

LES CORRELACIONS CARDIOVASCULARS DEL TREBALL MENTAL

per
EMILI MIRA

Es sabut, des dels treballs de Mosso, que l'activitat psíquica s'acompanya de canvis de la circulació de la sang. Segons el dit autor, el treball mental produeix una vasoconstricció perifèrica amb disminució del volum dels membres, i una vasodilatació cerebral amb augmentació de l'amplitud i del volum del cervell.

Mosso fonamentava les seves deduccions en els següents fets: 1.^o, els traçats pletismogràfics obtinguts en l'avantbraç dels subjectes durant els períodes de repòs i d'activitat mental. 2.^o, els traçats de pols cerebral presos directament sobre el cervell de subjectes portadors d'un defecte ossi del crani. 3.^o, les experiències fetes amb la seva cèlebre balança, en la qual hom veia caure el braç corresponent al pol cefàlic del subjecte cada vegada que aquest passava del repòs al treball mental.

Després de Mosso, una sèrie nombrosíssima d'investigadors s'ha dedicat a l'estudi de les correlacions cardiovasculars de l'activitat psíquica utilitzant, gairebé exclusivament, el mètode pletismogràfic, més o menys perfeccionat. Entre ells, Ernest Weber és, potser, el que

ha arribat a resultats més interessants. Aquest autor, en efecte, ha demostrat els següents fets: 1.^o, l'existència d'una vasodilatació abdominal (esplàcnica) coexistent amb la vasoconstricció perifèrica durant els períodes d'activitat mental. 2.^o, la inexactitud de l'explicació donada per Mosso respecte al desequilibri de la seva balança durant el treball mental del subjecte: la caiguda del cantó corresponent al cap de l'individu experimentat no és deguda a l'augment de la quantitat de sang que conté el seu cervell, sinó a la vasodilatació abdominal que ocasiona l'emplenament dels vasos sanguinis del ventre i l'augment del pes d'aquesta regió (que en sa major part queda compresa en el mateix costat que el cap). 3.^o, l'existència en el pols cerebral d'una sèrie d'ondulacions de tensió que és deguda al treball mental i coincideix en duració i intensitat amb les fluctuacions atentives d'Urbantschisch. Aquestes ondulacions, segons Weber, són de natura local, i no poden ésser posades de manifest en lloc més que en el cervell.

H. de Jong, d'Amsterdam, en un treball recent (1), fa una excel·lent compilació de totes aquestes investigacions, i concreta l'estat actual de la qüestió en una sèrie de conclusions, les dues primeres de les quals ens interesen particularment. Diu: 1.^a En tots els traçats pletismogràfics normals hom observa tres menes d'alteracions: a) d'origen cardíac; b) d'origen respiratori (ones de Traube-Hering); c) d'origen vasomotor reflex, possiblement tròfic (ones de Mayer). 2.^a La reacció pletismogràfica *normal* a l'activitat psíquica és qualitativament independent de la natura d'aquesta, sia ella agradable o dolorosa, un treball commemoratiu o de càlcul, una percepció visual, auditiva, etc.; i consisteix en un aixecament inicial i mo-

(1) H. DE JONG: *Die Hauptgesetze einiger wichtigen Körperlichen Erscheinungen*, etc. Zeitschrift für die gesamte Neur. und Psych. LXIX, 61.

mentani del traçat (reacció cardíaca), seguit d'una *disminució de la seva amplada i del seu nivell* (reacció vascular). Aquesta reacció vascular es prolonga durant tot el temps que dura el treball mental.

Per altra banda, els investigadors que han mesurat la tensió arterial abans i després del treball mental (Binet, Courtier, Bickel, etc.) es mostren d'acord per a afirmar que aquest produeix normalment una hipertensió que pot arribar, en certs casos, a 2 o 3 cms. de mercuri.

Nosaltres hem cregut que fóra interessant comprovar els resultats obtinguts fins a la data amb el mètode pletismogràfic utilitzant un dispositiu més precís i sensible per a l'enregistrament del pols i de la tensió arterial, és a dir, el mètode oscil·logràfic de Pachon. Ens ha semblat també que els estímuls usats per la major part dels investigadors eren massa senzills i produïen un treball mental massa curt. Per aquest motiu hem procedit a a l'obtenció de traçats oscil·logràfics durant un temps bastant llarg (10-15 minuts) d'activitat psíquica provocada per estímuls un xic més complexos (fer una partida d'escacs, donar una petita conferència sobre un tema científic, resoldre problemes d'aritmètica, etc.).

Fa aproximadament un any que hem començat les nostres experiències, que es troben publicades en part en els *Archivos de Neurobiología* (1922, n.º 1) i en el volum de comunicacions de la Segona Conferència Internacional de Psicotècnica (Institut d'Orientació de Barcelona, 1921). A continuació tractarem de resumir la nostra tècnica i els resultats més importants que ens sembla haver obtingut.

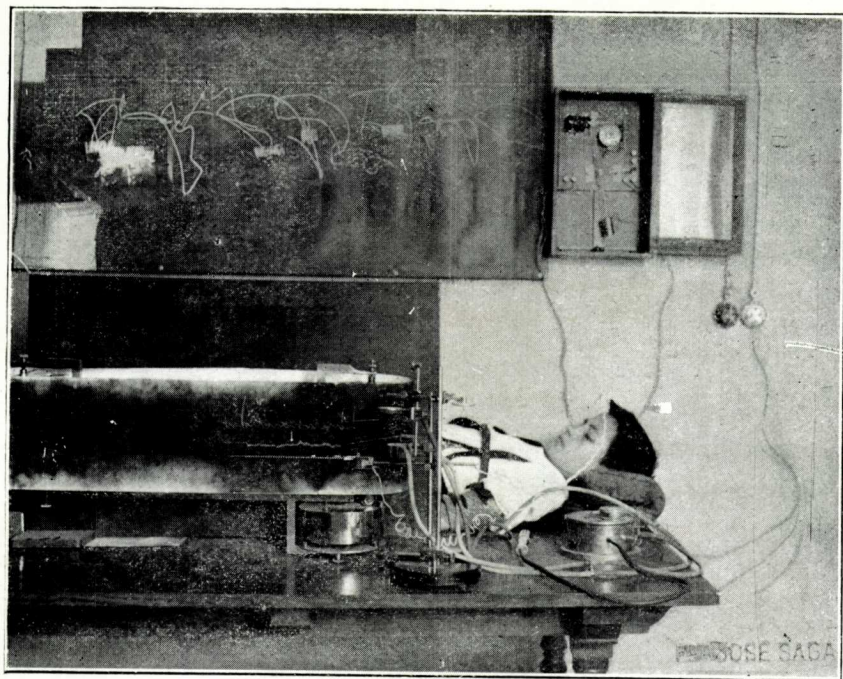


Fig. 1. — Dispositiu experimental per registrar les ones esfigmopsíquiques

TÈCNICA D'EXPERIMENTACIÓ

A. Material. — 1.^r, un oscil·lòmetre de Pachon. 2.^a, una càpsula oscil·logràfica del mateix autor. 3.^r, un pneumògraf de Verdin amb tambor registrador. 4.^t, un cronògraf inscriptor de segons (rellotge elèctric amb senyal Depretz). 5.^è, un cilindre enregistrator de doble timbal i amb dispositiu regulador de velocitats. 6.^è, un senyal elèctric per a inscriure (amb l'ajuda d'una clau de Morse) el moment de producció dels estímuls i el moment de llur desaparició. 7.^è, una taula on el subjecte jeu durant la experiència. 8.^è, un dispositiu fixador del segment orgànic contingut dins el braçal de l'oscil·lògraf (braç, avantbraç o cama, segons els casos). 9.^è, els estímuls (llestes de mots, qüestionaris, ordres verbals per a la realització dels diferents treballs, textos professionals, etc.). En cada cas explicarem detalladament aquests darrers.

B) Personal. — Els 165 subjectes que han estat examinats poden ésser classificats de la següent manera: *a)* nois de les escoles de la ciutat (edat de 6 a 14 anys); *b)* joves que són vinguts al nostre laboratori en demanda del consell orientador (edat de 14 a 22 anys); *c)* obrers vinguts per a la comprovació dels textos mentals i que s'han deixat sotmetre, voluntàriament, a les nostres experiències (edat de 18 a 35 anys); *d)* els nostres assistents de laboratori i jo mateix; *e)* cinc nois anormals, un d'ells imbècil de grau mitjà; *f)* dos subjectes psicastècnics (28 i 47 anys), un paranoic amb deliri de reivindicació (39 anys) i un maniàtic en període de intermissió. Cal, ultra el subjecte experimentat i l'experimentador, la presència de dos ajudants: un que anoti els resultats del treball efectuat, i un altre que cuidi de la bona marxa dels senyals inscriptors

C) *Experiències.* — El subjecte jeu a la taula, hom li aplica el pneumògraf i el braçal de l'oscil·lògraf, i el tranquil·litza dient-li que es tracta, simplement, de conèixer *la força del seu puls*. (Aquesta *soi-disant* explicació sembla satisfer la major part dels individus experimentats, els quals retroben tot seguit llur normalitat.) Hom l'adverteix que no mogui gens la part orgànica continguda dins el braçal i que procuri no pensar en res. A continuació, hom fa coincidir sobre el cilindre enregistrator les puntes de les agulles corresponents a la càpsula oscil·logràfica i al pneumògraf, hom s'assegura que el temps queda ben inscrit, i hom obté un *traçat de repòs* insufflant aire dins el braçal fins a arribar a una pressió una mica superior a la tensió mínima, i isolant (mitjançant el tancament de la corresponent aixeta) el sistema braçal-càpsula del sistema oscil·lòmetre-atmòsfera. En la fig. 1 hom pot veure el dispositiu general d'experimentació que acabem de descriure.

Els traçats oscil·logràfics presos a l'avantbraç o a la cama dels subjectes normals, durant un període de repòs físic i mental, revelen (de la mateixa manera que els traçats pletismogràfics) l'existència de les ondulacions de Traube-Hering i de Mayer. Unicament cal fer remarcar la particularitat que les ones respiratòries poden afectar aquí dos tipus oposats i característics, segons que es produeixin preferentment sobre la línia de les mínimes o sobre la línia de les màximes. En la gràfica n.º 1 hom pot veure un exemple flagrant d'aquesta oposició de les ones respiratòries. Es tracta de dos subjectes normals. Els dos oscil·lògrames han estat presos a la cama sota una pressió de 15 cms. (La tensió mínima en aquest nivell era igual a 13 cms. en tots dos casos.) Hom no pot excusar-se de pensar que les ones respiratòries del traçat superior són

produïdes principalment per variacions de l'energia de la sístole cardíaca, mentre que les del traçat inferior són degudes a les variacions de la tensió mínima (diastòlica o vascular).

Si invitem el subjecte (que jeu en ple període de repòs físic i mental) a fer un treball psíquic qualsevol, veurem immediatament com canvia l'aspecte de l'oscil·lògram. Aquest canvi és degut a l'aparició d'una nova modalitat d'ondulacions, independents de les de Traube-Hering i de Mayer que acabem de descriure. Nosaltres proposem designar les dites ones amb el nom de *esfigmopsíquiques* perquè creiem que són exclusivament produïdes pel treball mental. En la gràfica n.º 2 hom pot comparar dos oscil·logrames successius de repòs i d'activitat psíquica en un subjecte normal de 16 anys. El braçal es trobava aplicat en la regió inferior de l'avantbraç. La contrapressió era equivalent a 12 cms. en la primera part del traçat i a 10'5 en la segona (degut a haver-se queixat, el subjecte, durant l'intermedi que la primera compressió li feia mal). El treball mental executat durant la segona part del traçat consistí a anar doblant, imaginativament i en silenci, el nombre 2345. Cada punt blanc sobre el traçat indica el moment en què el subjecte donava un copet sobre la taula per manifestar que acabava de fer una nova addició.

Per demostrar la independència d'aquestes ondulacions esfigmopsíquiques i les ones respiratòries, hem obtingut diversos traçats oscil·logràfics durant un període d'apnea voluntària del subjecte, que mentrestant feia un treball mental. Les ones respiratòries han desaparegut, i, això no obstant, les ones esfigmopsíquiques han persistit. En la gràfica n.º 3 hom pot veure (corroborant aquest fet) dos

oscil·logrames presos en el braç del Dr. Lucena mentre feia la multiplicació de 716 per 18 en un període d'apnea voluntària (primera part del traçat) i cercava 3 mots terminats en *dal* (segona part del traçat). El traçat inferior correspon al pneumògraf. Hom nota perfectament la persistència de les ones esfigmopsíquiques.

Les ones esfigmopsíquiques són proporcionals, en intensitat i durada, al treball mental. Augmenten amb l'esforç que aquest exigeix a l'individu, i ofereixen, per tant, una relació subjectiva i objectiva amb l'*atenció*. En la gràfica n.º 4 hom pot comparar les ones esfigmopsíquiques que es produeixen en un mateix subjecte durant la inversió d'un nombre de 6 xifres i de mots de 6 lletres. Hom veu que les ones són molt menys marcades en aquest segon cas.

En un mateix treball mental (inversió de xifres, per exemple) hom veu créixer la durada i intensitat de les ones esfigmopsíquiques a mesura que augmenten les dificultats d'execució. En la gràfica n.º 5 pot comprovar-se aquest fet. Es tracta d'un oscil·lograma pres a la cama d'un subjecte normal mentre aconsegueix la inversió de nombres de 6 xifres al començament, i després la inversió de nombres de 7, 8 i 9 xifres. (El nombre de xifres invertides es troba indicat a la mateixa gràfica.) Cal remarcar no solament el creixement de les ones esfigmopsíquiques, sinó també l'augment progressiu de la tensió diferencial.

En la gràfica n.º 6 hom pot comparar així mateix les ones esfigmopsíquiques produïdes per un treball de càlcul (primera part del traçat) i un treball d'associació verbal (dir mots que comencin per la lletra *Ch*) (segona part del traçat). L'oscil·lograma ha estat obtingut sobre el

braç. Hom pot comparar també el traçat general de treball amb els traçats de repòs que el precedeixen i el segueixen. (Tens. = 12'5).

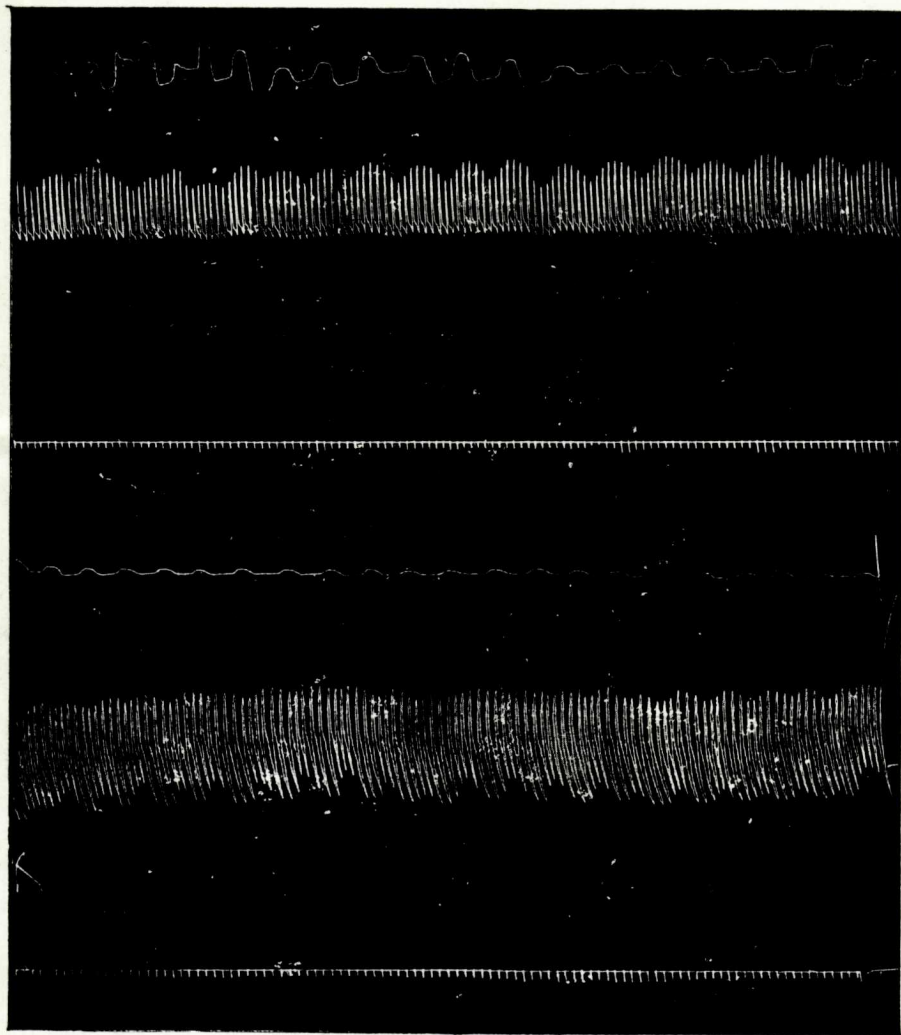
Per demostrar que les ones E. P. (esfigmopsíquiques) són exclusivament degudes al treball mental i són independents de l'*actitud motriu* del subjecte, ens hem dedicat a efectuar una sèrie d'experiències en nosaltres mateixos (els assistents del laboratori i jo). L'objecte d'aquestes experiències era el de provocar l'aparició de les dites ones sense fer un treball mental, però adoptant l'actitud de fer-lo. D'acord amb això, el subjecte prenia l'aspecte d'un ésser extraordinàriament abstret o atent, és a dir, provocava els concomitants motors i sensorials de l'estat atentiu voluntari en llurs dues formes, externa i interna (abstracció); però en realitat no pensava en res. En aquestes circumstàncies ens ha estat impossible obtenir ones que poguessin assemblar-se, ni de lluny, a les ondulacions esfigmopsíquiques que estem descrivint. Contràriament, el subjecte es relaxa completament, adopta l'actitud de dormir, i es submergeix en un estat de *reverie*: periòdicament, en íntima connexió amb les fases d'activitat psíquica, apareixen aleshores ones E. P. característiques. En la gràfica n.º 7 hem superposat dos oscil·logrames obtinguts sobre un mateix subjecte (un jove metge) posat en dues actituds motrius completament oposades. En el primer cas (estat de *reverie*) els seus múscles es trobaven relaxats i semblava adormit; en el segon cas estaven contractats fins al màxim per tractar de fer la inversió d'un nombre de 12 xifres. Hom veu ones E. P. en ambdós casos. La que ocupa la part central del traçat superior deu referir-se (d'acord amb les dades retrospectives proporcionades pel subjecte experimentat) a la visió imaginativa del futur despatx del jove metge. Hom veu produir-se

una fonda inspiració immediatament després de l'ona de tensió. (Tots dos traçats han estat presos a la cama amb una contrapressió igual a 15.)

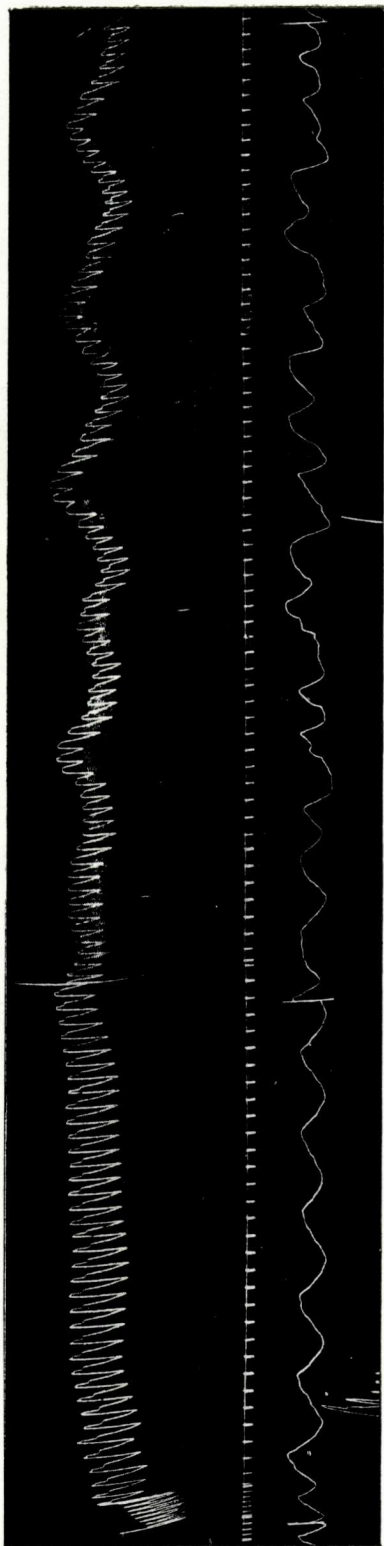
Fent fer successivament un treball mental en veu alta i en silenci, hem eliminat la influència que l'acció de parlar (per les variacions respiratòries i contraccions musculars a què dóna lloc) pogués tenir en la producció de les ones esfigmopsíquiques. En la gràfica n.º 8 hom pot veure un oscil·lograma de cama obtingut sobre el Dr. Peris (un dels nostres assistents). La primera creu sota el traçat indica el moment en què li és ordenat de recordar-se, en silenci, dels símptomes de la intoxicació per l'àcid fosfòric; la segona creu indica el moment en què hom l'invita a cessar de pensar; i la tercera creu assenyala el moment en què hom li demana que enuncii els citats símptomes en veu alta. La retrospecció confirma que, en l'interval comprès entre la primera creu i la segona, el subjecte ha estat, durant un quant temps, en un període de repòs mental complet. Cal notar l'augment de la tensió diferencial i de les ones esfigmopsíquiques a partir de la tercera creu. Es comprèn que el treball mental acompanyat de la immediata enunciació verbal del seu resultat, és més penós al subjecte, ja que es veu objecte de la crítica aliena, cosa que no succeeix mentre pensa en silenci.

Les ones esfigmopsíquiques són ja perceptibles en infants de 5 i 6 anys. L'ur intensitat i duració, per a un mateix tipus de treball mental (no per a un mateix treball), augmenten amb l'edat. En els subjectes d'edat molt avançada s'afebleixen notablement. Hom pot comparar les gràfiques precedents amb la gràfica n.º 9 corresponent a un infant d'11 anys i mig. Aquest oscil·lograma ha estat obtingut sobre l'avantbraç amb una contrapressió de 10'5.

Emilí Mira

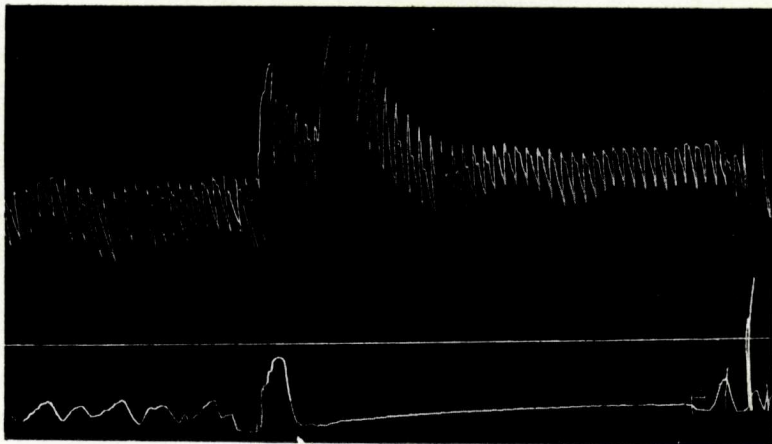


GRÁFICA NÚM. I

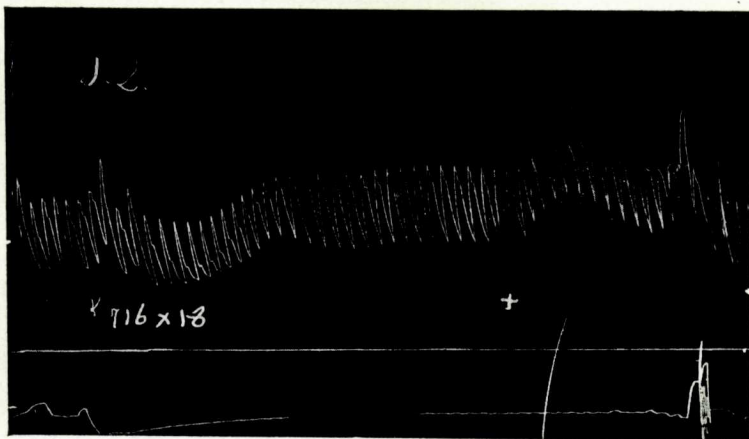


GRÁFICA NÚM. 2

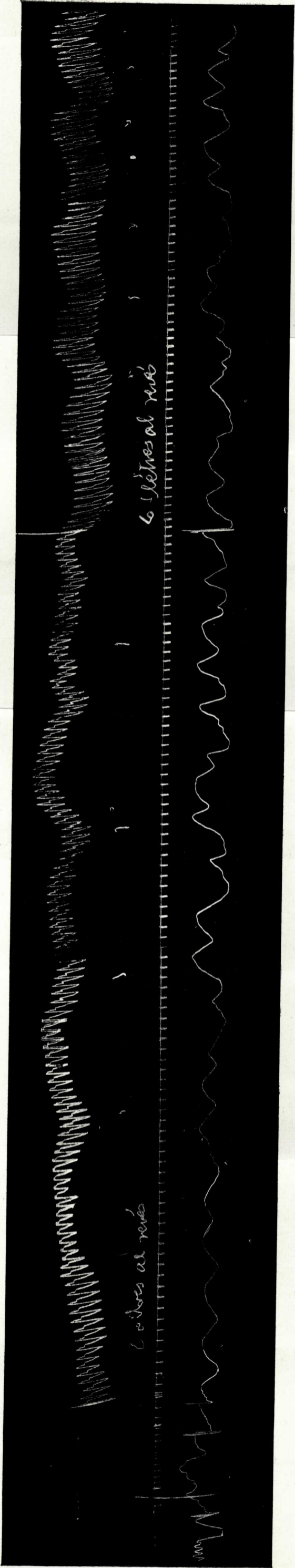
Emili Mira



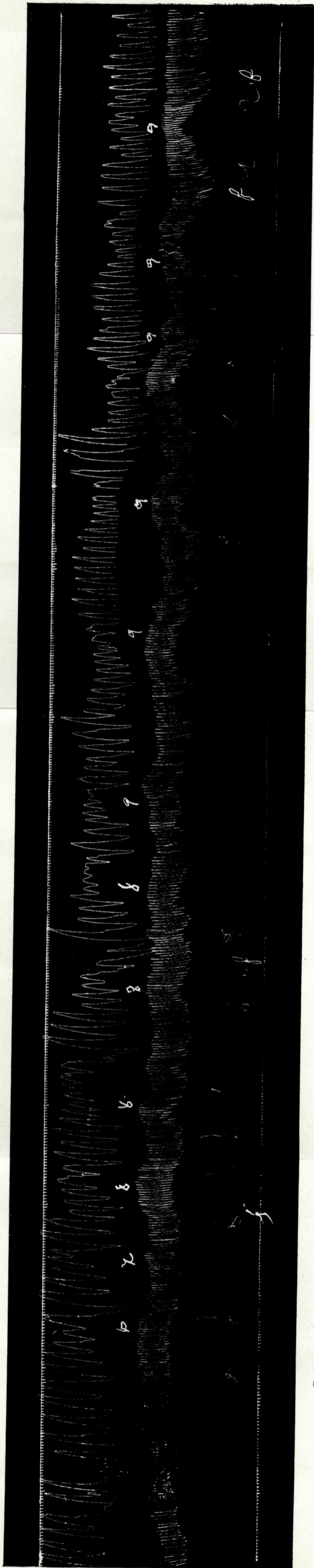
GRÁFICA NÚM. 3 A



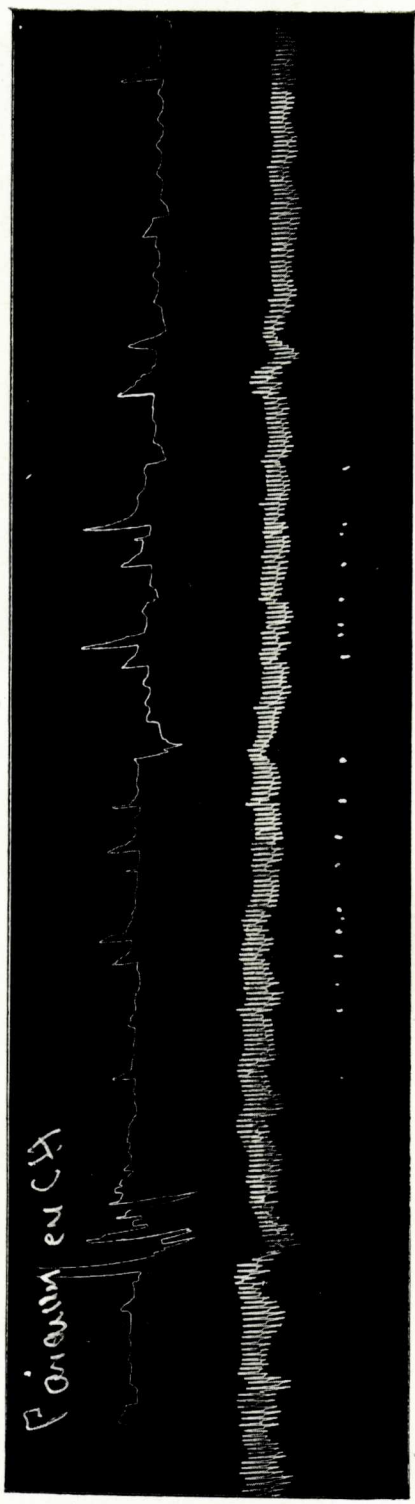
GRÁFICA NÚM. 3 B



GRÁFICA NÚM. 4

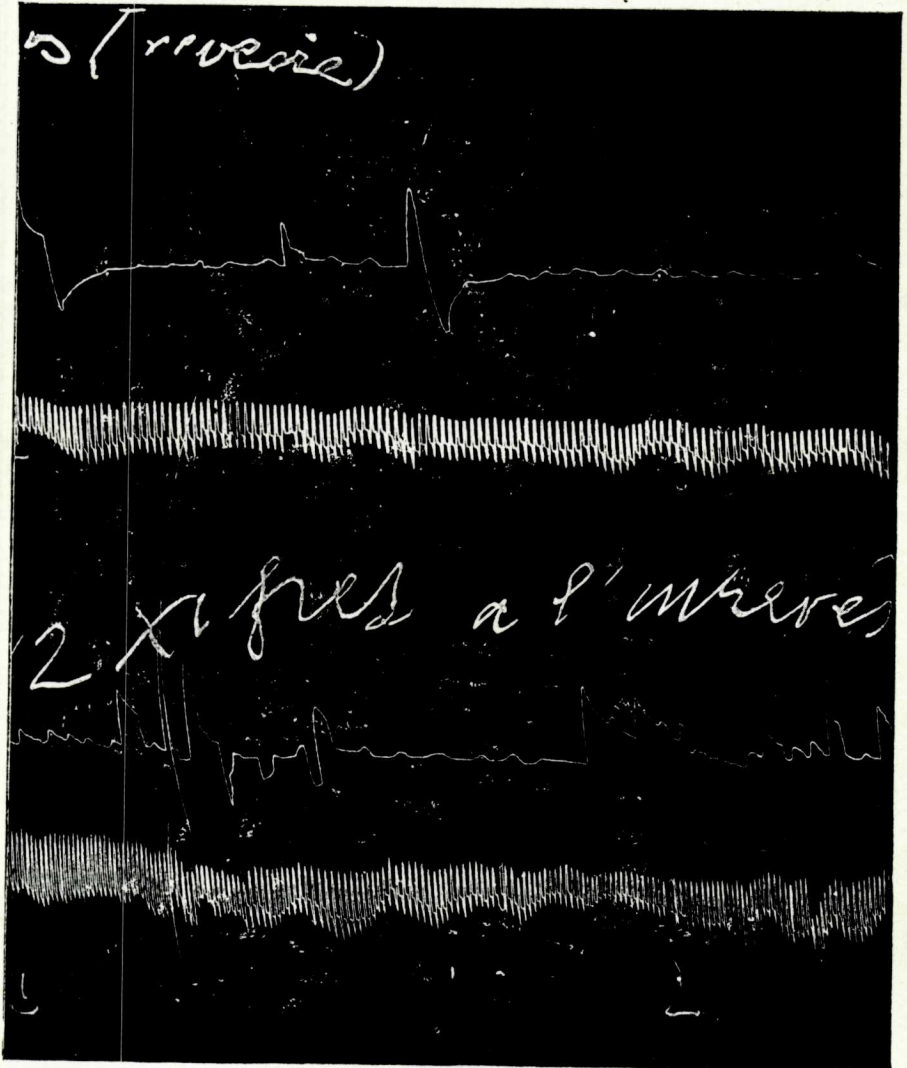


GRÁFICA NÚM. 5

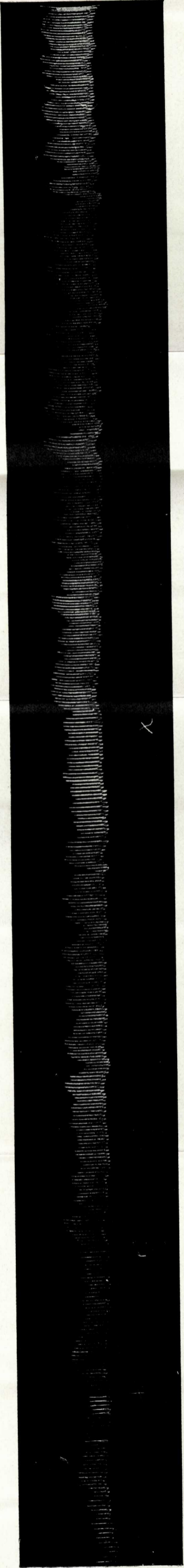


GRÁFICA NÚM. 6

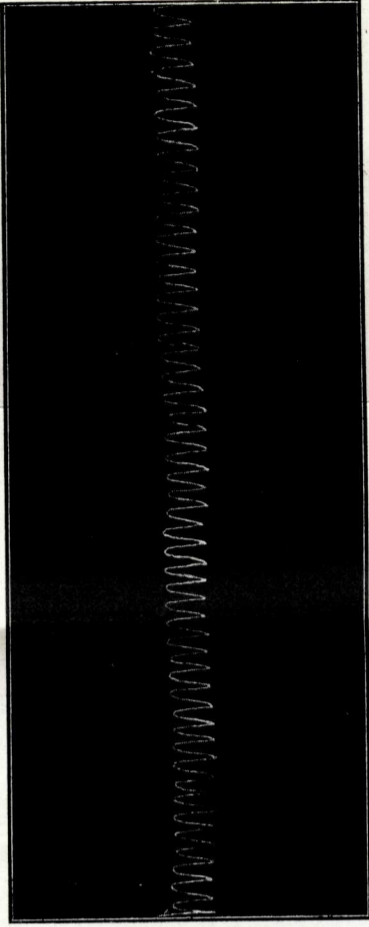
Emilí Mira



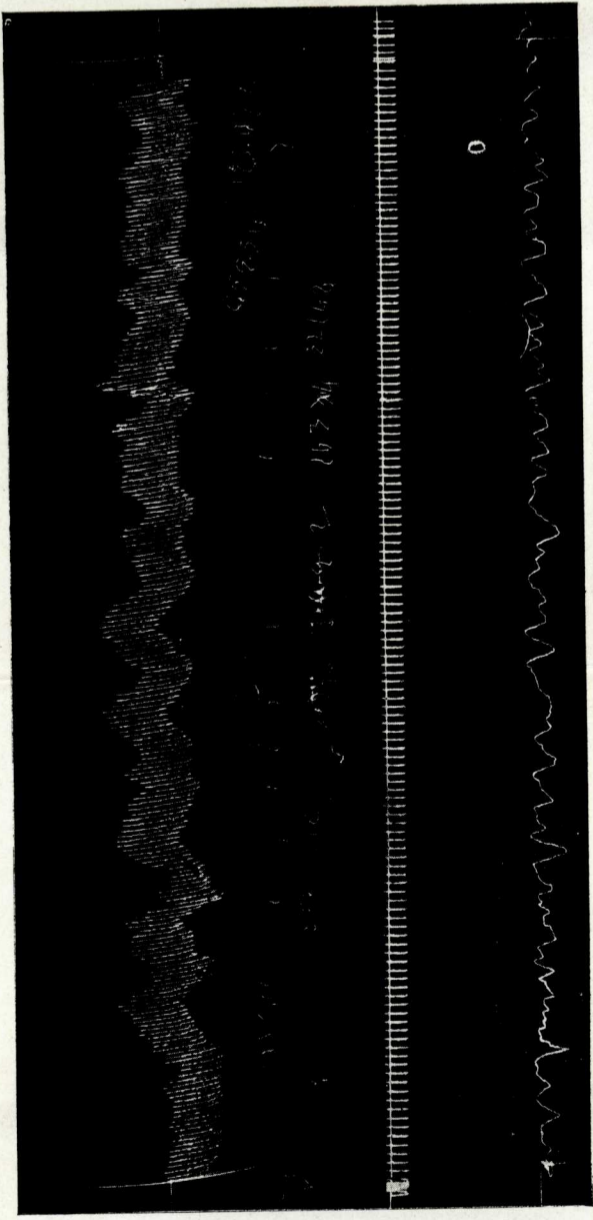
GRÁFICA NÚM. 7



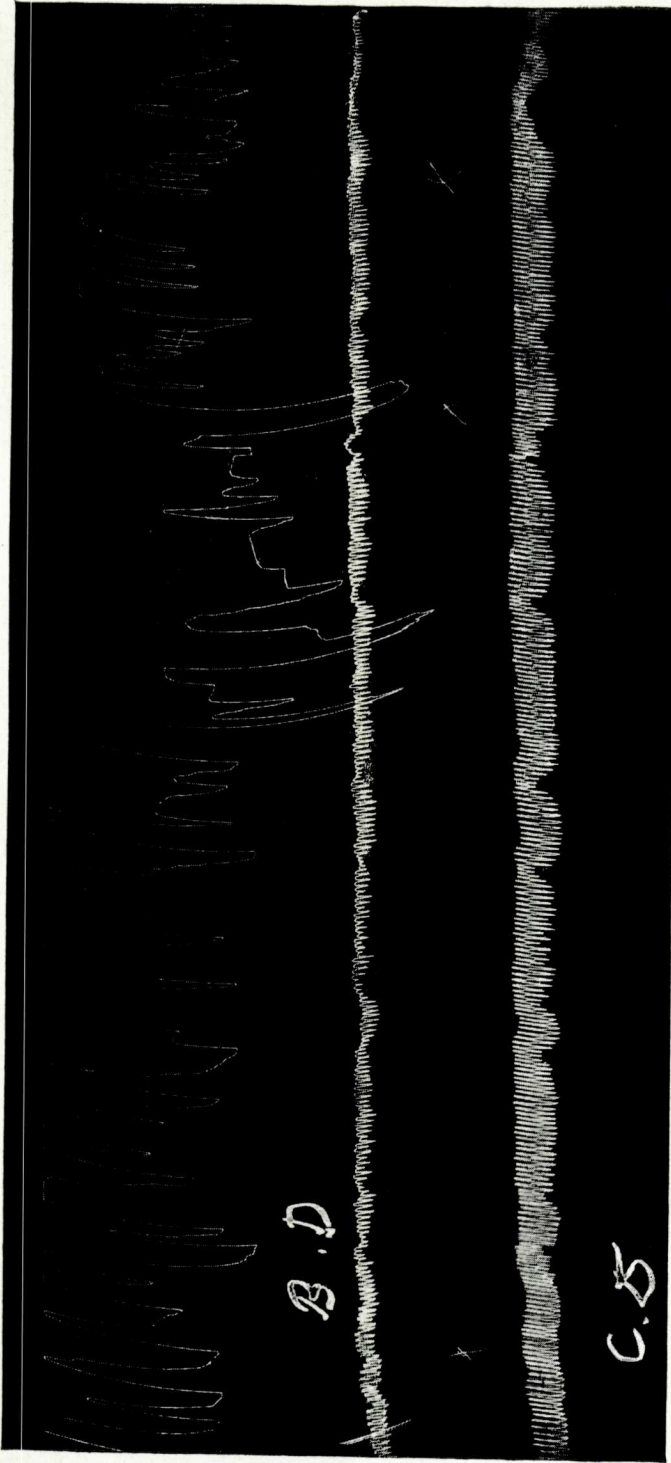
GRÀFICA NÚM. 8



GRÀFICA NÚM. 10

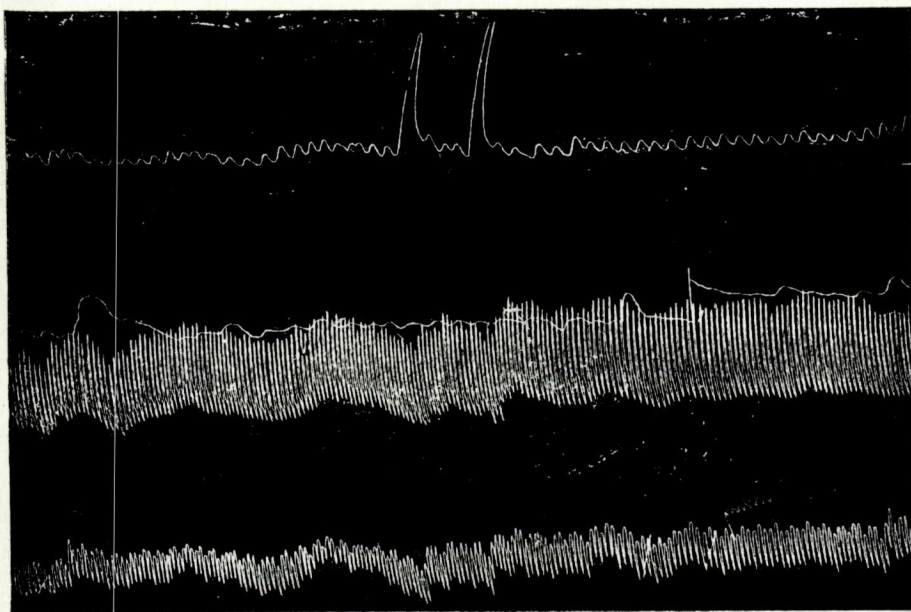


GRÀFICA NÚM. 9

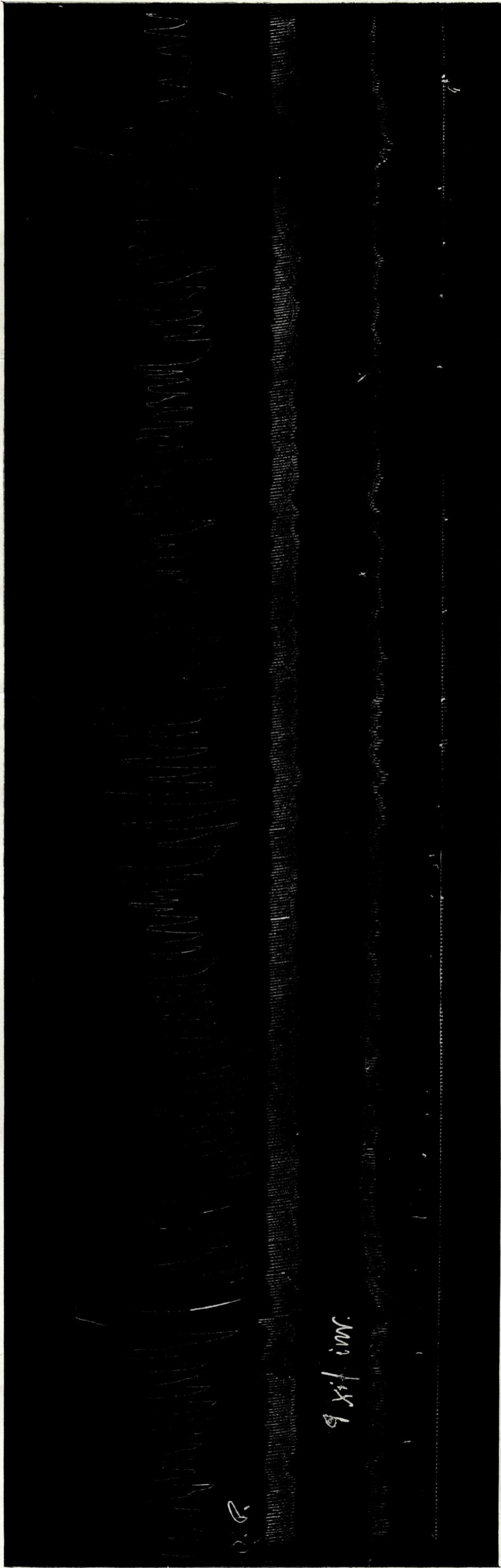


GRÁFICA NÚM. I I

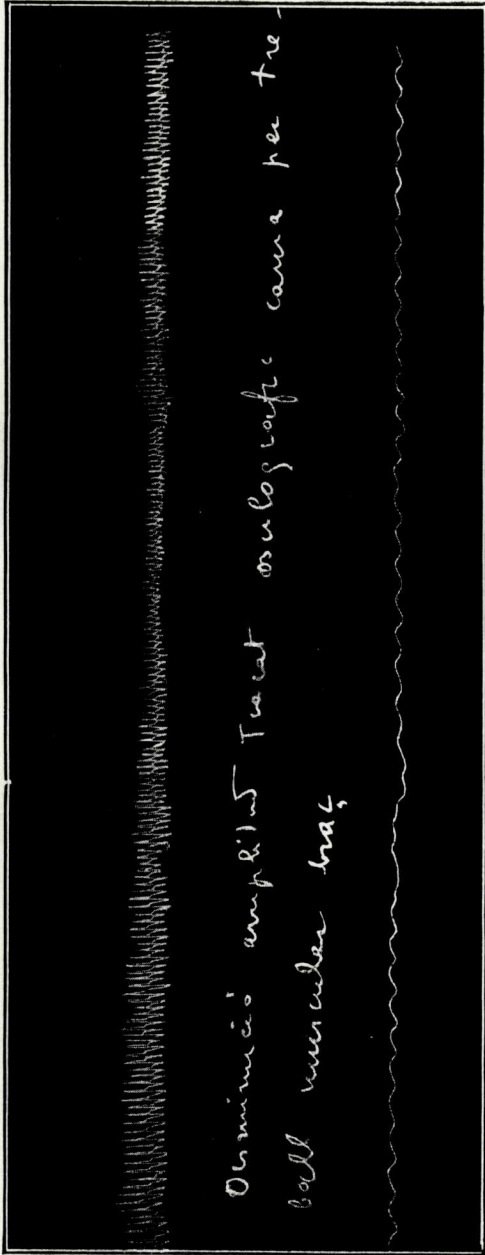
Emili Mira

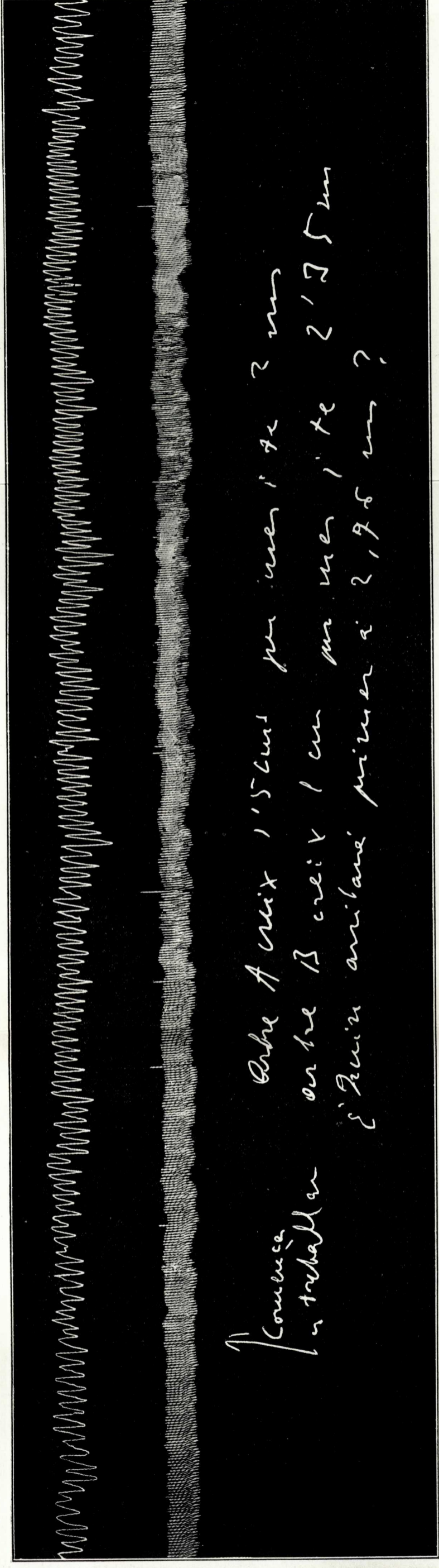


GRÁFICA NÚM. 12



9 xit in.





Hom pot notar la diferència que hi ha entre el traçat de *treball* i els traçats de *repòs* que el precedeixen i segueixen. (El treball ha consistit a fer una progressió geomètrica prenent per base el nombre 2; el subjecte ha arribat fins a 8544, i, com és de suposar, s'ha equivocat en fer-la).

Les nostres ones E. P. es troben també presents en els subjectes afectes de perturbacions mentals no acompanyades de dèficit intel·lectual considerable. En canvi no apareixen en els subjectes imbècils ni en els dementes. En la gràfica n.º 10 es troba exposat un oscil·lograma pres a l'avantbraç d'un imbècil de tipus mitjà mentre deia el test de les PP. (La contrapressió era igual a 10'5: va dir 4 mots en 5 minuts.)

Mitjançant una llarga sèrie d'experiències fetes amb els testos de Vaschide i Pieron, Meumann i de les PP, ens sembla haver provat que les nostres ones esfigmopsíquiques coincideixen en periodicitat amb les fluctuacions de l'atenció, variables en cada individu segons la natura i intensitat del treball mental executat, el grau d'entrenament en ell, la fatiga, l'interès, etc. Comparant l'oscil·lograma pres durant l'execució de la prova de les XX (amb la gràfica dels mots esmentats, hem obtingut una perfecta correlació de les ondulacions en ambdós traçats en diversos casos. En la resta de les nostres experiències, els resultats tot i no essent tan absolutament favorables, se'ns han mostrat, no obstant, suficientment concordants perquè puguem sostenir la identitat dels períodes de les ondulacions E. P. (4-7-12-16'') i de les fluctuacions atentives d'Urbantschisch.

La hipòtesi d'ésser degudes les nostres ondulacions a canvis periòdics del tonus muscular, coincidents amb les fases d'activitat mental, no pot sostenir-se des del moment que hom observa, moltes vegades, les dites ones, consti-

tuïdes completament per alteracions *intrínseques* del traçat oscil·logràfic. D'altra banda, hem pogut obtenir traçats oscil·logràfics simultanis, presos en dues extremitats del mateix individu, i, malgrat les diferències de la massa muscular compresa en els braços (aplicats, per exemple, l'un al canell esquerre i l'altre al braç dret), les ones E. P. coincideixen perfectament en tots dos traçats, ço que sembla confirmar llur origen central.

En les gràfiques núms. 11, 12 i 13 hom pot comprovar aquesta correspondència de les ones E. P. preses simultàniament en diverses extremitats amb contrapressions diferents.

Gràfica n.º 11. — Oscil·logrames simultanis de braç i cama drets. Contrapressions de 14 i 16 respectivament. (Les tensions mínimes eren iguals a 10'5 i 11'5.) Treball mental: dir mots terminats en *ic*, *aco* i *h*.

Gràfica n.º 12. — Oscil·logrames simultanis de cama dreta i avantbraç esquerre (contrapressió 15 i 10 respectivament). El treball mental ha consistit a fer progressions geomètriques en silenci prenent com a base el nombre 2. (Cal remarcar les dues inspiracions profundes que assenyalen el final de la primera fase de treball constituït per 3 ones E. P.)

Gràfica n.º 13. — Oscil·logrames simultanis de cama esquerra i braç dret. Contrapressió igual a 15 en tots dos traçats. El treball consisteix a invertir nombres de 9 xifres, i, més tard (entre les dues creus), a fer multiplicacions de nombres de 3 xifres per nombres d'una xifra. (Cal notar la influència pertorbadora momentània que exerceix sobre el traçat un moviment general del cos, efectuat durant una inspiració profunda en la primera part del traçat.)

No cal dir que el treball muscular produeix un canvi, en l'oscil·lograma, completament diferent del que és

originat per l'activitat psíquica. En efecte, la reacció oscil·logràfica a l'activitat muscular voluntària (flexions del braç amb un pes de 5-15 kgs., per exemple) es tradueix per un augment progressiu del nombre de pulsacions i una disminució inicial de l'amplitud del traçat. En la gràfica n.º 14 hom pot veure un exemple de ço que acabem de dir.

Gràfica n.º 14. — Reacció oscil·logràfica al treball muscular (contracció tònica del puny esquerre). Braçal a l'avantbraç dret.

Cal encara eliminar, però, una objecció: les nostres ones E. P. ¿són, realment, degudes al treball mental, o a l'emoció que acompanya aquest? Si donem al mot *emoció* la seva accepció vulgar, podem, des d'ara, afirmar que les nostres ones E. P. no solament no són produïdes per l'emoció, sinó que són alterades i perjudicades per ella. Això es comprèn fàcilment si es té en compte que l'emoció veritable dificulta també el treball, i fins pot arribar a anul·lar-lo. Per tal de posar de manifest aquest fet, hem procedit a l'estudi de la influència que exerceixen sobre l'oscillograma els xocs emotius i els diversos estats emocionals que poden ésser provocats experimentalment per diferents mitjans. (Ultra els estímuls clàssics, hem utilitzat sobretot la llista de mots de Jung per a la recerca dels *complexos* [llista verbal psicoanalítica de Jung], el qüestionari emotiu de Woodworth, modificat segons els casos, etcètera). Aquesta sèrie d'experiències es troben descrites en el nostre treball en col·laboració amb el Dr. Soler Dopff (publicat en el n.º 1 dels *Archivos de Neurobiología* 1922), i llurs resultats són prou clars per a demostrar que la reacció oscil·logràfica als estímuls emocionals no consisteix en la producció d'ones de cap mena, i sí, en canvi, en una brusca desviació o desplaçament del traçat, que pot revestir dos tipus oposats: a) *reacció estènica*, que es

caracteritza per l'augment de l'amplitud de les pulsacions, la lleugera disminució de la seva freqüència i l'aixecament bruscat de la línia de les mínimes; i b) *reacció astènica* (molt menys freqüent i més difícil de provocar), caracteritzada per la disminució de l'amplitud del traçat, augmentació de la freqüència del pols i descens bruscat de la línia inferior (minimal) del traçat. En cap cas hem trobat ondulacions E. P., exceptuat aquells en els quals els estímuls han provocat una reacció purament perceptiva (per dir-ho així), han provocat un veritable treball intel·lectual en lloc d'un estat emotiu (com succeeix amb els mots neutres o indiferents de la llista de Jong, per exemple).

Si hom observa els oscil·logrames de les gràfiques precedents, hom pot notar que les ones E. P. poden classificar-se en 3 tipus: *màxim*, *mínim* i *diferencial*, segons que tinguin lloc de faisó predominant en la línia superior, en la inferior o en el nivell mitjà del traçat oscil·logràfic. El primer tipus sembla resultar d'un predomini del factor cardíac; el segon, d'un predomini del factor vascular de la tensió; i el tercer, de l'equilibri entre ambdós factors. El primer tipus és observat amb més freqüència en els subjectes vells, i el segon, en canvi, en els nens i joves. Tota interpretació d'aquests tipus d'ones E. P. en funció de les particularitats mentals dels subjectes ens sembla ésser aventurada.

Sintetitzant, doncs, ço que portem dit, podem concloure que «existeix en les extremitats un nou tipus d'ondulacions de la pressió sanguínia que és exclusivament degut al treball mental i deu referir-se a les ondulacions de tensió observades per Ernest Weber en els vasos sanguinis del cervell (durant els períodes d'activitat psíquica) i identificades per aquest autor (des dels punts de vista de llur freqüència i periodicitat) amb les fluctuacions de l'atenció o ones atentives d'Urbantschisch. Aquesta mo-

dalitat d'ondulacions, per a les quals nosaltres proposem el nom d'*esfigmo-psíquiques*, pot ésser fàcilment demostrada i enregistrada utilitzant una càpsula oscil·logràfica de Pachon amb el braçal aplicat sobre qualsevol extremitat (amb una contrapressió una mica superior a la tensió mínima) mentre el subjecte efectua qualsevol treball mental d'una certa complicació i durada. Com sigui que es tracta d'un procés somàtic que sembla constituir una veritable manifestació específica del pensament, creiem (tenint en compte la seva facilitat d'investigació) que el seu estudi sistemàtic ha de conduir al descobriment de fets de considerable importància teòrico-pràctica.

Institut d'Orientació Professional. Barcelona.