



**CSC**  
Centro de  
Sistemas de  
Conocimiento

# Medición y Cuantificación

Secciones 12.6 y 12.7 del libro *El Comportamiento Científico*. México: Limusa-Wiley, 1983, pp. 188-196.

*Francisco J. Carrillo Gamboa*

## 12.6 Medición

La determinación de la relación consiste en especificar las constantes numéricas que la describen. Esta operación depende también de la forma previa de conceptualizar un fenómeno, de la manera en que se define y, por tanto, de cómo se mide, así como del nivel de análisis en que se opera y de las unidades seleccionadas para ello. La búsqueda de la relación más exacta suele ser un arduo camino de autocorrección que, como en la práctica de la operacionalización, va redefiniendo sistemáticamente el producto y también lo va perfeccionando.

La medición es básicamente un proceso de comparación, de atribución de significado empírico entre dos unidades dimensionales: una constante y conocida vs una variable y desconocida. La evolución en la concepción de un fenómeno se advierte en el perfeccionamiento de las escalas (arreglos de unidades constantes) para referir un conjunto ordenado de valores discretos a un conjunto ordenado de fenómenos u objetos (Campbell, 1928). Más formalmente, se dice que medición es el proceso por medio del cual se asigna un número a una propiedad física de algún objeto o conjunto de objetos con propósitos de comparación (N.C.T.M., 1979); mientras el término medida designa el número de unidades de la propiedad dada (ID).

La más primitiva asignación de representaciones de valor a grupos de fenómenos es la nominal, donde las representaciones adquieren una función verbal meramente discriminativa (no sucesiva), por lo que propiamente no constituye una medición.<sup>4</sup>

La escala ordinal ya distribuye sucesivamente las asignaciones adjetivas que se hacen a un conjunto de eventos (caliente-tibio-frío), pero su espaciamiento sigue siendo arbitrario. Los fabricantes de los termómetros rudimentarios diferían con respecto al empleo de agua, mercurio o alcohol como fluido, y era difícil observar correspondencia entre sus diferentes medidas. Hacia el siglo XVIII estaban en uso cerca de veinte escalas diferentes basadas en puntos de referencia tales como aquel en que se derrite la mantquilla o la frescura de una bodega parisiense.

La escala intervalar logra establecer valores constantes entre los distintos puntos unitarios de la escala. Las escalas Celsius (centigrada) y Fahrenheit, aunque difieren en los valores numéricos, se pueden usar indistintamente dado que para un cambio en la temperatura existe una misma variación proporcional en sus lecturas respectivas. Ambas definen una unidad (grados de calor) que describen cambios uniformes entre intervalos sucesivos. Sin embargo, los puntos de referencia siguen siendo arbitrarios y sus razones carecen de significado.

Sólo la escala proporcional hace coincidir la distribución de las magnitudes posibles de un fenómeno, además de sus intervalos, con un punto cero significativo en que el fenómeno se deja de definir. La escala proporcional se puede considerar real en el sentido en que según la forma que está diseñada describe exactamente la forma en que varía el fenómeno y que ambos se dejan de definir simultáneamente. La escala Kelvin, adecuada para describir la verdadera naturaleza del calor—que no es una sustancia sino un movimiento—, hace corresponder el punto 0 con la ausencia total de presión en un gas: ninguna actividad molecular. El cero absoluto, como la velocidad de la luz, son las magnitudes límite de dos escalas: nada es más frío ni se mueve con más rapidez en el universo (vease Castle, 1965).

**Tabla 12.1: Propiedades definidoras de las escalas de medición (según S.S. Stevens, 1951; adaptado de Batschelet, 1976).**

	Nominal	Ordinal	Intervalar	Proporcional
Indicación de rangos	No	Sí	Sí	Sí
Definición de intervalos	No	No	Sí	Sí
Punto de referencia arbitrario	No	No	Sí	Sí
Punto de referencia absoluto	No	No	No	Sí
Razones significativas	No	No	No	Sí

No obstante, la mejor escala no garantiza por sí misma una adecuada medición. Una parte considerable de las escalas experimentales es de tipo intervalar y su proporcionalidad se va estableciendo sólo conforme se logra un conocimiento muy preciso del fenómeno en cuestión. Pero existen dos criterios que evalúan finalmente

la significación de una medida particular. Estos son: *validez*, o sea que la unidad de medida ( $M$ ) ha de variar en función del fenómeno ( $F$ )

$$M = f(F)$$

*confiabilidad*, o sea que el instrumento de medición ( $I$ ) ha de variar en función de la unidad de medida

$$I = f(M).$$

El primer criterio muestra de hecho el grado de conocimiento que se tiene de un fenómeno en un momento dado, mientras que el segundo plantea más bien cuestiones de ingeniería. Se puede advertir que, al igual que en la operacionalización, con estos criterios es posible deshacerse de numerosas "medidas" que se emplean generosamente, en particular al abordar fenómenos humanos. Pero habiendo desaparecido los términos, no hace falta preocuparse por medir pseudofenómenos como la "inteligencia", las "actitudes", etc. Por otro lado, la teoría matemática de la medida establece cuatro condiciones para que una asociación numérica se pueda definir como medida:

- a) *Aditividad finita* (la medida del conjunto debe ser igual a la suma de las medidas de todas sus partes);
- b) *Conjunto vacío* (la medida de "nada" o "ninguno", debe ser 0);
- c) *Monotonía* (la medida de una parte de algo no debe ser mayor que la medida del todo); y
- d) *Replicabilidad* (si la medición se hace de cierto modo en determinadas condiciones físicas prescritas, entonces al repetirse una observación se deberán obtener resultados equivalentes) (N. C. T. M., *op. cit.*)

## 12.7 Cuantificación del Proceso: Empírico

Se ha venido sosteniendo aquí el carácter *instrumental* de la lógica y la matemática dentro de la práctica científica. Son el instrumento más adecuado para codificar y representar los acontecimientos de la naturaleza mediante entidades discretas cuyo propio comportamiento siga las reglas que mejor se aproximen al de los eventos en sí (Reny, 1967).

Su participación en las distintas etapas del proceso por el cual se obtiene información acerca del comportamiento de los fenómenos de la naturaleza, se podrá describir mejor resumiendo el ciclo empírico de la siguiente manera:

- a) *Definición de campo.* Se procede a la delimitación de los fenómenos dimensionales que se han de considerar relevantes dentro de un área de estudio, lo que constituye la instauración de una disciplina científica propiamente dicha. Aquí se define la *estructura* (por ej: que elementos lo forman) de un campo de fenómenos.
- b) *Identificación de variables y definición de conceptos.* Definida la estructura del fenómeno, se han de identificar las unidades dimensionales que lo conforman. Esto hace posible definir (operacionalizar) los fenómenos que se van a estudiar. Estos primeros pasos son necesarios antes de emprender las observaciones empíricas propiamente dichas.
- c) *Búsqueda de relaciones funcionales.* Identificadas las variables, se procede a buscar cuáles cambian en función de otras. El procedimiento puede ser, como se indicó antes, observacional o experimental: lo que lo valida en último caso es la congruencia de la función.
- d) *Determinación de la forma de la función.* Cuando una función se muestra congruente (cuando  $P \rightarrow 1$ ), hace falta que esta relación muestre su proporcionalidad obteniendo la razón de las magnitudes relativas a los distintos parámetros, de manera que para cada valor de la *VI* sea posible derivar con precisión el valor correspondiente de la *VD*.
- e) *Formulación de una teoría.* Consiste, finalmente, en la relación cuantitativa que se establece entre un conjunto de principios establecidos empíricamente y expresados matemáticamente en funciones proporcionales: el papel del cálculo descrito antes en el concepto de teoría, que parte de la explicación y avanza hacia la predicción contrastable.

De nuevo esto es una idealización y seguramente no se podría, como Noé, encontrar un mínimo de casos reales apegados a la norma. Sin embargo, las actitudes productivas de los científicos (estrictamente su comportamiento científico) conforman una dinámica que se podrá ubicar siempre dentro de este proceso. De esta manera, no se puede pretender con propiedad que una teoría científica *ha nacido* hasta que no cumpla el ciclo por vez primera: hasta que ofrezca una primera explicación científica de un campo de fenómenos.

Las operaciones matemáticas correspondientes a cada etapa se pueden ahora identificar más fácilmente (de acuerdo con los mismos incisos):

- a) afirmación de la dimensionalidad de un conjunto de eventos (la definición no es una operación matemática en sí, pero fundamenta las subsiguientes)

- b) medición intervalar de los mismos
- c) derivación intervalar de los mismos
- d) cálculo y confirmación de su proporcionalidad
- e) relación cuantitativa de las funciones dentro del modelo más simple que las comprenda (Cfr. Kline, 1959)