

# EVOLUCION EN EL ESTUDIO Y EN LOS PROBLEMAS DE LA PSICOFISICA

1.—Fechner es considerado como el fundador de la psicofísica; su obra, en cambio, no nace por generación espontánea, sino que tiene antecedentes históricos y doctrinales que preparan el nacimiento de esta nueva ciencia. El método experimental que alborea en los primeros años del siglo XVII hace surgir nuevos problemas que dan una orientación desconocida hasta entonces a la ciencia y a la filosofía.

Este nuevo método experimental está orientado por dos principios fundamentales: a) la observación y la experiencia; b) el empleo de las matemáticas.

Los nombres de Kepler con sus estudios sobre astronomía, de Galileo con sus hallazgos en dinámica, acústica y astronomía; de Newton en el dominio de la física y de las matemáticas..., van jalonando una nueva época científica.

Las medidas de la sensibilidad auditiva, particularmente las llevadas a cabo por Galileo, Mersenne, Euler, Sauver, Delezenne, Vierrordt; las de la óptica y fotometría con los estudios de Newton, Bouger, Arago, Masson; las de la sensibilidad táctil con Weber..., sirven de preparación al intento afrontado directamente por Fechner de introducir la medida en el dominio psicológico.

También conviene señalar la importancia del estudio del cálculo de probabilidades, pues aunque esta teoría tuvo poca aplicación práctica, sus fórmulas, en cambio, son parecidas a las ecuaciones diferencial e integral de Fechner.

Bernouille y Laplace, por su parte, formulan el problema presentado en psicofísica, en términos de conciencia y de motivos.

Es interesante constatar igualmente que Euler señala en 1739 una relación logarítmica entre la sensación de los intervalos musicales y la relación del número de vibraciones correspondientes.

Posteriormente, en el siglo XIX, Herschel y otros astrónomos constatan que si la serie de la magnitud de las estrellas forma una progresión aritmética, sus luminosidades forman una progresión geométrica; la sensación visual de las estrellas está relacionada con la

intensidad de la luz correspondiente, según una función logarítmica. Todo esto prepara la obra de Fechner.

2.—Fechner puede considerarse como el iniciador en psicología del método científico moderno, experimental y matemático. Espíritu recio, formula un vasto programa de psicología científica. Para resolverlo realiza, en un dominio limitado y con rigor científico, numerosas experiencias que constituyen un ejemplo metodológico para la psicología como ciencia. Estudia la relación entre los excitantes y las sensaciones, concretizándolo en una fórmula matemática general.

Su formación científica y su pensamiento filosófico hacen nacer en Fechner la idea de aplicar las matemáticas al mundo de lo psíquico y lograr una más exacta comprensión del espíritu. Contrasta su criterio de hombre de ciencia con su filosofía, ausente de dialéctica y de argumentos racionales, acercándose más al pensamiento plotiniano y al panteísmo de Spinoza.

Busca una relación entre los fenómenos de conciencia y la materia. Intentará demostrar que el aspecto *interior* de la conducta era medible, y por tanto tan real como el mundo físico; buscar establecer una relación matemática entre el mundo exterior y el interior. Con esto se daría a la nueva filosofía una fundamentación sólida, matemática y experimental. Para evidenciar la realidad del espíritu y de la materia habrá que unir ambos aspectos por una fórmula matemática.

Fechner desarrolla los métodos de la psicofísica y establece en fórmulas matemáticas la relación entre estímulo y sensación. Realiza numerosas experiencias, aunque durante siete años no publica nada. Sólo en 1858 y 1859 avanza dos notas preparatorias. En 1860 publica "Los elementos de la psicofísica, ciencia exacta de las relaciones funcionales o de las relaciones de dependencia entre el cuerpo y el espíritu". Así nace la nueva ciencia.

Para Fechner la psicofísica es una ciencia exacta de las relaciones de dependencia entre el cuerpo y el espíritu. La sensación no admite una medida directa; todo el problema consistirá en lograr una medida *indirecta*. No podemos medir la sensación, pero podremos constatar si se da o no, si aumenta o disminuye, si es más o menos intensa una que otra. Por el contrario, podremos medir los excitantes, la estimulación necesaria para que se dé una sensación o para percibir la diferenciación entre dos sensaciones.

El empleo del método estadístico es necesario. Los métodos psicofísicos utilizan las medidas de límites, implicando técnicas experimentales y matemáticas. ¿Se podrá llegar por este método a la medida de la sensación? Fechner busca determinar la medida de los límites sensoriales. Determinando dos límites diferenciales obtendremos cuatro sensaciones discernibles; sean estas cuatro sensaciones: Sa y Sb, Sc y Sd. Suponiendo que eran iguales las diferencias mínimas, Fechner establecía la siguiente relación:  $(S_b - S_a) = (S_d - S_c)$ .

La ley de Weber demostraba que el límite diferencial estaba en relación constante con el excitante. De este modo se llegaba a esta conclusión: la sensación está en función del excitante y el aumento de la sensación está en función del aumento del excitante. Esta relación es lo que Fechner intentará concretizar en una fórmula matemática, llegando a esta ecuación fundamental:  $dS = c \frac{dR}{R}$ , siendo  $c$  una constante de proporcionalidad. Integrando esta ecuación diferencial se podrá conocer la función correspondiente, es decir, encontrar la medida de la sensación. Fechner concluye con esta fórmula fundamental:  $S = c \text{ Log. } e R + C$ , siendo  $C$  una constante de integración. Esta es la fórmula fundamental que da el valor de  $S$  por cada valor de  $R$  cuando las dos constantes están determinadas.

Fechner pretendía encontrar el resultado buscado; demostrar el equivalente de la sensación y del excitante.

En la práctica, para la medida efectiva de la sensación la fórmula precedente no sería útil ya que hay en ella dos constantes desconocidas. Fechner eliminaría  $C$ , con lo que el problema quedaría resuelto, partiendo del límite absoluto correspondiente a la sensación cero, y siguiendo operando matemáticamente, llegando a esta fórmula de medida:  $S = K \log. 10 \frac{R}{r}$ . El valor de  $S$  corresponde al número de sensaciones discernibles por encima de la sensación  $S = 0$ , sensación que corresponde al límite absoluto.

Finalmente Fechner da un último paso. Mide  $R$  con relación al límite absoluto, es decir tomando  $r$  como unidad de medida de  $R$ , logrando esta fórmula llamada de Weber-Fechner:  $S = K \log. 10 R$ , reducible finalmente a esta otra:  $S = \log. 10 R$ . En esta fórmula  $R$  equivale al número que mide el excitante, tomando como unidad el valor del límite absoluto;  $S$  equivale al número que mide la sensación, tomando como unidad la sensación 1, es decir, la sensación correspondiente al excitante de valor 10, diez veces el límite absoluto.

3.—Thurstone va a dar un nuevo paso en el dominio de la psicofísica. Su trabajo se orientará no en el dominio de la psicofísica clásica, sino en el de la pedagogía cuantitativa y de la psicología aplicada.

La psicofísica se ocupa de las medidas *subjetivas*. Es evidente que en todos los dominios sensoriales aparecen *continuos psíquicos* paralelos a los *continuos físicos*, pero diferentes entre sí, si bien no todos los dominios sensoriales presentan continuos psíquicos paralelos. Sólo en algunos casos se da ese paralelismo, por ejemplo, hay un continuo en la longitud de las ondas luminosas, correspondiendo a un continuo paralelo en el orden de la visión; lo mismo puede decirse en el dominio auditivo. Hay otros contenidos psíquicos, sin embargo, a los que no corresponden continuos físicos paralelamente mensurables, v. gr. en el juicio del valor estético de una obra artística.

Al no poder recurrir a un continuo mensurable, se intentará resolver el problema por medio de una escala *subjetiva* que mida el continuo psíquico, construyéndola a partir de un nuevo modelo matemático: "la ley de juicio comparativo"; esto constituye un avance en el estudio de los problemas de la psicofísica.

Esta medida subjetiva no puede obtenerse por medio de medidas físicas. Por otra parte, tampoco el continuo psíquico es accesible directamente; sólo será conocido por el juicio de los diferentes sujetos. He aquí el carácter nuevo y típicamente subjetivo del método de Thurstone.

Paralelamente al continuo subjetivo habrá que trazar un continuo de *juicios valorativos*.

La escala subjetiva se construye partiendo de los juicios de los observadores: juicios que indican la presencia o ausencia de sensaciones, juicios de igualdad, de superioridad o de inferioridad. Estos juicios variables se lograrán por el sistema del muestreo; los resultados obtenidos permitirán elaborar la escala.

Una vez lograda la escala, se podrá resolver el problema de la psicofísica en el sentido estricto del tema, es decir, establecer relaciones entre los continuos psíquicos y los continuos físicos correspondientes. Numerosos problemas de psicología social y psicología aplicada se resuelven prácticamente por este método.

Una idea esencial de la psicofísica de Thurstone, y en lo que se revela como verdaderamente innovadora, es en la noción de *dispersión discriminante* que puede variar a través de un mismo continuo del estímulo. Partiendo de la ley del juicio comparativo, Thurstone juzga las leyes de Weber y Fechner; reconoce que son exactas en el caso de los continuos homogéneos, es decir, cuando presentan dispersiones discriminantes iguales.

Thurstone, lo hemos indicado ya, aplica su estudio de los problemas de la psicofísica a la investigación pedagógica cuantitativa y a la psicología aplicada, dominios de la máxima importancia práctica y donde no se puede aplicar la ley de Fechner por tratarse de continuos no homogéneos y de dispersiones discriminantes desiguales.

4.—En la medida de las energías sonoras, la ley de Fechner había dado origen a la escala de los db., universalmente conocida. Si esta ley era exacta, la medida de las energías sonoras en db. debería dar una relación de la intensidad de las impresiones sonoras; es decir, debería existir una relación lineal entre las energías sonoras en db. y la intensidad de las sensaciones. Esto parecía cumplirse experimentando con valores elevados, donde las diferencias iguales en db. daban diferencias sensibles iguales de impresión. Pero cuando se consideraba toda la banda de energías sonoras audibles, desde el límite absoluto hasta el límite del dolor, no se encontraba la correspondencia anterior. Había una progresión mucho más lenta que la que hacía prever la ley de Fechner, y se producía una relación no lineal.

Esto inquieta a los ingenieros, preocupados por problemas prácticos que exigen la medida de las intensidades subjetivas: medida del ruido de un motor, de una calle, valor aislante de una pared... Se precisaba, pues, una escala psicológica de las intensidades subjetivas que no podía basarse, por supuesto, en un juicio directo.

Las experiencias se multiplican muy pronto: Merkel en 1888 y 1894, si bien su método de *estímulo doble* no se empleó antes de 1930. Richardson y Ross (1930); Laird, Taylor y Wille (1932), Hans y Pakirson (1932), Geiger y Firestone (1933), Churcher, King y Davies (1934) ensayan diferentes procedimientos, si bien todos utilizan simples métodos subjetivos de multiplicación y división. Fletcher cree encontrar métodos más apropiados.

Fletcher (1933), Churcher (1935) y Stevens (1936) una vez recogidos los datos que creían suficientes, construyen una *escala de relación de las intensidades subjetivas*, la escala de sonidos.

Esta escala da una curva diferente a la obtenida por la ley de Fechner. La causa de esta diferencia es importante señalarla: la fórmula de Fechner se basa en el límite diferencial, es decir, en un juicio comparativo. Estos juicios comparativos son cosas diferentes a los juicios de *relación*; esto es lo que muestra la *curva de igual nivel sonoro* de Fletcher. Se observa que a diferentes frecuencias, el límite diferencial corresponde a sonidos cuya relación de intensidad subjetiva puede ser muy desigual. Esto se opone a la hipótesis fundamental de Fechner, según la cual las diferencias mínimas perceptibles de las sensaciones eran iguales, o, al menos, la doctrina de Fletcher postula una importante diferencia sobre la afirmación de Fechner: las diferencias mínimas perceptibles son iguales desde el punto de vista de la discriminabilidad, pero, al mismo tiempo, pueden corresponder a relaciones de intensidades subjetivas muy desiguales.

Con esta nueva doctrina entramos en lo que se ha llamado la psicofísica actual.

Las primeras escalas de relación medían exclusivamente la intensidad subjetiva de los sonidos. A partir de 1940 se ha extendido a otros dominios psicológicos: altura tonal (Stevens y Volkman: 1940), número de puntos perceptibles visualmente (1941), impresión de calor (1941), rapidez de una luminosidad visual, dificultad subjetiva de memorización de cifras (Reese, 1934), sobre el dolor (1948), impresiones subjetivas (1948), shocks eléctricos (1958).

5.—Las *escalas de discriminabilidad presentadas* por Garner pretenden ser un nuevo avance en el dominio de la psicofísica, aunque para algunos es una vuelta a los principios de Fechner. El mayor interés de este nuevo avance está, tal vez, en su relación con el inquietante problema de la teoría de la comunicación.

Diferentes teorías nacidas de los problemas de telecomunicación han pretendido servir de base a otros modos de comunicación, diferentes a los físicos, aplicándose incluso en el dominio de la percepción y del comportamiento; es decir en un dominio estrictamente

psicológico. En efecto, la tentativa no parece desprovista de sentido: en la percepción se da una respuesta determinada, escogida entre otras respuestas posibles correspondientes a otros excitantes. En el comportamiento el organismo escoge la respuesta más adecuada; en esta elección interviene no sólo la excitación actual sino otras sensaciones pasadas.

Surge, no obstante, una pregunta: los presupuestos matemáticos de la teoría de la comunicación ¿pueden ser válidos aplicados a los caracteres de la vida psíquica, particularmente en lo que ésta tiene de más complejo y variado? Parece difícil dar una respuesta afirmativa. Sin embargo, se han hecho ensayos de aplicación sobre situaciones psicológicas poco complejas: experiencias taquistoscópicas, tiempo de reacción, aprendizaje simple...

Las investigaciones persiguen fundamentalmente un fin teórico; aún cuando no se hayan descuidado totalmente las aplicaciones prácticas, en particular en el dominio industrial.

Miller y Erick en 1949 señalan las múltiples aplicaciones posibles de la medida de la información en el campo psicológico.

En 1951 Garner y Halke publican dos estudios experimentales sobre discriminabilidad de sonidos y sobre lectura por interpolación. En el primero de estos estudios elaboran estos autores lo que ellos llamaron una "escala de igual discriminabilidad". De este modo entran en el campo de la psicofísica.

El problema tal como se presenta en esta orientación está en relación con el juicio *absoluto* y el cálculo de la información transmitida en la teoría de la comunicación. En efecto, cuando un observador identifica un estímulo dándole un nombre o un número determinado, hace un juicio sobre el estímulo. Pero juzga solamente que el estímulo tiene un valor, sin precisar si es igual, mayor o menor que otro. Este valor se da en términos subjetivos. Muy probablemente estos juicios se hacen relacionándolos con un patrón subjetivo. Pero el método no exige comparación explícita. Stevens ha calificado a este juicio de *estimación de un estímulo*, y consiste en determinar la exactitud y la precisión con la que se puede juzgar de los valores físicos de un estímulo.

Se trata, como se ve, de una valoración opuesta a la de la psicofísica clásica: ésta intentaba medir el aspecto *subjetivo*, las sensaciones; en el caso presente se trata de una valoración *objetiva*.

Las fórmulas de la teoría de la comunicación entran en juego. El cálculo de la cantidad transmitida de información indica el número mínimo de categorías de estímulos que pueden emplearse para transmitir la máxima cantidad de información respecto de unos hechos determinados.

La elección de estímulos puede hacerse por una serie sucesiva de ensayos y tentativas, o guiados por otros criterios, en particular el empleo de estímulos que dan igual número de respuestas, o por medio de juicios lo menos erróneos posibles.

No queda todo resuelto con la utilización de la escala de igual discriminabilidad. El procedimiento es más complejo. Pero ya se ve la orientación que ofrece esta nueva perspectiva de la psicofísica.

6.—Como conclusión diremos que problemas, fundamentalmente metodológicos, quedan aún en pie. Un índice de ellos puede ser la controversia Stevens-Garner en el XV Congreso Internacional de psicología celebrado en Bruselas en el verano de 1957. Lo cual indica también la dificultad y la incertidumbre creciente con que se enfrenta el empleo de las matemáticas en el estudio de los fenómenos complejos, tanto de orden biológico como particularmente psicológico. Stevens ha advertido sabiamente sobre el error que puede existir en la aplicación de las manifestaciones según un criterio de dimensiones lineales.

Queda una puerta abierta que invita al continuado esfuerzo, al progreso científico, para llegar a conocer un poco mejor el mundo misterioso en que se relacionan lo corpóreo y lo psíquico.

#### *Resumiendo :*

1.—El nuevo método experimental comienza en los primeros años del siglo XVII. Se habla del milagro de los años 1620. Baste recordar algunos nombres: Kepler, Galileo, Harvey, Descartes.

2.—Fechner publica en 1860 su "psicofísica", y es considerado como el fundador de esta ciencia. Preocupado, sobre todo, por un problema filosófico-práctico: combatir sobre su propio terreno el materialismo científico, intenta establecer una relación matemática entre el estímulo y la sensación.

3.—Thurstone funda la psicofísica nueva (1927). Se preocupa del problema de las medidas mentales, particularmente orientadas hacia la pedagogía aplicada. Elabora las "escalas subjetivas".

4.—Hacia 1940 se desarrolla con Stevens la psicofísica actual. Establece las escalas de relación.

5.—Garner elabora las escalas de "discriminabilidad" para responder así a un problema técnico: la discriminabilidad de los signos. De este modo se relaciona con la teoría de la comunicación y sus problemas.

De este modo la psicofísica nació y sigue entroncada en el movimiento general de las ciencias.