

La importancia de medir

Adriana Ducoing Watty*
Jorge Lecumberri López*

Cuando se planea una investigación, deben considerarse algunos aspectos fundamentales, por ejemplo: la determinación de lo que se va a medir; es decir, cuáles características de determinado fenómeno son de interés, así como los procedimientos de medición que se utilizarán para conocerlas.

El hecho de definir lo anterior muestra lo que realmente se está estudiando,¹ ya que diferentes procedimientos de medición para una misma característica pueden conducir a distintos resultados. De aquí resulta la importancia de conocer cuáles niveles de medición existen, a éstos últimos se les conoce como *escalas de medición*.

La elección de una escala de medición no es necesariamente una decisión del investigador, puede estar determinada por las condiciones inherentes a la característica que se estudia.

En la presente nota se presenta una descripción de diversas escalas de medición, en virtud de que la elección de las mismas es determinante tanto para el planteamiento de objetivos de una investigación como para los análisis y obtención de las conclusiones de la misma. Además, se ofrece una clasificación de las variables.

Escalas de medición

Medir significa tipificar, etiquetar, clasificar las diferentes modalidades con que se presenta cierta propiedad de interés de un fenómeno.^{2,6} Por ejemplo, si se está interesado en conocer el sexo de los mamíferos, se sabe que hay dos modalidades, a las cuales se les clasifica o mide como machos o hembras; si la propiedad de interés es la altura a la cruz de los caballos en el hipódromo, cuyas modalidades son infinitas, se puede medir en metros y centímetros.

Esta tipificación es, en algunos casos, muy burda. En el ejemplo anterior se puede clasificar a los caballos como altos o bajos, o bien tipificar más finamente mediante la asignación de un número que represente la intensidad con la que se produce la característica en estudio, que

para el caso de la estatura sería en metros y centímetros.

La forma de medir no es sólo una decisión del investigador, sino que ésta puede estar determinada por condiciones inherentes a la propiedad que se estudia.

Medir consiste en asignar números o nombres a las modalidades con que se presentan las propiedades particulares de los fenómenos naturales o sociales, con el fin de determinar las relaciones entre dichas propiedades.

El número que se asigna a alguna modalidad de una propiedad particular sirve para representar la cantidad relativa de esa propiedad asociada al objeto que se mide.

La medición siempre se refiere a propiedades de los objetos y no a los objetos en sí.² Hay varias formas de medir las propiedades de los fenómenos aleatorios. A éstas se les llama escalas de medición y son las siguientes: escala nominal, escala ordinal, escala de intervalo, escala de razón y escala absoluta.^{5,6}

Escala nominal^{1,2,5,6}

Hay ciertas propiedades de los fenómenos cuyas modalidades no significan un incremento o decremento de la magnitud de la propiedad en sí, sino simplemente significan diferentes manifestaciones de dicha propiedad. Por ejemplo: raza, sexo, color, etcétera.

Para medir tales propiedades, lo único que se hace es establecer diferentes categorías sin especificar ninguna relación entre ellas, en estas últimas se clasifican a los objetos o seres en los cuales se estudia la propiedad.

Las categorías deben ser mutuamente excluyentes y conjuntamente exhaustivas; es decir, cada elemento poblacional sólo podrá ser clasificado en una sola categoría y todos los elementos deben pertenecer a una categoría.

Cuando se miden las modalidades de una propiedad de esta forma se dice que se utiliza una escala nominal de medición. Se pueden utilizar números o nombres para identificar las categorías. Estos identificadores pueden ser intercambiados sin que se altere la información. Por este motivo, las operaciones aritméticas no tienen sentido. Cuando se utiliza este tipo de escala solamente se pueden emplear las estadísticas descriptivas como frecuencia y moda, puesto que éstas no se alteran al intercambiar los símbolos que designan las categorías.

Recibido para su publicación el 20 de febrero de 1996.

* Departamento de Genética y Bioestadística, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México D.F.

El medir con una escala nominal es el nivel mínimo de medición. Véase a continuación un ejemplo: En una exposición ganadera se presentó el siguiente número de animales de cada raza: Charolais, 224; Angus, 39; Hereford, 125; Santa Gertrudis, 18; Limousin, 22. La característica o propiedad que interesa en el fenómeno exposición ganadera es la raza de los bovinos, la cual se mide en una escala nominal. En este sentido:

- Se deben establecer las categorías, que son todas las razas que participan en la exposición, de tal manera que todos los bovinos se podrán clasificar en una categoría (por lo que las razas en su conjunto son exhaustivas).

- Cada bovino será clasificado en la raza a la que pertenece; el pertenecer a una raza excluye al bovino del resto de las razas (por lo que las categorías son mutuamente excluyentes).

- Las razas podrán ser identificadas por sus propios nombres: Charolais, Angus, Hereford, etc., o por medio de letras: A, B, C, etc., o por números: 1, 2, 3, etc.

- El orden que se utilizó para las razas se puede intercambiar. Se podrían ordenar en forma alfabética, de mayor a menor frecuencia, viceversa, etc.

- Si se utilizan números no tendría sentido efectuar operaciones aritméticas con éstos.

- Las frecuencias se observan en el ejemplo anterior. La moda en este ejemplo es la raza Charolais.

Escala ordinal^{1,2,5,6}

Hay propiedades de fenómenos cuyas modalidades guardan cierta relación respecto de la intensidad con la cual se presenta la propiedad. Por ejemplo: la gravedad de una lesión (leve, moderada, grave), calidad de la carne (suprema, primera, segunda), condición corporal (asignar un número del 1 al 5), etc.

Para medir tales propiedades, al igual que en la escala nominal, se forman categorías mutuamente excluyentes y conjuntamente exhaustivas, que agrupan diferentes modalidades; sin embargo, con la diferencia de que estas categorías sí pueden ordenarse en forma apropiada de acuerdo con el grado de intensidad de la propiedad en sí. Al medir las modalidades de una propiedad, de esta forma se dice que se utiliza una escala ordinal de medición.

A las categorías se les dan nombres o números, pero en este caso sí guardan una relación de orden, en virtud de que ahora los objetos que se miden no sólo son diferentes entre sí respecto de la característica de interés, sino que guardan una relación de orden entre ellos, de tal forma que las clases que se definen y, en consecuencia, los símbolos que las representan, pueden ordenarse.

Cuando se asignan números a las categorías, no importa el número que se les dé, siempre y cuando se preserve el orden.

Cuando se usa una escala ordinal no es posible sumar, restar, dividir ni multiplicar los identificadores de las categorías (aunque se usen números para ello). Se puede calcular la mediana, la moda y obtener frecuencias. Nótese que la mediana no cambia al modificarse los

símbolos de las categorías y preservar el orden.

Véase el siguiente ejemplo: Se midió la condición corporal de los burros de un municipio, para lo cual se clasificaron en pésima, mala, regular, buena y excelente. Por facilidad de manejo de datos se identificaron las categorías con números. Los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

<i>Número</i>	<i>Condición</i>	<i>Frecuencia</i>
1	Pésima	192
2	Mala	139
3	Regular	84
4	Buena	9
5	Excelente	2

Esta propiedad está medida en una escala ordinal.

- Las cinco categorías cubren todas las posibilidades, por lo que cualquier burro tiene que estar incluido en alguna de ellas (categorías conjuntamente exhaustivas).

- La clasificación de un burro en una categoría lo elimina automáticamente del resto (categorías mutuamente excluyentes).

- Las categorías tienen un orden en cuanto a la intensidad de la propiedad estudiada, ya que se sabe que un burro que se clasifique con condición corporal mala, se encuentra entre pésima y regular.

- Los números que se les asignaron pueden ser cambiados, siempre y cuando se respete el orden, así se podría decir que la categoría pésima tiene un identificador de -2, la mala -1, la regular 0, la buena 1 y la excelente 2. O bien cualquier otra numeración. Por lo anterior, es totalmente ilógico efectuar operaciones aritméticas, ya que si se pueden cambiar los identificadores, el resultado sería totalmente diferente.

- Las frecuencias se observan en el cuadro anterior. La moda es: condición corporal pésima; y la mediana: mala.

Escalas de intervalo^{1,2,5,6}

Hay propiedades de los fenómenos cuyas modalidades, además de guardar cierta relación de orden, permiten cuantificar el cambio de intensidad de una modalidad a otra, pero no la magnitud de la intensidad.

A las modalidades se les asignan números, pero éstos no representan la magnitud, sino sólo sirven para evaluar cambios en la intensidad. Cambios iguales en las magnitudes de los números manifiestan cambios iguales en las magnitudes de las modalidades; es decir, en esta escala, además de saber el orden, se conoce la distancia entre dos números o modalidades. Por ejemplo: la temperatura, inteligencia en humanos (no existen muchos ejemplos aplicados a medicina veterinaria y zootecnia).

En este tipo de escala no se puede definir la razón o cociente entre números o modalidades. El cero y la unidad de medida son arbitrarios. La razón entre dos intervalos es independiente de la unidad de medida utilizada y del punto cero.

Se pueden realizar sumas o restas con los números: No tiene sentido la división entre dos números, pero sí lo tiene la división de diferencias de números.

La escala de intervalo es la primera escala verdaderamente cuantitativa. Se pueden utilizar todas las estadísticas paramétricas (media, desviación estándar, correlación, etc.)

Por ejemplo, se realizó un estudio sobre el efecto de las temperaturas del medio ambiente, en este sentido se obtuvieron los promedios de temperatura en diferentes lugares, las cuales se midieron en grados centígrados y Fahrenheit.

Lugar	Centígrados	Fahrenheit
1	16.0 °C	60.8 °F
2	21.5 °C	70.7 °F
3	26.5 °C	79.7 °F
4	32.0 °C	89.6 °F

La temperatura se mide en una escala de intervalo:

- En este caso no se establecen categorías, sino que la propiedad se mide mediante números.
- El origen es arbitrario: cero grados centígrados no corresponde a cero grados Fahrenheit.
- La unidad de medición también es arbitraria, un grado centígrado es igual a 9/5 grados Fahrenheit.
- No se puede decir que el lugar 4 tiene una temperatura promedio del doble que el 1; aunque en la escala centígrada sí es el doble, en la Fahrenheit no lo es.
- La diferencia de temperaturas entre el lugar 2 y 1 en ambas escalas es 5.5°C y 9.9°F, respectivamente, que es la misma diferencia entre el lugar 3 y 4 en ambas escalas (5.5°C y 9.9°F).
- Se pueden obtener la media, la moda, la mediana, la desviación estándar, etc., de la temperatura.

Escalas de razón^{1,2,5,6}

Existen propiedades de los fenómenos cuyas modalidades representan cambios graduales en cuanto a la intensidad con la que se manifiesta la propiedad; además, a diferencia de la anterior, hay un estado donde la propiedad no se manifiesta. Por ejemplo: peso de un animal, producción láctea, cantidad de ácido úrico en la orina, etc.

Para medir tales propiedades se utiliza lo que se conoce como escala de razón que consiste en asignar números a las diferentes modalidades de la propiedad, además como se presenta un estado donde la propiedad no existe, a éste se le identifica con el número cero.

Esta escala tiene como características: que el cero está fijo y la unidad de medida es arbitraria; existe orden entre las diferentes modalidades de la propiedad; las diferencias entre números corresponden a diferencias entre magnitudes de las modalidades; se pueden establecer relaciones de razón entre las magnitudes de las modalidades; se puede realizar cualquier operación aritmética con los valores numéricos asignados a los objetos.

Por ejemplo, se midió el peso de treinta cerdos de una granja, con los siguientes resultados en kilogramos:

Peso de cerdos (en kilogramos)					
43	72	60	72	77	80
83	85	63	114	73	80
76	55	72	85	77	82
60	36	86	66	89	79
66	74	45	84	65	86

El peso de los cerdos se mide en una escala de razón:

- El peso puede medirse en kilogramos o en libras, o bien cualquier medida de peso (la unidad de medida es arbitraria).
- El peso cero en cualquier sistema de medición es cero: cero kilogramos es igual a cero libras, a cero onzas o a cero en cualquier unidad de medida (el cero está fijo).
- El cerdo que pesa 74 kilogramos se sabe que se encuentra entre el que pesa 72 y el que pesa 76.
- La diferencia de peso entre el cerdo que pesa 72 y el de 74, es la misma que el de este último y de 76.
- El último cerdo pesa lo doble que el primero. Esto es independiente del sistema de medición: si se cambia a libras o a onzas seguirá siendo el doble.
- La media de estas observaciones es 72.83; la mediana es 75; la moda 72; la desviación estándar es 15.56, etc.

Escala absoluta.²

Cuando la propiedad que interesa medir corresponde a un conteo, se utiliza como escala de medición la conocida como absoluta, que consiste en asignar números enteros positivos, incluyendo el cero, a las modalidades de las propiedades estudiadas. Por ejemplo: número de garrapatas, número de lesiones, número de lechones destetados, etc.

Cumple con todas las características mencionadas para las escalas de razón, con excepción de que la unidad de medida es fija (no es arbitraria), por ejemplo: se midió el número de lechones destetados en veinticinco partos con los siguientes resultados:

Número de lechones destetados				
8	7	6	7	13
7	8	8	9	10
10	8	10	10	10
9	9	11	12	11
8	11	8	9	11

El número de lechones se mide con una escala absoluta:

- No existe otra forma de medirse más que como conteo.
- El valor cero es fijo, que sería el caso de una cerda que no destete ningún lechón.
- La cerda que destetó 9 lechones se encuentra entre la que destetó 8 y la que destetó 10.
- La diferencia entre la cerda que destetó 8 y la que destetó 10, es la misma que la de esta última con la que destetó 12.

- La cerda que destetó 10 lechones tiene un valor 25% más alto que la que destetó sólo a 8 (las proporciones se guardan).

- La media de lechones destetados es de 9.2; la desviación estándar es de 1.73; la mediana es 9; y la moda es de 8.

Tipos de variables

Con el fin de tipificar las diferentes modalidades con que se presenta una propiedad de un fenómeno, se utilizan diversas escalas de medición, que asocian símbolos (nombres o números) a las diferentes modalidades.

Se le llama variable a la propiedad de interés que se presenta en diferentes modalidades en la población en estudio.

Existen múltiples clasificaciones para las variables,^{2,3,4} dos de ellas son las siguientes: *cuantitativas* y *cualitativas*, y *discretas* y *continuas*.

Son cuantitativas cuando expresan la magnitud de las modalidades de una propiedad; por ejemplo, peso, producción láctea, conversión alimentaria, etc.

Se les denomina cualitativas a las que expresan tan sólo un atributo; por ejemplo: sexo, raza, condición corporal, etc.

Las variables discretas son aquellas que identifican modalidades que cambian de unidad en unidad y no existen puntos intermedios, por ejemplo: número de lechones.

Las continuas son aquellas que identifican modalidades que cambian de un objeto a otro en forma ininterrumpida; es decir, entre dos valores hay un sinnúmero de valores intermedios. Por ejemplo: altura a la cruz, hematocrito, etc.

Relación entre escalas de medición y tipos de variables

La relación entre escalas de medición y tipos de variables se puede representar en el siguiente esquema:

<i>Variable</i>	<i>Escala</i>	<i>Variable</i>
Cualitativa	Nominal Ordinal	Discreta
Cuantitativa	Absoluta Razón Intervalo	Continua

Conclusión

Cuando se planea una investigación debe elegirse con sumo cuidado la escala de medición de las características a estudiar, ya que de esto dependerá, por un lado, que realmente se mida lo que se desea medir, y, por otro, que se puedan realizar los análisis estadísticos adecuados para llegar a conclusiones que respondan a los objetivos planeados.

Abstract

In a research project it is fundamental to determine what is going to be measured and the procedures for doing it. Measuring deals with typifying, labelling and classifying different forms, in which a certain property of interest is presented in a phenomenon. There are different ways of measuring the properties of aleatory phenomena. These ways called measuring scales and include the nominal, ordinal, interval, relation and absolute measuring scales. How to choose a measuring scale is not necessarily a decision of the researcher. It can be determined by the inherent conditions of the characteristics that have been studied. There are many ways of classifying the variables; among them, two stand out and are described in the article: the first one divides the variables in quantitative and qualitative ones; the second one in discrete and continuous ones.

Literatura citada

1. Blalock, H.M.: Social Statistics. *Mc Graw Hill*, New York, 1960.
2. Cañedo, D.L., García, R.H. y Méndez, R.I.: Principios de Investigación Médica. *Desarrollo Integral de la Familia*, México, D.F., 1977.
3. Leach, C.: Introduction to Statistics, a Nonparametric Approach for the Social Sciences. *John Wiley and Sons*, New York, 1979.
4. Méndez, I., Namihira, D., Moreno, L. y Sosa, C.: El Protocolo de Investigación. Lineamientos para su Elaboración y Análisis. *Trillas*, México, D.F., 1984.
5. Steger, J.A.: Reading in Statistics for Behavioral Scientist. *Holt, Rinehart and Winston*, New York, 1971.
6. Wainerman, C.H., Stevens, S.S., Thorndike, R.L., Cronbach, L., Meehl, P., Lihert, R., Thurstone, L.L., Guttman, L., Osgood, C.E., Suci, G.J. y Tannenbaum, P.H.: Escalas de Medición en Ciencias Sociales. *Nueva Visión*, Buenos Aires, Argentina, 1976.