

# *Perception & Psicofísica, modelo de una Fisioterapia más cuantificable*

M. Albornoz Cabello. *Profesor Colaborador del Area de Fisioterapia de la Universidad de Sevilla.*

J. Maya Martin. *Profesor Titular del Area de Fisioterapia de la Universidad de Sevilla.*

A. Yanez Alvarez. *Fisioterapeuta. Sevilla.*

P. Garcia Somorrostro. *Fisioterapeuta. Malaga.*

## **RESUMEN**

La medición de los efectos que mediante nuestra actuación realizamos sobre los pacientes no siempre es fácil. Este es un problema común a otras ciencias como la Psicología, que han solventado de diversas formas. El cómo estas otras ciencias resuelven esta dificultad nos puede ayudar a los fisioterapeutas a plantearnos metodologías y posibles opciones en las investigaciones que llevemos a cabo en un futuro próximo. La parte de la Psicología más próxima a la Fisioterapia es aquella que se encarga de todo lo referente a la Percepción; denominándose Psicofísica a la parte de la psicología que estudia la relación entre los estímulos físicos y las reacciones psicológicas que éstos ejercen sobre el hombre.

*Palabras clave:* investigación en Fisioterapia, psicofísica, escalograma.

## **ABSTRACT**

The measurement of the effects that, through our work, appear in treated patients is not always easy. This is a common problem to other sciences such as psychology, which has given an answer to this problem in various ways. In the same way, these resolutions can help us, physiotherapists, to study possible options and methodologies regarding future researches. The part of psychology the nearest to physiotherapy is that one that abroads everything related to perception, receiving the name of psychophysics. Psychophysics is the part of the psychology that studies the relation between physical stimulation and the psychological reactions that these stimulations generate in the person.

*Key Words:* Physiotherapy investigation, psychophysics, scaling.

## INTRODUCCIÓN

La cuantificación de los estímulos físicos (mecánicos, eléctricos, etc.), en Fisioterapia es un tema que no revierte gran dificultad, pero la percepción que los individuos hacen de los mismos es algo más complicado. Este mismo problema les surgió a los investigadores de mediados del siglo XIX que se enfrentaban a este dilema y lo resolvieron con diferentes teorías y metodologías de investigación. Así tenemos, por ejemplo, que describieron procesos de investigación para acotar o establecer las intensidades necesarias para que estímulos físicos tales como la luz visible o el sonido fuesen detectados por el hombre. A la ciencia que surgió de este tipo de investigaciones se le denominó Psicofísica [10], siendo su creador Fechner.

Por otro lado, el problema no se circunscribe únicamente a la posibilidad de medir la percepción que el ser humano tiene de los estímulos físicos a través de las diversas técnicas de Fisioterapia que aplicamos sobre él; sino más bien en lo que denominaríamos un proceso de *Escalamiento Psicofísico* [9], Entendiendo por ello el establecimiento de diversos niveles de percepción de los diferentes estímulos para de esa forma registrar de manera más clara y científica nuestra práctica diaria.

Posteriormente, desde el conocimiento de estas disciplinas se pueden extrapolar posibles metodologías de investigación, adaptándolas al ámbito de la Fisioterapia. Por ello se hace necesario ofrecer una serie de apuntes de lo que representa la psicofísica, de su evolución histórica y de su aproximación a un ámbito de conocimiento tan lejano, en apariencia, como es el de la Fisioterapia.

## LA PERCEPCIÓN EN EL SER HUMANO

La percepción es uno de los procesos psicológicos más importantes que el ser humano tiene en el procesamiento de la información. Este es un proceso que hace referencia a la actividad mediante la cual extraemos información de nuestro medio externo e interno.

A través de la percepción se elabora e interpreta la información que producen los estímulos para organizar y dar sentido a dicha información. Por lo tanto, su estudio va a ser esencial para entender cómo se adquiere el conocimiento de cualquier estímulo que el individuo sufra, ya sea interno o externo, como es nuestro caso. De ahí, que a los fisioterapeutas nos sea de gran utilidad lo percibido por el paciente, debido al proceso de retroalimentación informativa que se establece a la hora de dosificar o establecer el grado de intensidad de un estímulo dado.

Los seres humanos se relacionan con el medio o entorno con el que interactúan de manera constante y efectiva para poder sobrevivir. Sin embargo, esta interacción no sería posible en ausencia de un flujo informativo constante. A este flujo de información es a lo que denominamos percepción, que podemos definirla como: «el conjunto de procesos y actividades relacionados con la estimulación que alcanza a los sentidos, mediante los cuales obtenemos información sobre nuestro hábitat, sobre las acciones que realizamos en él y sobre nuestros propios estados internos» [17].

La percepción proporciona la información más esencial para la supervivencia de los humanos, pero además, el perceptor (sujeto que percibe) ha de desempeñar un papel activo en la extracción y utilización de dicha información [18].

La percepción también puede definirse como la experiencia producida por la estimu-

lacion de los sentidos. El principal objetivo de la Psicología de la percepcion es intentar explicar cómo tal estimulación da lugar a esa experiencia. Es decir, la Psicología de la percepcion intenta explicar cómo se construye o se produce la percepcion a partir de la interacción entre la energía física de los estímulos y el organismo receptor [19],

Desde un punto de vista teórico, el estudio de la percepcion se hace imprescindible para abordar algunas, si no todas, las técnicas fisioterapéuticas. La definición de percepcion muestra una serie de fases que serán fundamentales conocer para futuras investigaciones en Fisioterapia principalmente aquellas investigaciones que versen sobre medición y cuantificación de estímulos físicos (eléctricos, mecánicos, etc.).

## FASES DEL PROCESO PERCEPTIVO

Dentro del proceso perceptivo podemos distinguir cuatro fases bien diferenciadas:

1. **SENSACION:** Proceso mediante el cual captamos la información a través de los órganos de los sentidos, que pueden encontrarse en la piel, en las articulaciones, en los ojos, etc.

2. **TRANSDUCCION:** Proceso a través del cual la información externa (estímulo físico) se traduce o transforma en impulsos nerviosos o señales eléctricas. Es decir, la energía a la que son sensibles nuestros órganos sensoriales (presión, movimiento, etc.) se traduce en el tipo de energía en la que se basa el funcionamiento de nuestro sistema nervioso.

3. **TRANSMISIÓN:** A través del proceso de transmisión los impulsos eléctricos llegan al sistema nervioso central, a través de las diferentes vías nerviosas aferentes.

4. **análisis Y CONSTRUCCION DEL PERCEPTO:** Estas señales eléctricas son procesadas por el cerebro, produciéndose así la percepcion del estímulo y creándose un precepto de dicho estímulo.

Aplicando estas cuatro fases del proceso perceptivo a la práctica diaria de cualquier fisioterapeuta, e imaginándonos lo que nuestro paciente percibe ante las diferentes técnicas empleadas, entenderemos mejor por qué se le suscitan tantas cuestiones. Aunque, no son menos los interrogantes que nos afloran a nosotros, los fisioterapeutas, de cómo son percibidos los estímulos que aportamos mediante nuestra práctica profesional: masajes, movilizaciones, calor, frío, etc.

## PRINCIPALES ENFOQUES TEÓRICOS DE LA PERCEPCIÓN [9, 17]

### Antecedentes teóricos a Wilhelm Wundt (1832-1920)

Este autor es considerado como el «fundador» de la Psicología Experimental (1879). Sin embargo, su trabajo se basó en anteriores estudios proporcionados por físicos como Newton y Helmholtz, filósofos como Berkeley o fisiólogos como Müller. Por ello, cuando Wundt «fundó» la psicología y centra gran parte de sus trabajos en el ámbito de la percepcion, se encontró con que ya estaban establecidos muchos de los problemas a estudiar, la forma de hacerlo e, incluso, se habían formulado hipótesis explicativas concretas. Gran parte del trabajo realizado por Wundt consistió en desarrollar e integrar las aportaciones de quienes le precedieron en su interés por el estudio de la percepcion. Concretamente, hubo cuatro grandes tradiciones que sirvieron de base para el trabajo de

Wundt: la tradición física, la psicofísica, la filosófica y la fisiológica.

### La tradición física

El máximo representante de esta tradición es Isaac Newton, quien, a pesar de ser físico, estudió aspectos bastante psicológicos de la percepción. En 1666 realizó una serie de sorprendentes experimentos de los que extrajo importantes conclusiones con respecto a la percepción del color.

Uno de estos experimentos consistió en «la descomposición de la luz solar». Al pasar por un prisma la luz, esta se descompone en sus longitudes de onda, produciendo la percepción de distintos colores, en función de las distintas longitudes de onda, en un observador. Todo lo que necesitó fue limitar el paso de la luz a una habitación mediante un pequeño agujero en una ventana opaca, un prisma óptico capaz de descomponer la luz solar en sus distintas longitudes de onda y una pantalla blanca que reflejaba la luz descompuesta por el prisma. El resultado fue que en la pantalla aparecieron los colores del arco iris (el «espectro visible»). A partir de este resultado Newton concluyó que:

— **Es necesario distinguir entre el aspecto físico que posibilita la aparición de una determinada percepción y la percepción en sí.** La experiencia del color es una respuesta perceptiva ante un estímulo físico que no solo depende de sus características, sino también de las peculiaridades o características del sujeto perceptor.

— **La sensibilidad del ojo humano a las radiaciones varía al variar su longitud de onda.** De ahí que los colores correspondientes a las longitudes de onda medias como el verde y el amarillo se perciban como

más claros que los colores correspondientes a longitudes de onda más extremas como por ejemplo el rojo.

Newton también estudió los efectos de la mezcla de colores. Modificando la situación experimental de su estudio anterior, analizó lo que sucede cuando las radiaciones de dos o más longitudes de onda convergen en la misma parte de la pantalla. Los experimentos de Newton sobre mezcla aditiva de colores dieron lugar al surgimiento de un instrumento destinado a predecir el resultado de cualquier mezcla posible (el círculo de colores de Newton o rueda cromática). Implícitamente, este instrumento contenía leyes de mezcla de colores que han permitido muchas de las aplicaciones tecnológicas desarrolladas durante el siglo pasado, como por ejemplo el «principio de tricromaticidad», según el cual, tres luces de colores bien seleccionadas son capaces de producir mediante mezcla todos los colores que pueden aparecer en un aparato de televisión.

### La tradición psicofísica

Aunque ya a partir de Newton se comienza a distinguir entre el aspecto físico y el aspecto psicológico de la percepción, para poder estudiar los procesos perceptivos es necesario establecer una relación o correspondencia entre ambos tipos de propiedades (entre el continuo físico y el psicológico). Este fue precisamente el principal objetivo de la Psicofísica, que fue fundada en 1860 por *Gustav Fechner* [10],

A la hora de establecer la correspondencia entre una dimensión física (por ejemplo, la intensidad de una luz) y otra psicológica (por ejemplo, el brillo con el que se percibe), no habrá problemas para efectuar una medición

de la energía física, ya que, incluso en época de Fechner, se disponía de un buen número de escalas adecuadas. El problema surge a la hora de confeccionar una escala que permita medir la intensidad subjetiva o dimensión psicológica. Lo primero que haría falta sería determinar el cero de la escala psicológica o perceptiva, es decir, el punto por debajo del cual la estimación no pueda ser percibida, a lo que se ha llamado umbral de detección. Por ello, una de las primeras tareas de Fechner fue confeccionar una serie de métodos psicofísicos para ubicar o determinar la posición umbral en los distintos continuos físicos.

Una vez determinado el umbral de detección que nos indique el cero de la escala psicológica relacionada con una determinada dimensión física, el siguiente paso sería establecer las unidades de la escala en su intervalo funcional.

Por ejemplo, imaginemos que en nuestro ámbito un estímulo físico-eléctrico de una corriente T.E.N.S. comienza a apreciarse o a percibirse cuando su intensidad es de 10 mA (umbral de detección). Y cuando dicho estímulo físico alcanza una intensidad de 30 mA, empieza a producir dolor («umbral de dolor»). La pregunta sería: ¿cuántos niveles psicológicos pueden establecerse o cuántas divisiones podemos hacer en la escala psicológica entre la sensación producida por el estímulo de intensidad 10 y 30 mA? Si a la primera intensidad que podemos detectar (umbral de detección) se le atribuye el valor cero (0); parece lógico asignar uno (1) en la escala psicológica a la sensación percibida como más intensa que la anterior; dos (2) a la siguiente y así sucesivamente.

Fechner, con la ayuda de otro investigador alemán, Ernest Weber y una vez en posesión de escalas físicas y psicológicas suficientemente delimitadas y «regladas», además de disponer de datos que relacionaban una con

la otra, establece una función matemática que relaciona lo físico y lo psicológico. De acuerdo con Fechner, la forma general que adoptaría esta ley (ley de Fechner) sería la siguiente:

$$S = K \times \log I$$

*Según la ley de Fechner, el nivel de sensación (S) está en función de una constante (K) cuyo valor dependerá del continuo físico considerado, multiplicado por el logaritmo de la intensidad física (log I).*

Aunque la Ley de Fechner hoy día no se considera correcta, es la base de las escalas decibelicas. Fechner fue el primero en intentar establecer leyes psicofísicas y en proporcionar instrumentos para medir cuantitativamente la percepción, instrumentos que serían utilizados y perfeccionados por el propio Wundt.

Por otra parte, para que Wundt pudiera desarrollar una explicación veraz del proceso perceptivo, además de establecer leyes psicofísicas que relacionaran el continuo psicológico con el continuo físico, era necesario establecer mecanismos que explicaran por qué se producen tales leyes.

En este sentido, el legado más importante fue el proporcionado por las concepciones de los filósofos empiristas británicos.

### **La tradición filosófica o empirista**

Existe una rama de la filosofía, la epistemología, que se ocupa de la forma en que adquirimos conocimiento sobre el mundo. Dentro de ella se ha producido durante siglos

un enfrentamiento entre dos posturas extremas, el empirismo y el nativismo.

La filosofía empirista surge en Inglaterra durante la segunda mitad del siglo XVII de la mano de Hobbes y Locke, contando entre sus más importantes representantes figuras como *Hume* o *Berkeley*.

Los filósofos empiristas defendían la idea de que nuestros sentidos son la principal fuente de adquisición de conocimientos. De acuerdo con Hume, los contenidos de nuestra mente son las «percepciones», existiendo dos tipos: las simples y las complejas. Las percepciones simples, que posteriormente se denominarían sensaciones, serían los elementos más simples e irreducibles de la experiencia consciente (por ejemplo, una sensación de color). A partir de estas sensaciones, y mediante la asociación, se construirían las percepciones complejas (por ejemplo, la percepción de una cara). Es decir, los empiristas asumían que las «percepciones» se formaban mediante asociaciones de «sensaciones».

Una vez asumido que las «percepciones» se formaban mediante asociación de «sensaciones», la tarea a realizar era determinar las causas de su origen y, posteriormente, la forma en que debían combinarse para dar lugar a las percepciones. En este esfuerzo los empiristas se encontraron pronto con el problema de la ambigüedad informativa del estímulo proximal: aquel que llega a los órganos sensoriales. Se encontraron con el problema de las «constancias perceptivas».

Según Berkeley, si la mente humana debe construir las percepciones a partir de las sensaciones, y si éstas se producen en respuesta a la estimulación proximal (en la periferia) que alcanza nuestros sentidos, y si la estimulación proximal es ambigua respecto a lo que nos rodea; entonces no tenemos ninguna razón para suponer que nuestra percepción

pueda ser fidedigna y corresponder a la realidad. Es más, ni siquiera tenemos motivos para suponer que se den semejanzas entre la percepción experimentada por distintos individuos. Esta posición, a la que se le denomina Idealismo, tuvo uno de sus máximos exponentes en este autor.

Sin embargo, el propio Berkeley fue consciente de que el Idealismo conducía a un callejón sin salida, del que intentó escapar aceptando la existencia de ciertas sensaciones fidedignas que servían para validar, mediante asociación, a las que no lo eran. Como ejemplo de cómo concebía Berkeley este tipo de validación, nada mejor que considerar la forma en que analizó el problema de la percepción de la profundidad o tridimensionalidad.

La forma en que los filósofos empiristas plantearon algunas cuestiones de la percepción, como el problema de la tridimensionalidad, tuvieron un fuerte eco en las concepciones de siglos posteriores.

### La tradición fisiológica

Además de por las tradiciones física, psicofísica y filosófica, el trabajo de Wundt también se vio influido por el avance de la fisiología. En este sentido, destaca la «Teoría de las energías nerviosas específicas» propuesta por el fisiólogo *Müller* en 1838. Según esta teoría, la experiencia asociada a la activación de un nervio sensorial depende únicamente de su naturaleza y no de la naturaleza del estímulo que activa a dicho nervio sensorial. Por ejemplo, aunque nuestro nervio óptico pueda activarse por la influencia de energía luminosa, mecánica e incluso eléctrica, en cualquier caso el resultado de esta activación sería una sensación visual.

En esta misma línea, si aplicamos una débil descarga eléctrica proporcionada por un electrodo sobre cualquier nervio sensorial, para activar la respuesta de los mismos, en función del nervio sensorial al que se le aplique la descarga la sensación podrá ser visual, auditiva, gustativa, etc., aunque el tipo de estimulación aplicada en todos los casos, la descarga eléctrica, sea la misma.

Por otra parte, se da una clara especificidad en la capacidad de los receptores para responder a los distintos tipos de energía.

### La teoría clásica de Wundt

La teoría clásica fue el resultado de la confluencia de las cuatro tradiciones que acabamos de comentar. Además de Wundt, otros autores importantes dentro de esta teoría fueron Titchener y Helmholtz.

Los principales postulados de la teoría clásica fueron los siguientes:

a) Se consideraba la sensación como la unidad mínima de la experiencia consciente, a partir de la cual se construyen las percepciones mediante procesos asociativos.

b) Se consideraba que se producía una sensación cuando era activado algún receptor y que tal activación se producía preferentemente ante un determinado tipo de energía.

Partiendo de estas premisas, para la teoría clásica las investigaciones más importantes que debían realizarse para el estudio de la percepción debían ser:

— Estudios relacionados con las condiciones que delimitan el surgimiento de las sensaciones.

— Estudios dirigidos a determinar cuáles son las características de las sensaciones.

— Estudios dirigidos a determinar la forma en la que se combinan las sensaciones para dar lugar a la percepción.

Dentro de los estudios encaminados a establecer las condiciones que delimitan el surgimiento de las sensaciones, estarían las investigaciones psicofísicas que sirvieron para establecer umbrales de detección en distintos continúos sensoriales. Concretamente, lo que se pretendía en este tipo de estudios era determinar qué cantidad de energía de un determinado tipo se requiere para que el individuo experimente una sensación y pueda, por tanto, detectar la presencia de un estímulo.

Con respecto a los estudios encaminados a determinar las características de las sensaciones destacaron aquellos en los que las sensaciones de color se descompusieron en sus atributos más básicos a partir de un análisis exhaustivo y analítico de las cualidades de la experiencia perceptiva (el método de la introspección analítica).

Entre los estudios encaminados a analizar el modo en que la combinación de sensaciones daba lugar a las percepciones, se encuentran los trabajos realizados por Wundt sobre la génesis de algunas ilusiones perceptivas, las cuales se producen cuando se da una falta de correspondencia entre lo percibido y «la realidad».

### ¿QUÉ ES LA PSICOFÍSICA?

La psicofísica es el estudio de la relación entre las propiedades de los estímulos físicos y las reacciones psicológicas (relación compleja) que estos ejercen sobre el hombre.

El padre de la Psicofísica es *Gustav Theodor Fechner* (1801-1887), físico, filósofo y psicólogo alemán, se le considera el fundador de la psicofísica y, por tanto, de la psico-

logía experimental. Nació el 19 de abril de 1801 en Gross Sarchen, baja Lusacia, estudió Medicina y Física en las universidades de Dresden y Leipzig. Fue en esta ciudad donde vivió la mayor parte de su vida. En su universidad ejerció como catedrático de física desde 1834 hasta 1839.

El interés de Fechner por la psicofísica derivaba de su esperanza de resolver con ella el clásico problema de la mente y el cuerpo. Fechner creía que había resuelto dicho problema, demostrando gracias a la psicofísica que mente y cuerpo son solo dos aspectos distintos de una misma realidad subyacente.

Fechner siguió los estudios empezados por Ernest Weber, que tras múltiples estudios concluyó que existen 3 tipos de umbrales en la percepción de las sensaciones:

*Un umbral máximo:* que es la magnitud a partir de la cual no captamos, es decir no percibimos ningún cambio en la sensación. En consecuencia, advertimos la misma sensación con independencia de la variación en la intensidad del estímulo.

*Un umbral mínimo:* que es la mínima magnitud o cantidad de estímulo que necesitamos para captar una sensación.

*Un umbral diferencial:* que es la cantidad que hay que añadir para que capturemos un cambio en una sensación.

Su obra más destacada, *Elementos de psicofísica* (1860), ejerció una enorme influencia en el estudio de la sensación y la percepción, no solo por su teoría, sino por el método experimental que reveló.

Basándose en la que el denominó «Ley de Weber» (referido a Ernest Heinrich Weber), desarrolló la Ley de Fechner (enunciada anteriormente). Ley que establece la relación cuantitativa que existe entre las sensaciones psíquicas y los estímulos físicos que las origi-

nan, hoy uno de los principios básicos de la percepción.

Para demostrar la validez de su ley, Fechner desarrolló pruebas metodológicas con las que dio comienzo la aplicación de técnicas de laboratorio para estudiar fenómenos psíquicos, la denominada psicología experimental.

## OBJETIVOS DE LA PSICOFÍSICA

1. Desarrollar métodos para determinar (medir) la reacción psicológica (percepción) de un individuo ante los diferentes estímulos físicos.
2. Determinar las unidades para la medición de esas percepciones.

Como podemos observar, los objetivos anteriormente expuestos entroncan con la situación actual y el desarrollo en que se encuentra la Fisioterapia. Este hecho y las posibilidades que nos ofrecen las diferentes metodologías empleadas a lo largo de la historia y en el momento actual por parte de la Psicofísica, con pequeños ajustes en algunos casos, pueden hacernos recapacitar para el aprovechamiento tanto en el diseño de metodologías en estudios de investigación en Fisioterapia como en el análisis del trabajo cotidiano y su posterior cuantificación. Esta cuantificación nos ayudaría a establecer criterios de eficacia y eficiencia de las diferentes técnicas fisioterapéuticas.

## PROBLEMAS COMUNES DE LA FISIOTERAPIA Y LA PSICOFÍSICA

El principal problema al que debe hacer frente la Psicofísica y la Fisioterapia es la cuantificación precisa de los estímulos físicos

con respecto a la percepcion por parte del individuo.

La medicion del efecto de los estfmulos ffsicos por el observador no es tan simple:

Por un lado, la relacind entre la energia fisica de un estimulo y la experiencia perceptiva que produce dicho estimulo no es unívoca, esto es, que puede producir distintas percepciones. Factores como «ruido» interno, atencidn, contextos diferentes, etc. pueden ocasionar que el mismo estimulo sea percibido de manera diferente en diversas ocasiones.

Por otro lado, la experiencia perceptual es privada (subjetiva). La dnica manera de que un observador externo (investigador) pueda obtener informacind sobre la experiencia subjetiva o interna de otra persona, es ocasionando que dicha persona exprese su percepcibn de forma cuantificable mediante lo que se denomina escalas de actitudes.

Por ultimo, la relacind que existe entre la experiencia perceptiva y la respuesta a dicha experiencia tampoco es unívoca, esto es, depende de factores intrinsecos y extrínsecos del individuo: personalidad, motivacion, etc.

Esta serie de problemas han sido tratados por la Psicofisica desde sus orígenes de diferentes formas. La Fisioterapia puede y debe apoyarse en todo lo desarrollado por la Psicofisica (metodologías de investigacind, procedimientos de muestreo, evaluacind de escalogramas, etc.) para de esta forma resolver los problemas comunes que presentan los dos ambitos de conocimiento.

## EL ESCALAMIENTO PSICOFÍSICO

### Metodo de cuantificacion de la Fisioterapia moderna

El origen de las técnicas de escalamiento psicofisico surge y adquiere especial impor-

tancia en la segunda mitad del siglo xix para resolver los problemas de medida. Así los científicos tuvieron que afrontar el desafío de resolver los dos topicos fundamentales del momento: de un lado, el problema del estudio de las diferencias individuales y su medida, que origina el desarrollo posterior de los tests y sus teorías; de otra parte, el problema de la medida de la resonancia, sensaciones o impactos subjetivos que provocan en los individuos los diversos estfmulos físicos graduables en su intensidad.

En otras palabras, lo que estudia la psicofisica es la relacind entre las características físicas de los estfmulos y las sensaciones que producen en los individuos dichos estfmulos. Como senala Barbero (1993: 23), «este problema dio origen al desarrollo de una subespecialidad de la psicología científica conocida con el nombre de Psicofisica, cuyo máximo representante fue Fechner, que sentó las bases del escalamiento, tanto psicofísico como psicológico».

Fechner (1860) establece la relacind entre los continuos físicos, a lo largo de los cuales varían los estfmulos, con los continuos psicológicos, a lo largo de los cuales varían las sensaciones que dichos estfmulos producen en las personas. Dicha relacind queda establecida en la Ley Logarítmica de Fechner, ya comentada, en cuyo desarrollo aportó, además, la invencidn de un *conjunto de métodos de escalamiento psicofísico* cuyo objeto era lograr las medidas de las sensaciones a través de la medida de los estfmulos físicos que las producen. Entre estos métodos, que la psicofisica desarrolla con cierta profusion, los más extendidos y reconocidos son los denominados métodos de confusión de los que también se han desarrollado muy diversas modalidades. No obstante, los métodos de confusión coinciden, principalmente, en utilizar a los individuos como herramienta de

diferenciación entre dos estímulos que se contraponen para que el individuo elija el de mayor intensidad, siendo estos estímulos físicos tan parecidos en intensidad que no son *ni perfectamente diferenciables ni completamente indiscriminables*. Con esta base, Fechner trabaja con el procedimiento de las *diferencias apenas perceptibles* (d.a.p.). Estas d.a.p. pueden hallarse y definirse empíricamente utilizando experimentos basados en los métodos de confusión.

Concretamente, mediante el desarrollo de experimentos diseñados con métodos de confusión de estímulos, en los que los individuos valoran un número suficiente de veces las diferencias de dichos estímulos y eligen cada vez el que considera más potente, se desarrollan tablas de frecuencias de elección de los estímulos con las que pueden estimarse las probabilidades de los mismos.

En este sentido, se cumplen algunas derivaciones lógicas de esta actividad de discriminación subjetiva:

— La suma de probabilidades de la elección de uno u otro estímulo es, lógicamente, la unidad:

$$P(a) + P(b) = 1$$

— Si ambos estímulos son de igual intensidad física, dadas un número suficiente de observaciones, las probabilidades de ambos estímulos es la misma:

$$[\text{si } a = b \rightarrow p(a) = P(b) = 0,5];$$

— Si un estímulo tiene mayor intensidad física que el otro, la probabilidad de su elección también es superior:

$$[\text{si } a > b \rightarrow p(a) > p(b)]$$

El desarrollo ulterior de la psicofísica se produce fundamentalmente a partir de las contribuciones de dos autores de gran importancia en el ámbito de la medida. De un lado, un autor muy relevante y conocido en el campo de la teoría de la medida como es Stanley Smith Stevens (1906-1973): «La medición es la asignación de números a objetos o fenómenos de acuerdo a ciertas reglas». Dicho autor contribuye al desarrollo de la psicofísica reformulando el modelo de Fechner como la *Ley Potencial* y formulando nuevos métodos de escalamiento psicofísico. Stevens, también propone la *Ley General de la Psicofísica*, con la que se considera que da inicio la Psicofísica moderna [20].

Por otro lado, Thurstone (1887-1955) que, basándose en los mismos supuestos fechnerianos, aborda el problema de la inadecuación de estos procedimientos psicofísicos para la medida de variables (subjetivas o psicológicas) no relacionadas con algún continuo físico (actitudes, intereses...) y que requieren nuevos métodos de escalamiento. El desarrollo de modelos matemáticos por Thurstone, cuyas ecuaciones se reconocen bajo la denominación de *Leyes del Juicio Comparativo*, y posteriormente su reformulación en la *Ley del Juicio Categórico*, le lleva a plantear nuevos métodos de escalamiento (intervalos sucesivos, intervalos aparentemente iguales, el método de ordenación por rangos, entre otros) originando un nuevo campo de estudio diferente al psicofísico: el *escalamiento psicológico* [7].

## ESCALAMIENTO PSICOFÍSICO

### Desarrollo y diversificación de las técnicas e instrumentos

El ámbito del escalamiento está ligado a la teoría de la medición, adquiriendo un de-

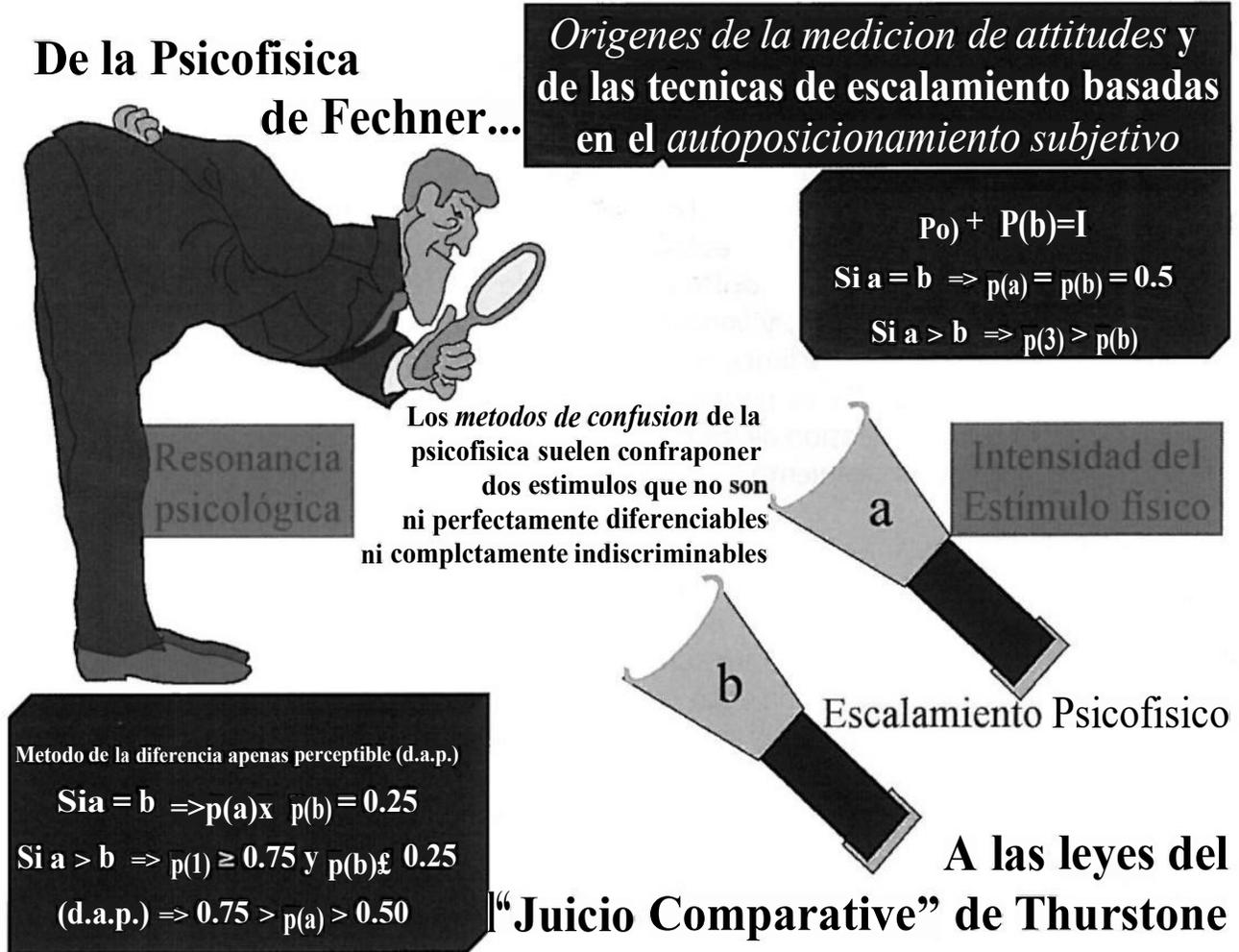


Fig. 1. De la Psicofisica de Fechner a las "Leyes del Juicio Comparative" de Thurstone [12L]

sarrollo espectacular (sobre todo en su vertiente multidimensional) desde los años sesenta. Ello es así porque el campo de la medida en su totalidad, y con ello el del diagnóstico en particular, recibe desde hace unas cuatro décadas un impacto cultural muy importante. Este impacto ha sido provocado por el advenimiento, primero, de la informática estadística y, posteriormente, por Internet.

En definitiva, desde la aparición de la estadística informática los clásicos modelos teóricos de la matemática se convierten en argumentos susceptibles de modelar empíricamente a partir del análisis informático de

grandes masas de datos, antes inviables manualmente.

Otra posibilidad, en los últimos tiempos, la representa el escalamiento psicofísico múltiple. En su origen, un punto de inflexión significativo y determinante es el trabajo de Torgerson (1958) [22], que concibe la extensión del escalamiento para el caso de juicios basados en más de un atributo o dimensión de los objetos. Ello va a contribuir al desarrollo del escalamiento multidimensional al punto de que puede descontextualizarse de la propia teoría psicofísica y reconvertirse en modelos estadísticos de análisis de datos multi-

variantes de escalamiento multidimensional (MDS), con variedad de técnicas recogidas en los diversos programas informáticos (p.e. SPSS) y múltiples aplicaciones en ciencias sociales y humanas, principalmente.

Pero desde el punto de vista de la medida, más allá de los sencillos métodos de escalamiento unidimensional, sugeridos por Dunn-Rankin (1988) por su simplicidad y versatilidad de uso tanto en las aplicaciones como en los cálculos manuales, hoy es posible visualizar claramente una extensión de los mismos en las técnicas de escalamiento multidimensional [15].

Estos métodos de escalamiento multidimensional aluden necesariamente al tratamiento estadístico multivariable de conjuntos de datos matriciales para representar estructuras matemáticas en las cuales se conjugan las distancias/proximidades de objetos y sujetos. Todo un conjunto de técnicas estadísticas multivariantes contribuyen al desarrollo de estos modelos (ACP, análisis factorial, cluster, análisis discriminante; o, de un modo muy específico, las técnicas de escalamiento multidimensional -MDS- métrico y no métrico).

Con este tipo de técnicas multivariantes podemos proceder a la representación separada y conjunta de los objetos y los sujetos, considerando sus niveles escalares y las asociaciones entre niveles de rasgo, objetos y sujetos, en el espacio  $n$ -dimensional definido; ello, con el sentido de elaborar inferencias muy diversas. Si bien estos enfoques posteriores, en que es posible trabajar de forma multidimensional, son más generalizables para el trabajo con datos diagnósticos e incluso permiten el trabajo diagnóstico con varias escalas a la vez, no debemos olvidar la importancia para el diagnóstico físico de los métodos unidimensionales (que serán los más extendidos y desarrollados para la investigación en Fisioterapia).

Ello por dos motivos [2]: uno, referido a la sistematización de todo el conocimiento y especialmente hay que atender a los métodos de escalamiento que originaron precisamente este campo; por otro, porque hay algunos de estos métodos clásicos y unidimensionales que no tienen parangón o desarrollo posterior en los modelos multidimensionales, como es el caso de las escalas Likert (1932) que permiten el posicionamiento de individuos sobre una escala o, también, el caso del método de escalograma de Guttman (1950) [14] que permite sobre la misma escala el posicionamiento conjunto de objetos y sujetos.

Todo lo anteriormente comentado nos proporciona a la investigación en Fisioterapia un horizonte muy amplio, si bien con pequeños ajustes. La Fisioterapia moderna precisa de establecer los umbrales y posteriores niveles en cuanto a multitud de continúos físicos como son todos los estímulos que aportamos a nuestros pacientes, a través de las diferentes técnicas de tratamiento y la cuantificación de los mismos por parte de éstos.

## CONCLUSIONES

La Psicofísica nos brinda a los fisioterapeutas una excelente gama de metodologías nuevas y ricas en posibilidades para acometer la dimensionalidad de la Fisioterapia en todos sus ámbitos, o al menos en muchos de ellos, sobre todo en el momento de desarrollo actual en que se encuentra la disciplina.

Como hemos comprobado a lo largo de la exposición del tema, la percepción es un tema muy tratado por otras ciencias (psicología, física, filosofía, etc), desde hace varios siglos y su cuantificación ha sido la base para otras muchas (pedagogía, sociología, etc.); por ello no debemos dejar pasar la oportuni-

dad que para la Fisioterapia representan estos conocimientos.

La Fisioterapia moderna en su propio ámbito de conocimiento y, en virtud de su más que demostrada dimensión técnica y humana, no debe encorsetarse únicamente en describir mediante estudios de carácter experimental situaciones de eficacia de tal o cual tratamiento y si de dimensionar todo lo referente a su ámbito social.

Los futuros fisioterapeutas requieran conocer y manejar trabajos científicos que sirvan de base para sucesivas investigaciones, para lo cual se hace imprescindible en el momento actual acometer estudios de cuantificación de los diversos estímulos físicos que manejamos en nuestra práctica diaria y de cómo éstos son percibidos por nuestros pacientes.

Se hace imprescindible para el desarrollo científico de la Fisioterapia el adquirir por parte de los profesionales un lenguaje científico que describa y sirva para una exposición más acorde en la comunidad científica en general. Dicho lenguaje debe ampararse en otros ya existentes y a partir de ahí diversificarse.

La importancia que la informática tiene en nuestros días es incuestionable. Por ello sería recomendable por parte de los fisioterapeutas conocer y manejar programas de análisis de datos como por ejemplo el SPSS, DIANE y otros con el fin de elaborar sus trabajos científicos bajo el amparo y resolución que dichos programas brindan.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Arabie, R, Carroll, J.D. y DeSarbo, W.S. (1987). *Three-Way Scaling and Clustering*. Newbury Park, CA: Sage.
2. Arce, C. (1994). *Técnicas de construcción de escalas psicofísicas*. Madrid: Síntesis.
3. Barbero, M. I. (1993): *Psicometría II. Métodos de elaboración de escalas*. Madrid: LINED.
4. Buendía, L. (1998): Técnicas e instrumentos de recogida de datos. En P. Colas y L. Buendía. *Investigación Educativa*. Sevilla: Alfar, pp.201-248.
5. Carmona, J. (2002). *La teoría de facetas y el escalamiento multidimensional en la elaboración y validación de cuestionarios de actitudes: una aplicación al dominio de las actitudes hacia la estadística* (tesis doctoral inédita; localizable en la Biblioteca de la Facultad de Psicología de la U. de Sevilla: Y TD PS-226).
6. Colmenero, J.M. (1997). *Perception, Atención y Memoria*. Jaen: Servicio de publicaciones e intercambio científico. Capítulo 3.
7. Coren, S.; Ward, L. M.; Enns, J. (1979-2001). *Sensation and Perception*. 5a Ed. (Traducción al Castellano: Sensación y Percepción. México: McGraw-Hill).
8. Del Rincon, D. y Otros. (1995). *Técnicas de investigación en Ciencias Sociales*. Madrid: Dykinson.
9. Dember, W. y Waim, J.S. (1990). *Psicología de la Percepción*. Madrid: Alianza Psicológica. Capítulo 1.
10. Fechner, G.T. (1860, 1966). *Elements of psychophysics*. New York: Holt.
11. García-Albea, J.E. (1999). Algunas notas introductorias al estudio de la Percepción. Barcelona: Uriach.
12. García Pérez, R. (2003) *Lección Magistral: Construcción y Validación de los Escalogramas Guttman*.
13. Goldstein, B. (1992). *Sensación y Percepción*. Madrid: Debate. Capítulo 1.
14. Guttman, L.L. (1950). The Basis for Scalogram Analysis. En S.S. Stouffer, L.L. et al. *Measurement and Prediction, vol IV*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
15. Hernández Pina, F. (1993). *Pedagogía Experimental. Proyecto docente e investigador*. Universidad de Murcia. Documento inédito.
16. Lickert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 140, 44-53.

17. Lillo, J. (1993). *Psicología de la Perception*. Madrid: Debate, (pp.81-92).
18. Matlin, M.W. y Foley, HJ. (1996). *Sensation y Perception*. Mexico: Prentice Hall, (pp.17-25).
19. Montserrat, J. (1998). *La perception visual*. Biblioteca Nueva. Psicología Universidad. (pp. 133-152).
20. Munar, J. Rossello y A. Sanchez-Cabaco (Eds.), *Atencibn y Percepcion* (pp. 179-200). Madrid: Psicología y Educacion. Alianza Editorial.
21. Muniz, J. (1991). *Introduction a los metodos psicofisicos*. Barcelona: PPU.
22. Torgerson, W. (1958). *Theory and Methods of Scaling*. New York: Wiley.