que está más de acuerdo con la definición anterior dada por Campbell (1928) que sostiene que la medición es asignación de números para representar propiedades de los sistemas materiales en virtud de leyes que gobiernan estas propiedades. Es decir, no medimos un árbol sino su peso, altura, dureza, diámetro. Para los efectos de la investigación es usual definir la propiedad mediante una definición operacional que la describa por sus indicadores o notas típicas que sobresalen de la propiedad. Por ejemplo, aprender rápidamente una lectura es un indicador de buena memoria inmediata. Los indicadores reflejan las notas dominantes de una propiedad y se identifican a través de sus observaciones. De esta manera volviendo a la definición de medición se asignan numerales a los indicadores de un comportamiento como expresión observable de esta propiedad. La medición de una propiedad implica por lo tanto una relación de isomorfismo que significa equivalencia de formas, es decir, una relación uno a uno entre la estructura lógica del sistema numérico y la estructura de la naturaleza que se manifiesta en las propiedades que se miden. Así podemos sumar dos naranjas con dos naranjas, pero no dos naranjas con dos manzanas. La medición psicológica fue uno de los primeros problemas que preocuparon a los científicos de la psicología y todos sabemos la exactitud de las leyes de Fechner y Stevens y su intento de medir las relaciones con los estímulos que las producen. Actualmente las usamos sin prestar demasiada atención a estas mediciones como cuando oímos hablar de decibeles y de sensación térmica.

Para poder aplicar un modelo matemático a las propiedades de la naturaleza éstas deben cumplir ciertos requisitos que se correspondan con los números. Estos son los requisitos de isomorfismo. Por lo tanto, veamos cuales son las propiedades fundamentales de los números. Estas son tres: orden, distancia y origen.

Orden: los números están ordenados de menor a mayor: 1, 2, 3, 4, etc.

Distancia: las diferencias entre los números también están ordenadas. Por ejemplo:

$$8 - 5 > 7 - 5$$

$$10 - 8 < 10 - 7$$

$$5 - 3 = 7 - 5$$

Origen : la serie numérica tiene un origen que señalamos “cero”: $8 - 0 = 8$

Cuando no hay isomorfismo es que las propiedades de los objetos no satisfacen las propiedades de los números. Sin embargo, algunas veces no satisfacen todas las propiedades de los números, pero si algunas y para ello Campbell (1928) definió nueve postulados básicos para la medición que son los siguientes:

Postulados de identidad:

1) $a = b$ *ó* $a \neq b$ *Los números son iguales o diferentes entre sí.*

2) $a = b$ entonces $b = a$ La igualdad es simétrica.

3) Si $a = b$ *y* $b = c$ *entonces* $a = c$*. Transitividad)*

Orden jerárquico:

4) $a > b$ *entonces* $b < a$ *Asimetría*

5) $a > b$ *y* $b > c$ *entonces* $a > c$ *Transitividad.*

Aditividad:

6)Si $a = p$, $b > 0$ *entonces* $a + b > p$ *Posibilidad de sumar.*

7)$a + b = b + a$ *. El orden de los sumandos no afecta el resultado.*

8) $a = p$, $b = q$ *entonces* $a + b = p + q$ *Los objetos idénticos pueden substituirse.*

9) $(a + b) + c = a + (b + c)$*. El orden de las asociaciones no produce diferencia en el resultado.*

La medición en Psicología ha sido difícil de aceptar en parte por la gran influencia de dos grandes pensadores como Kant, que no creía que la psicología como estudio de la experiencia interna pudiera ser sometida a una comprobación objetiva (Toloso Gil,1998) y Bergson que había insinuado que las matemáticas no podían aplicarse a la psicología. Sin embargo, hoy se acepta la medición en psicología porque la estructura del pensamiento del hombre y de la actividad psicológica en general poseen propiedades que desde el punto de vista lógico son suficientemente similares a la estructura de las matemáticas. Es posible por lo tanto, establecer un isomorfismo. Por ejemplo Lord y Novick (1968 p.17) definen la medición como “un procedimiento para la asignación de números (puntajes o medidas) a propiedades especificadas de unidades experimentales de tal modo que las caractericen y preserven las relaciones señaladas en el dominio comportamental”. Las “reglas” en el sentido de Stevens(1951) y el “preservar las relaciones” de Lord y Novick suponen que para representar la propiedad debe existir un isomorfismo entre las características del sistema numérico y las relaciones entre las diversas cantidades de la propiedad medida. El problema de la construcción de escalas ha recibido una gran atención desde los trabajos de Stevens siendo actualmente la Teoría Representacional de la medición la posición más ortodoxa en cuanto a la conceptualización de la medida. Esta teoría es axiomática y formalizada y trata el tema de la medición articulándolo en tres grandes áreas: el problema de la representación, el de la unicidad y el de la significación. La teoría tiene su origen en los trabajos de Hölder y Russell alrededor de 1900, pero quienes han dado las formulaciones más completas son Luce, Krantz, Tversky y Suppes (1979) y Mitchewll (1990). No podemos entrar en detalle en estas nuevas teoría. Digamos sólo que desde el punto de vista de la representación la medición supone encontrar un sistema relacional numérico con una estructura semejante al relacional empírico que se pretende medir. Dada esta semejanza uno de los sistemas puede utilizarse para representar al otro. El problema de la unicidad hace referencia a la arbitrariedad de los números elegidos según la teoría representacional. Una vez establecidas las relaciones numéricas es posible asignar distintos conjuntos de números a los elementos del sistema manteniendo el homomorfismo es decir pueden obtenerse distintas escalas de números para la misma variable o atributo. El problema de la significación se refiere a la validez de una conclusión numérica. Esta validez siempre es relativa al tipo de escala en que se basan las inferencias. Stevens plantea la solución en términos de los estadísticos admisibles para cada tipo de escala.

Un planteo distinto al de la teoría representacional, es el de la teoría de la medición conjunta de Luce y Tukey (1964) que también es una teoría axiómática. Los procedimientos clásicos de cuantificación (medición extensiva) suponen encontrar una forma de combinar las cantidades empíricas que refleje directamente la naturaleza cuantitativa de la variable. La medición conjunta permite detectar la estructura cuantitativa de una variable a través de relaciones ordinales observadas entre sus valores.

Niveles de medición

Si aceptamos la definición de Stevens(1951) según la cual medir es asignar números a los objetos o fenómenos de acuerdo a ciertas reglas, podemos ver que en la medición hay cuatro niveles o tipos de escalas que son: nominal, ordinal, de intervalos iguales y de razones o cociente

Nivel nominal o clasificatorio

Según algunos autores como Coombs & otros (1970) y Torgerson (1958) no debería considerarse un nivel de medición, pues en realidad no se mide nada, sólo se clasifica. Están a nivel nominal, por ejemplo, las clasificaciones de pacientes psiquiátricos, las clases de profesionales, así como los números que se usan para los teléfonos o las cédulas de identidad de las personas. En estos casos los números asignados a cada categoría no son más que una etiqueta, podríamos usar en vez de números letras o cualquier otro símbolo para diferenciar un grupo de otro. Acá solo se cumplen los postulados de identidad o equivalencia de Campbell. Cuando tenemos los datos en forma de diferentes categorías podemos hacer con ellos muy pocas elaboraciones estadísticas, solo podemos hallar porcentajes de cada categoría, la moda, algunas pruebas de contingencia como la de ji cuadrado y algunas otras pruebas estadísticas no paramétricas. En una clasificación el constructo de interés es el objeto o clase de objetos. En el resto de las mediciones se trata de medir alguna propiedad de los objetos o unidades de análisis.

Nivel ordinal

Acá las categorías señalan que alguna propiedad tiene diversos grados. Las categorías de las propiedades pueden ordenarse, pero no se sabe en realidad la distancia entre un valor y otro. Por ejemplo, si hablamos de la educación de los ciudadanos podemos dividirlos en categorías según educación primaria, secundaria, y universitaria. Se supone que en los secundarios la propiedad educación sería mayor que en los primarios y los universitarios mayor que la de los secundarios, pero no se puede saber cuánto más, es decir, la distancia entre un grado y otro. Acá rigen ya los postulados de orden señalados por Campbell. Con estas escalas tampoco se puede trabajar mucho estadísticamente; pero sí se puede hallar la mediana, la correlación de Spearman y algunas otras pruebas no paramétricas.

Escalas de intervalos iguales

Acá tenemos categorías diferentes, orden y distancias iguales numéricas que corresponden a distancias iguales empíricas en la variables que se desea medir, aunque el origen de la escala es arbitrario. Tienen una unidad de medición igual y constante pero el origen y la unidad de medida son arbitrarios. Así en psicología un CI (cociente intelectual) de 110 y uno de 105 representan la misma diferencia que hay entre uno de 115 y uno de 110 pero el 0 de la escala es arbitrario, y no se puede decir que una persona que tiene un cociente intelectual de 120 tenga el doble de inteligencia que alguien que tiene un CI de 60. En física también se usan escalas de intervalos iguales con 0 arbitrario, por ejemplo, en la medición de la temperatura. El 0 en grados centígrados o Celsius corresponde a la temperatura de congelamiento del agua, pero se hubiera podido poner en cualquier otro lugar. Por ejemplo en la escala de temperatura de Fahrenheit el nivel de congelación del agua son 32 grados. La unidad de medición, el grado, y el 0 es arbitrario en ambas escalas de temperatura; pero ambos sistemas nos dan la misma información y están relacionados de modo lineal con una ecuación del tipo $y = a + bx$ en donde x = variable independiente, y = variable dependiente y a y b son constantes. Por ejemplo para transformar grados centígrados a grados Fahrenheit debemos usar la siguiente fórmula: $F = 32 + 9/5\ C$. Así para saber cuántos grados F. son 30º C tenemos $F = 32 + 9/5 \times 30 = 32 + 279/5 = 32 + 54 = 86$. Por el mismo procedimiento podemos calcular algunos otros valores de temperatura C y F y podemos hacer la siguiente tabla comparativa:

C	*0*	*10*	*30*	*100*

F	*32*	*50*	*86*	*212*

Si colocamos en un gráfico los grados centígrados en la abscisa y los grados F en la ordenada la representación será una recta.

También podemos ver que la relación de diferencias en una escala es igual a la relación de las diferencias de los mismos puntos en la otra escala Así:

30 – 10 *86 – 50*

10 - 0 *50 – 32*

La relación entre los intervalos es independiente de la unidad empleada y del punto de origen, pues los intervalos son iguales.

En cambio la relación entre dos puntos cualesquiera de una y otra escala no es la misma. Así para la escala C 30/10 = 3 mientras que en F los mismos o puntos correspondientes 86/50 = 1,7.

Cuando una variable se puede medir a este nivel de intervalos iguales se pueden hacer casi todas las operaciones estadísticas paramétricas y no paramétricas, muchas veces es el ideal para los psicólogos, tanto es así que muchas veces se ven obligados a forzar algo los datos, como cuando en las escalas de Lickert que son propiamente escalas ordinales, se asignan números a los intervalos y se las trata como si fueran escalas de intervalos iguales por la comodidad que estas representan desde el punto de vista estadístico.

Nivel de medición por cocientes o razones

Acá los intervalos son iguales; pero además el 0 es real, corresponde a la nada de la propiedad medida. Este es el nivel que suelen tener casi todas las escalas físicas. Por ejemplo tenemos la escala de medir pesos. Podemos hacerlo con kilogramos o con libras. Acá la transformación de una a otra escala es lineal de la forma “y = bx”, es decir que la recta pasará por el origen de las coordenadas. La ecuación para transformar Kg a libras es L = Kg .2,2. Podemos hacer una tablita con algunos valores y el gráfico correspondiente

Kg	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*
L	*0*	*2,2*	*4,4*	*6,6*	*8,8*	*11*

Acá también como es la escala de intervalos iguales:

33-2 / 2-1 = 6,6-4,4/4,4-2,2 = 1

Pero además acá vemos que *la razón o cociente* entre dos puntos de la escala es igual en ambos tipos de mediciones. Así 3/2 = 1,5 6,6/4,4 = 1,5, lo que como vimos no sucede en la escala de intervalos iguales. Acá todas las operaciones aritméticas están permitidas y por tanto también todas las estadísticas incluyendo la media geométrica. En psicología casi nunca podemos usar este nivel de medición aunque existen algunas escalas de sensaciones como las propuestas por la Ley de Stevens.

Existen otros tipos de escalas menos usadas por ejemplo las escalas de*intervalos logarítmicos* uno de cuyos ejemplos es la escala de los decibelios (Nunnally y Berstein,1995).

Finalmente, existe un nivel de medición *absoluto* formado por el conteo que es el tipo de medición más potente que presupone además de todo lo anterior que la unidad de medición es fija. En este caso cualquier transformación destruiría alguna propiedad de la escala. Una operación de contar produce una medición absoluta pero en psicología no existen razones teóricas para considerar un evento de propiedades absolutas.

Bibliografía

Bunge, M. (1973). ***La Ciencia, su Método y Filosofía***. Edición Siglo XX, Buenos Aires.

Coombs, C. H. , Dawes, R. & Tuersky, A. (1970). ***A Mathematical Psychology***. Prentice-Hall, New Jersey.

Kerlinger, F. N. (1964). ***Foundations of Behavioral Research***. Holt, Rinehart, New York.

Nunnally, J. C. (1967). ***Psychometric theory***. Mc Graw – Hill, New York.

Stevens, S. S. (1951). ***Handbook of Experimental Psychology***. J. Wiley and Sons Inc. , New York.

Torgenson, W. S. (1958). ***Theory and Methods of Scaling***. J. Wiley and Sons Inc. , New York.

Watson, J. (1919) (1955, Ed. castellano) ***El conductismo***. Editorial Paidós, Buenos Aires.

Woodworth, R. S. & Schlosberg, H. (1954). ***Experimental psychology***. Holt, Rinehart & Winston, New York.

Bibliografía ampliatoria de esta temática:

Bernstein, A. (1964). ***A Handbook of Statistics Solutions for the Behavioral Sciences***. Holt, Rinehart & Winston, New York.

Campbell, D. T. & Stanley, J. (1963). ***Experimental and Quasi-Experimental design for Research***. Mc Nally, Chicago.

Coombs, C. H. (1964). ***A Theory of Data***. J. Wiley and Sons Inc. , New York.

Cortada de Kohan, N. (1994). ***Diseño Estadístico***. EUDEBA, Buenos Aires.

Festinger, L. & Katz, D. (1972). ***Los métodos de investigación de las ciencias sociales***. Editorial Paidós, Buenos Aires.

Guilford, J. P. (1964). ***Psychometric methods***. Mc Graw – Hill, New York.

Kish, L. (1965). ***Survey Sampling***. J. Wiley and Sons Inc. , New York.

Thorndike, R. L. (1971). ***Educational measurement***. American Council on Education, Washington (2nd edition).

Thorndike, R. L. & Hagen, E.(1986). ***Measurement and evaluation in psychology and education***. J. Wiley and Sons Inc. , New York.

Tolman, E. C. (1951). Purposive behavior in animals and men. University of California Press.

Skinner, B. (1953). ***Science and Human Behavior***. Macmillan, New York.