trabalho do systema nervoso central, a altura total é funcção do trabalho do systema muscular peripherico <sup>(2)</sup>.

A conclusão é fuudada sobre um certo numero de observações:

1.a As disposições psychicas para o trabalho, variaveis segundo as horas do dia, influem principalmente sobre o numero de contracções, excepto depois das refeições.

2.a O exercicio adquirido fazendo todos os dias

(1) Ioteyko: *Les lois de l'ergographie*, Bruxelles, 1904.

(2) Ioteyko: *L'effort nerveux et la fatigue*, 1900.

experiencias ergographicas augmenta principalmente o numero das contracções.

3.a Pelo contrario, a fadiga produzida fazendo experiencias de dez em dez minutos, diminue a principio apenas a altura, e só mais tardiamente o numero.

4.a Fazendo as experiencias depois duma refeição, augmenta a altura das contracções, com estacionamento ou diminuição do numero.

5.a Nas experiencias de Mosso feitas nos seus collegas da Universidade depois dos exames, a fadiga psychica revelava-se por uma notavel depressão de força, produzida sobretudo por uma enorme diminuição do numero das contracções registradas.

A influencia da hora do dia affecta muito mais o systema nervoso central do que o systema muscular e assim comprehende-se que as variações observadas incidam principalmente sobre o elemento ergographico que fôr dependente da acção dos centros.

Depois das refeições existe um ligeiro grau de anemia cerebral que deve igualmente traduzir-se por uma depressão do mesmo elemento.

A influencia do exercicio sobre o systema nervoso e da fadiga sobre os musculos é que se não vê claramente, e essa interpretação pode parecer antes já uma deducção da hypothese proposta, se não vier acompanhada de razões que não vejo mencionadas.

A hypothese de Hoch e Kraepelin é bem fundamen-

tada, mas a importancia da questão é de tal ordem que não pode ella ser adoptada imprudentemente sem uma ampla verificação experimental. Comtudo varios factos que a seu tempo exporei, quando tratar da localisação da fadiga, são-lhe favoraveis. Adoptando-a provisoriamente a titulo de hypothese provavel, o quociente de fadiga indica uma relação physiologica entre o dynamismo nervoso e o dynamismo muscular.

Para cada pessoa o quociente de fadiga, a curva, o trabalho mecanico são caracteristicos. De posse da equação geral das curvas de fadiga, podem agora resumir-se estes factos dizendo que existe uma característica mathematica individual, consistindo na constancia do valor dos parametros para cada pessoa. Esta constancia mantem-se quando os ergogrammas são tomados em identidade de condições. As variações individuaes e as modificações produzidas pela acção de differentes substancias dependem de differenças nos numeros que exprimem os parametros. Para cada uma das substancias (alcool, cafeina, glucose, etc.) estudadas até agora, as variações das curvas affectam um typo definido, o que permite fallar de caracteristicas mathematicas para as curvas estudadas. Resta saber se em todas as condições possiveis de experimentação, a regularidade das variações, podendo exprimir-se por numeros, se mantem.

## Interpretação physiologica dos parametros

Vejamos agora qual a significação physiologica dos parametros.

De entre elles um  $b$  é positivo, a sua acção é de elevar a curva segundo o quadrado do tempo; mas como o decrescimento da curva é continuo, a simples inspecção dum ergogramma nada nos diz a respeito da existencia desta constante. A interessante revelação dum factor que tende a cada momento a elevar a curva, sem nunca alcançar vencer a resistencia opposta pelos factores negativos, fazendo ver no ergogramma a intervenção de um conflicto de forças em vez de uma simples synergia, é um facto que só a analyse mathematica das curvas da fadiga podia descobrir.

A constante positiva  $b$  é considerada como a medida da acção dos centros nervosos. Não é esta uma inter-

pretação arbitraria, mas uma hypothese perfeitamente de accordo com os factos experimentaes observados por A. Mosso com o ponometro, apparelho da sua invenção que inscreve o esforço em função da fadiga. A conclusão das experiencias é que o esforço cresce com a fadiga, não proporcionalmente, mas seguindo uma marcha inversa da curva ergographica. A curva assim descripta é a que traçaria a serie de contracções successivas dum musculo, se o parametro  $b$  actuasse isoladamente.

Quanto aos outros parametros  $a$  e  $c$ , a sua acção corresponde ás modificações chemicas que se dão num musculo em contracção e cujo effeito é o de diminuir progressivamente a possibilidade de produzir trabalho. A acção combinada destas duas constantes representa a fadiga propriamente muscular.

Já atraz alludi aos dois factores que actuam na producção da fadiga, considerada duma maneira geral. Esses factores são a inanição e a auto-intoxicação, com predominancia do ultimo. Tambem me referi á distincção estabelecida por Verworn entre esgotamento e fadiga. Essas considerações são perfeitamente applicaveis á fadiga muscular, e precisamente os parametros  $a$  e  $c$  correspondem a essa distincção.

A constante  $c$ , que deprime a curva proporcionalmente ao tempo, deve considerar-se como representando o consumo das reservas disponiveis do musculo

em hydratos de carbonio, o gasto de combustivel que em todo o motor constante é proporcional ao tempo.

A constante  $a$ , caracteristica duma acção paralyzadora, crescendo na razão do cubo do tempo, deve attribuir-se á intoxicação devida ás leucomainas produzidas localmente.

Se o parametro em questão representa realmente a acção rapidamente toxica dos productos derivados da desintegração anaerobia dos albuminoides, tem de admitir-se que esta desintegração principia desde o começo do trabalho. Ora o parametro  $a$  é sempre extremamente pequeno o que está de accordo com a influencia insignificante das leucomainas no começo do trabalho, mas cresce muito rapidamente com o tempo (at. 3).

Quando os parametros  $a$  e  $b$  forem nullos, a curva da fadiga deve ser uma recta, por só se encontrar sob a influencia do parametro  $c$ . É o que se dá na excitação electrica dos musculos do homem ou da ran.

Com effeito, no primeiro caso a corrente electrica é constante e a acção dos centros nervosos supprimida; por outro lado, como a applicação de correntes electricas é muito dolorosa, os pesos empregados são menores (geralmente um kilogramma) e o trabalho mecanico resulta consideravelmente diminuido; a fadiga nestes casos é insignificante e deve resultar apenas dum pequeno consumo de hydrocarbonados.

Nestas condições é natural pensar que o musculo

gasta um excedente de reservas capaz de explodir sob a incitação duma corrente electrica de fraca intensidade, e que a mais importante parte das reservas permanece intacta, bastando augmentar ligeiramente a corrente para obter-se novo traçado, correspondente ao consumo de mais uma pequena quantidade de glycogenio.

Assim se póde explicar o facto de um musculo esgotado por uma serie de excitações electricas, fornecer uma nova curva obtida por contracções voluntarias. Inversamente, um musculo esgotado por uma serie de excitações voluntarias fornece ainda uma nova curva de fadiga sob o estimulo duma corrente electrica. Ignoro as condições em que foi feita esta ultima experiencia, mas suppondo que o peso empregado na segunda serie foi, em virtude da dôr provocada por correntes de intensidade forte, consideravelmente menor do que o empregado na serie de contracções voluntarias, parece-me natural que um musculo que, num dado momento se acha impossibilitado de elevar um certo peso á minima altura, seja no mesmo momento capaz de fornecer ainda um certo trabalho por uma serie nova de contracções com um peso mais leve e tal que o trabalho fornecido em cada contracção, seja menor do que o que resultaria da elevação do primitivo peso a uma altura pequenissima. Se a supposição é verdadeira, o resultado obtido sê-lo-ia tambem se, substituindo o peso como para a applicação da corrente electrica, se tentasse uma nova

serie de contracções voluntarias. (1) Mas admittindo mesmo que se usou do mesmo peso nas duas series successivas, é licito pensar que, exigindo a mudança do dispositivo experimental um certo tempo, uma certa reparação da fadiga se tenha feito já, permittindo uma nova serie de contracções; e esta hypothese é tanto mais provavel que o tempo sufficiente para esta reparação é de alguns segundos apenas. Ioteyko publica tres curvas ergographicas fornecidas por De Leeuw, alumno da Universidade, com intervallos de 50 segundos entre a primeira e a segunda e de 22 segundos entre a segunda e a terceira. Os trabalhos mecanicos obtidos são: (2)

I—6,45 kgm., II—3,60 kgm., III—1,20 kgm.

Se na experiencia citada foram eliminadas estas causas de erro não sei. Mas, se o foram e o phenomeno notado se deu ainda, não se deve apressadamente concluir no sentido dum rapido esgotamento dos centros nervosos (conclusão em desaccordo com os factos

(1) Já estas linhas estavam escriptas quando tive conhecimento do livro de Woodworth (*Le Mouvement, Bibliothèque Internationale de Psychologie expérimentale*) onde vi citados o trabalho de Treves e os de alguns psychologos americanos sobre a verdadeira curva de fadiga e os erros das experiencias de Mosso, trabalhos a que alludi em paginas precedentes e que confirmam a minha supposição.

(2) Ioteyko: *L'effort nerveux et la fatigue*, pg. 21.

que referirei adiante), mas antes por uma diferença na irritabilidade muscular a respeito do agente nervoso e e da electricidade.

Se nas excitações electricas do musculo se empregar um peso mais elevado (tres kilogrammas por exemplo), a curva ergographica deixa de ser uma recta para se approximar do typo normal das curvas ergographicas voluntarias.

No livro de Mosso <sup>(1)</sup> vem reproduzida uma curva obtida nestas condições. Aqui tudo leva a crer que o parametro  $a$  tem já um certo valor.

Nas excitações electricas dos musculos da ran, o graphico obtido é egualmente uma recta. A acção dos centros nervosos é supprimida, mas em compensação, como não ha a contar com a dôr, empregam-se grandes pesos e excitações fortes. Como explicar então a proporcionalidade do esgotamento em relação ao tempo?

Em primeiro logar, Kronecker obtem rectas como expressão graphica em condições espeziaes: o peso estava suspenso do musculo apenas no momento da contracção, repousando sobre um suporte durante os intervallos; supprime-se deste modo o trabalho estatico que vale energeticamente tanto como o trabalho dyna-

(1) A. Mosso: *La Fatigue intellectuelle et physique* (tradução francesa de Langlois) V. edição, 1905, pag. 65.

mico, e a fadiga é portanto menor. E tanto que, se o trabalho estatico não é suprimido, a curva aproxima-se duma hyperbole.

Outro facto que explica a pouca intensidade da fadiga nos musculos da ran, nas condições experimentaes, é a sua exposição ao ar; neste caso dá-se uma oxydção mais completa dos productos excrementicios que diminue a sua toxicidade. M.<sup>elle</sup> Ioteyko, na sua these inaugural: «La fatigue et la respiration élémentaire du muscle», demonstrou este phenomeno da respiração elemental das fibras musculares da ran, expostas ao ar. Alem disto, sendo enorme a resistencia dos musculos da ran a todos as causas de alteração, é natural que a sua resistencia aos venenos da fadiga seja mais consideravel do que no homem.

É possivel que, augmentando gradualmente o excitante electrico na razão do quadrado do tempo, se consiga obter curvas de fadiga em tudo comparaveis ás curvas normaes.

Numa curva de fadiga do gastro-cnemico da ran excitado electricamente, Ioteyko encontrou os parame-tros *a* e *b* extremamente pequenos, praticamente nullos, mas *a* neste caso, em vez de negativo, é positivo, o que leva á supposição de que as toxinas em pequena proporção teem uma acção excitante sobre o musculo. Nada mais natural do que esta acção que, como é sa-

bido, é a primeira phase de resposta a todos os depressores.

A equação geral das curvas ergographicas é portanto

$$\eta = H \pm at^3 + bt^2 - ct$$

A equação representativa da lei do esforço verdadeiro seria provavelmente muito mais complicada e comportaria um certo numero de constantes, caracterizando as acções irreductiveis dos agentes, em numero desconhecido, que interveem na producção da contracção muscular. Cada uma das constantes que interveem na equação empirica é provavelmente a representante dum conjuncto de causas actuando no mesmo sentido, entre as quaes a principal seja aquella a que attribuímos a significação do parametro—producção de toxinas para  $a$ , consumo de hydrocarbonados para  $c$ , acção dos centros nervosos para  $b$ .

É preciso não esquecer tambem que a curva ergographica obtida é uma deformação da curva do esforço verdadeiro, como já tive occasião de notar.

Attribuiu-se, não arbitrariamente, uma certa significação *global* aos parametros, partindo de factos de observação. Restava saber se, modificando as condições experimentaes, a modificação dos parametros se fazia no sentido previsto. Desde que as experiencias confirmassem a interpretação dada, poder-se-ia, de posse da

equação e da verdadeira significação dos seus elementos, instituir uma serie de experiencias, com o fim de determinar o modo de acção das multiplas circumstancias que fazem variar as condições do trabalho.

Foi isso o que fez M.<sup>elle</sup> Ioteyko, produzindo, numa primeira serie de experiencias, uma influencia previamente conhecida (como a do alcool que, em pequena quantidade é um excitante dos centros nervosos), para verificar a interpretação dada aos parametros, estudando numa segunda serie, a acção de varias influencias sobre a modificação dos valores das constantes.

Algumas das experiencias instituidas com o fim de verificar a significação attribuida aos parametros, como as feitas com o alcool para verificar o valor do parametro  $b$ , foram mais fertes em resultados do que se suppunha, porque vieram pôr em evidencia novos factos desconhecidos até ahi.

## Alcool

Anteriormente a M.<sup>elle</sup> Ioteyko, muitos physiologistas tinham feito, servindo-se dos meios de que então dispunha a ergographia, o estudo dynamogenico do alcool, divergindo as opiniões em muitos pontos, mas estando todos de accordo a respeito da acção excitante das pequenas doses de alcool sobre os centros nervosos.

Ioteyko nas suas experiencias considerou apenas a acção das pequenas doses de alcool. As experiencias foram feitas em si propria e nalguns estudantes da Universidade de Bruxellas: M.<sup>elle</sup> Kipiani, M. M. Romain. Pinsonnat, Leroy, Gérard e Spehl. O alcool era dado sob a forma de aguardente pura a 50°.

As differenças individuaes a respeito do alcool são grandes. Umas pessoas accusavam immediatamente uma depressão ao ergographo, sem conseguir-se surprehen-

der nellas a phase de excitação. Foi o que aconteceu com Kipiani e Gérard. Noutras pessoas a phase de excitação é muito nitida e manifesta-se principalmente passado algum tempo (trinta minutos, uma hora) depois de ingestão da aguardente. Este é o caso de Ioteyko e de Romain. Emfim outras não são influenciadas em sentido nenhum, como Leroy, Pinsonnat e Spehl.

O calculo dos parametros deu o resultado seguinte:

1.º O parametro  $b$  augmenta quatro vezes em cinco experiencias, e entre as quatro experiencias tres referem-se a casos em que sob a influencia do alcool o trabalho mecanico augmentou, e uma a um caso em que o trabalho mecanico diminuiu. Na experiencia unica em que  $b$  diminuiu o trabalho mecanico augmentou.

2.º O parametro  $a$  diminuiu quatro vezes nas cinco experiencias nas relações seguintes

Romain:	1. <sup>a</sup> experiencia. . . . .	3:2
	2. <sup>a</sup> experiencia. . . . .	13:1
J. Ioteyko:	1. <sup>a</sup> experiencia. . . . .	3:1
	2. <sup>a</sup> experiencia. . . . .	21:1
Girard:	$a$ augmenta como. . . . .	3:4

Nas quatro experiencias em que o trabalho augmentou,  $a$  diminuiu, mas diminuiu enormemente (na relação de 13:1) no unico caso em que  $b$  diminuiu tambem. No unico caso em que houve diminuição do trabalho mecanico,  $a$  augmentou.

A interpretação que Ioteyko dá ás modificações dos parametros é em resumo, a seguinte:

O augmento do parametro *b* confirma a significação physiologica que lhe tinha sido attribuida. A explicação da unica experiencia em que este parametro diminuiu virá mais longe.

A diminuição de *a* só pode ser explicada considerando o alcool como um verdadeiro alimento, fornecendo ao musculo combustivel ternario que o impede de atacar as suas reservas albuminoides, cuja desintegração produz principios dotados de grande toxicidade. (1)

De modo que a acção do alcool é dupla. Acção exci-

(1) O musculo não consomme nas contracções iniciaes as mesmas substancias que nas contracções finaes. Esta opinião é geralmente admittida. A origem unica da energia mecanica dispendida pelo musculo, no trabalho normal, é a combustão dos hydratos de carbonio. Ao lado desta combustão produz-se um gasto insignificante de substancia propria do musculo ou das suas reservas albuminoides; da decomposição destes albuminoides resultam productos toxicos que, enquanto produzidos em pequena quantidade, são immediatamente queimados pelo oxygenio do sangue, destruidos no figado e noutras glandulas. Mas quando as reservas ternarias do musculo se esgotam por um exercicio prolongado, o musculo ataca as suas reservas de albuminoides e nestas condições fornece residuos azotados, toxicos.

No musculo em trabalho ha uma inanição relativa, porque a reconstituição das reservas é muito mais lenta do que a sua destruição momentanea, em tudo comparavel á das substancias explosivas. É innegavel esta destruição funcional das reservas, ainda que se admitta a engenhosa hypothese de Le Dantec sobre a assimilação funcional. Esta inanição local do musculo tem analogias curiosas com a inanição geral. Assim, no jejum absoluto (com simples consummo de agua), o organismo não gasta nos dias que precedem a morte as mesmas substancias que anteriormente. Nos dois ou tres primeiros dias queima as reservas de glycogenio, depois ataca as reservas de gordura e albumina; quando estas terminam principia a desintegração dos albuminoides.

tante sobre os centros nervosos, papel alimentar em relação ao musculo. Mas convem notar que o alcool só é um alimento para o musculo fatigado.

Um facto interessante que resulta do papel alimentar do alcool é a diminuição da sensação de fadiga. Poder-se-ia pensar, como Frey, que se trata aqui d'uma acção anesthesica sobre os centros nervosos motores. Mas para isso seria preciso admitir a origem central da sensação de fadiga e do sentido muscular, a theoria abandonada quasi universalmente das «sensações de innervação».

A origem da sensação de fadiga é peripherica, per-

des organicos, seguida da morte em curto prazo. Do mesmo modo, no musculo, gastas as reservas hydrocarbonadas, começa a demolição das substancias proteicas, rapidamente seguida da paralytia funcional de origem toxica. Por outro lado o organismo inaniçado vive economicamente das suas reservas, depois de ter gasto prodigamente nos primeiros dias, com luxo, como se continuasse a fornecer-se do mundo exterior.

A perda de peso nos primeiros dias pode attingir e mesmo exceder 1000 grammas por 24 horas; depois, a perda de peso mantem-se em media entre 300 e 400 grammas por dia, para augmentar um pouco nos ultimos dias de vida. O limite da perda de peso compativel com a vida é de 40 0/0 (Ch. Richet), tanto para animaes de sangue quente como para animaes de sangue frio; o limite é mais ou menos rapidamente attingido, segundo a intensidade das trocas nutritivas, mas não pode ser excedido. O homem parece n'este ponto dotado duma menor resistencia; na inanição absoluta a perda de peso não vae alem de 30 0/0. Mas se a inanição é relativa, devida a uma alimentação insufficiente, o limite de 40 0/0 pode ser attingido, como numa doente observada por Albert Mathieu e J—Ch. Roux, que, depois de chegar a um tal ponto de emaciação em virtude da dieta imposta por um medico, poudo ainda salvar-se.

A analogia com a inanição muscular encontra-se no seguinte. Segundo Hough,

tence ao sentido muscular, cujos órgãos terminaes se encontram nos musculos e provavelmente na região dos tendões e das articulações. O excitante das sensações musculares são as acções mecanicas e chimicas que se exercem sobre as terminações nervosas. E como o alcool, alimentando o musculo, retarda a desassimilação dos albuminoides, a acção chimica devida á producção de leucomainas é supprimida; donde deve resultar uma diminuição da sensação de fadiga. Este facto faz-se mesmo notar antes da acção excito-motriz.

Resta a explicação da experiencia em que *b* diminuiu e *a* diminuiu na relação extraordinaria de 13:1. A primeira cousa que lembra é uma acção paralyzadora exercida sobre os centros; mas esta paralyisia está em

na curva ergographica dum musculo não treinado, a altura decresce continuamente; pelo contrario, nos musculos treinados a altura decresce rapidamente no começo da curva e mantem-se depois durante muito tempo a uma altura fixa. Como vimos, nas experiencias de Treves e nas feitas com ergographos de mola, uma vez attingido o nivel de fadiga, a curva conserva-se durante mais de uma hora a uma altura quasi invariavel. Esta observação é um apoio á supposição já anteriormente formulada por alguns physiologistas, de que os musculos fatigados trabalham mais economicamente.

O treno, isto é, o habito da resistencia á fadiga, augmenta o rendimento do trabalho do musculo, no momento em que apparece a fadiga, do mesmo modo que a inanição chronica, por insufficiencia alimentar, permite ao organismo a acquisição do habito de utilisar mais economicamente as reservas do que na inanição absoluta.

Mostrando as analogias que encontro entre a fadiga dum musculo e as variações nutritivas dum organismo em estado de inanição, não pretendo de modo algum explicar um facto pelo outro. A analogia considerada observando os phenomenos em globo, pode provir nos dois casos de causas diversas.

desharmonia com o augmento do trabalho mecanico observado neste caso.

É preciso recorrer á significação *global* dos parámetros. Cada um delles representa a somma das acções que influem no mesmo sentido, e portanto será provavelmente possível desdobrá-los nas suas componentes ou ao menos em grupos de componentes. O parametro  $a$ , por exemplo poderá ser desfiado num certo numero de constantes irreductiveis correspondentes ás diversas substancias «fatigantes», o parametro  $c$ , em constantes correspondentes ás diversas especies de hydro-carbonados consummidos na contracção muscular.

Da mesma forma, o parametro  $b$  pode ser desde já separado em dois  $b_1$  e  $b_2$ , correspondendo respectivamente á acção propria dos centros nervosos e á acção excitante sobre os mesmos centros de toxinas musculares. Assim, no caso do alcool,  $b_1$  augmenta, mas diminuindo a producção de toxinas,  $b_2$  diminue e poderá diminuir de tal ordem que a somma de  $b_1$  e  $b_2$  seja inferior ao valor de  $b$  nas curvas normaes.

Ioteyko instituiu uma outra serie de experiencias com o alcool, empregando rythmos mais lentos do que os usuaes. Nos ergogrammas de Mosso o rythmo é de dois segundos. Ioteyko reserva o nome de «ergogrammas de Maggiora» ás curvas onde o rythmo é sufficientemente lento para afastar toda a fadiga. Esse rythmo é o de dez segundos. Fazendo uma contracção de dez em dez

segundos, o trabalho prolonga-se indefinidamente, durante horas seguidas, sem fadiga, nem sensação de fadiga, e com as contracções elevadas ao maximo de altura.

O emprego dos ergogrammas de Maggiora no estudo de fadiga foi proposto ao mesmo tempo por Ioteyko e por G. Ballet e J. Philippe. Estes ultimos auctores apresentaram no XIII.º congresso dos medicos neurologistas e alienistas de lingua francesa, reunido em Bruxelas em agosto de 1903, os resultados das suas experiencias feitas em neurasthenicos e outros doentes nervosos em comparação com o homem são. Depois da fadiga, obtida pelo methodo de Mosso, os individuos são recuperam a energia inicial, contrahindo o dedo de dez em dez segundos. Nos neurasthenicos myelasthenicos o musculo ou continua a fatigar-se ou recupera muito lentamente a força inicial.

As experiencias de M.<sup>elle</sup> Ioteyko foram feitas em si propria com o alcool tomado na dose de 20 grammas, depois de se ter assegurado de que o rythmo de dez segundos era sufficiente para a reparação integral do musculo entre uma contracção e outra. A prova era considerada sufficiente quando, depois de quarenta minutos de trabalho ao ergographo, a altura das contracções não diminuia, não se prolongando por mais tempo a experiencia pelo insupportavel tedio que causam a sua monotonia e a sua duração.

A absorpção do alcool, trabalhando com o rythmo de dez segundos, não altera em nada a curva: a altura das contrações não augmenta e conservam-se mesmo as oscillações periodicas da curva normal. O alcool não augmenta portanto as alturas parciaes dos ergogrammas, e se, nas curvas de Mosso a altura total augmenta, o facto é devido á descida mais lenta da curva e ao maior numero de contracções. A acção do alcool traduz-se portanto na tendencia de conservar a contracção á altura inicial.

Trabalhando com o rythmo de oito segundos, a fadiga apparece quando tem decorrido pouco mais ou menos vinte e cinco minutos. Feita a mesma experiencia depois de absorpção de 20 grammas de alcool, a fadiga é retardada indefinidamente.

Trabalhando com o rythmo de seis segundos, a fadiga começa ao fim de um quarto de hora. Absorvendo alcool, as contracções diminuem de um quarto a altura inicial, ao fim de um quarto de hora, e persistem depois indefinidamente.

M.<sup>elle</sup> Ioteyko observou tambem que, no trabalho normal feito com o rythmo de seis segundos, basta, para vêr elevar-se a altura das constracções quando a fadiga principia, tornar mais lento o rythmo, fazendo uma contração de oito em oito segundos; e, quando, com este rythmo, a curva principia a descer, basta mudar para o rythmo de dez segundos para a vêr ele-

var-se novamente e persistir outra vez indefinidamente. A analogia deste facto interessante com o obtido por Treves com a diminuição gradual dos pesos, é perfeita. Num como noutro caso, diminuindo gradualmente o peso a levantar ou a velocidade do rythmo empregado, um momento chega em que a fadiga anterior se repara e o trabalho se continua indefinidamente sem o minimo symptoma de fadiga. Diminuição de velocidade e diminuição de peso são pois equivalentes energeticamente, e equivalente a ambos a acção do alcool em doses moderadas.

O intervallo de dez segundos é sufficiente para a completa restauração do musculo entre duas contracções, mas sob a influencia do alcool, a reparação pode fazer-se em muito menos tempo.

Como nos neurasthenicos o tempo necessario para a reparação completa é muito mais longo do que em individuos sãos, e esse facto foi attribuido á fadiga dos centros nervosos, (em conformidade com a etymologia da palavra neurasthenia), e o alcool em pequena dose exerce uma acção excitante sobre os centros, era natural attribuir a essa acção a infatigabilidade observada nos ergogrammas de Maggiore, apoz a absorpção de alcool, considerando assim o individuo ligeiramente alcoolisado em condições oppostas ás do neurasthenico, considerando-o portanto como nevrosthenoico. Mas como o alcool tem simultaneamente o poder de se substituir

como combustível ás reservas ternarias esgotadas no musculo, e essa influencia alimentar, impedindo o ataque dos albuminoides, retarda a accumulacão de toxinas paralyzadoras, diminuindo assim o valor do parametro  $a$ , sã a analyse mathematica da curva, o calculo dos parametros poderã decidir se no caso apontado o alcool actua como excitante ou como alimento.

Empregando um rythmo intermediario entre o empregado para os ergogrammas de Mosso e o empregado para os ergogrammas de Maggiora, obtem-se graphicos que sã curvas de fadiga muito alongadas, mas ás quaes se pode aplicar a analyse mathematica.

O calculo de duas dessas curvas, uma alcoolica e outra normal, mostrou que a altura maxima  $H$  não mudou, mas o parametro  $a$  diminuiu treze vezes e o parametro  $b$  diminuiu cinco vezes. Este caso é precisamente igual, no que diz respeito á diminuicão do valor de  $a$ , áquelle que levou á dissociação do parametro  $b$  e as mesmas consideracões lhe sã applicaveis. Portanto  $b_1$  augmentou provavelmente sob a acção do alcool, mas como  $a$  diminuiu em proporções extraordinarias, a acção estimulente das toxinas sobre os centros nervosos diminuiu ( $b_2$ ) e a somma dessas acções ( $b_1 + b_2 = b$ ) resultou menor do que nas curvas normaes.

A acção do alcool na reparação integral do musculo com rythmo mais rapido, parece poder portanto explicar-se pelo papel alimentar daquella substancia.

Estes resultados de experiencias ergographicas estão perfeitamente de accordo com a opinião de varios physiologistas a respeito do alcool, particularmente com a de Armand Gautier:

«O alcool comporta-se, n'uma palavra, como um verdadeiro alimento e mesmo como um alimento precioso, se se não excede a dose diaria de 1 gramma por kilogramma de peso do corpo.»

Nem todos são, porem, desta opinião, e o alcool é considerado ainda por muitos auctores como um puro thermogenico, apesar das experiencias de Atwater e de Duclaux.

A interpretação dos ergogrammas do alcool leva a suppor como muito provavel, hoje que está reconhecido que o calor no organismo se não transforma em nada e que as formas variadas de energia vital proveem directamente da energia libertada nas reacções chemicas, que o alcool é um verdadeiro alimento, substituindo-se em proporções isodynamicas aos alimentos hydrocarbonados consummidos no musculo em trabalho.

A importancia da lucta anti-alcoolica em nada fica diminuida com o conhecimento destes factos, que só pode justificar o uso de pequenas doses de alcool. E o facto interessante da acção util do alcool apenas sobre os musculos fatigados justifica o uso popular de dar aos cavallos pão torrado e molhado em vinho (sopas de cavallo cançado).

## Assucar

As experiencias com o assucar foram feitas com o fim de verificar a significação attribuida aos parametros *a* e *c*.

O assucar é para os musculos um alimento de primeira ordem, e não exerce acção excitante sobre os centros nervosos. Se a significação physiologica attribuida aos parametros é exacta, *a* e *c* devem diminuir e *b* não augmentar, ou diminuir mesmo pelo facto da diminuição de *a*, (como acontece com o alcool) nas experiencias feitas com o assucar.

Ugolino Mosso e L. Paoletti fizeram experiencias com o assucar desde a origem dos estudos ergographicos. O trabalho mecanico augmentou notavelmente. As condições optimas foram obtidas com o emprego de pequenas e medias doses (5 a 60 grammas); com doses superio-

res a 60 grammas o trabalho diminue gradualmente. O maximo de acção apparece uns dez minutos depois da absorpção de pequenas doses e trinta a quarenta minutos depois de doses medias. Os auctores aconselham o uso de agua assucarada, em proporção de 60 a 100 grammas de assucar por litro de agua, como a melhor bebida sportiva.

Para Vaughau Harley o consummo de grandes quantidades de assucar augmenta o poder muscular de 26 a 33 %, e com o atrazo no apparecimento da fadiga, o accrescimo para o dia inteiro é de 61 a 76 %.

As experiencias de Mosso e Paoletti tiveram um tal exito que, na Allemanha, o medico militar Schumburg foi encarregado pelo ministerio da guerra de verificar no exercito até que ponto eram verdadeiras as conclusões dos auctores italianos. O trabalho ergographico só poude ser melhorado quando o individuo em experiencia se tinha entregado, anteriormente, a um trabalho muscular intenso de todo o corpo; o que levou Schumburg a concluir que só quando toda a glucose circulando no sangue é consummada, o assucar pode produzir o seu effeito util. Esta explicação é analoga á que deu Frey da acção reparadora do alcool sobre o musculo fatigado.

E a differença nos resultados obtidos por experimentadores diversos tanto a respeito do alcool como do assucar, depende certamente de grandes differenças individuaes, differenças que até certo ponto podem medir as

variações correspondentes dos parametros. A curva ergographica é caracteristicamente pessoal para cada pessoa, como observara Mosso, e o exame do ergogramma pelos methodos mathematicos não fez senão confirmar esse facto, dando precisão ao dado incerto que é a forma da curva.

M.<sup>elle</sup> Ioteyko tentou uma serie de experiencias em Pinsonnat, Leroy e M.<sup>elle</sup> V. Kipiani. «O resultado foi absolutamente nullo, o que demonstra a ausencia de suggestibilidade da parte dos *sujets*, e tambem este facto: que a acção gustativa do assucar não determina por si só nenhuma influencia», diz o auctor.

Submettendo os individuos em experiencia ao jejum completô prolongado durante vinte horas approximadamente, a absorção do assucar só se mostrou efficaz em M.<sup>elle</sup> Kipiani. Meia hora depois de ter fornecido tres curvas de inanição, ella tomava 25 grammas de assucar ou de glucose dissolvidos em agua, e meia hora depois fornecia tres curvas. Peso: 3,5<sup>k</sup>; intervallo entre as curvas: um minuto; rythmo: dois segundos.

O quociente de fadiga ( $\frac{H}{N}$ ) que representa a altura media, eleva-se nas duas primeiras curvas e diminue ligeiramente na terceira. O augmento do quociente da fadiga representa portanto uma acção puramente muscular, sem intervenção do systema nervoso. Os parametros encontram-se effectivamente todos diminuidos.

Á diminuição dos parametros  $a$  e  $c$  applicam-se as mesmas observações que foram feitas a proposito do alcohol, e a diminuição de  $b$  explica-se tanto melhor aqui que o assucar não exerce acção excitante sobre os centros nervosos.

Quando se falla de experiencias ergographicas ha sempre a desconfiança de que a suggestão vem falsificar os resultados. Nas experiencias de Ioteyko essa causa de erro foi cuidadosamente eliminada. A influencia da suggestão sobre as variações dos parametros é impossivel porque elles só são conhecidos depois de calculos muito longos. Alem disso, M.<sup>elle</sup> Kipiani, na experiencia feita com a glucose, ignorava a natureza da substancia que ingeria. E para experimentar o grau da sua suggestibilidade, M.<sup>elle</sup> Ioteyko deu-lhe a tomar uma hostia vasia, persuadindo-a de que se tratava duma substancia muito activa e de que portanto o trabalho mecanico devia resultar consideravelmente augmentado. M.<sup>elle</sup> Kipiani tinha fornecido tres ergogrammas normaes anteriormente; nos tres traçados seguintes não ha differenças notaveis a assignalar.

## Anemia do braço

A anemia do braço cria condições absolutamente opostas ás determinadas pela absorção do assucar. Pela falta de circulação, as reservas consumidas não podem ser substituídas, nem as toxinas eliminadas. Deve portanto obter-se como resultado uma redução do ergogramma, uma diminuição rapida de altura (portanto uma diminuição do quociente  $\left(\frac{H}{N}\right)$ ) e o calculo deve mostrar uma diminuição dos parametros  $a$  e  $c$ . Veremos que a experiencia confirmou o que os conhecimentos anteriores do assumpto auctorisavam a suppor.

A anemia era produzida elevando o membro superior inteiro e apertando a braço pelo meio com uma ligadura de cautchú; a altura em que é feita a ligadura permite toda a liberdade de movimento dos flexores.

Resumidamente, o resultado das experiencias foi o seguinte:

Sob a influencia da anemia, o ergogramma é consideravelmente reduzido em comparação com o ergogramma testemunha. Depois dum repouso de dois minutos, umas vezes foi impossivel obter mais contracções, mesmo com pesos menores, outras vezes o musculo forneceu ainda algumas contracções. Nos casos em que o trabalho obtido foi maior é que a impossibilidade de movimento se fez sentir, o que se explica pela maior quantidade de toxinas produzidas nestes casos, pela falta da sua eliminação e da sua oxydação pelo oxygenio do sangue; quando a excitabilidade é mais diminuida sob a influencia da anemia, a menor producção de toxinas explica a possibilidade de obter pelo repouso mais algumas contracções com menos peso.

A altura total diminue e diminue o quociente de fadiga. A altura maxima  $H$  diminue sempre e os tres parametros  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , augmentam.

O augmento do valor de  $b$  explica-se pela resistencia opposta pelo musculo anemiado.:  $b$  cresce em razão do esforço necessario para vencer as resistencias oppostas ao movimento.

## Cafeina

Sabe-se que a cafeina permite lutar contra a fadiga, aumentando a resistencia ao trabalho. Mas actua ella á maneira do alcool, ou é apenas por intermedio da excitação do systema nervoso central que o trabalho é augmentado? Com o fim de contribuir para a elucidação do problema, M.<sup>elle</sup> Loteyko fez experiencias com a cafeina dada em hostias de dez centigrammas. A maxima dose empregada foi de cincoenta centigrammas.

Afóra as differenças individuaes, os efeitos variam com a dose empregada e com o tempo decorrido entre a ingestão da cafeina e a experiencia.

Com pequenas doses (0<sup>gr</sup>,20) e ao fim de 45 minutos, a altura maxima augmenta, os parametros  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , augmentam tambem e estas modificações são acompanhadas do augmento da altura media e do trabalho mecanico.

A interpretação do augmento de todos os parámetros faz-se tomando como ponto de partida o augmento do parámetro *b*. A acção excitante sobre os centros nervosos, que o augmento deste parámetro representa, reflecte-se num maior consummo de hydrocarbonados, (augmento de *c*) e numa mais intensa desintegração de albuminoides (augmento de *a*).

Vê-se que a cafeina não é, como o alcool ou o asucar, um alimento, e confirma-se a opinião de Parisot que a considera apenas como um excitante do systema nervoso, permitindo ao organismo tirar o maximo partido das suas reservas.

As doses superiores (0<sup>gr</sup>.,40) produzem no fim de hora e meia, um effeito perfeitamente opposto. Neste caso, exceptuando *c*, todos os parámetros diminuem. A conclusão a tirar é que, depois de uma phase de excitação a cafeina paralyza os centros nervosos.

### Acido formico

Mr. Clément, de Lyon, desenterrando de velhas pharmacopeias um «licor de Hoffmann» feito com formigas e preconisado como um precioso tonico, descobriu que o seu principio activo era o acido formico; absorvendo algumas gottas do mesmo acido, notou em si uma imperiosa necessidade de movimento e um grande poder de resistencia á fadiga. Procedeu então a estudos ergographicos e Mr. Huchard ia apresentando os resultados em communições feitas á Academia de Medicina de Paris. Na communição de 11 de março do anno passado, Huchard dizia que o acido formico augmenta a força muscular na razão de 5:1; que actua tanto sobre as fibras estriadas como sobre as fibras lisas; que favorece a eliminção provocando uma diurese intensa; que a acção dos formiatos é analoga á do acido livre; e

que a sensação de fadiga desaparece enquanto se faz uso do medicamento.

Mas o acido formico não foi considerado apenas como dynamogenico e diuretico. E o exagero na crença das suas virtudes curativas fez delle para alguns medicos uma especie de agua de Lourdes curando até a tuberculose e o cancro! A sua acção foi explicada por hypotheses ricas de imaginação e phantasia por alguns medicos. Huchard lembrou que o acido formico poderia ser anesthesico, explicando-se o augmento do trabalho mecanico ao ergographo pela suppressão da sensação de fadiga.

Ainda ha poucos mezes alguém mettia a ridiculo os crentes do acido formico, e criticava as experiencias ergographicas de Clément, concedendo apenas ao acido formico e aos formiatos a acção diuretica e considerando-os ainda como aperitivos inconstantes.

Mr. Clément publicou muito recentemente em volume o resultado das suas experiencias.

Desconhecendo ainda o livro, as condições e o methodo empregados nas experiencias de Clément; e da critica dirigida a essas experiencias sabendo apenas que a suggestão e o treno eram apontados como causas de erro; não vendo por outro lado apontado como resultado ergographico senão o augmento do trabalho mecanico, e sendo bastante recentes e talvez ainda pouco vulgarisados os estudos de M.<sup>elle</sup> Ioteyko e Charles Henry

sobre a analyse mathematica dos ergogrammas, não sei se os ergogrammas obtidos com o acido formico foram analysados mathematicamente, ou se ao menos o quociente de fadiga foi tomado em consideração nas experiencias. A simples indicação do trabalho mecanico de pouco vale; em nada fica elucidada a acção do agente que se tem em vista.

As acções aperitiva e diuretica do acido formico e dos formiatos parecem-me innegaveis. Quanto á acção sobre o trabalho dos musculos, na impossibilidade de fazer experiencias ergographicas, nada posso dizer senão que os effeitos inconstantes observados em mim, e em algumas pessoas que a meu pedido tomaram acido formico ou formiato de sodio, poderiam tanto ser produzidos pela acção directa do acido como pela suggestão.

Como o estudo da variação dos parametros se impõe daqui para o futuro em todas as experiencias ergographicas, a acção do acido formico deveria ser estudada nesse sentido, eliminando as causas de erro devidas ao treno e á suggestão e variando ao maximo as condições experimentaes. O estudo mathematico deve ser precedido dum estudo physiologico da forma da curva, porque as variações das constantes são dependentes das variações da forma, e, se por acaso a acção do acido formico fosse nulla em todas as condições experimentaes, evitava-se assim o longo calculo dos parametros.

Se o ácido fórmico for simplesmente anestésico, a sua acção deve traduzir-se por um aumento do trabalho mecânico devido principalmente á elevação do número das contracções, por falta de inibição dos centros nervosos pela sensação de fadiga. Deve haver provavelmente, nessa hypothese, aumento do parâmetro  $b$  e a reparação da fadiga deve fazer-se lentamente porque o trabalho mecânico levado além dos limites physiologicos deve produzir uma accumulacção de toxinas desastrosa para o musculo.

Se a acção do ácido fórmico é anti-toxica e oxydante,  $a$  deve diminuir ou a reparação da fadiga fazer-se muito rapidamente. Se a sua acção é simplesmente a de excitar os centros nervosos, os resultados devem ser analogos aos obtidos com a cafeína. A acção poderá tambem ser mixta; mas em qualquer dos casos só a interpretação dos parâmetros poderá decidir a questão em litigio.

O aumento do trabalho mecânico e a resistencia á fadiga podem realmente explicar-se pela anesthesia. Os gaúchos da Republica Argentina mastigam as folhas de coca em vista de obterem uma enorme resistencia á fome, á sede e á fadiga.

Por outro lado, um braço anestesiado pode trabalhar mais tempo, sem dar signal de esgotamento, do que um braço sensível. A sensação de fadiga produz uma inibição dos centros nervosos motores e essa

acção depressora tende a deprimir a curva ergographica. Será provavelmente o parametro  $a$  o que encerra na sua significação global, a acção inhibitoria das sensações de fadiga. E o estudo do acido formico, se se provasse o seu poder anesthesico, ou o estudo dos parametros dum braço anestesiado, poderia talvez conduzir á dissociação desse parametro.

Uma experiencia de loteyko permite talvez fazer uma outra dissociação do mesmo parametro. Trabalhando ao ergographo com um rythmo muito frequente (150 contracções por minuto) e com um peso de dois kilos, a curva desce rapidamente, mas a reparação da fadiga é tambem extremamente rapida; o repouso de um ou dois minutos é sufficiente para se obter uma curva identica á primeira. Este facto é analogo ás modificações respiratorias que se dão num esforço momentaneo violento, devidas á accumulção de anhydrido carbonico. No musculo que trabalha ao ergographo dá-se provavelmente o mesmo: a impotencia funcional é devida á accumulção de  $\text{CO}^2$  ou outras toxinas volateis, cuja eliminção se faz rapidamente.

## Localisação da fadiga

Considerando a totalidade do circuito sensitivo-motor como órgão do movimento, parece ter-se em vista apenas o movimento reflexo. Qual é num movimento voluntario a parte centripeta, sensorial do movimento? O movimento é acompanhado de sensações do sentido muscular (e não de sensações de innervação) que tem importancia na sua percepção e na perfeição com que é executado, mas não são de modo nenhum as causas do movimento. E comtudo a parte peripherica centripeta existe, mas é-nos impossivel na maior parte dos casos determiná-la. Ella pode ser antiga, ancestral mesmo.

«O systema nervoso central é um aparelho de energia latente» (1) e um estimulante de occasião não

(1) Charles Richet: Essai de psychologie générale.

faz mais do que pôr em movimento um mecanismo complexo, dispondo duma enorme somma de energia latente accumulada durante milhares e milhares de gerações. O systema nervoso central é como uma encruzilhada onde passam milhares de trajectos. Uma unica excitação sensorial pode produzir uma serie complicada de movimentos reflexos coordenados, e muitas excitações simultaneas podem traduzir-se exteriormente por um movimento simples e unico.

O estudo da fadiga total do movimento, considerado daquella maneira synthetica, só é possivel para actos reflexos muito simples. Ao lado da fadiga da motricidade, e completando-a, dever-se-ia estudar, se ella existe, a fadiga de sensibilidade. É possivel que o estudo se podesse fazer com os reflexos da ran, por processos analogos aos que foram empregados para provar a séde da fadiga motora.

Mas não é esse o assumpto que me occupa e limitar-me-ei a encarar o movimento a partir dos centros motores, procurando as variações da excitabilidade, em função do tempo da actividade, dos centros nervosos motores e dos musculos. A infatigabilidade dos cordões nervosos está ha muito provada.

Quando no trabalho ao ergographo o movimento cessa, qual é a parte que oppõe a resistencia á continuação do movimento? São os centros nervosos motores, incapazes de enviar mais ondas de innervação ao

musculo, ou é o musculo que se torna inexcitavel pelo agente nervoso?

Vendo a fadiga crescer com o augmento do trabalho imposto ao musculo e a extrema lentidão com que apparece a fadiga de movimentos que visam apenas a grande exactidão ou grande velocidade; considerando os efeitos desfaticantes da massagem e a grande utilização de trabalho que se obtem, quando nos ergographos de mola se assegura um completo relaxamento do musculo em trabalho, no intervallo entre duas contracções; pensa-se naturalmente em que a fadiga é principalmente uma dependencia dos musculos. Comtudo a interpretação dos factos poder-se-ia fazer, invocando o esgotamento dos centros pelas fortes innervações que elles teriam de enviar em todos os casos em que augmentasse a inercia dos musculos. E esta ultima opinião foi realmente a que dominou por algum tempo, desde o começo dos trabalhos de ergographia. O Dr. Philippe Tissié (1) chega a dizer: «Com a escola italiana, com os mestres da psycho-physiologia francêsa, nós pensamos que a fadiga é sempre de origem nervosa».

E noutro ponto do seu trabalho: «Nós pensamos tambem que quando um musculo não pode já contrahir-se, é por impotencia funccional e não por fadiga; a impotencia provem duma modificação anatomica ou chi-

(1) Dr. Ph. Tissié: *La Fatigue et l'Entraînement physique*.

mica do seu tecido, ao passo que a fadiga nasce duma suspensão ou duma diminuição do influxo nervoso». Aqui a questão é principalmente de palavras. Desde o momento em que «a alteração chimica e physiologica dos musculos submettidos a um trabalho excessivo» (1) não se chame fadiga mas sim impotencia funcional, ninguem poderá deixar de concordar com Tissié em que o musculo se não fatiga. Mas se a suspensão ou a diminuição do influxo nervoso é que é fadiga, então a fadiga não existe senão em estados pathologicos.

Um dos factos mais curiosos e interessantes da physiologia dos centros nervosos é, com effeito, a sua extraordinaria resistencia á fadiga.

As experiencias de Mosso com o pometro provam precisamente que o esforço cresce em razão da fadiga. E o estudo mathematico das curvas de fadiga conduziu á descoberta dum parametro que tende a elevar constantemente a curva na razão do quadrado do tempo, e que representa a acção dos centros nervosos.

Experiencias de M.<sup>elle</sup> Ioteyko, anteriores á determinação mathematica dos ergogrammas, feitas com o ergographo e o dynamometro, são favoraveis á hypothese da origem peripherica da fadiga. M.<sup>elle</sup> Ioteyko mediu a força de pressão ao dynamometro da mão esquerda, antes e depois dum trabalho ao ergographo com

(1) Definição de fadiga de Laulanié.

a mão direita. A diminuição da força de pressão da mão esquerda, que não tinha trabalhado, depois de uma experiencia ergographica, mediria a fadiga dos centros nervosos. Woodworth nota que a mão esquerda se podia ter contrahido sympathicamente com a direita e a pretendida fadiga dos centros seria ainda de origem muscular. Sem entrar nos pormenores das experiencias, direi apenas que M.<sup>elle</sup> Ioteyko chegou á conclusão de que os centros motores cerebraes são mais resistentes á fadiga do que os órgãos terminaes. Numa serie de ergogrammas successivos, a diminuição do numero de contracções está em relação com a diminuição da força dynametrica da mão esquerda; e o trabalho diminue, por diminuição de altura, mas com augmento do numero de contracções, em todos os casos em que a força dynametrica augmenta depois da experiencia.

Uma outra experiencia de Ioteyko mostra á evidencia a enorme differença de fatigabilidade dos centros nervosos e dos apparatus periphericos. Fazendo passar pela medula duma ran uma corrente inductiva e fechando a passagem á entrada dum dos sciaticos por etherificação ou galvanisação, o musculo correspondente fica em repouso e pode dar testemunho da excitabilidade da medula, quando esta tiver esgotado a sua acção sobre o musculo que recebe a excitação. O resultado da experiencia leva o auctor a sustentar que a medula é capaz de fornecer um trabalho cem vezes

maior do que o que permite o aparelho motor terminal.

Woodworth, fazendo a critica dos methodos empregados para demonstrar a origem central da fadiga, refere-se a experiencias suas tendendo a confirmar a séde peripherica da fadiga. Segundo elle, o methodo mais demonstrativo e mais directo e que escapou á observação dos auctores, consiste em comparar a velocidade da fadiga das curvas obtidas por esforço voluntario com a velocidade da fadiga das curvas obtidas por excitação electrica.

É claro que, se os centros nervosos se fatigarem mais depressa do que osapparelhos periphericos, ou se contribuirem ao menos de maneira apreciavel para a producção da fadiga total do movimento, a curva das contracções voluntarias deve apresentar uma queda mais abrupta do que a curva das contracções obtidas por excitação electrica. Woodworth, em curvas obtidas destas duas maneiras, não encontrou differenças apreciaveis no que diz respeito á velocidade da fadiga.

Demonstrada a séde peripherica da fadiga, resta interpretar o facto de um musculo esgotado por uma série de contracções obtidas por applicação duma corrente electrica sobre o nervo correspondente, ser capaz duma nova série de contracções quando se applica o excitante electrico directamente sobre a substancia muscular. Ha aqui uma grande analogia com a acção do

curare. E a mesma explicação é applicavel aos dois casos. O curare e as substancias toxicas produzidas durante a contracção muscular paralytam as terminações nervosas do musculo, as arborisações terminaes dos neuronios motores. É essa a parte fraca do arco reflexo, protegendo contra o esgotamento, pela sua sensibilidade, por um lado o musculo, por outro lado o systema nervoso central.

A substancia ou as substancias curarisantes produzidas durante a contracção muscular são normalmente destruidas ou neutralizadas pela secreção interna das capsulas suprarrenaes. São bastante conhecidos os efeitos da capsulotomia experimental e a asthenia dos addisonianos. A sua asthenia motora foi medida ao ergographo por Abelous, Charrin e Langlois. E a opotherapie suprarrenal tem resultados incontestaveis na doença do Addison e em casos graves de neurasthenia. O principio activo das capsulas suprarrenaes é a adrenalina, descoberta em 1901 pelos americanos Takamine e Aldrich.

É possivel que a adrenalina seja uma substancia com a significação physiologica das anti-toxinas que se produzem num animal inficcionado por uma bacteria pathogenica, e que ella augmente em quantidade ou em intensidade no decurso do treno. Da mesma maneira que o sangue dum animal fatigado produz, quando injectado num animal em repouso, todos os symptomas

da fadiga, o sôro dum animal treinado poderia talvez conferir durante um certo tempo a outro animal uma immuniidade para os venenos da fadiga. As modificações que se dão no decurso do treno são muito complexas, mas não me parece que se tenha dado até hoje uma explicação satisfactoria da enorme resistencia á fadiga que constitue o treno. Ha provavelmente uma melhor utilização dos materiaes combustiveis do musculo produzida por mais intensa oxydação, e esse facto poderá não ser simplesmente devido ao augmento da capacidade respiratoria, mas estar tambem em relação com a secreção das capsulas suprarrenaes e com principios produzidos noutras glandulas de secreção interna. Ha talvez tambem no treno uma modificação da somma trabalho mecanico e energia thermica, com augmento do primeiro e diminuição da segunda, que explique em parte o trabalho mais economico do musculo treinado.

Mas o treno é principalmente uma funcção nervosa, limitada embora. O treno nervoso e o treno muscular marcham a par dentro de certos limites, excedidos os quaes, os musculos continuam a hypertrophiar-se, sem que o systema nervoso os possa acompanhar num equilibrio physiologico.

Desde esse momento pode constituir-se o esfaldamento muscular.

Os athletas de profissão (como os gladiadores romanos) succumbem facilmente ás infecções, são incapazes

de resistir a esforços continuados e mostram-se sempre pessimos soldados.

O treno não se manifesta por esforços momentaneos enormes, mas pela força de resistencia. São exemplos admiraveis de treno as provas de velocidade de alguns cavallos de corridas, as provas velocipedicas o caso dum inglês, Mr. Hazael, que a 27 de fevereiro de 1882, em New-York, fez o percurso de 600 milhas e uma volta de pista (965,<sup>km</sup> 580<sup>m</sup>) em 144 horas consecutivas. Pela força de vontade, o homem é capaz de conseguir provas de fundo superiores ás dos melhores cavallos de corrida. Mas em certos animaes, o treno adquire proporções enormes. Tal é o caso do salmão subindo o Rheno contra a corrente, saltando as quedas de agua, numa extensão de 1000 kilometros, sem necessidade de alimentação. E o caso das aves migradoras, das andorinhas por exemplo, passando dias inteiros consecutivos a voar sobre o Oceano, sem comer nem dormir. Nestes casos o treno é hereditario, é um treno que data de ha milhares de seculos.

## Fadiga e somno

Mathias-Duval emittiu ha mais de dez annos uma theoria histologica do somno que explica este estado por uma retracção das ramificações protoplasmicas dos neuronios, tendo como consequencia a sua desarticulação, a descontiguidade funccional, e portanto a cessação da vida psychica.

Esta hypothese alcançou uma extraordinaria popularidade, foi bem acolhida, geralmente adoptada, desenvolvida por outros physiologistas, correndo mundo com fama de explicação satisfactoria do mecanismo do somno e de estados pathologicos analogos. As experiencias de Demoor, Querton, Heger, M.<sup>elle</sup> Stefanowska sobre o amiboismo dos elementos nervosos consagraram a theoria de Duval que é ainda hoje para muitos espiritos a explicação sufficiente do somno.

Ainda ha pouco um jornal scientifico se referiu a esta theoria apontando-lhe a dupla *vantagem* de nada explicar e de estar em desharmonia com os factos. E Max Verworn no seu desdem vae até ao ponto de dizer que a theoria de Duval nada deixa a desejar sob o ponto de vista da ingenuidade.»

A theoria em questão nada explica, em verdade, mas como simples hypothese de mecanismo é aceitavel. Ella é como a tartaruga em cuja carapaça assentava as suas enormes patas o elephante que trazia o mundo sobre o dorso, na concepção hindú. Mas a tartaruga sobre que respousava? Qual a causa de retracção das dendrites?

A retracção tanto poderia ser causa como effeito do somno. Mas a hypothetica retracção não se provou. M.<sup>elle</sup> Stefanowska mostrou que o estado moniliforme é uma manifestação de ordem pathologica que o somno normal é incapaz de produzir.

A simples hypothese do mecanismo foi completada com a hypothese de que a accumulção das substancias fatigantes ou ponogenicas durante a vigilia era a causa da retracção das dendrites.

A explicação do somno pela acção de substancias toxicas accumuladas durante o tempo de actividade é mais antiga. Mas a natureza e a acção das substancias ponogenicas varia de auctor para auctor. Para Obers-teiner e Preyer o somno é uma intoxicacção pelo acido lactico. Para Errera e Bouchard o envenenamento seria

produzido pelas leucomainas produzidas nos tecidos em actividade. Para uns a acção das substancias ponogenicas é indirecta, exercendo-se pela absorpção de oxygenio roubado aos tecidos; para outros a acção sobre os centros nervosos é directa.

Outras muitas explicações do somno tem sido propostas, entre as quaes as que fazem depender o somno do estado da circulação cerebral, attribuindo-o quer á anemia, quer á hyperhemia. Uma outra theoria attribue o somno a uma asphyxia periodica do cerebro, outra á auto-narcese carbonica...

Como fadiga e somno são estados connexos e o segundo é até certo ponto uma consequencia da primeira, pareceu-me interessante, deixando por agora de lado a maior parte dos complexos e interessantissimos problemas suggeridos pelo estudo da fadiga, demorar-me um pouco sobre o assumpto.

As theorias toxicas são insufficientes para a explicação duma multidão de phenomenos relativos ao somno. Ellas não explicam porque não é o somno paralelo á fadiga ou ao esgotamento, por que dormem os recém-nascidos 15 a 20 horas e os velhos dormem tam pouco. As longas insomnias dos alienados e dos neurasthenicos ficam sem explicação. Não basta dizer que as substancias ponogenicas em certa dose são estimulantes, porque a dose estimulante é provavelmente a dose minima. Ioteyko encontrou uma vez o parametro  $a$  positivo, mas

extremamente pequeno. Mosso explica a intensificação do trabalho physico e intellectual, durante um exercicio um pouco prolongado, pela acção excitante dos venenos da fadiga em diluição extrema. As doses excitantes dos anesthetics e dos hypnotics são as doses pequenas no primeiro periodo da acção. O alcool, a cafeina, o chloroformio, a morphina e a cocaina estão nesse caso. O curare mesmo, segundo Pagano e L. Mayer, é um excitante para os centros nervosos.

Como explicar, admittindo a theoria toxica, a suggestão do somno, a faculdade de recuar á vontade ou de provocar pela vontade o adormecimento, a forma da curva do somno, a influencia da obscuridade (ou da luminosidade para os animaes nocturnos), o somno hybernal?

Muitos outros factos ficam ainda sem explicação, como por exemplo a acção reparadora do somno, incomparavelmente maior do que o simples repouso, as differenças enormes na duração do somno nas differentes especies animaes.

Estas theorias, como a maior parte das que tem sido propostas, consideram o somno como um phenomeno passivo, como um resultado da fadiga ou do esgotamento.

Recentemente Claparède expôz uma theoria biologica do somno que parece harmonisar-se com todos os factos

e dar delles uma explicação que satisfaz melhor do que quantas explicações tinham sido propostas anteriormente.

Claparède <sup>(1)</sup> considera o somno como funcção positiva, um instinto de defeza contra o esgotamento.

«O somno não é um estado puramente negativo, passivo, não é a consecuencia duma simples suspensão do funcionamento; é uma funcção positiva, um acto de ordem reflexa, um instinto, que tem por fim essa suspensão do funcionamento; não é porque estamos intoxicados ou esgotados que dormimos, mas dormimos, para não o estar».

O auctor prova que o somno possui todos os caracteres da actividade instintiva, e particularmente o de satisfazer á «lei do interesse momentaneo» ou «da supremacia do instinto momentaneamente mais importante».

O instinto do somno necessita, para ser posto em movimento, de estímulos externos e internos. Os estímulos internos, a disposição para o somno são constituídos em grande parte pelas sensações de fadiga.

«O mecanismo do somno consiste numa reacção de desinteresse pela situação presente».

Não sendo o somno uma condição essencial da vida, o auctor procura-lhe a origem phylogenetica e fá-lo

(1) Dr. Ed. Claparède: Archives de psychologie, t. IV.

derivar da acção inhibitoria de defeza, que desempenha um tam importante papel na lucta pela existencia.

A fadiga e o somno estão pois ligados estreitamente, mas por laços differentes daquelles que até hoje tinham sido imaginados. A fadiga excessiva pode produzir a insomnia pela paralyasia da acção inhibitoria, pelo enfraquecimento da vontade. Os neurasthenicos são abulicos, os individuos de vontade forte dormem quando querem, como Napoleão. Não é por serem intoxicados que os neurasthenicos não dormem, mas são intoxicados porque não dormem. O acto de adormecer exige um esforço real e é isso o que falta aos neurasthenicos: o que lhes custa é precisamente adormecer, as insomnias não são geralmente absolutas. Os abulicos são incapazes de se desinteressarem da situação presente, do mesmo modo que são incapazes de afastar as ideias tristes que os perseguem. Parece-me que as pessoas sujeitas a insomnias são precisamente aquellas que são incapazes de desviar a attenção para objectos diversos das suas preoccupações quando lhes dizem: «Não pense mais nisso». São aquellas a quem falta a inibição activa. Assim se explicam os beneficios da psychotherapia na neurasthenia.

A inibição necessaria ao somno exerce-se principalmente sobre a funcção do real. O somno deprime a tensão psychologica necessaria á adaptação ao meio, e essa tensão produz uma fadiga nervosa muito mais in-

tensa do que o exercicio dos sentidos, da imaginação ou do movimento. A falta da tensão psychologica pode assim explicar a infatigabilidade dos movimentos automaticos. Philippe Tissié cita o caso dum sonhador acordado que percorria a pé, sem necessidade de alimentação e sem fadiga, enormes distancias, á razão de 70 a 80 kilometros por dia. Por outro lado, sabe-se como é fatigante a esgrima, que exige uma attenção continua.

No trabalho normal dá-se uma inibição activa como no adormecimento. A importancia da inibição do movimento pelas sensações de fadiga foi tomada em consideração por Wodworth. O que vulgarmente se chama fadiga é a sensação de fadiga local ou a sensação geral de fadiga.

Na conservação da existencia, na lucha pela vida, estas sensações de fadiga teem uma importancia enorme. São ellas que produzem a inibição activa dos centros motores voluntarios muito áquem do limite da possibilidade de movimento. São ellas que estimulam o instincto do somno, nas pessoas normaes, muito antes da fadiga ter attingido proporções prejudiciaes. Mas este instincto pode ser addiado, recuado pela presença dum instincto momentaneamente mais importante. E assim se explicam os actos de resistencia heroica á fadiga e ao somno, a vigilia prolongada duma mãe junto do berço do filho doente, as provas velocipedicas de 24 horas, o exemplo de Balzac escrevendo 24 horas consecutivas e

o de Oliveira Martins levando o mesmo esforço a 48 horas, a migração das aves...

E sendo a inibição um processo activo, que necessita a integridade do organismo, comprehende-se que, vencida a sensação de fadiga (por exemplo pela anesthesia alcoolica) o organismo abra as suas portas de defeza ao esgotamento que leva á nevropathia e á degenerescencia.

O que caracteriza principalmente o somno é pois a ausencia da funcção do real, é o desinteresse pela situação presente. E é essa funcção de attenção fixa e continuada de adaptação ininterrupta ao meio, que exige o maximo esforço, a mais intensa affirmacção do *eu*, a que mais nos fatiga...

O somno não é geralmente synonymo de inconsciencia. O somno não é uma syncope. É uma resistencia activa ás causas de fadiga e esgotamento, resistencia que póde ceder se o limite de elasticidade é ultrapassado da mesma forma que cede uma mola de aço a uma tracção exagerada. O somno é parcial, os nossos sentidos velam para as excitações exteriores que nos interessam. Uma trovoadá pode não me acordar, mas acordo se chamam por mim em voz baixa. «Ego dormio et cor meum vigilat», dizia a sulamita.

Se a inibição da vontade e da attenção, da funcção do real, é abolida, o somno pode ser supprimido, mas a vigilia normal, physiologica, é pervertida tambem. Os

limites entre um estado e outro esbatem-se, apagam-se. Sonha-se então acordado. D. Quixote quebrou as molas da inibição activa. Elle não sente a dôr, a fome, a sêde, a fadiga, nem a necessidade de dormir. Em compensação a sua vida é um sonho continuo. Elle tem illusões e allucinações, mesmo á hora de mais intensa luz, nas planicies áridas e calcinadas da Extremadura hespanhola.

A fadiga geral, principalmente a que tem por origem um trabalho intellectual exagerado, e talvez mais ainda a que se origina numa emoção deprimente forte, augmenta o fundo de suggestibilidade, e paralysa a attenção, favorece o automatismo, as illusões e as allucinações.

Philippe Tissié refere-se á fadiga de origem onirica. Um individuo sonha que faz um exercicio violento, que se bate numa partida de tennis ou de foot-bal que vence num match velocipedico, e no dia seguinte, ao despertar, sente-se tam fatigado como se tivesse realisado o sonho. No «D. Quixote» Cervantes refere um caso identico: (1) «... á mi me ha acontecido muchas vezes soñar que caía de una torre abajo, y que nunca acababa de llegar al suèlo, y quando despertaba del sueño, hallarme tan molida y quebrantada como se verdaderamente hubiera caído.»

(1) D. Quixote, 1.ª parte, cap. xvi.

Como explicar estes factos, admittida a séde periphérica da fadiga?

Sem pretender dar uma explicação, parece-me que o problema tem de ser abordado pela explicação do sonho e não da fadiga consecutiva. Se nos sentimos fatigados ao despertar dum sonho em que entra a representação mental de movimentos violentos, qual a razão porque tivemos esses sonhos e não outros? Sabendo como a sensibilidade é augmentada no sonho, como as sensações surdas da vida organica chegam no sonho até á consciencia, conviria investigar, se em casos identicos aos referidos, os sonhos não seriam determinados por excitações periphericas do sentido muscular, se não se trataria de sensações de fadiga, ainda inconscientes durante a vigilia. É desta etiologia dos sonhos que deriva a importancia que estes teem no diagnostico de algumas doenças.

## Conclusão

A ergographia chegou hoje a um estado tal de aperfeiçoamento, que é já possível exprimir mathematicamente as influencias que, em globo, determinam a forma da curva. O exame mathematico permitiu dissociar os factores dependentes do estado do musculo e os factores que derivam do estado dos centros nervosos.

A curva ergographica registra — podemos hoje assegurá-lo — o dynanismo nevro-muscular, ella mede já de certo modo as differenças de exitabilidade dos diversos segmentos do orgão do movimento.

Do que fica exposto pode concluir-se a séde peripherica da fadiga motora e a seguinte *lei da economia do esforço*: *a intensidade do esforço nervoso cresce todas as vezes que as condições mecánicas do trabalho dos musculos se tornam mais difficeis. Inversamente a intensidade do esforço nervoso decresce quando o trabalho muscular a effectuar se torna mais facil.* (1)

A analyse mathematica dos ergogrammas e a sua interpretação em vista dos resultados da analyse, vieram mostrar a importancia da

(1) Ioteyko: La lois de l'ergographie, pag. 170.

forma da curva obtida com o ergographo de Mosso. Os ergogramas de Mosso, os de Treves, os de Maggiora e os obtidos com ergographos de mola são todos, effectivamente, egualmente verdadeiros. As causas de erro provinham das interpretações.

E a causa de erro que provem da deformação da curva verdadeira subsiste com todos os ergographos citados.

Sem fazer da ergographia o unico processo de mensuração da fadiga, mas completando-o ao contrario pelos restantes processos empregados até agora, é certo que ella tem, hoje que se chegou ao estabelecimento das suas leis, uma importancia primacial para o estudo de todo o vasto dominio da motricidade (motricidade physica, intellectual e moral). O seu emprego em pedagogia e em psychologia experimental impõe-se cada dia mais.

Seria interessante medir ao ergographo, sob o ponto de vista da modificação dos parametros, a força motora das idéias e das sensações. Conhece-se a acção dynamogenica das sensações sonoras. A curva ergographica, reduzida a zero, pode elevar-sê e a força da pressão ao dynamometro augmentar, sob a influencia do som. O uso popular de fazer chiar os carros de bois e o de collocar as guiseiras ao pescoço de cavallos de tiro, pode talvez justificar-se deste modo. De resto é essa a opinião do povo, e Flaubert tem em qualquer parte uma observação no mesmo sentido.

A influencia da musica é conhecida de toda a gente, mas este caso é incomparavelmente mais complexo do que o da repetição duma mesma nota, ou duma combinação muito simples de dois ou tres sons.

O estudo das doenças nervosas funcçionaes tem talvez muito a aproveitar das applicações ergographicas. É provavel que a cada forma de nevrose corresponda um estado dinamico nervo-muscular especial, uma certa modificação, em relação ao estado normal, da excitabilidade do arco reflexo. E assim chegar-se-á talvez á determinação de características physiologicas para cada uma das referidas

doenças, e talvez o estudo comparativo dos respectivos ergogramas lance alguma luz sobre a filiação das diversas modalidades da família nevropathica.

O problema da educação physica deve tambem inspirar-se do conhecimento do dynamismo nevro-muscular, revelado pela ergographia. Dever-se-ia proseguir o estudo, iniciado por Tissié, creio eu, da influencia psychica do treno dos musculos extensores. A attitude flectida, o abandono do corpo á acção da gravidade, é a attitude da fadiga, do desanimo, da hypocrisia, da humilhação. White refere-se a esculpturas da cathedral de Upsal, representando o Creador, numa attitude de profunda fadiga, *em flexão*, no descanso do setimo dia. Não é outra a attitude do *Desterrado*. Ch. Féré descreve a attitude em flexão como um estigma de degenerescencia.

Pelo contrario, a attitude de defeza activa, a da alegria, a de indignação e a da revolta, correspondem a uma contracção energica dos extensores.

## PROPOSIÇÕES

**Anatomia**—Os «fusos musculares» de Sherrington são órgãos terminaes do sentido muscular.

**Histologia**—A tonicidade muscular está localisada no sarco-plasma.

**Physiologia**—Quem corre por gosto não cança.

**Pathologia geral**—Quem sae aos seus não degenera.

**Anatomia pathologica**—Não ha limites bem definidos entre os processos inflammatorio e onkoplásico.

**Materia medica**—Reprovo o uso das injeções de sôro anti-diphtherico a titulo preventivo.

**Pathologia externa**—Não merece confiança a applicação do sôro anti-tetanico secco nas feridas, como meio preventivo do tetano.

**Operações**—Está creada uma technica rigorosa para a sutura das feridas do coração.

**Pathologia interna**—A deschloretação alimentar é a parte mais importante do tratamento do mal de Brighth.

**Hygiene**—Deve reduzir-se pelo menos de metade o tempo do serviço militar obrigatorio em Portugal.

**Obstetricia**—Aconselho o uso de assucar como alimento ás puerperas.

**Medicina legal**—A necrophilia pode em certos casos explicar-se pela anosmia.

---

**Póde imprimir-se.**

O Director,

*Moraes Caldas.*

**Visto.**

O Presidente,

*Maximiano Lemos.*