Las correlaciones somáticas del trabajo mental

Tesis presentada para optar al
grado de Doctor en Medicina

por

Emilio Mira López

Barcelona, 1923

R. 160. 179

En el continuo transcurrir del tiempo sucédense y alternanse los métodos, las hipótesis y las teorías con que el hombre investigador trata de satisfacer la insaciable curiosidad, el inextinguible afán de saber, que le caracterizan.

Colocado frente a problemas insolubles, para sus cortos alcances, el animal humano ofrece una conducta semejante a la exhibida por la rata, que—por obra y gracia de un maquiavélico experimentador—vése metida en una caja-laberinto sin salida. Sin querer se nos figuran, ahora como nunca, rememorables los versos que el gran Iriarte dirigía a la hacendosa y agitada ardilla de su ingenua fábula: «Tantas idas y venidas, tantas vueltas y revueltas...». Y sin querer, también se nos antoja aplicable su moraleja en cuanto hace referencia al trabajo científico.

Impera una idea, una concepción, una doctrina en la ciencia, no tarda en verse destronada por otra, pasa el tiempo—mucho tiempo, a veces—y vemos recobrar su poderío al antiguo y suplantado concepto. Así las costumbres de los pueblos, así toda la vida humana; no en vano, pues, parecen afirmarse la concepción cíclica del universo, el símbolo de l'*éternel retour*, la serpiente que se muerde la cola, el genio aristotélico y nietzscheano...

Y no obstante, si examinamos bien los hechos, no podremos menos de convenir en que nunca son exactas las repeticiones y sí, tan solo, semejantes.

Nada de cuanto vuelve a suceder es igual a lo sucedido; únicamente se le parece. Si se nos permitiese modificar el enigmático círculo representativo de la vida, introduciríamos en su lugar una espiral. Y es evidente que esta figura | símbolo, el más onomatopéyico del progreso—plasma, mejor que ninguna otra, la realidad evolutiva. En la espiral, como en el círculo, existe la regresión; pero en éste es absoluta y en aquélla no. La primera es una imagen optimista, el segundo una expresión del pesimismo y claro es que este último—

siendo destructor y negativo por excelencia—no puede aspirar a representar la vida. Los partidarios de Nietzsche no han visto que la clásica serpiente, dibujada en actitud de morderse la cola, deja ésta fuera de la boca y del círculo del cuerpo.

Por esto las viejas hipótesis y doctrinas científicas, cuando vuelven al palenque, lo hacen remozadas por el fruto de la experiencia anterior y ofrecen en su nueva existencia ventajas que antes no tenían. Tal sucede con el unitarismo, que hoy en día vuelve a reinar en la antropología, después de suplantar la concepción dualística y paralelística del hombre (la cual, a su vez, lo había destronado cuando, antiguamente, reinaba bajo las opuestas formas del animismo y el materialismo). Es, en efecto, indudable que la actual concepción biológica, unitaria o integral, de nuestro ser, si bien coincidente en esencia con el clásico principio del *consensus unus*, presenta, no obstante, detalles más que suficientes para poderse diferenciar de él.

Pasaron los tiempos en que el hombre era concebido como un misterioso conglomerado de cuerpo y alma, ponderable aquél, imponderable ésta. Murió también la concepción de Bichat, de los dos sistemas, nervioso o vegetativo y de relación, funcionando independientemente el uno del otro. Las ideas del vitalismo y el neovitalismo caminan, igualmente, hacia el ocaso y, en cambio, gana cada vez más terreno la que podríamos llamar doctrina bioquímico-funcional de la vida humana.

El moderno biólogo concibe al hombre como un conjunto armónico de soluciones coloidales limitadas por una doble membrana. Sus micelas, de complejísima estructura, poseen — precisamente por esto—una extraordinaria inestabilidad superficial, de la cual, a su vez, derivan un intenso metabolismo y una gran capacidad de modificación por el medio *(sensibilidad)*. La propiedad que tienen los seres vivos, y sobre todo el hombre, de alterar el valor de sus *limens* y modificar, en el transcurso del tiempo, sus reacciones ante un mismo estímulo, es únicamente debida a que la materia que los constituye—por efecto de su complejidad—cambia a cada instante, posee un trofismo independiente, hasta cierto punto, del medio que la rodea, y claro es que no siendo teóricamente posible que un estímulo actúe dos veces sobre *la misma* materia viva, hemos de ver en la relativa diversidad de las reacciones de ésta, no una contradicción, sino una confirmación del principio antes afirmado, según el cual, la *sensibilidad* de los seres vivos depende directa y exclusivamente de su composición y estructura físico-química.

Mas no es solamente esto, sino que la sinergía funcional del organismo humano es tal, tantas y tan maravillosas las correlaciones

existentes entre sus diversos órganos, que no puede admitirse la existencia en él de una actividad aislada. La más sencilla reacción, el acto más simple, exije—como afirman Le Dantec, Sherrington y Watson—la intervención de todo el ser. Y hemos citado de intento estos tres autores porque, filósofo el uno, fisiólogo el otro y psicólogo el último, han llegado a la misma conclusión por caminos bien distintos.

Pues bien; si esto es así, ¿puede haber quién crea todavía en la independencia de las funciones mentales? ¿No hemos de comprender también a éstas como resultantes de la *actividad global*, no ya del espíritu, ni del cerebro, ni del sistema nervioso, sino del *organismo entero?* Y en tal caso, ¿dónde se encuentra la línea de demarcación entre lo psíquico y lo físico? Preguntas son éstas cuya contestación categórica, hasta tanto no existan pruebas objetivas irrefutables con que apoyarla, es un tanto aventurado enunciarla. Y no obstante, seguros estamos de que, a medida que los fisiólogos, dejando a un lado escrúpulos dogmáticos, penetren decididamente en el estudio sistemático—aun casi por hacer—de las modificaciones funcionales orgánicas que tienen lugar durante los períodos de actividad mental del hombre, irán descubriendo nuevos hechos que les convencerán, cada vez más, de la importancia *causal* que en la producción del pensamiento tienen dichas alteraciones, hasta hace poco tenidas por secundarias.

Estamos persuadidos de que el trabajo mental tiene una base somática anatomo-funcional mucho más amplia de lo que se cree. Esta base, que aparece claramente perceptible, incluso al observador más profano, durante los estados emocionales, no falta tampoco en los llamados estados intelectuales o perceptivos puros, y no se limita a los cambios que han sido estudiados hasta la fecha con el nombre de «concomitantes motores de la atención». Todos sabemos, en efecto, que los tales cambios, entre los cuales se cuentan, por ejemplo, la inmovilidad (inhibición), la fijación de la mirada, el fruncimiento de cejas, las alteraciones del ritmo respiratorio, etc., pueden ser perfectamente provocados a voluntad por el sujeto y no obstante hallarse éste completamente inatentivo. ¡Cuántos de nosotros, en nuestra vida estudiantil, no hemos recurrido a la estratagema de aparentarlos, para poder distraernos, con mayor impunidad, de las explicaciones de un púmblico profesor? y viceversa: ¡cuántas veces no hemos concentrado nuestra máxima atención bajo la apariencia de una profunda indiferencia y distracción?

Precisamente por el hecho de no conocerse más que estos cambios *imitables*, es por lo que se sigue sosteniendo en psicología la dualidad de las bases somática y psíquica de la atención, y, por

ende, del trabajo mental. Tal criterio se halla en abierta oposición con la concepción biológica antes enunciada, según la cual el pensamiento no pasa de ser una compleja actividad somática, que requiere para su ejercicio—ni más ni menos que las demás—la intervención de todo el organismo. Y claro es también que, para demostrar la verdad de este aserto, se necesita, como primordial condición, descubrir, por lo menos, una alteración del funcionalismo somático cuya producción sea exclusiva y característicamente debida a la actividad mental. La tal aparición ha de ser *periódica*, como lo es esta última, ha de estar *en relación de duración e intensidad* con ella, y *no ha de poder ser provocada*, como es natural, *por ningún otro procedimiento o artificio*. Bajo este aspecto, entre las muchas manifestaciones somáticas concomitantes con el trabajo mental que han sido descritas, existen tres: el llamado reflejo psico-pupilar, la llamada reacción psico-galvánica, y el reflejo psico-pletismográfico, el valor positivo de las cuales se nos hace imposible denegar.

No es nuestro intento describir en que consisten dichas reacciones o reflejos, ni señalar tampoco los resultados obtenidos por el gran número de investigadores que se han dedicado a su estudio sistemático. Somos decididos enemigos del Cheyletismo y deseamos que nuestra tesis, entre sus muchos defectos, tenga cuando menos la ventaja de ser original. Esto no obstante, algo diremos de ellos en el transcurso de la misma. Ahora, lo único que nos interesa hacer constar, es el hecho de que, tanto los tres citados reflejos, como las restantes manifestaciones somáticas que han sido descritas como traductoras somáticas de la actividad psíquica, ofrecen en su contra la circunstancia de que *no son específicas* de ésta.

El reflejo psico-pupilar, cuya técnica de investigación es sumamente engorrosa y difícil, es sin duda el más sensible a la actividad mental, pero presenta el grave inconveniente de ser continuamente interferido por el mecanismo de acomodación del ojo, lo cual enmascara sus resultados, y, además, por las especiales condiciones de su exploración, no se presta a una investigación prolongada, durante 5 o 10 minutos, por ejemplo. Esto hace que, a pesar de los pacientes y admirables trabajos hechos sobre él (por la escuela de Münich sobre todo), y del reciente estudio de W. S. Inmann, sobre los síntomas oculares de la emoción (1), que parece abrirle nuevas vías, se encuentre, en la actualidad, casi relegado al olvido.

El reflejo psico-galvánico, en cambio, se nos presenta en pleno éxito. En la mayoría de los laboratorios de psicología experimental se concede un puesto preferente a la instalación, un tanto compli-

(1) W. S. Inmann.—Emotion and Eye Symptoms. Brit. J. of Psych. Méd. Sec. Oct.1921.

cada, del dispositivo necesario para su estudio y no creemos aventurarnos mucho al decir que bien pronto existirá una enorme bibliografía sobre él. Y no obstante, a fuer de imparciales, hemos de confesar que las causas de su producción son demasiado variables para poderlo considerar como una manifestación específica de la actividad mental, ni siquiera del estado de emoción del sujeto. Las reacciones de polarización cutánea, que son sus causantes, tienen también lugar en los gatos y en las ranas (cuya actividad mental hemos de suponerla harto reducida), pero no es esto solo: Prideaux—que a nuestro entender es quien en mejores condiciones técnicas ha trabajado sobre este reflejo—afirma, en dos de sus últimas publicaciones (1), que existen también numerosas causas no psíquicas, capaces de originar una deflexión galvanométrica igual a la que tiene lugar durante el mismo, y existe, además, el hecho señalado recientemente, de su desaparición, en algunos casos, después de una inyección de atropina (que obra como medio anhidrótico), siendo así que la actividad psíquica no es influenciada por dicha substancia (2).

Claro es, en cambio, que hay otros datos favorables al fenómeno psico-galvánico, como son las modificaciones que experimenta en los casos de perturbaciones mentales, su ausencia durante la narcosis, el sueño, y en los casos de idiocia, imbecilidad, o demencia pronunciada, y por ello, precisamente, debemos concederle un notable valor en fisio-patología mental. Pero esta importancia no debe ser sobreestimada, toda vez que falta a este reflejo el carácter de periodicidad que ofrece el funcionalismo psíquico, razón por la cual, en un momento determinado, no podemos reconocer, con su ayuda, si el sujeto de experimentación está pensando o no.

En cuanto al llamado reflejo o reacción psico-pletismográfica, por ser de más antigua observación y de técnica exploradora incomparablemente más sencilla, se encuentra mucho mejor estudiado, pero le faltan también las condiciones de especificidad y periodicidad necesarias para poder ser considerado como una exacta traducción somática del proceso del pensamiento.

En el grupo de correlaciones cardio-vasculares de la actividad mental creemos haber observado, no obstante, hechos hasta ahora—

(1) E. Prideaux.—The Psychogalvanic Reflex. A. Review. Brain. 20 XLIII. p 50.
Del mismo:—Exp. of Emot. in Cases of M. Disorders as shown by the Psychogalvanic Reflex. Brit. J. of Psych. Méd. Sec. Oct. 1921., pág. 25.

(2) Waller niega la validez de dichos experimentos y dice que la atropina solo es capaz de abolir las corrientes secretorias, que nada tienen que ver con el fenómeno de Féré. Para comprobar su aserto ha obtenido varias gráficas de deflexión psico-galvánica post-atropínica. Barcroft sostiene por su parte, que los experimentos de Waller no destruyen la hipótesis de que las glándulas sebáceas sean las responsables del fenómeno, toda vez que existe en dichos órganos un grado de actividad subliminal, no suprimible por la atropina.

que nosotros sepamos—no descritos, y que bien pudiese ser que nos dieran, con la máxima aproximación, lo que veníamos buscando, o sea, *una manifestación somática específica de la actividad mental, periódica como ella y, hasta cierto punto, en relación directa de intensidad.* Su exposición constituye el objeto principal de nuestra tesis y por ello nos será permitido hacer un punto y aparte para comenzarla.

Las correlaciones cardio-vasculares de la actividad mental

Es un hecho de antigua observación, que nuestro corazón toma una parte activa en los procesos de la vida psíquica. La creencia popular erigió a dicho órgano en centro de los sentimientos, los poetas glosaron sus alteraciones en los lances de amor y los hombres de ciencia no tuvieron inconveniente en aceptar, durante mucho tiempo, la sentencia: «se piensa con el cerebro y se siente con el corazón», con la cual explicaban satisfactoriamente la independencia, hasta hace poco tenida como cierta, de las vidas intelectual y afectiva.

Por raro que parezca necesitamos avanzar hasta el tercer decenio del siglo XIX para hallar, en el físico francés Poiseuille, la idea de investigar, con su hemodinamómetro, los cambios de la circulación sanguínea bajo el influjo de diversas causas experimentales. Dicho autor, no obstante, omitió entre las mismas la actividad psíquica y por ello hemos de trasladarnos a la segunda mitad de dicho siglo para ver, por primera vez, estudiada de un modo científico, por Mosso, la influencia de esta, en sus diversas modalidades (emoción, trabajo mental asociativo, atención expectante, etc.) sobre el corazón y los vasos, del cerebro y el brazo especialmente (1). La obra del genial fisiólogo italiano divulgó el conocimiento de la pletismografía (ya iniciada por Poiseuille) y colocó a esta en primer plano para el estudio de las modificaciones circulatorias durante el trabajo físico y mental.

A partir de entonces el número de investigadores que se han dedicado a tal estudio, utilizando el aparato de Mosso o los más perfeccionados pletismógrafos de Lehmann, Kupper, Binet y Courtier, Weber, Wiersma, Hallion y Comte, Hertzlika, etc. ha sido enorme; casi tan grande como las diferencias de los resultados obtenidos. No es nuestro intento resumir siquiera las contradictorias conclusiones a que los más autorizados de aquellos han llegado, y solo a

(1) Mosso, A.—Diagnostik des Pulses in bezug auf die lok. Veränd. dess. Leipzig. 1879.

título de curiosidad insertamos el cuadro en que Camis (1) reune y sintetiza las más importantes.

CAMIS.

Riassunto schematico delle ricerche sulla correlazione fra stati psichici e variazioni organiche.

A). Sensazione spiacevoli o estati psich. spiac. o deprimenti.

Autori.	Vol. d. art.	Stato dei vasi	Frequenza cardiaca	Polso	Respirazione	Pressione sangu.
Kiesow.						Per lo più aumento, talvolta diminuzione.
Binet et Vaschide.						Aumento.
Angell e Mc. Lennan.		Costrizione.				
Lehmann.		Costrizione.		Polso più debole.		
Shields.	Ness. variaz.	Ness. variaz.	Ness. variaz.			
Binet et Courtier.		Costrizione.	Dimin.	(Paura).	Più pr.	Dimin. (P)
			Aument.	(Trist.)	Più pr.	Aument. (T.)
Lehmann.	Lieve aum. seguito de disminuzione (Paura).	(Depress.) Costrizione.	Breve au. seguito de dim.		Nessuna variazione.	
Dumas.		Costrizione.		Polso acceler.		Aument. o diminuz.
Angell e Thompson			Aument., dimin. o uguale.	Polso piccolo.		
Vaschide.			Aumentata.			
Montanelli.		Costrizione.	Aumentata.		Più freq.	

(1) Camis.—Il meccanismo delle emozione. frt. Brocca. ed. 1920.

Autori.	Vol. d. art.	Stato dei vasi	Frequenza cardiaca	Polso	Respirazione	Pressione sangu.
Martius e Minnermann.			Diminuita.		Rallentata.	
Shepard.	Aumentato quasi sempre.		Aumentata quasi sempre.			
Berger.	Aumentato vol. cervello.			Disminuzione. Ampiezza del p. cerebrale.		
Gamble.					Più superficiale.	

CAMIS.

Riassunto schematico delle ricerche sulla correlazione fra stati psichici e variazioni organiche.

B). Sensazioni e stati psich. piacevoli o eccitanti.

Autori.	Vol. d. art.	Stato dei vasi	Frequenza cardiaca	Polso	Respirazione	Pressione sangu.
Binet et Vaschide.						Aumentata.
Angell e Mc. Lennan.		Costrizione.				
Lehmann.		Dilatazione.		Polso più ampio.		
Shields	Nessuna variazione	Nessuna variazione.				
Binet et Courtier.		Costrizione			Più prof.	
Dumas						Aumentata o diminuita.
Angell e Thomson.		Costrizione.	Aumentata, diminuita o uguale.	Polso più piccolo.		

Autori.	Vol. d. art.	Stato dei vasi	Frequenza cardiaca	Polso	Respi-razione	Pressione sangu.
Vaschide.			Aumentata.			
Montanelli.		Costrizione.	Aumentata. (nella Paura).		Piu freq.	Aumentata.
Martius e Minnerman.			Diminuita.	Polso meno freq.	Meno freq.	
Shepard.	Aumento quasi sempre		Aumentata quasi sempre.			

H. Jong, de Amsterdam, en un reciente trabajo (1) expone minuciosamente el estado actual de la cuestión, da cuenta de una serie de interesantes experimentos originales, hechos sobre sujetos normales y enfermos de la mente, por medio del aparato de Lehmann, y formula una serie de conclusiones, algunas de las cuales hemos de considerar con cierta detención, para la mejor comprensión de los resultados obtenidos en nuestras propias investigaciones.

Según dicho autor (y en esto se muestran conformes la mayoría de los fisiólogos y psico-fisiólogos) en el trazado pletismográfico de toda persona normal, *en estado de reposo físico y mental*, aparecen alteraciones u oscilaciones de tres órdenes, a saber: *a)*, de origen cardíaco; *b)*, de origen respiratorio; y *c)*, de origen vasomotor. Las primeras afectan a pulsaciones aisladas; las segundas y terceras, en cambio, comprenden varias pulsaciones y, por su carácter ondulatorio, han recibido el nombre de *ondas* de Traube-Hering y de Mayer, respectivamente. La naturaleza respiratoria de las ondas de Traube-Hering no ha sido puesto en evidencia hasta los trabajos de Léon Frédéricq. En cuanto al origen vasomotor de las ondas de Mayer, sospechado por Küppers, se encuentra en la actualidad satisfactoriamente demostrado.

Si a la persona de la qual estamos obteniendo el trazado pletismográfico que acabamos de describir, se le suministra un estímulo

(1) H. de Jong.—Die Hauptgesetze einiger wichtigen körperlichen Erscheinungen beim psychischen Geschehen von Norm. und Geisteskranken. (Zeitschrift für die gesamte Neur. u. Psych. T. LXIX. p. 61-141.

cualquiera que ponga en juego su actividad mental, obtendremos la llamada *reacción psico-pletismográfica normal* consistente en: *un aumento inicial de la amplitud del pulso, con elevación del trazado, seguido de un descenso del mismo y de una disminución pronunciada de la altura de las pulsaciones.* El aumento de la onda pulsátil es debido—según Jong—a una mayor acción *cardíaca*, mientras que la disminución de aquella y el descenso del trazado traduce la *reacción vascular* consistente en una *vasoconstricción* periférica, con vasodilatación cerebral y abdominal. Esta reacción es independiente de la clase de estímulo empleado y de la naturaleza del trabajo mental (sea este agradable o desagradable, emotivo o percepcional puro, asociativo, imaginativo, etc.), pero solo puede presentarse cuando el tono de la musculatura vascular es normal o hiponormal. En efecto, cuando existe un anormal aumento de dicho tono se presentan las llamadas reacciones psico-pletismográficas semiespásticas, espásticas e hipersepásticas que caracterizan, especialmente, a los estados catatónicos. Parece, pues, deducirse de las conclusiones de Jong, que la reacción vascular a la actividad mental se halla en razón inversa del grado de contracción de la musculatura de los vasos.

Es necesario advertir que la reacción vascular a la actividad mental se prolonga durante el tiempo que esta dura, sin presentar periodicidad de ningún género. De otra parte, dicha reacción no es específica de la actividad mental pues se presenta también, p. ej., durante el trabajo muscular en condiciones de fatiga, según ha demostrado Weber (1).

Aunque parezca mentira, el número de trabajos efectuados sobre las correlaciones cardio-vasculares de la actividad mental utilizando otros medios de registro (esfigmógrafo, cardiógrafo, esfigmomanómetro, oscilómetro, etc.) es extraordinariamente escaso y los resultados publicados, por su inconsistencia, no merecen tenerse en cuenta, a no ser los obtenidos por Binet, Vaschide y, más recientemente, por Bickel, quienes han estudiado las variaciones de la presión arterial (utilizando un esfigmomanómetro de Potain, los primeros (2), y un esfigmotonógrafo de Uskoff, el segundo (3), y han llegado a la conclusión de que todo trabajo mental va acompañado de una elevación de dicha presión, que en algunos casos es capaz de aumentar su valor en 2 o 3 cms. de mercurio.

(1) E Weber.—Störungen des Blutkreislaufes bei Muskelermüdung. Prakt. Psychologie. Januar 1921. 4 Heft.

(2) Binet et Vaschide.—Influence du travail intellect. etc., sur la press. du sang. L'A. Psych. 1897. pág. 127.

(3) Bickel, H.—Die wechsels. Bez. zwisch. psych. Gesch. u. Blutskr. Leipzig. 1916.

Teniendo en cuenta la exquisita sensibilidad de los mecanismos que gobiernan el aflujo sanguíneo en los diversos órganos de la economía, hemos de confesar que siempre nos habían parecido un tanto groseras las modificaciones cardiovasculares que—según las investigaciones hasta la fecha practicadas—se atribuían a la actividad mental. Un hecho resaltaba, a nuestro entender, con fuerza convincente: siendo el trabajo psíquico fluctuante o periódico, es decir, hallándose interrumpido (cada 7-12-25", según su naturaleza e intensidad) por pausas, las modificaciones cardiovasculares que el mismo ocasionase deberían también ofrecer un carácter periódico, o sea, que *paralelamente a las fluctuaciones u ondulaciones de la atención* (1) *deben existir fluctuaciones u ondulaciones de la presión sanguínea.* Ernesto Weber, uno de los autores que con mayor ahinco ha trabajado sobre estas cuestiones, descubrió la existencia en el trazado del *pulso cerebral* (obteniendo directamente en casos de defecto craneal), de *ondulaciones de amplitud,* que debían ser—a su juicio—la traducción de *ondulaciones de tensión, las cuales tenían un período de 7-12", eran perfectamente superponibles y coincidentes con las fluctuaciones de la atención, «y no daban lugar, es decir, no aparecían en los trazados pletismográficos obtenidos simultáneamente en el brazo»* (2). Pensando en que no ha podido ser todavía demostrada la existencia de centros vasomotores cerebrales que regulen la cantidad de sangre que llega a dicho órgano, y que—según la autorizada opinión de Bayliss (3)—hemos de creer que *la hiperemia cerebral que se presenta concomitantemente con la actividad psíquica se obtiene gracias a los correspondientes cambios de la circulación general,* nada de particular tiene que nosotros—a priori—nos hallásemos casi convencidos de la posibilidad de encontrar en cualquier extremidad *el molde,* por así decirlo, de las ondulaciones de Weber y, por tanto, *la traducción cardiovascular de las ondas atentivas o de trabajo mental.*

Teniendo a nuestro cargo el laboratorio psicotécnico del Institut d'Orientació Professional de Barcelona, por el cual pasa diariamente un excelente material de estudio, integrado por niños (de las escuelas municipales), jóvenes (aprendices de l'Escola Elemental del Treball) y adultos (obreros que concurren para la comprobación de los «tests» profesionales), decidimos aprovechar la oportunidad de

(1) Las fluctuaciones de la atención (aufmerksamkeitschwankungen) ni que decir tiene que coinciden con las fluctuaciones del trabajo mental consciente.

(2) V. Joseph Fröbes.—Lehrbuch der Experimentellen Psychologie. Zweiter Bd. S. 82. Freiburg in Breslau 1920.

(3) W. M. Bayliss. Principles of general Physiology. Pág. 484 y 691 Longmanns. Green and Co. London. 1920.

poseer también el suficiente instrumental de laboratorio, para emprender sistemáticamente el *estudio de las modificaciones que en el trazado oscilográfico, obtenido con una cápsula de Pachon, introduce la presencia del trabajo mental.* Las investigaciones practicadas desde el mes de Abril de 1921, y proseguidas aún en la actualidad, con el concurso de nuestros ayudantes, los Dres. C. Soler Dopff, J. M. Lucena, y, últimamente los Dres. Péris y Rocha, han comprobado—a nuestro entender, plenamente—la existencia, en las extremidades, de una nueva modalidad de ondas esfígmicas, *coexistentes con la actividad psíquica consciente,* y sólo provocables por ésta.

Antes de entrar en la exposición detallada de nuestra técnica y resultados, séanos permitido, empero, expresar nuestro agradecimiento a cuantos han colaborado en estas investigaciones y, en especial, al Dr. C. Soler Dopff, mi inseparable compañero, que tantas horas ha perdido en ellas; al Dr. Aguilar, a cuya benevolencia debo el haber podido emprender experiencias de comprobación con dos cápsulas oscilográficas (una de su propiedad), y, finalmente, a los profesores Dres. Pi Suñer, Bellido, Fano y Wayemburg, cuyos consejos y explicaciones han disipado no pocas dudas y errores que en mi cerebro anidaban (1).

TÉCNICA DE EXPLORACIÓN DE LAS CORRELACIONES CARDIO-VASCULARES DE LA ACTIVIDAD MENTAL

a) Instrumental.

El dispositivo utilizado por nosotros ha consistido, con ligeras variantes, en lo siguiente:

1.° Un *oscilómetro de Pachon,* construído por la casa Boulitte.

2.° Una *cápsula oscilográfica de Pachon,* construída por la misma casa. Este aparato, junto con el anterior, como reza en el prospecto, permite inscribir cómodamente el pulso, con la ayuda de un brazal, o cualquier otro fenómeno que necesite un aparato explorador bajo presión. Basada en el mismo principio que el oscilómetro, la cápsula oscilográfica conserva una sensibilidad rigurosamente

(1) A la amabilidad del Dr Wayemburg debo, en efecto, el conocimiento detallado de los trabajos efectuados en Amsterdam por su compañero el Dr. Jong y publicados, parcialmente, en el trabajo antes citado (v. pág. 201). Las fundadas objecciones que presentó a mi comunicación previa, en la 2.ª Conferencia Internacional de Psicotécnica aplicada a la Orientación Profesional, han sido causa, además, de que emprendiésemos el estudio de los cambios locales de la presión vascular ocasionados por la compresión del manguito, obteniendo trazados a diferentes regímenes de presión, y pudiese, con ello, eliminar una—al parecer importante—causa de error.

constante, cualquiera que sea la presión del sistema. Puede, pues, reemplazar ventajosamente a los esfigmoscopios y esfigmógrafos ordinarios, a los cuales supera extraordinariamente.

El aparato se compone de una cápsula estanque, la membrana de la cual lleva una palanca gracias a una juntura especial (patentada S. G. D. G.), la cual, todo y conservando el estancamiento de un modo absoluto, permite la fiel transmisión, a la palanca, de los movimientos de la membrana. La cápsula y la caja comunican exteriormente por tubos unidos entre sí por medio de una llave de paso. Además, la cápsula comunica directamente con el brazal, y la caja con el oscilómetro. El aparato presupone, como es natural, la colocación de la palanca inscriptora encima del papel del cilindro registrador.

3.° Un *pneumógrafo de Verdin.*

4.° Un *tambor de Marey*, que permite inscribir en el cilindro los movimientos del pneumógrafo.

5.° Un *reloj eléctrico* contador de segundos, construído por la Harvard Society for Physiological Apparatus.

6.° Una *señal Deprez*, destinada a inscribir en el kimógrafo los segundos marcados por el reloj.

7.° Una *señal Deprez* (no siempre utilizada) en conexión con una llave de Morse y una batería de acumuladores—de 2 volts—para marcar en el kimógrafo el momento de aparición y cesación de los diversos estímulos.

8.° Un *cilindro registrador de doble tambor* y regulador de velocidades, construído por la Harvard Society for Physiological Apparatus.

9.° Una *mesa* donde el sujeto pueda acostarse.

10. Un *dispositivo fijador* del antebrazo o la pierna, según los casos. Primero utilizábamos el brazal del ergógrafo de Mosso; más tarde una tablilla (férula) de madera y una venda Cambridge. Finalmente, experimentando sobre sujetos entrenados, suprimimos la sujeción limitándonos a recomendar la más absoluta relajación muscular, comprobándola *de visu* en cuanto hace referencia al segmento orgánico portador del brazal y recurriendo, después, a la retrospección del individuo experimentado.

11. Los *estímulos*. Estos han sido sumamente varios. Algunos de ellos, meramente verbales; otros, han sido las mismas pruebas utilizadas para la selección u orientación profesional (pruebas del contaje de puntos, prueba de la atención de Vaschide, reconstrucción de puzzles, resolución de problemas mecánicos (*railway test*, etc.), pruebas de distribución, etc.). Cuando pretendemos explorar los cambios circulatorios ocasionados por los estímulos emocionales,

recurrimos también, no solo al clásico disparo de pistola y a la llamarada de magnesio, sino a la lista psico-analítica de Jung, el cuestionario emotivo de Woodworth, etc. Todos ellos serán debidamente aplicados a medida que vayamos exponiendo nuestras experiencias.

b) Personal.

Además del sujeto experimentado y el experimentador se hace necesaria, cuando menos, la presencia de dos ayudantes. Uno que entregue los estímulos y anote los resultados del trabajo efectuado (respuestas verbales especialmente), y otro que vigile los mecanismos de inscripción.

c) Técnica general de experimentación.

El sujeto es acostado, lo más cómodamente posible, sobre la mesa donde se hallan los dispositivos de inscripción. Un pequeño biombo le impide la visión de estos. Se le tranquiliza debidamente (ni que decir tiene que estas investigaciones no son practicadas hasta tanto que los individuos se han familiarizado, mediante la práctica de otras, con el ambiente del laboratorio y han perdido, por tanto, el recelo e inquietud con que, en mayor o en menor grado, se nos presentan al principio), se le dice que la experiencia no tiene otro objeto que el de conocer la fuerza de su pulso, para lo cual se le invita a que se coloque lo más cómodamente posible, como si fuera a dormirse, evitando todo movimiento del brazo o pierna que contiene el manguito, no moviendo tampoco la cabeza, y desinteresándose en absoluto de la experiencia; es decir, *tratando de obtener el mayor grado de reposo físico y mental posible.* Hecho esto se le coloca el pneumógrafo, algo flojo, (pues de lo contrario, dada su gran sensibilidad, resultan demasiado amplias las excursiones de la correspondiente palanca inscriptora del tambor de Marey), y se le aplica el manguito, según los casos, a nivel de la muñeca, en el tercio medio del brazo, o en la región inferior de la pierna, por encima del tobillo. Seguidamente se procede a colocar en la misma vertical las puntas inscriptoras del tiempo (señal Deprez), la respiración (palanca del tambor conectado con el pneumógrafo) y el pulso (cápsula oscilográfica), procurando que coincidan sobre todo las últimas (1). Cuando los estímulos se marcan en el kimógrafo mediante una señal eléctrica, claro es que la punta de esta deberá hallarse también al mismo nivel que las anteriores. Cuando esto se ha logrado se procede a obtener el trazado del pulso y para ello se efectuan las siguientes operaciones: se hace comunicar la cápsula oscilográfica con el manguito, de un lado, y con el oscilómetro, de otro lado, mediante los dos tubos

(1) El vértice superior del trazado respiratorio debe coincidir con el vértice superior del trazado oscilográfico.

de goma que de ella emergen (1). Es necesario, para ello, tener en *cuenta que la llave de paso cuando está abierta hace el mismo papel* que el separador en el oscilómetro. Cuando la llave está cerrada la cápsula y el brazal quedan aislados del resto del sistema y los latidos se comunican a la palanca inscriptora. Sabiendo esto, se hincha todo el sistema, teniendo abierta la llave e inyectando el aire con la bomba del oscilómetro, hasta alcanzar una presión algo superior a la mínima (que se habrá determinado previamente por el método ordinario). Generalmente las presiones óptimas son: 12 para el brazo y antebrazo, 13 para la pierna (cuando el individuo está

Figura núm. 1
Dispositivo general adoptado por el laboratorio psicotécnico del Inst. d'O. P. para la investigación de las correlaciones cardiovasculares del trabajo mental.

acostado; 15 para la pierna si el sujeto está sentado). Si entonces se cierra la llave de paso se puede obtener un trazado de ensayo. Mediante pequeños tanteos es fácil conseguir que este adquiera su máxima amplitud posible en cada caso. Cuando estamos seguros de

(1) Precisa asegurarse de que los tubos no están cambiados (el destinado a conectar cápsula y manguito comunica cápsula y atmósfera o más exactamente, caja de la cápsula y manguito), en cuyo caso el trazado sale invertido.

que todo marcha bien, soltamos la palanca del kimógrafo y empezamos a obtener los trazados definitivos.

En la *fotografía adjunta* puede verse el aspecto general del dispositivo que acabamos de describir. El trazado superior corresponde a la respiración, el medio al pulso y el inferior al tiempo. Obsérvese en la mitad del trazado oscilográfico la presencia de una flecha que indica el momento en que le fué ordenado al sujeto (un alumno de las escuelas municipales), hasta entonces tranquilo, que multiplicase en silencio, y de memoria, 18 por 9. Inmediatamente despues de la flecha puede verse la aparicion de las ondulaciones debidas al trabajo mental.

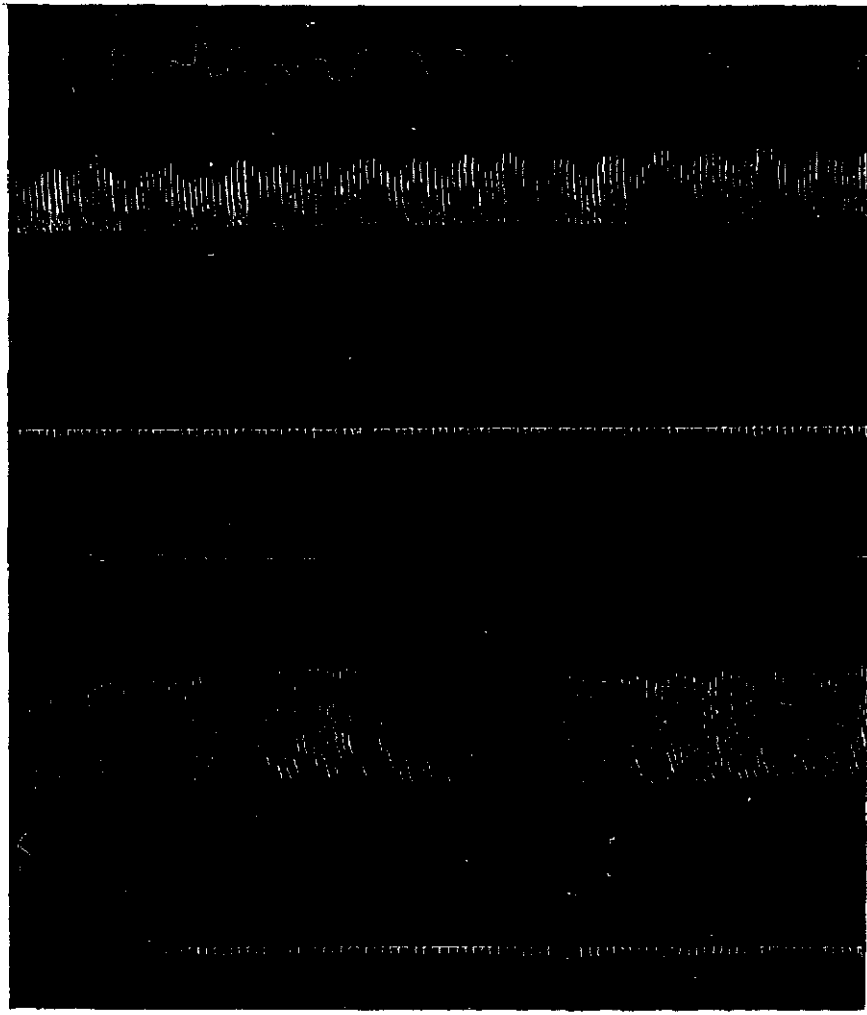
d) Resultados.

Describir ordenadamente la serie de resultados que hemos obtenido, es bastante difícil, no sólo por el número, relativamente grande, de experiencias hechas (pasan de 200), sino también por la diversidad de las mismas. Por esta razón nos limitaremos a entresacar los datos más importantes y que con mayor constancia hemos conseguido en nuestros experimentos.

El trazado oscilográfico obtenido durante el reposo físico y mental del sujeto, varía según el sitio donde se encuentre aplicado el manguito. Cuando éste se halla en el tercio medio del brazo, la inscripción del pulso alcanza su máxima amplitud y lo mismo ocurre con las ondulaciones respiratorias muy profundas—sobre todo si no está acostado—creemos que interviene en la producción de aquéllas el movimiento de ascenso y descenso que todo el brazo adquiere, por propagación de los movimientos del tórax, durante cada una de ellas. Este movimiento va acompañado de un pequeñísimo cambio del volumen de la extremidad, que es suficiente, sin embargo, para producir, o cuando menos exagerar, dichas oscilaciones, tal como se encuentra demostrado tambien en los trazados pletismográficos (que por esta razón deben obtenerse con el aparato suspendido, como ha hecho Jong).

Si el manguito se encuentra encima de la muñeca, y más aún si se halla encima del tobillo, las ondas respiratorias del trazado no aparecen tan claras, denotándose entonces, no por el desplazamiento global de éste (como sucede en el caso anterior), sino por las alteraciones *internas* del mismo. Un primer hecho a notar es que dichas oscilaciones, lo mismo que todas las ondulaciones observadas por nosotros en los trazados oscilográficos, *son independientes del régimen de presión existente* y conservan su proporcionalidad con la relativa amplitud del pulso. Otro hecho, más notable, es que cuando el manguito no se encuentra en el brazo—o cuando hallándose en éste se toman las debidas precauciones para impedir los movimien-

tos de desplazamiento—las ondulaciones respiratorias revisten, según los individuos, dos tipos opuestos: en uno de ellos se efectúan a expensas de la línea de las máximas, mientras que en el otro lo



Gráfica núm. 1

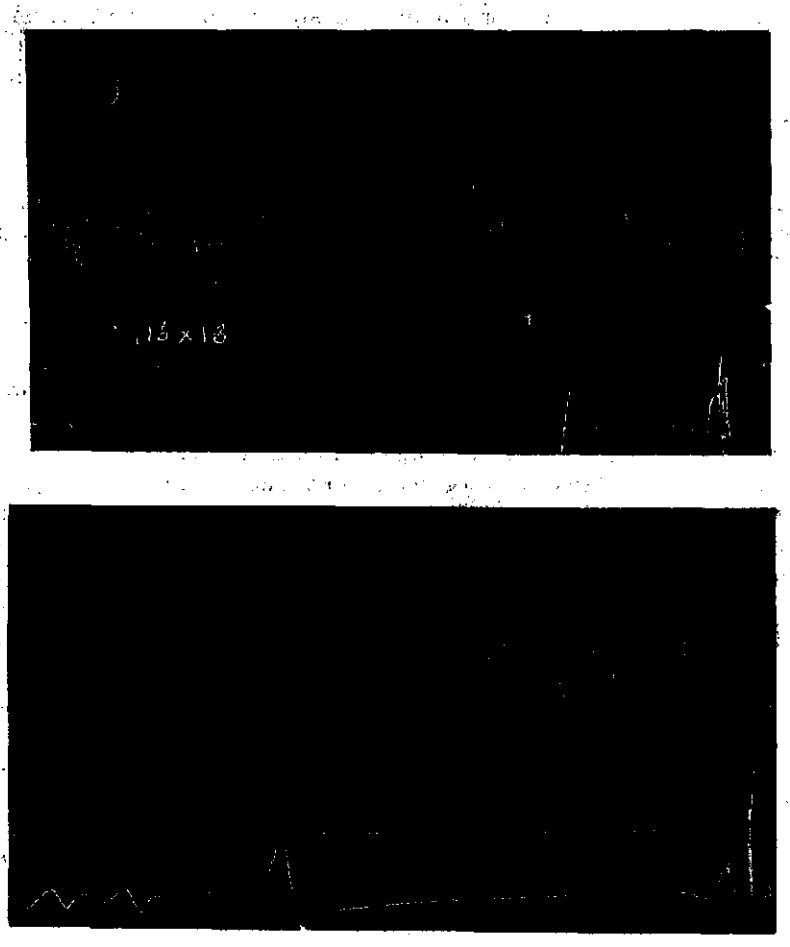
hacen a expensas de la línea de las mínimas. En ambos el ascenso del trazado coincide con la inspiración y el descenso con la expiración, pero en un caso la línea inferior permanece casi inalterada, mientras que en el otro es la línea superior del mismo la que apenas

si se modifica. En la gráfica núm. 1 hemos superpuesto dos ejemplos típicos de esta contradicción. En el trazado superior parece, en efecto, que es únicamente el corazón quien responde a la influencia respiratoria. En el inferior, en cambio, se tiene la impresión de que predomina el factor vascular. Ambos trazados han sido obtenidos a idéntica presión (15), por tratarse de sujetos en los que la tensión mínima era idéntica (13 a nivel del tobillo, que es donde se encontraba aplicada el manguito). Al comenzar el trazado superior, el sujeto estaba hablando—como puede comprobarse con la sola inspección del pneumograma—y no se sumergió en el reposo o vacío psíquico completo hasta la 4.ª respiración. Tanto uno como otro oscilogramas constituyen, además, un ejemplo de trazado típico normal, en donde pueden apreciarse perfectamente las ondulaciones de 2.° y 3.° orden (Ondulaciones de Traube-Hering y de Mayer), que han sido ya descritas en las pletismogramas normales.

Si invitamos a un sujeto, sumergido en un reposo físico e intelectual lo más completo posible, a que efectúe un trabajo mental *observaremos la aparición*, en el oscilograma, *de una nueva modalidad de ondulaciones, cuya amplitud e intensidad están en razón directa con la dificultad que el mismo presenta* para el sujeto, y por tanto, *con el esfuerzo* que éste se ve obligado a hacer para ejecutarlo. El *período* de dichas oscilaciones es variable según los sujetos, y dentro de éstos, varía también según cual sea la naturaleza y dificultad del trabajo mental efectuado. *Estas ondulaciones son completamente diferenciables de las ondulaciones respiratorias y de las ondas vasomotoras rítmicas de Mayer*, las cuales se observan también durante los períodos de *reposo mental* y durante el sueño. Por esta razón creemos que pueden considerarse como ondas de 4.º orden y designarse con el nombre de *ondas esfigmo-psíquicas* Al objeto de poder ver claramente la modificación que sufre el trazado oscilográfico durante la actividad mental, en la gráfica n.° 2 hemos procedido a obtener, en su primera parte, el oscilograma de reposo, y en su segunda el oscilograma de trabajo mental en el cual pueden verse claramente nuestras ondas y comprobarse su completa independencia de la respiración. El trazado ha sido obtenido encima de la muñeca, hallándose el sujeto (de 16 años) acostado, y bajo una presión de 12 divisiones, la primera parte del trazado, y 10'5 la segunda (por quejarse, el sujeto, de la compresión que le ejercía el manguito. Obsérvese el ligero aumento de la onda oscilográfica, coincidente con el momento en que aquél nos hizo signo de que el brazal le molestaba). El trabajo mental efectuado en la segunda parte del trazado consistió en ir doblando la cifra 2345. Los puntos que se observan debajo del trazado corresponden a los momentos en que el sujeto,

mediante un ligero golpe dado sobre la mesa con el índice de la mano opuesta al brazal, nos indicaba haber efectuado (de memoria, claro es, y en silencio) la suma.

La disminución de amplitud que se observa en la segunda parte del trazado es debida a la disminución de la presión ejercida por el



Gráfica núm. 3

manguito, el cual, como hemos indicado, hubo de aflojarse algo para no molestar al individuo experimentado.

Con el objeto de hacer todavía más patente la independencia de estas ondas esfigmopsíquicas y la respiración, transcribimos en la gráfica n.º 3 dos trazados oscilográficos obtenidos de nuestro ayudante, el Dr. J. M. Lucena, mientras efectuaba de memoria y *en apnea*

(como puede vers observando el trazado pneumográfico inferior) la multiplicación de 716 por 18 y la captura de 3 palabras terminadas en «dal». La cruz puesta en el primer trazado indica el momento en que comenzó a efectuar la suma de las dos multiplicaciones parciales. El manguito estaba aplicado en el tercio medio del brazo (izquierdo) y con una presión de 12'5 divisiones.

Creemos que ambas gráficas son lo suficientemente claras para poner definitivamente de manifiesto la independencia de nuestras ondas y la respiración, cosa que, por lo demás, puede verse en los demás trazados que expondremos.

Por las gráficas expuestas, y por las que siguen, puede verse que la duración media de estas ondulaciones es de 7-12", llegando en algunos casos hasta 25 y 30". Exactamente igual es la duración de las ondulaciones de la tensión sanguínea de los vasos cerebrales que fueron descubiertas por Weber y referidas por este autor a las flutuaciones de la atención. Estas últimas, descritas por primera vez en 1875 por Urbantschisch. ofrecen períodos variables según los individuos, el trabajo mental efectuado y ciertas condiciones especiales, como son, la influencia de la digestión, la fatiga, ciertas substancias perturbadoras del sistema nervioso, etc., pero por término medio se suceden también cada 7-12", presentando diferencias extremas de 4" a 1'. Quiere esto decir que, a nuestro juicio, las ondas esfigmopsíquicas de que estamos hablando pueden perfectamente ser interpretadas como ondas de trabajo y tomarse, por tanto, como indicadoras de dichas fluctuaciones de la atención. Más adelante veremos las pruebas que aducimos en favor de tal concepción, pero antes nos interesa hacer constar varios hechos.

El primero de ellos es el de que dichas ondas, al igual que las respiratorias, aparecen en nuestros trazados constituyendo tres tipos, a saber: *a*), ondulaciones esfigmopsíquicas que pudiéramos llamar *maximales*, en las cuales el carácter de variación del trazado oscilográfico tiene lugar a expensas de su línea superior. *b*), ondulaciones que podríamos designar como *minimales*, en las cuales es la línea inferior del oscilograma la que ondula, y, finalmente: *c*), ondulaciones *diferenciales* en las cuales todo el trazado se desplaza alternativa y regularmente hacia arriba y abajo, sin que se altere su proporcionalidad intrínseca. Claro es que esta última clase de ondulaciones parece, a primera vista, que son debidas a cambios de volumen del segmento contenido en el brazal (como lo prueba el hecho de ser en un todo semejantes a las ondas respiratorias que se obtienen en el brazo, cuando éste no está inmovilizado y se efectuan respiraciones profundas), mientras que las dos primeras clases serían debidas a los cambios de volumen arterial, ocasionados por las diferencias del

impulso cardíaco (las primeras) y de reacción (tono) vascular (las segundas). En realidad su interpretación es algo más compleja como más adelante se verá.

Un segundo hecho que hemos de conocer es el siguiente: las ondulaciones minimales (1) son las más frecuentemente observadas, siguiendo después las maximales, y con mucha mayor rareza las diferenciales. Las primeras se presentan en los sujetos que exhiben las ondas respiratorias de máxima. Al objeto de hacer esto más patente, transcribimos a continuación dos gráficas, correspondientes a los mismos individuos, en los cuales obtuvimos los dos oscilogramas de reposo de la gráfica núm. 1. Puede verse claramente como la gráfica núm. 4 (correspondiente al individuo de ondas respiratorias maximales) presenta ondas esfigmopsíquicas maximales, mientras que la gráfica núm. 5 (correspondiente al sujeto de ondas respiratorias minimales) muestra predominantemente ondas esfigmopsíquicas minimales.

Gráfica n.º 4. Oscilograma de pierna (manguito encima del tobillo. Tens. 15).

Trazado sup.=pneumograma. Trazado inf.=oscilograma.

(A partir del primer punto blanco, el sujeto efectúa un trabajo conmemorativo sencillo, consistente en recordar el número de sillas que hay en su piso y decírnoslo luego). (El segundo punto blanco indica el momento en que nos da la respuesta. Obsérvese la caída del trazado que entonces tiene lugar. Obsérvese también su aumento de amplitud, ocasionado por la actividad mental).

Gráfica núm. 5. Oscilograma de pierna. (Tens. 15).

(El trabajo mental consistía en decir palabras que comenzasen por Ch. (tr. asociativo).

Hemos dicho antes que las ondas esfigmopsíquicas se encuentran en relación de intensidad con el trabajo mental efectuado. En efecto, en un mismo individuo puede verse como aumentan a medida que el trabajo pasa, de conmemorativo a asociativo, y de asociativo a creativo. Bajo este aspecto las pruebas de cálculo constituyen para la generalidad de sujetos examinados el estímulo de mayor potencia. Y dentro de una misma prueba, la inversión de cifras, por ejemplo, veremos aumentar nuestras ondas a medida que el número de cifras que han de ser invertidas es mayor. Véanse, sino, las siguientes gráficas:

Gráfica núm. 6. Oscilograma de antebrazo. (Manguito por encima de la muñeca. Tens. 12).

(1) Esta denominación no implica el que deban ser interpretadas dichas ondas como exclusivamente debidas a cambios de la tensión mínima, y lo mismo ocurre con las restantes.

El trabajo consiste, en la primera parte de la gráfica (hasta la flecha), en *repetir* cifras. A partir de la flecha, el sujeto debe decir las cifras que oye, al revés. x = decir 1 = repetir.

Gráfica núm. 7. Oscilograma de brazo. (Tens. 12).

El trabajo mental consistió en decir 6 cifras al revés (los puntos blancos indican el momento en que se empezaron a decir los estímulos, y después, 6 letras al revés. Puede verse claramente como esta segunda operación determina la aparición de ondas esfigmopsíquicas menos claras. El sujeto confirmó, por retrospección, que el primer trabajo le era más costoso y exigía una mayor atención que el segundo. La onda inicial del trazado corresponde al período de atención expectante, mientras el sujeto escuchaba nuestras instrucciones. La onda que se inicia al final de la primera parte de la gráfica, es también de atención expectante, pues aquél esperaba que proseguiríamos nuestra experiencia.

Gráfica núm. 8. Oscilograma de pierna. (Tens. 15).

El trabajo mental consiste también en la inversión de cifras. La letra «d» corresponde al momento en que se comienzan a decir éstas. La letra «r» indica la iniciación de la respuesta del sujeto. La letra «F» sirve para denotar que éste no ha invertido correctamente las cifras. Los números 6, 7, 8 y 9, indican el número de cifras dadas cada vez al sujeto. Obsérvese el aumento progresivo de las ondas esfigmopsíquicas en íntima relación con la intensidad del trabajo efectuado. Véase, asimismo, el progresivo aumento de la amplitud del trazado oscilográfico, y la desaparición de las ondas tan pronto como cesa la actividad mental. Dentro de las mismas pueden verse incluídas las ondas respiratorias e, incluso, al final sobre todo, las de Mayer.

Gráfica núm. 9. Oscilograma de pierna (Tens. 14'5).

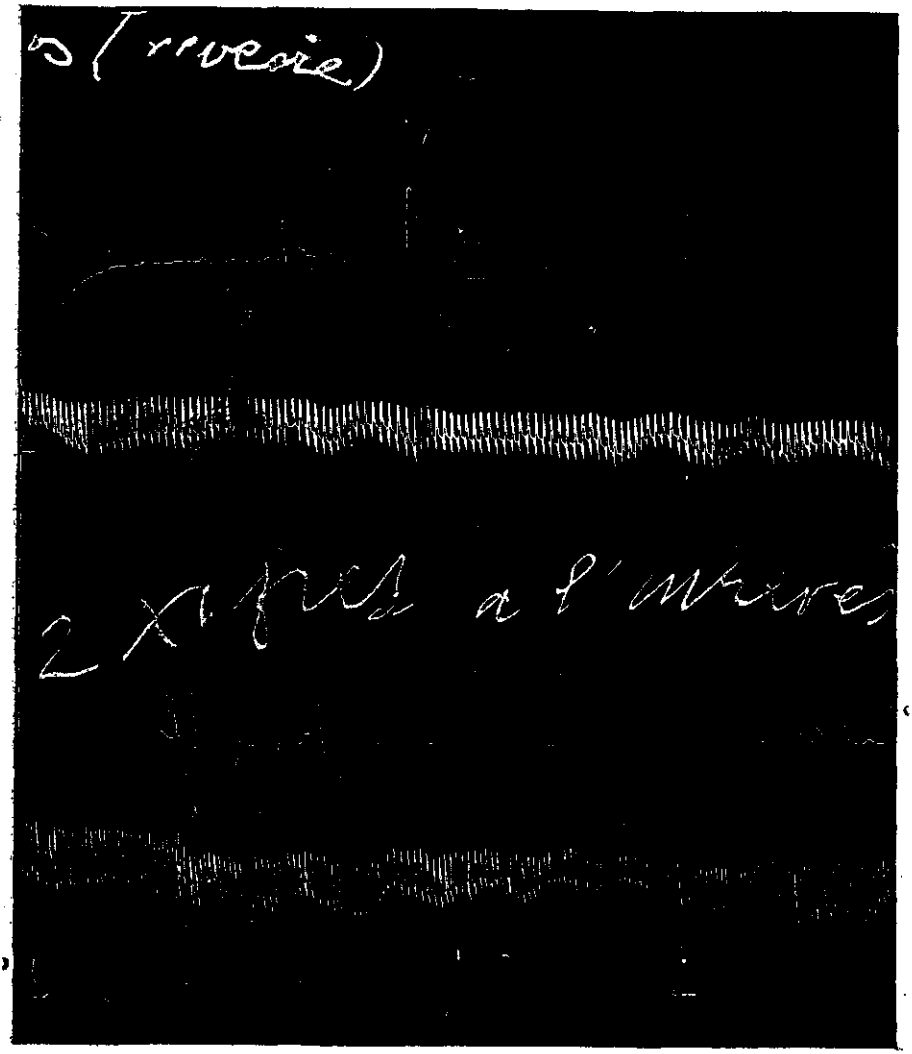
A partir de la cruz inicial el sujeto (el doctor Péris), es invitado a recordar en silencio los síntomas de la intoxicación por el ácido fosfórico. En la segunda cruz se le ordena que cese de pensar y en la tercera se le indica que recite dichos síntomas en voz alta. Por retrospección nos confirma que durante la primera parte ha permanecido unos segundos en reposo mental completo. Dicho intervalo se señala en la gráfica por la desaparición de las ondas esfigmopsíquicas y el mayor relieve que adquieren las respiratorias (Traube-Hering), al igual que ocurre en el trozo de gráfica comprendido entre la segunda y la tercera cruz (período de reposo mental ordenado). Obsérvese también el aumento de amplitud a partir de la primera cruz y el nuevo aumento a partir de la tercera. Es evidente que las ondulaciones esfigmopsíquicas son siempre más marcadas cuando el sujeto expresa sus pensamientos en voz alta que cuando lo hace para sí.

Esto, sin duda, es debido a que en el primer caso el sujeto debe someterlos a la crítica de los demás y se ve obligado a efectuar un trabajo reflexivo más intenso.

Una gráfica de la misma naturaleza, pero quizás aun más demostrativa es la que exponemos á continuación (n.° 10), obtenida en el brazo izquierdo del doctor Rocha, mientras éste daba, en silencio al principio, en voz alta después, y, nuevamente, en silencio, al final, una pequeña conferencia sobre *pericarditis*. Sobre la línea de tiempo se encuentran marcados los momentos en que tienen lugar dichos cambios. (B=peroración en silencio. A=peroración en voz alta. El punto final indica el instante en el que se le comunica la orden de cesar su monólogo).

Gráfica núm. 10. Manguito en el br. izq. Tens. 12.

Con estas gráficas se demuestra que nuestras ondas no son debidas al mayor esfuerzo muscular, y por consiguiente respiratorio y circulatorio, que ocasiona el habla, toda vez que, como en ellas puede verse, éstas no se alteran cuando el sujeto piensa en silencio. Queda todavía la objeción de que fuesen producidas por aumentos del tono muscular concomitantes con los esfuerzos de concentración (atención), llevados a cabo por el sujeto. Tal reparo quedará desvanecido con la inspección de la gráfica n.° 11. En ella hemos superpuesto dos oscilogramas de pierna obtenidos sobre el mismo sujeto. Durante el primero se hallaba éste en plena relajación muscular, sumergido en un estado de rêverie, mientras que durante el segundo (a partir de las líneas verticales) se encontraba en el mayor grado de tensión posible, con el objeto de invertir un número de 12 cifras. Apesar de la *diferente actitud mental y física* del individuo, en un caso y en el otro existen ondas esfigmopsíquicas. Obsérvese especialmente, en la primera gráfica, la onda que cae cerca de su centro y que va *seguida* de una profunda respiración; el sujeto afirmó (por retrospección) que fué causada por la visión imaginativa de su futuro despacho.



Gráfica núm. 11

Gráfica núm. 11. Oscilograma de pierna. (Tens. 14'5).

Curva superior = Oscilograma en estado de «rêverie».

Curva inferior = Oscilograma en estado de atención voluntaria intensa.

Un hecho que viene en apoyo de la naturaleza puramente psíquica de nuestras ondas es, sin duda alguna, su ausencia en los

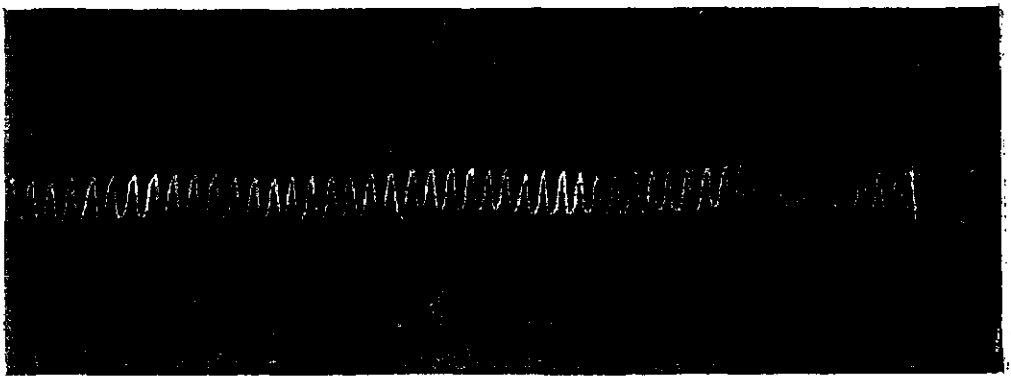
casos de idiocia e imbecilidad pronunciada, su debilitación en los anormales y, en cambio, su conservación en los paranoicos. Aunque las especiales condiciones de nuestro laboratorio no nos han permitido, hasta ahora, hacer concurrir a él psicópatas con diversas síndromes mentales, en la proporción que hubiésemos necesitado para efectuar un detenido estudio de la cuestión, ello no obstante, hemos podido obtener algunas gráficas que son bastante demostrativas. Véase por ejemplo la núm. 12; en ésta el trazado superior del tiempo corresponde al oscilograma inferior y viceversa. El sujeto de quien se obtuvo es un paranoico con ligero delirio reivindicativo: se cree hijo de una señorita de la aristocracia la cual se niega a reconocerlo como tal, porque con ello haría pública su falta. El se conforma—por no causar daño a su madre—en permanecer ignorado pero quiere que se le dé una compensación monetaria, pues no es justo que sus hermanos vivan derrochando dinero mientras que él se encuentra casi en la miseria. Invitado a explicar las razones en que se fundaba para afirmar que era hijo de dicha señorita, comenzó su relato mientras nosotros obteníamos el adjunto oscilograma (superior) con el manguito aplicado en el tercio medio del brazo bien inmovilizado. No nos fué posible obtener el pneumograma, pero ello no obstante las ondulaciones que en él se observan—cuya duración media es de 12"—no pueden confundirse con las respiratorias ni con las de Mayer. Observando con alguna detención el trazado superior pueden notarse diferencias considerables en la frecuencia del pulso, el cual, en líneas generales, puede decirse que se acelera a medida que el relato avanza. Este solo hecho es suficiente para demostrar que—apesar de haber repetido centenares de veces la misma historia—la expresión de su sistema delirante no era en modo alguno automática e inafectiva. Este sujeto, por lo demás, no dió muestras de exaltación en el curso de la experiencia.

El oscilograma inferior, obtenido en el mismo individuo unos minutos después, confirma plenamente la existencia de las ondas esfigmopsíquicas durante la prueba de repetición de cifras. Los puntos y cruces blancas indican los momentos en que se pronunciaron los estímulos y se iniciaron las respuestas También aquí puede verse con perfecta claridad como crece la intensidad de dichas ondas a medida que el trabajo mental es mas complejo, en efecto: la primera vez hubo de repetir dicho sujeto 5 cifras, la segunda 6, la tercera 7 (se equivocó), la cuarta 6, y la quinta 5

Gráfica n.° 12. Manguito en el brazo. (Tens. 12'5).
(Edad 46 años).

En la gráfica n.° 13 se encuentra, en cambio, registrado el trazado oscilográfico de un imbécil superior al cual rogamos que nos

dijera palabras que empezasen por P. El resultado fué de 4 palabras en 5 minutos. Como puede verse hay una absoluta ausencia de ondas esfigmopsíquicas y se conservan—aunque amortiguadas—las de Traube-Hering y Mayer.



Gráfica núm 13.

Gráfica n.º 13. Manguito en el antebrazo. (Tens. 10'5). (Edad 22 años).

Con el fin de comprobar que nuestras ondas esfigmopsíquicas eran coincidentes con las ondas atentivas de Urbantschich hemos practicado varias series de experimentos. Hemos de avanzar, desde luego, que las dificultades técnicas han sido considerables y no hemos llegado a resolverlas por completo, a pesar de poder disponer de personas entrenadas en la introspección, y de no escasa paciencia, que se han prestado a servir de sujetos de experimentación.

La primera tanda de investigaciones la efectuamos utilizando como tipo de trabajo mental el conocido «test» de Vaschide para el examen de la atención. Nuestra idea era la siguiente: colocar un ayudante detrás del sujeto, para que fuese registrando cronométricamente el momento de producción de los errores (omisión de signos) y comparar después el cuadro de errores con el trazado oscilográfico (valiéndose del tiempo que en este se encuentra inscrito). Nosotros creimos que el momento de producción de los errores coincidiría con el período de decrecimiento de nuestras ondas o con la ausencia (momentánea) de estas en el trazado. Bien pronto nos convencimos de que no existía relación alguna entre estos dos hechos. Observando algo más detenidamente la ejecución de la prueba no tardamos, sin embargo, en convencernos que los períodos de *ausencia* de la atención se traducían, no por la ejecución de errores, sino por la *detención o la disminución de velocidad en el tachado de los signos*.

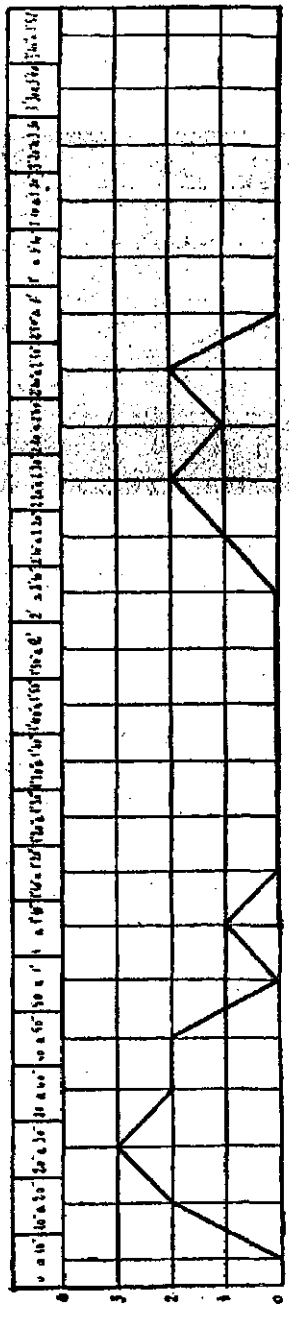


Figura núm. 2

Gráfica de las palabras dichas. (Las ordenadas marcan el número de palabras. Las abscisas el tiempo de diez en diez segundos)

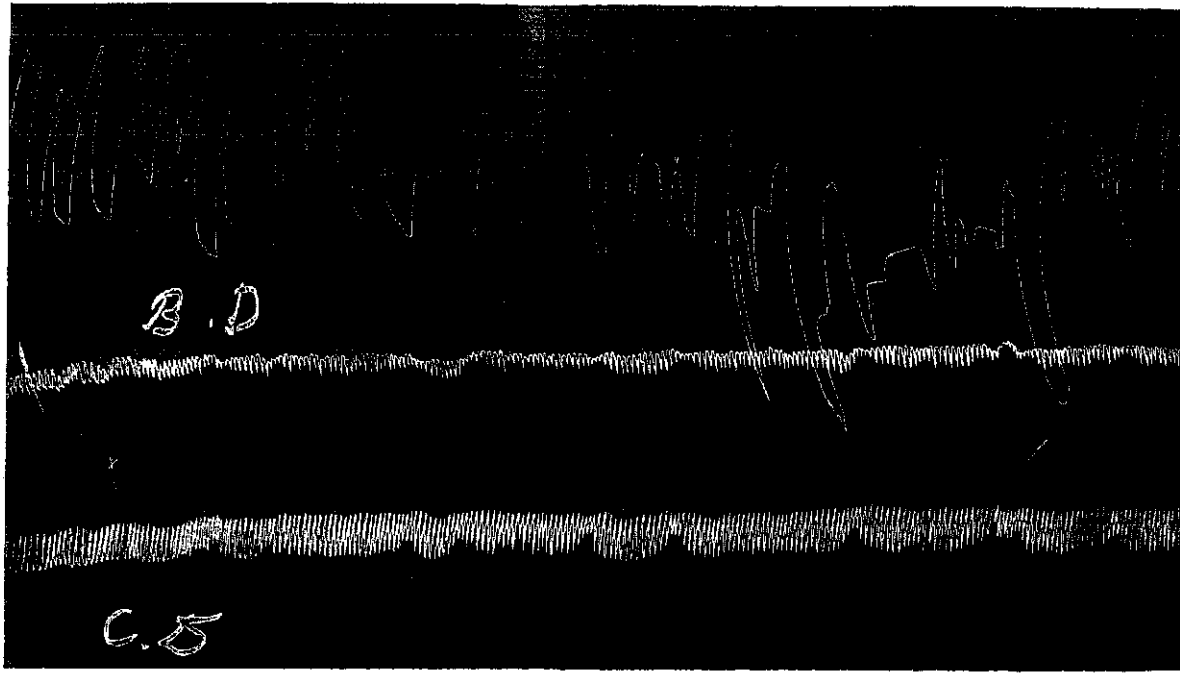
Pero aquí surgía una nueva dificultad y es la de que, no siendo de igual dificultad todas las líneas del «test», esta detención podía ser debida a una disminución de la atención o *a un aumento de la dificultad del trabajo*. Esto no obstante la relación entre el número de detenciones (relativas) observadas y el número de ondas registradas con el oscilógrafo era bastante grande, llegando a coincidir por completo ambas cifras en 2 ocasiones (entre 15 exper. efectuadas). Teniendo en cuenta esta dificultad y, sobre todo, el hecho de que la prueba de Vaschide sirve más bien para denotar el grado de resistencia a la fatiga de la acomodación, que la intensidad de la atención, decidimos utilizar para nuestras investigaciones otra prueba y, para ello, elegimos la prueba asociativa de las XX. (teniendo en cuenta que la cultura de los sujetos experimentados habría hecho demasiado fácil la prueba de las PP y evitado la producción de un verdadero *trabajo* mental). Esta segunda serie de investigaciones nos ha proporcionado resultados mucho más convincentes toda vez que, construyendo la gráfica de palabras dichas durante la experiencia y cotejándola con el correspondiente oscilograma, hemos obtenido una sorprendente relación morfológica entre ambas. A continuación transcribimos, como ej., la gráfica oscilopnéumica (obtenida en el Dr. Péris) y la gráfica verbal correspondientes a uno de los casos en que más clara aparece dicha relación. Gráfica n.º 14. Oscilogra. pierna. (Edad. 33 años).

(El trabajo mental consistió en

decir el mayor número posible de palabras que comenzasen por la letra X. Las dos cruces blancas señalan el momento de iniciar y finalizar la experiencia).

Como puede verse por la inspección de ambas gráficas la prueba duró en junto 3 minutos 48 segundos y el total de palabras dichas fué de 16, por este orden: xantopsia, xantina, xantroproteico, xilófono, Xilónides, xilos, Xenius, Xumetra, Xercavins, Xalabarder, Xatart, Xauen, xifoides, xantocrómico, Xirgu, Xifra. Durante el primer minuto se dijeron 9, durante el segundo 1, durante el tercero 6 y durante el cuarto ninguna. Observando la gráfica de palabras vemos, sin entrar en detalles, como la distancia que entre sí guardan las tres elevaciones existentes se corresponden con las que median entre las tres series de ondas esfigmopsíquicas. El espacio que media entre el segundo y el tercer minuto, durante elcual ni fueron pronunciadas palabras ni se observan ondas esfigmopsíquicas, es próximamente el mismo en ambas gráficas. Este oscilograma es sumamente interesante, pues nos muestra una periodicidad de las ondulaciones pocas veces obtenida en tal escala en nuestras investigaciones. Obsérvese en efecto como los períodos que pudiésemos llamar de trabajo se hallan compuestos por unnúmero de ondas (5) igual en ambos. Se comprende perfectamente que los períodos intercalares de reposo aumenten a medida que la experiencia se prolonga, por eso el primero dura unos 22 segundos, mientras que el segundo alcanza 55" y el tercero pasa sobradamente del minuto. Por esta misma razón el número de palabras dichas durante los períodos de trabajo efectivo disminuye también a medida que el tiempo transcurre. La palabra dicha al iniciarse el segundo minuto (1'9") coincide con la presentación de una ondulación esfigmopsíquica que viene a interrumpir—por así decirlo—el reposo iniciado. Si se tiene en cuenta que la palabra dicha (Xalabarder), se encuentra asociada con la anterior (Xercavins), no sólo por su letra inicial sino por designar ambas dos conceptos semejantes (1), se comprende que deba interpretarse como un residuo de la primera onda de trabajo (traducida en el oscilograma por las cinco ondas esfigmopsíquicas iniciales). Como era de presumir, el sujeto no agotó durante la prueba el caudal de palabras con X inicial de que disponía. En efecto, durante el resto de aquel día, y sin pensar de un modo sistemático en ello, llegó a escribir en su cuaderno de notas hasta 11 palabras más. La anormal duración de los períodos de reposo intercalares nos prueba que dicha prueba fatiga extraordinariamente, hecho, este, que la retrospección confirmó. Ni que decir tiene que la fatiga es menor cuando la letra que

(1) Ambas palabras son apellidos de dos médicos barceloneses.



Gráfica núm. 15

Oscilogramas simultáneos de brazo derecho (Tens. 14. Tens. mín. 10'5) y pierna derecha (Tens. 16. Tens. mín

se toma como base de las asociaciones es más frecuente en nuestro léxico. Así p.ej., los períodos intercalares medios obtenidos sobre 115 casos con la prueba de las HH son de 11" 45", mientras que con la prueba de las P—en los mismos individuos—descienden a 5" 21".

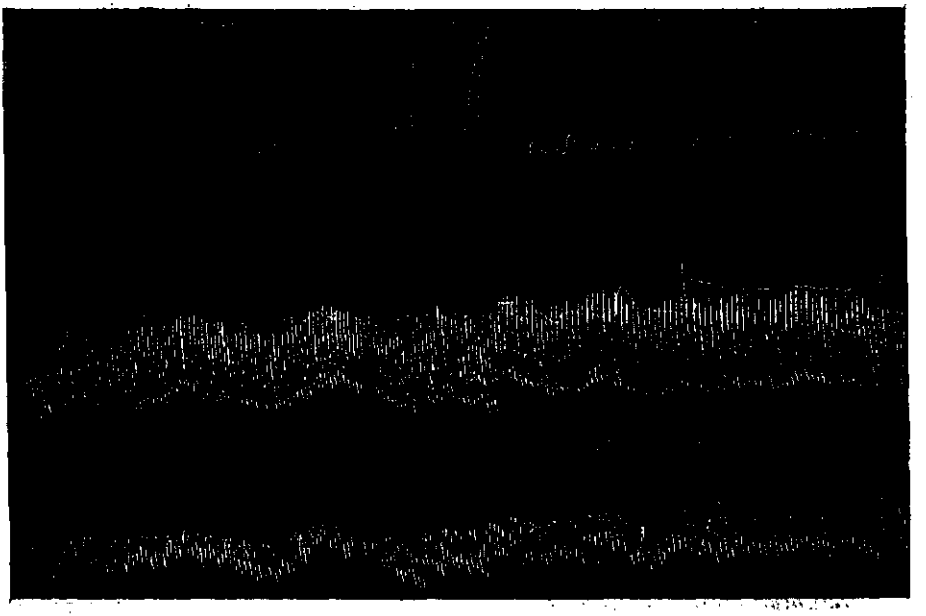
Comprobada lo presencia de las ondas esfigmopsíquicas, su relativa proporcionalidad con la intensidad del trabajo mental, su coincidencia con las fluctuaciones de la atención, su independencia de la *actitud* del sujeto y su ausencia en los casos de déficit intelectual marcado, restábanos aclarar dos extremos importantes: 1.°, si son *realmente* cardiovasculares; 2.°, si son *específicas* de la actividad mental, esto es, que no puedan ser provocadas por ninguna otra causa.

Para comprobar el primer extremo, tuvimos en cuenta que el oscilógrafo, en definitiva, no hace más que registrar cambios de volumen y que, por lo tanto, si bien — en virtud de la presión de contrabalance (o mejor dicho, la contrapresión) que sobre la extremidad contenida en el manguito se ejerce — se favorece de un modo extraordinario el registro de los cambios de volumen de las arterias, ello no obstante, los cambios de volumen muscular deben quedar igualmente registrados — aunque con una intensidad relativa incomparablemente menor - en el trazado oscilográfico. Teniendo en cuenta, de otra parte, el hecho incontestable de que toda representación mental va acompañada de un elemento motor, hasta el punto de que, según la escuela conductista, un individuo en estado de relajación muscular *completa y absoluta* es incapaz de pensar, nada de particular tenía que germinase en nuestro ánimo la duda y llegásemos a suponer que nuestras ondas fuesen únicamente debidas a movimientos imperceptibles de la extremidad o a cambios de la tonalidad muscular, concomitantes con la actividad mental. La presencia de ellas cuando el sujeto se abandona por completo y se sumerge en un estado de *rêverie*, próximo al sueño, era un dato en contra. El hecho de ser igualmente perceptible cuando el manguito se encuentra a nivel del brazo, que cuando se halla a nivel de la muñeca o encima del tobillo, a pesar de la gran diferencia de masa muscular comprendida en uno y otro caso, era otro dato que hablaba también en favor de la eliminación del factor muscular. De otra parte, los cambios de volumen de la totalidad del segmento contenido en el manguito, explicarían los desplazamientos *globales* del trazado, pero no los cambios *intrínsecos* o *relativos* del mismo, y éstos, como ya hemos indicado antes, son precisamente los más frecuentes. Quedábanos todavía por examinar la objeción que nos hizo el profesor Lipmann: ¿no serían — dichas ondas — un resultado, puramente *local*, de la perturbación circulatoria producida por la compresión del manguito? o dicho de otro modo: ¿es seguro que dichas ondas se presentan

igualmente (con la misma intensidad y frecuencia) en las restantes extremidades? El hecho de ser su producción independiente del régimen de presión existente (las hemos podido registrar, en efecto, después de haber tenido sometido el segmento correspondiente a una presión de 35 cms. de Hg durante 5 minutos) nos convencía, de antemano, de que dichas ondas eran algo más que un reflejo local; pero ello, no obstante, decidimos obtener una prueba más fehaciente y a este efecto, procedimos a una serie de experiencias de comprobación, utilizando *dos cápsulas oscilográficas*, que fuimos aplicando sucesivamente en ambos brazos, antebrazos y piernas, en un brazo y el antebrazo opuesto, en el brazo y pierna del mismo lado, en el brazo y pierna opuesta, etc., sometiéndolas, además, a regímenes de presión diferentes en cada caso y para cada cápsula. Los resultados obtenidos quedan patentizados en las gráficas que a continuación vamos a exponer y nos ahorran todo comentario.

Gráfica núm. 15. Oscilogramas simultáneos de brazo derecho. (Tens. 14. Tens. mín. 10'5) y pierna derecha (Tens. mín. 11'5).

El trabajo mental, entre las dos primeras cruces consiste en pensar y decir palabras terminades en «ic»; entre la segunda y la tercera cruz el sujeto debió pronunciar palabras terminadas en «aco», y, a partir de la tercera cruz, palabras terminadas en «h». Correspondien-



Gráfica núm. 16

temente a la relativa dificultad de las tres pruebas dichas, se encuentran más marcadas las ondas esfigmopsíquicas durante la 3 ª (sobre todo) y la 1 ª.

(El trazado superior corresponde al pneumógrafo)

Gráfica núm 16 Oscilogramas simultáneos de pierna derecha (Osc. superior Tens. 15) y antebrazo izquierdo (Tens 11. Tens mínima 10).

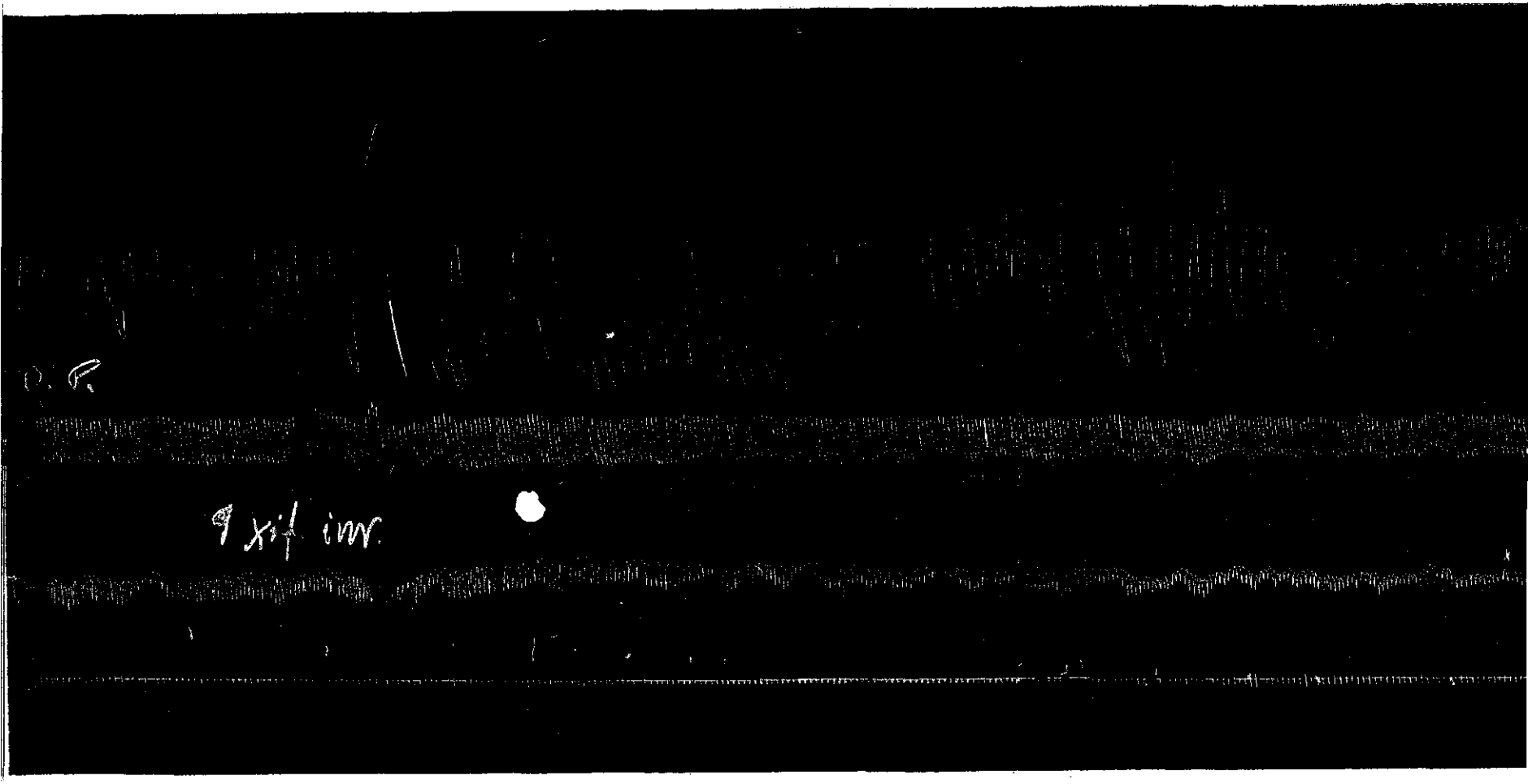
El sujeto estuvo efectuando progresiones geométricas (de memória) tomando por base el núm 2 Nótense las dos respiraciones profundas que se presentan al final de la primera onda de trabajo (traducida por las 3 primeras ondas esfigmopsíquicas).

Gráfica núm 17 Oscilogramas simultáneos de pierna izquierda (Traz sup.) y brazo derecho (Traz inf), a igual tensión (15) Encima de ambos se encuentra el pneumograma; debajo, el tiempo en segundos

Al iniciarse el trabajo mental el sujeto, durante una inspiración profunda, ejecuta un movimiento general del cuerpo que da lugar à un desplazamiento instantáneo de la gráfica. A partir de entonces los puntos blancos inferiores indican los momentos en que se inicia y termina la inversión de cifras

Ni que decir tiene que las gráficas 15, 16 y 17, excluyen la hipótesis de que nuestras ondas sean debidas a cambios de origen muscular, toda vez que es imposible imaginarse como masas musculares diferentes en volumen y forma pueden sufrir simultáneamente cambios que den lugar a alteraciones del trazado oscilográfico, tan correspondientes entre sí, como son las que en dichas gráficas se observan. Es necesario, pues, admitir una causa *general*, de carácter uniforme, y ésta sólo puede ser la alteración del calibre de los vasos, sea producida por influjos vasomotores, sea a causa de diferencias en la potencialidad cardíaca, en fin, resultante de la acción de ambos mecanismos.

Quedábanos por aclarar el segundo extremo, o sea, ver si las ondas esfigmopsíquicas son específicas de la actividad mental, o, por el contrario, pueden producirse por la accion de otros factores Para ello nuestro primer cuidado fué el de obtener oscilogramas invitando à los sujetos a que adoptasen la *actitud* correspondiente a una máxima atención, pero, como es natural, sin atender en realidad a nada. Los sujetos, pues, periódicamente, suspendían su respiración, la hacían, luego, más profunda, fijaban su mirada en un punto cualquiera, fruncían sus cejas, en una palabra: simulaban, del mejor modo posible, los efectos somáticos que se observan durante la atención voluntaria intensa. A pesar de sus esfuerzos ninguno de ellos fué capaz de hacer aparecer en el trazado las ondulaciones buscadas; en



Gráfica núm. 17

Oscilogramas simultáneos de pierna izquierda (Traz. sup.) y brazo derecho (Traz. inf.), a igual tensión (15). Encima de ambos s
tiempo en segundos.

su lugar, eso sí, se observaban con frecuencia bruscos desplazamientos de la aguja inscriptora que eran debidos a movimientos voluntarios mal graduados. Una segunda serie de experiencias fué practicada para averiguar los efectos que sobre el trazado oscilográfico ejercía *el trabajo físico o muscular*. A este efecto, teniendo el manguito aplicado en la pierna, los sujetos efectuaban flexiones de los brazos, con pesas cada vez mayores, hasta alcanzar la fatiga. Viceversa, teniendo el manguito aplicado en el brazo o antebrazo practicaban flexiones rítmicas, o sostenidas de los pies, con o sin peso. Los resultados fueron igualmente negativos en cuanto se refiere a la aparición de ondulaciones que pudiesen semejar a las ondas esfigmopsíquicas. Fueron en cambio positivos en cuanto concierne a las modificaciones que el trabajo muscular introduce en los oscilogramas; se observa, en efecto, mientras dura este, *un aumento paulatino de la frecuencia de las pulsaciones y una disminución inicial de la amplitud del trazado*, pero nunca adquiere este carácter ondulatorio periódico (dejando aparte las ondas respiratorias de Traube-Hering y las vasomotoras de Mayer, que continuan apareciendo, si bien menos marcadas).

Fracasadas en absoluto las tentativas de reproducción artificial de nuestras ondas esfigmopsíquicas—u oscilopsíquicas, si así quieren llamarse—, quedaba, momentáneamente cuando menos, demostrada su especificidad, última condición, esta, que a nuestro juicio debía exigírseles para ser consideradas como una verdadera manifestación somática del proceso del pensamiento.

Pero aun podía presentarse—y de hecho nos la hicieron—una objeción: las ondas esfigmopsíquicas ¿son realmente debidas al trabajo mental, o son ocasionadas por la *emoción* que acompaña a éste? Claro es que la tal pregunta se presta a confusiones a causa de los múltiples conceptos que con la palabra *emoción* son todavía designados por muchos hombres de ciencia. Por esta razón no estará demás que precisemos un poco el significado que—en esta ocasión—debe atribuírsele; quienes tal pregunta formularon querían decir: «es posible que el trabajo mental, por sí solo, no dé lugar a tales alteraciones, pero como quiera que por efectuarse en un laboratorio, en medio de aparatos más o menos impresionantes, y bajo la vigilancia de otras personas, debe originarse un estado emotivo en el individuo que lo hace, puede muy bien ser esta emoción sobreañadida la causa de producción de las llamadas ondas esfigmopsíquicas, y claro es que la tal emoción no debe faltar tampoco cuando el sujeto de experimentación es uno de los propios experimentadores pues interviene en este caso el interés que—aun sin querer—les despierta la experiencia que están realizando».

Para desvanecer esta duda—que para nosotros, desde luego, no existía—, hemos emprendido una nueva serie de experiencias dedicadas a poner de manifiesto el efecto que sobre el trazado oscilográfico ejercen *los estados emocionales* provocados experimentalmente y, por lo tanto, capaces de ser registrados en el preciso momento de su producción. Empezamos por despertar en nuestros sujetos—no entrenados—el llamado *choque de sorpresa*, mediante la utilización, en momento oportuno, de los estímulos clásicos: un disparo de magnesio o la supresión brusca de la luz que ilumina la estancia (est. visuales), un disparo de pistola cargada con pólvora (est. auditivo), y la supresión brusca de los medios de sustentación (teniendo al sujeto acostado y quitando una de las tablas de la mesa sobre la que reposa). Según el grado de emotividad de los sujetos exploradores, variaron, como es natural, los resultados; en muchos casos la reacción a tales estímulos da lugar a la producción de movimientos involuntarios que ocasionan desplazamientos y reposiciones bruscas del trazado, enmascarando los efectos cardiovasculares registrados en el mismo. Cuando esto no sucede, empero, es posible diferenciar dos tipos de reacción, que nosotros hemos designado con los nombres de: *sténica* y *asténica*. La primera se caracteriza por el aumento de la amplitud de las pulsaciones, la disminución ligera de su frecuencia y el ascenso brusco de la línea inferior (de las mínimas). La segunda, en cambio, se denota por la disminución de amplitud, el aumento de frecuencia y el descenso brusco de dicha línea. En ningún caso se observa la aparición de ondulaciones esfigmopsíquicas utilizando tales estímulos momentáneos.

Cuando se recurre a estímulos emocionales más complejos, como son: la lista de reactivos verbales de Jung (para el psico-análisis) o el cuestionario emotivo de Woodrowth, los resultados son más claros todavía. En efecto, puede verse en el trazado oscilográfico la inhibición o supresión momentánea de las ondas esfigmopsíquicas (ocasionadas por el trabajo mental asociativo a que viene obligado el sujeto) tan pronto como una palabra (de la lista) o una pregunta (del cuestionario) ha despertado la emoción del individuo. En el número 3 de los «Anals de l'Institut d'Orientació Professional» hemos descrito con detalle esta cuestión, sobre la cual no insistimos ahora por ocupar un lugar secundario en nuestro actual trabajo. Conste, pues, que si durante un estado emocional se observan ondulaciones esfigmopsíquicas, éstas son debidas exclusivamente al trabajo mental que durante el mismo pueda estarse efectuando. La emoción considerada por sí misma, lejos de producir nuestras ondulaciones, las perturba, por la sencilla razón de que perturba también el trabajo mental, causa de su producción.

Interpretación de los resultados

Siempre es ésta la parte más difícil de toda investigación; pero hemos de confesar que en nuestro caso presenta una dificultad especial, derivada de la multiplicidad de factores—no todos ellos bien conocidos y evaluados — que pueden ocasionar modificaciones en el curso del trazado oscilográfico.

¿Podemos interpretar las elevaciones o descensos de la línea inferior del oscilograma como debidas directamente a cambios correspondientes de la llamada tensión mínima? ¿Podemos, igualmente, referir las modificaciones de la línea superior del oscilograma a cambios de la tensión máxima? Finalmente, el aumento de amplitud del trazado, ¿puede tomarse como indicación de un aumento correspondiente de la tensión diferencial (Pulsdruck)? He aquí las tres preguntas que fundamentalmente cabe hacerse y cuya contestación no es ciertamente sencilla. Claro es que el problema no estriba en considerar si las modificaciones del oscilograma dependen *en absoluto* de las alteraciones de la tensión arterial y la presión sanguínea, sino en determinar si pueden ser aceptadas como una expresión *relativa* de dichos cambios. Para resolver esta cuestión, es necesario analizar previamente algunos hechos y comparar las modificaciones que ciertos procesos introducen en el trazado pletismográfico y no lo hacen en el oscilográfico, o viceversa. En primer lugar, cabe hacer resaltar un hecho: el oscilograma registra los cambios del volumen arterial con una *sensibilidad relativa muchísimo mayor que el pletismograma*, e, inversamente, *es muchísimo menos afectado por los cambios del volumen total de la extremidad*. Esto se comprueba de diversos modos: 1.°, viendo la inalterabilidad del nivel del oscilograma cuando se aumenta o disminuye la contrapresión en uno o dos cms. de Hg (lo cual equivale a un aumento y a una disminución, respectivamente, del volumen del segmento contenido en el interior del manguito o brazal; 2.°, viendo la inalterabilidad del nivel del oscilograma al principio y al final de una operación o trabajo mental

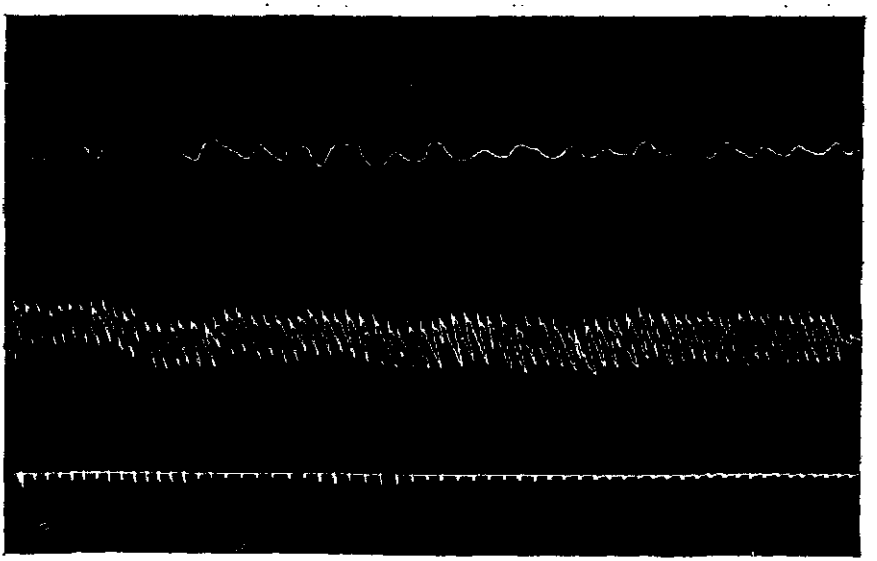
complicado y de larga duración, el cual, como puede comprobarse con el pletismograma, ocasiona siempre una notable disminución del volumen de las extremidades. En efecto, tanto en el primer caso como en el segundo, únicamente se observan modificaciones de la amplitud del trazado. Este hecho demuestra por sí solo que, la circulación venosa y la circulación capilar, que tanto pueden hacer modificar el trazado pletismográfico, apenas si alteran el oscilograma. Por el aumento de sensibidad de la cápsula oscilográfica con relación a los restantes aparatos registradores del pulso arterial, sin contrapresión, se explica igualmente la posibilidad de que ésta aprecie cambios que ellos no llegan a registrar.

Un segundo hecho a considerar es la inversión de los trazados pletismográficos y oscilográficos en cuanto hace referencia a su amplitud durante las operaciones mentales intensas. La amplitud del pulso disminuye en los primeros a medida que el trabajo mental avanza; en los segundos, en cambio, aumenta. La explicación de esta paradoja nos hará ver las diferencias fundamentales de uno y otro trazado; la disminución de amplitud en el primer caso, debe — a nuestro entender — explicarse por *la disminución de la cantidad de sangre* que llega al segmento orgánico contenido en el pletismograma, después de cada sístole cardíaco. Fácilmente se comprende que, existiendo durante el trabajo una vasoconstricción periférica, ha de tener lugar un menor arribo sanguíneo a las extremidades y por lo tanto los cambios de volumen de éstas, dependientes del sístole cardíaco, han de ser menores y como el pletismógrafo no hace más que registrar dichos cambios (los cuales, por su carácter periódico y reversible, dan lugar al desplazamiento de la aguja inscriptora en forma semejante al pulso arterial), claro es que la amplitud del pletismograma disminuirá. El aumento de amplitud en el segundo caso (trazado oscilográfico), se explicará inversamente *por la mayor brusquedad de la desviación de la pared arterial*, al llegar la onda de pulso, cuando existe vasoconstricción, lo que ocasionará un desplazamiento mayor de la aguja inscriptora de la cápsula. Es, en efecto, un hecho conocido, que la amplitud del esfigmograma, por ejemplo, aumenta a veces en los casos de vasoconstricción arterial, debido a que en este caso se halla abolida, hasta cierto punto, la reacción elástica, amortiguadora del choque, de la pared arterial.

Claro es que tal aumento de amplitud es también ocasionado por el correspondiente aumento de la tensión máxima, que tiene lugar para mantener igual la presión diferencial a pesar del mayor valor de la mínima (debido a la vasoconstricción). Nosotros hemos comprobado repetidas veces que después de una actividad mental un tanto intensa y prolongada el valor de la tensión máxima había aumentado,

según los casos, en 1-1'5-2 cms. de Hg (medidos por las divisiones del manómetro adjunto al oscilómetro de Pachon). Si se tiene en cuenta, de otra parte, que la tensión venosa y capilar no pueden ser absolutamente despreciadas en el trazado oscilográfico, se comprenderá el por que nosotros nos guardamos de esquematizar demasiado y aceptar como cosa indiscutible la interpretación de las alteraciones del trazado de los oscilogramas en función exclusiva de correspondientes cambios de la tensión sanguínea. Ello no obstante nos parece admisible que el aumento de la cantidad de sangre que recibe el encéfalo durante sus períodos de trabajo resulte de dos mecanismos: la vasoconstricción periférica que limita el arribo de sangre a las extremidades, y, un aumento de la impulsión cardíaca que tendería, como es natural, a elevar el volumen de este, por igual, en todos los órganos. El hecho de encontrar nuestras ondulaciones esfigmopsíquicas minimales preferentemente en sujetos jóvenes (el más joven de ellos tenía 6 años y medio), mientras que las llamadas ondas esfigmopsíquicas maximales se dan con cierta constancia en sujetos adultos, de edad algo avanzada (el más viejo que hemos examinado tenía 46 años), parece hacer suponer que las reacciones vasomotoras producidas por la actividad mental tienden a disminuir con la edad y deben ser compensadas por un aumento del trabajo cardíaco. No creemos, sin embargo, este hecho suficientemente demostrado.

Lo que sí es indudable es que el corazón no permanece indife-



Gráfica núm. 18

rente, ni mucho menos, al trabajo mental (nótese bien que nos referimos al trabajo sin *emoción*) y la prueba de ello, además del *aumento periódico* de la frecuencia del pulso que hemos hecho notar en algunas de nuestras gráficas, está en el gran número de arritmias y pulsaciones abortadas que dicho trabajo ocasiona, en sujetos completamente sanos o normales desde el punto de vista circulatorio. Solo a título de curiosidad exponemos en la gráfica n.° 18, uno de los muchos trazados que poseemos en los que puede observarse este hecho.

Gráfica núm. 18. Ejemplo de alteraciones del ritmo cardíaco ocasionadas en un sujeto normal por el trabajo mental no emocional.

Sintetizando, pues, todo lo expuesto, en una conclusión, afirmaremos que:

«Existe en las extremidades un tipo de ondulaciones de presión sanguínea, que es exclusivamente ocasionado por la actividad mental y debe referirse a las ondulaciones de tensión de los vasos cerebrales, que han sido descritas por Ernst. Weber como sincrónicas con las fluctuaciones de la atención. Esta modalidad de ondulaciones, para las que proponemos el nombre de esfigmopsíquicas, son de fácil demostración utilizando una cápsula oscilográfica de Pachon, con el manguito aplicado en cualquier extremidad, mientras el sujeto efectúa un trabajo mental cualquiera. Siendo, hasta ahora, el único proceso somático descrito que puede considerarse como verdadera manifestación específica del pensamiento, creemos que — dadas las facilidades de su investigación en toda clase de individuos — su estudio sistemático ha de conducir al descubrimiento de hechos cuya importancia teórico-práctica ha de ser, seguramente, considerable».

Verificado el ejercicio del grado de doctor, mereció la calificación de Sobresaliente por unanimidad del Tribunal. Presidente: Dr. Tomás Maestre; Vocales: Dr. Cardenal, Dr. Tello, Dr. Piga, Dr. Loza.

Madrid, 1.° Abril de 1922.