

TÍTULO: LA MEDICIÓN DE LAS VARIABLES EN LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA Y SU RELACIÓN CON EL SISTEMA NUMÉRICO.

TITLE: MEASUREMENT OF THE VARIABLES IN THE EDUCATIVE RESEARCH AND IT'S RELATIONSHIP WITH THE NUMERICAL SYSTEM.

AUTORES:

Arnaldo de la Caridad Díaz Gómez arnaldod@ucp.vc.rimed.cu

Profesor Titular y Jefe de la carrera Matemática-Física. Universidad de Ciencias Pedagógicas "Félix Varela Morales". Villa Clara.

Héctor Ramón Rivero Pérez hrivero@ucp.vc.rimed.cu

Profesor Titular y Jefe de la disciplina Didáctica de la Física. Universidad de Ciencias Pedagógicas "Félix Varela Morales". Villa Clara.

RESUMEN:

El trabajo aborda la medición de las variables en la investigación educativa y la relación de este proceso con la matemática. Se explica cómo las variables pueden medirse en diferentes escalas de acuerdo al grado de isomorfismo entre las propiedades que ellas representan y el sistema numérico, teniendo en cuenta los postulados de Campbell. Se ejemplifica con situaciones propias de la educación.

ABSTRACT

The article deal with the measurement of the variables in the educative research and the relationship of this process with math. It is explained how the variables can be measured in different scales according with the degree of isomorphism between the properties represented by them and the numerical system, taking in to account the Campbell's postulates. Some examples are offered about education.

PALABRAS CLAVE: variable, medición de variables, isomorfismo, escalas de medición.

KEY WORDS: variable, measurement of variables, isomorphism, scales of measurement.

INTRODUCCIÓN

En el proceso de formación de profesionales de la educación ha adquirido una importancia creciente el desarrollo de las habilidades investigativas. No se concibe un docente que no sea también un investigador del propio proceso educativo que dirige y del proceso de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas que imparte.

El conocimiento de la metodología de la investigación educativa es de vital importancia para el futuro educador, que debe realizar sus investigaciones sobre una base teórica sólida.

En el estudio de los procesos educacionales se hace necesario identificar y caracterizar múltiples variables, por lo que el concepto de *variable*, su clasificación y su medición constituyen una parte fundamental de los contenidos sobre investigación que deben dominar los profesores. Estos contenidos aparecen en los diferentes textos de metodología de la investigación, pero en muchos de ellos no se resalta su relación con la matemática y específicamente con las propiedades del sistema numérico.

Una profundización en el estudio del tema y la intención de desarrollar los procesos de identificación y medición de variables con mayor rigor, conducen a la necesidad de analizar las relaciones con la matemática para comprender mejor los criterios de selección de los niveles o escalas de medición en que pueden expresarse las diferentes variables que comúnmente encontramos en la investigación de los procesos educativos.

DESARROLLO

El concepto de variable

El concepto de variable aparece en los estudios de la matemática elemental, cuando utilizamos letras como x , y , a , b , para representar cantidades que pueden tomar diferentes valores numéricos.

En las ciencias exactas y naturales también se utiliza el término “variable” en relación con magnitudes como longitud, tiempo, masa, velocidad, fuerza, presión y muchas otras, que se caracterizan cuantitativamente asignándoles determinados valores. Resulta común escuchar en la televisión los partes sobre el estado del tiempo, en los

que se caracterizan las *variables meteorológicas* como presión, temperatura, humedad y velocidad del viento.

Al abordar los fenómenos propios de las ciencias sociales, se han empleado diferentes tipos de *métodos*, de carácter cuantitativo o cualitativo. Al desarrollar una investigación en este campo puede seguirse un *enfoque cuantitativo*, un *enfoque cualitativo* o un *enfoque mixto*, en el que se combina la aplicación de ambos tipos de métodos.

En las ciencias sociales, la utilización o no del concepto de variable está estrechamente relacionada con el enfoque asumido (cuantitativo, cualitativo o mixto) para llevar a cabo la investigación.

En la investigación cualitativa más radical se evita la definición y medición de variables: se prefiere utilizar registros narrativos de los fenómenos que se estudian. Desde posiciones más flexibles, se dan investigaciones cualitativas que admiten la medición y la utilización de la estadística descriptiva.

La aplicación de los métodos cuantitativos y cualitativos en el contexto de una misma investigación, se ha incrementado en los últimos años, por lo que la definición y medición de variables, así como la aplicación de las técnicas estadísticas, se han generalizado.

Aunque el investigador puede seguir un enfoque cuantitativo, cualitativo, o mixto, es de gran importancia, para su formación teórica y su actividad práctica investigativa, saber definir y medir con rigor aquellas variables que lo requieran.

“Una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación puede medirse u observarse” (Hernández, Fernández & Baptista, 2006, p.123). Como ejemplos de variables, en las investigaciones educativas, podemos señalar el sexo, la motivación por el estudio, la asimilación de contenidos de una a signatura, la actitud ante las tareas de carácter social, entre otras.

La definición de las variables

Es frecuente en las investigaciones educativas definir variables que requieren ser medidas. Un ejemplo es el caso de las declaradas como variables dependientes, cuyo comportamiento revela cierto efecto en relación con la manipulación de otra variable

(independiente) en el caso de la intervención experimental. Esta presupone que deben controlarse otras variables, que pudieran influir en los resultados. También se puede medir una variable para diagnosticar el estado de ciertos procesos educativos, sin que se trate de una intervención de tipo experimental.

Estas variables se deben definir conceptualmente y es necesario tener en cuenta que muchas de dichas definiciones son diferentes de acuerdo con el autor y la escuela psicológica o tendencia pedagógica que se asume dentro del marco teórico de la investigación.

La definición conceptual adoptada por el investigador debe corresponderse con los fundamentos teóricos que asume, y en ocasiones se observa que esta correspondencia no se cumple. La definición puede ser elaborada por el investigador o tomada de otro autor, que debe ser correctamente referenciado.

La definición debe cumplir los requisitos que establece la lógica formal. Una de las formas para dar la definición es establecer el *género próximo* y la *diferencia específica*, se señala un concepto más general al cual se subordina el concepto en cuestión y luego aquello que lo diferencia de otros conceptos subordinados.

Un error frecuente en la formulación de las definiciones es darles un carácter tautológico. Una forma común de tautología es la que se produce cuando en el contenido de la definición (*definiens*) aparece el concepto que se pretende definir (*definiendum*). No podemos definir el *cuadrado* como una figura geométrica con forma de cuadrado.

Por otra parte, para pasar de la definición conceptual de la variable a la medición es necesario realizar la definición operacional. La *definición operacional* “especifica qué actividades u operaciones deben realizarse para medir una variable” (Hernández et al., 2006, p.123).

Hay variables cuya definición operacional resulta simple. La variable sexo se define operacionalmente con la realización de actividades como: observar el aspecto físico, preguntarle al sujeto o mirar el documento de identidad. Se elige adecuadamente una de ellas.

Hay variables más complejas de definir operacionalmente, como la *inteligencia*, en este caso la definición operacional está dada por la aplicación de una prueba (*test de inteligencia*) en la que se solicita al sujeto dar respuesta a determinadas preguntas.

Pueden encontrarse diversas maneras de definir operacionalmente una misma variable. La selección debe estar en correspondencia con la definición conceptual, cuestión que no siempre se observa con el debido rigor en el proceso investigativo.

En estudios sobre el aprendizaje, por ejemplo, se define con frecuencia la variable *asimilación de contenidos*. Al aplicar los instrumentos y pruebas para la recogida de datos, se deben incluir como objetos de la medición aquellos aspectos que en la definición conceptual consideramos componentes del contenido. Si se consideró conceptualmente que el contenido incluye conocimientos, habilidades y valores, no debe ocurrir que los instrumentos reflejen solamente información acerca de los conceptos o solo sobre las habilidades; tampoco deben incluir otros aspectos no declarados como componentes del contenido.

Cuando la variable presenta cierto grado de complejidad, suele subdividirse en dimensiones, y estas en indicadores. Las dimensiones e indicadores deben estar en correspondencia con los elementos constituyentes de la definición conceptual.

La medición de las variables

Existe una definición clásica, referenciada por muchos autores, que afirma que medir significa “asignar números, símbolos o valores a las propiedades de los objetos o eventos de acuerdo con reglas” (Stevens, 1951, citado por Hernández et al., 2006, p. 276).

En las ciencias sociales se dan fenómenos que no pueden caracterizarse como objetos o eventos, por ser demasiado abstractos y resulta más adecuado definir la medición como “el proceso de vincular conceptos abstractos con indicadores empíricos” (Hernández et al., 2006, p.276). Para establecer esta vinculación es fundamental el instrumento de medición que se utiliza para la recolección de los datos.

Las variables representan propiedades que pueden ser medidas, para ello existen diferentes escalas o niveles de medición: nominal, ordinal, de intervalo y de razón,

descritas por Stevens. La selección de estas escalas está relacionada con las propiedades de los números.

El concepto de número es primario y fundamental en la matemática. En su largo camino de desarrollo histórico aparecieron los conceptos de *conjunto de los números naturales*, *conjunto de los números racionales*, el de los *números reales* y otros. Estos conjuntos de números también aparecen en la literatura matemática bajo otras denominaciones como las de *dominios numéricos*, *sistemas de números* o *sistemas numéricos*.

Un estudio exhaustivo de los sistemas de números mencionados puede encontrarse en numerosos textos de matemática, especialmente en los dedicados a la educación superior. En lo que sigue, solo se hará referencia al *sistema numérico* y algunas propiedades de los números reales, que son las que interesan por su estrecho vínculo con el proceso de medición.

Los niveles o escalas de medición están en dependencia de la relación que exista entre la propiedad o atributo que se quiere medir y el sistema numérico. Para caracterizar esta relación se utiliza el término *isomorfismo*.

Rosental & Iudin (1973) caracterizan el *isomorfismo* como la relación entre objetos que tienen una estructura igual, idéntica; asimismo consideran que dos estructuras (sistemas o conjuntos) son isomorfas entre sí cuando a cada elemento de la primera estructura corresponde solo un elemento de la segunda, y a cada operación (nexo) de una estructura corresponde una única operación (nexo) en la otra y recíprocamente.

Cuando las propiedades que se estudian no se corresponden con las propiedades del sistema numérico, se dice que no hay isomorfismo. A veces solo hay correspondencia con algunas de las propiedades de los números.

Para analizar estas correspondencias es necesario tener en cuenta los nueve postulados para la medición establecidos en 1928 por Campbell:

Postulados de identidad:

- 1) $a = b$ o $a \neq b$. Los números son iguales o diferentes entre sí.
- 2) Si $a = b$, entonces $b = a$. La igualdad es simétrica.

3) Si $a = b$ y $b = c$, entonces $a = c$ (transitividad).

Postulados de orden:

4) Si $a > b$, entonces $b < a$ (asimetría).

5) Si $a > b$ y $b > c$, entonces $a > c$ (transitividad).

Postulados de aditividad:

6) Si $a = p$ y $b > 0$, entonces $a + b > p$ (posibilidad de sumar).

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

8) Si $a = p$ y $b = q$, entonces $a + b = p + q$. Los objetos idénticos pueden sustituirse.

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

En el proceso de investigación educacional, hay variables que nos interesan para caracterizar a los estudiantes, como: el sexo, el nombre, el número de identidad. Estas cumplen con los postulados de identidad, pero no con los de orden jerárquico ni los de aditividad.

Si analizamos como ejemplo el sexo, puede ser masculino (M) o femenino (F). Dos estudiantes pueden tener sexos iguales o diferentes, esto se corresponde con el primer postulado de identidad. Si el sexo de un alumno A es igual al de B, entonces el de B es igual al de A; si un alumno A tiene el mismo sexo que uno B, y este a su vez el mismo que C, entonces A y C tienen el mismo sexo; de modo que también se cumplen los postulados segundo y tercero.

Por otra parte, es fácil observar que el sexo, como variable, no cumple los postulados a partir del cuarto: no tiene sentido decir que un alumno presenta esta variable en mayor grado que otro, solo se puede clasificar en masculino o femenino.

Las variables que solo presentan isomorfismo con el sistema numérico en el caso de los cuatro primeros postulados, como el sexo, se miden en escala nominal.

Algunos autores consideran que en este caso no existe realmente un nivel de medición ya que solo se clasifica.

Si se está en presencia de una propiedad que cumple los postulados de identidad y los de orden —o sea, que se puede decir que en un caso existe la propiedad en mayor grado que en otro, sin que lleguen a cumplirse los postulados de aditividad—, el nivel de medición es ordinal. Se puede decir que el valor de A es mayor que el de B, pero no en cuánto, si B es a su vez mayor que A, no podemos precisar si las “distancias” entre A y B y entre B y C son iguales o no.

Un ejemplo clásico de este nivel de medición es la dureza de los minerales, expresada en el ordenamiento de estos según se pueda rayar o no uno a otro. El más duro es el diamante, pero no se determina en cuánto es mayor su dureza que la de otro mineral.

En el contexto educacional se tiene el caso de la evaluación integral de los estudiantes, cuando se expresa en categorías como: insuficiente, regular, bien y excelente.

Otro ejemplo es el de la evaluación en las asignaturas en la educación superior, que se da usualmente en las notas: 2, 3, 4 y 5. Aquí los números realmente representan categorías (mal, regular, bien y excelente).

Si la propiedad en cuestión cumple con los postulados de identidad, de orden y además los de aditividad, entonces se tiene el nivel de medición *de intervalo*. En este caso sí se puede precisar “la distancia” entre dos valores de la propiedad, se establece una unidad de medición y se determina en cuántas unidades es mayor la propiedad en A en comparación con B, pero no puede decirse en qué proporción es mayor A que B, no existe un *cero absoluto*: el cero de la escala es arbitrario.

En la física, son ejemplos de la escala de intervalo: la temperatura en grados Celsius (°C) y la temperatura en grados Fahrenheit (°F). En ambos casos el cero de la escala es arbitrario. En la escala Celsius, el cero se corresponde con el punto de congelación del agua a presión normal, mientras que en la escala Fahrenheit este punto se corresponde con el valor 32 °F y el cero se encuentra 32 unidades por debajo.

Otros ejemplos de escalas de intervalo son el coeficiente intelectual y la calificación de 0,00 a 100 (redondeado hasta las décimas) que se utiliza en la educación media.

El cumplimiento de los nueve postulados de Campbell se corresponde con la posibilidad de utilizar una escala de intervalo o superior; solo a partir de aquí se puede hablar

estrictamente de medición en el sentido de las ciencias naturales. Al aceptar que también se mide cuando estamos en presencia de las escalas nominales y ordinales, se está adoptando un concepto de medición más general y viable para la investigación en las ciencias sociales.

Cuando además de cumplirse los postulados de identidad, de orden y de aditividad (postulados de Campbell), se tiene un cero absoluto (que significa ausencia de la propiedad que se quiere medir); entonces es posible establecer razones y decir que A es dos veces mayor que B o que B es la cuarta parte de C. Un ejemplo típico en la física del nivel de medición de razón es la temperatura termodinámica, expresada en kelvin (K), en la cual el cero asumido se considera absoluto.

En las ciencias de la educación no es común encontrar propiedades que puedan medirse en este nivel de razón. La matrícula de los estudiantes y el tiempo dedicado semanalmente al estudio independiente son ejemplos de variables que se miden en el nivel de razón.

En el caso de la asignatura Educación Física se miden en el nivel de razón algunas variables como: estatura, peso, rapidez, resistencia y otras.

En las investigaciones educativas hay variables que presentan un carácter más abstracto, como las relacionadas con los procesos psicológicos de estudiantes y docentes, en que la posibilidad de medición se hace muy compleja. Este es el caso de la motivación por el estudio, la actitud ante tareas de carácter social, la inteligencia, el aprendizaje y otras. Los conceptos de esta clase son llamados *constructos*.

Los constructos carecen de referentes empíricos inmediatos, y su posibilidad de ser medidos, estableciendo los niveles o escalas de medición analizados, ha sido muy controvertida.

No obstante, se han creado numerosos instrumentos para medir los constructos. Un ejemplo muy difundido es la aplicación de las escalas tipo Likert para medir actitudes. Este método fue desarrollado por Rensis Likert en 1932.

La aplicación de la escala de Likert consiste en la presentación de un conjunto de afirmaciones para medir la reacción del sujeto en tres, cinco o siete categorías.

Se plantea un número de afirmaciones relacionadas con la actitud ante el estudio, el trabajo, actividades de carácter extraescolar, métodos empleados en una asignatura u otro proceso educativo de interés, y luego se dan las opciones de respuesta, que pueden ser: “muy en desacuerdo”, “en desacuerdo”, “ni de acuerdo ni en desacuerdo”, “de acuerdo” y “muy de acuerdo”. Este número de categorías y su jerarquía de presentación, deben ser iguales para todas las afirmaciones.

La escala de Likert se corresponde, en sentido estricto, con un nivel de medición ordinal; pero se utiliza comúnmente como una escala de intervalos.

Una vez que se tienen recolectados los datos, es frecuente la utilización de estadígrafos y técnicas de la estadística descriptiva e inferencial, lo cual está en dependencia de los niveles o escalas de medición de las variables.

Las escalas nominal, ordinal, de intervalo y de razón presentan un orden ascendente de poder. Las escalas “más fuertes” contienen los tipos de información contenidos en las precedentes, además de nueva información que les resulta específica, y permiten una utilización superior de estadígrafos y técnicas estadísticas.

En el caso de una escala nominal, el único estadígrafo de tendencia central que puede utilizarse es la *moda*, en la escala ordinal se puede usar la moda y la *mediana*; en las escalas de intervalo y de razón pueden emplearse la moda, la mediana y la *media*. Para profundizar más en estos aspectos es necesario consultar los textos de estadística.

CONCLUSIONES

La profundización en el estudio de las variables y su medición, resulta pertinente para garantizar una mejor preparación teórica en los docentes, que les permita desarrollar con mayor rigor la investigación de los procesos educativos. Para ello es necesario establecer las relaciones entre las variables que se pretende medir y las propiedades del sistema numérico.

El establecimiento de las escalas o niveles de medición de las variables se realiza en virtud de su isomorfismo con el sistema numérico. En la medida en que se corresponden las propiedades de la variable con los postulados de Campbell para la medición, se puede adoptar una escala o nivel de medición nominal, ordinal o de

intervalo; si además existe el cero absoluto (ausencia de la propiedad), el nivel de medición es de razón.

El conocimiento de las propiedades de las escalas es fundamental para la confección de los instrumentos de recogida de la información y la posterior utilización de diferentes estadígrafos y técnicas propias de la estadística descriptiva e inferencial.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación*.

México: Editorial Mc Graw Gill.

Rosental, M., Iudin, P. (1973). *Diccionario filosófico*. La Habana: Editora Política.