

Mentefactos conceptuales como estrategia didáctico-pedagógica de los conceptos básicos de la teoría de muestreo aplicados en investigación en salud

Conceptual Mentefactos as a Didactic-Pedagogical Strategy of the Basic Concepts in the Sampling Theory Applied to the Health Research

Milcíades Ibáñez Pinilla*

Resumen

En muestreo poblacional es de vital importancia tener claridad y distinguir: primero, el diseño o tipo de muestreo que se debe utilizar para resolver el problema de investigación; segundo, el tamaño de muestra, teniendo en cuenta sus diferentes componentes (varianza, precisión y confiabilidad); tercero, la selección aleatoria, y cuarto, la precisión de las estimaciones (errores de muestreo), para determinar si es posible inferir las estimaciones obtenidas de la muestra a la población blanco. La dificultad existente al utilizar los conceptos de la teoría de muestreo es entenderlos con absoluta claridad y, por esto, con la ayuda de estrategias didáctico-pedagógicas como los mentefactos conceptuales (diagramas simples jerárquicos que se organizan a partir de proposiciones) es posible la definición conceptual de estos. En este artículo se presenta la definición conceptual mediante mentefactos conceptuales de los conceptos más importantes de muestreo probabilístico poblacional, para obtener muestras representativas de poblaciones en investigaciones en salud.

Palabras clave: Mentefacto conceptual, muestreo probabilístico, confiabilidad, precisión.

Abstract

In populational sampling it is vitally important to clarify and discern: first, the design or sampling method used to solve the research problem; second, the sampling size, taking into account different components (precision, reliability,

variance); third, random selection and fourth, the precision estimate (sampling errors), so as to determine if it is possible to infer the obtained estimates from the target population.

The existing difficulty to use concepts from the sampling theory is to understand them with absolute clarity and, to achieve it, the help from didactic-pedagogical strategies arranged as conceptual "mentefactos" (simple hierarchic diagrams organized from propositions) may prove useful. This paper presents the conceptual definition, through conceptual "mentefactos", of the most important populational probabilistic sampling concepts, in order to obtain representative samples from populations in health research.

Key Words: Conceptual "Mentefacto", Probabilistic Sampling, Reliability, Precision.

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas en todas las áreas del conocimiento es la falta de manejo de los conceptos; ocurre de la misma forma en el área de investigación y, específicamente, en Epidemiología y Bioestadística, que son las principales herramientas para la planeación, ejecución y toma de decisiones.

Para aprehender (con h) y comprender los conceptos, que son instrumentos de conocimien-

Recibido: Marzo 22 de 2006.

Aceptado: Abril 18 de 2006.

*Docente Investigador, Investigación Universidad del Rosario.

tos, el profesor Miguel de Zubiría Samper de la Fundación Alberto Merani en Colombia, basado en la teoría cognitiva, desarrolló propuestas pedagógicas mediante los "mentefactos conceptuales", durante el período de 1995 a 1996. Estos mentefactos son muy diferentes a una de las herramientas más utilizadas y aceptada por la comunidad educativa, a saber: los mapas conceptuales. Estos últimos fueron creados por Joseph Novak, alumno de David Ausubel, y parten de la tesis según la cual las proposiciones son instrumentos de conocimiento.

Sin embargo, los mapas conceptuales, no eran conceptuales, son mapas proposicionales, sin jerarquía ni orden. Por el contrario, los mentefactos son herramientas para organizar el conocimiento que sí tienen estas características; los mentefactos recurren a simples diagramas y con la ayuda de estos permiten tener claridad en los conceptos (1). Si en investigación se manejan correctamente los conceptos relacionados con muestreo y estos se aplican en los diferentes estudios, se obtendrá con mayor probabilidad un conocimiento claro para obtener una muestra representativa de la población diana de su investigación.

MENTEFACTOS CONCEPTUALES

Un mentefacto es un diagrama jerárquico cognitivo que organiza y preserva el conocimiento, en él se plasman las ideas fundamentales y se desechan las secundarias. Los mentefactos conceptuales realizan dos funciones: organizan las proposiciones y preservan los conceptos así almacenados, mediante un diagrama simple jerárquico. Antes de construir un mentefacto conceptual se deben construir las proposiciones (1). Para estructurarlas y organizarlas en supraordinadas, exclusiones, isoordinadas e infraordinadas, definidas de la siguiente forma:

- **Supraordinada:** Es una clase que contiene por completo a otra.
- **Exclusiones:** Son las clases que se oponen o se excluyen mutuamente, se asocia con la operación de excluir o negar un nexo entre dos clases adyacentes.
- **Isoordinada:** Establece alguna correspondencia no total y se asocia con la operación o nexos entre clases adyacentes.
- **Infraordinada:** Varias subclases de una clase.

Se definirá cada una de éstas y se realizará un ejemplo, tomando el concepto de amistad.

Al concepto "amistad", lo delimitan las siguientes proposiciones en su respectivo orden:

PROPOSICIONES

Supraordinación:

P1. (La "amistad") es un tipo de relación interpersonal.

Exclusiones:

P2a. La "amistad" es diferente del "compañerismo", por requerir la interacción interpersonal en múltiples actividades, no tan solo en una.

P2b. (La "amistad") discrepa del "colegaje", pues pertenecer a una profesión, de suyo, no exige intercambios interpersonales. Mucho menos, intercambios prolongados ni íntimos, como sí lo exige la amistad.

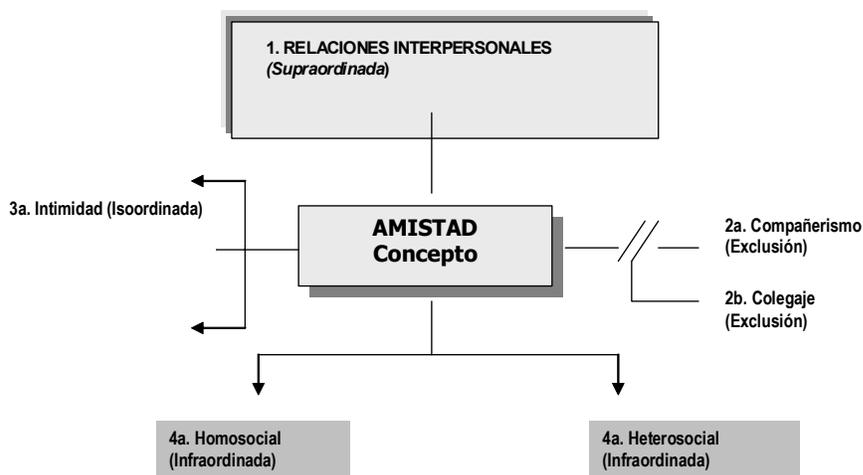
Isoordinaciones:

P3a. La "amistad" requiere de altos niveles de "intimidad".

Infraordinaciones:

P4a. De acuerdo con el género de los participantes, (la "amistad") bien podría dividirse en amistad homosocial y amistad heterosocial.

Figura 1. Mentefacto conceptual del concepto "amistad". Esta figura define amistad que es diferente a compañerismo y a colegaje y donde su característica más importante son los altos niveles de intimidad.



DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE MUESTRA REPRESENTATIVA EN MUESTREO POBLACIONAL

Antes de definir la muestra en un estudio, se deben establecer los diferentes tipos de población, donde la población de estudio se puede caracterizar en diferentes niveles de población: el primer nivel es la población diana o blanco (*target*), sobre la cual se infieren los resultados de la investigación, y el segundo nivel es la población accesible, definida por el marco muestral (mecanismo de identificación de la población, por ejemplo, lista, bases de datos y cartografía) y sobre los sujetos con los cuales se tiene acceso directo. Dentro de la población accesible, se aplican los criterios de selección que permiten establecer un tercer nivel, la población elegible, que son los elementos elegidos finalmente y que están dados por los criterios de selección, específicamente los criterios de inclusión y exclusión (2).

La decisión de tomar toda la población o una muestra depende de los objetivos de la investigación, el tamaño de la población, los recursos destinados para llevar a cabo el estudio, el tiempo de realización de la investigación y otros aspectos no tan relevantes como los anteriores. Cuando al evaluar los aspectos anteriores no es posible tomar toda la población, lo adecuado es tomar una muestra "representativa", la cual permite mayor economía de tiempo, dinero, personal humano y, principalmente, permite que la calidad de la información sea muy alta, comparada con la de tomar todos los elementos de la población. Lo anterior, debido a que se puede ejercer un estricto control sobre la recolección y depuración de la información y que los errores llamados no-muestrales como la no-respuesta y las inconsistencias de codificación errada disminuyan; para que esta muestra sea representativa, la muestra debe realizarse mediante muestreo probabilístico (mentefacto 1) (2-4).

Una de las preguntas que se hace el investigador al escoger su diseño o tipo de muestreo probabilístico es ¿cuál es el tamaño de muestra adecuado para el estudio? La respuesta a esta pregunta depende de los componentes metodológicos que intervienen en la determinación del tamaño de muestra como son: la formulación del problema de investigación (pregunta y/o hipótesis de investigación), los objetivos del estudio, el tipo de estudio, los tipos de escala de medición de las variables de estudio y los parámetros a estimar (prevalencia, Odds ratio, riesgos relativos, diferencia de proporciones, de medias, medianas, etc.)

Los componentes matemáticos para determinar el tamaño de muestra poblacional, son: la variabilidad de la(s) variable(s) dependiente(s), calculada por la varianza (mentefacto 2); la precisión del estimador (mentefacto 3); la confiabilidad de la estimación (mentefacto 4); tamaño de la población; potencia (en caso de evaluar hipótesis de investigación). Finalmente, la selección de los sujetos (unidades muestrales) de estudio del tamaño de muestra obtenido; para mantener las probabilidades, debe realizarse en forma aleatoria (mentefacto 5) y no por azar ni por conveniencia.

La desventaja del muestreo probabilístico está dada por no tomar toda la población completa y esto da origen a un tipo de error llamado "error de muestreo", que resulta de haber tomado solo una muestra de toda la población. Cada una de estas posibles muestras da resultados en alguna medida diferentes entre sí. La variabilidad que se observa entre todas las muestras posibles constituye el error de muestreo, el cual no se conoce pero puede ser estimado a partir de los datos suministrados por la muestra seleccionada. El error de muestreo se mide por el error estándar de un estimador y se define como la raíz cuadrada posi-

va de la varianza de la variable del estimador dividido por el tamaño de muestra y ajustado por el factor de corrección por finitud (mentefacto 6). En general, el error estándar mide el grado de precisión con que el estimador, basado en la muestra, se aproxima al resultado que se habría obtenido si se hubiera tomado a todos los sujetos de la población (5, 9).

En conclusión, para definir muestra representativa se debe tener en cuenta que el tipo de muestreo debe ser probabilístico, con un tamaño de mínimo de muestra basado en las variables principales del estudio y con una alta precisión ($\leq 5\%$) y confiabilidad ($\geq 95\%$), la selección de los sujetos debe ser aleatoria y a posteriori deben medirse los errores estándar de muestreo y estar dentro de los parámetros de calidad de estimaciones dado por el departamento de estadística del Canadá, con los cuales se pueden inferir los resultados (estimaciones) a la población diana o blanco de estudio.

EJEMPLO DE UNA MUESTRA REPRESENTATIVA

En un estudio donde se debe medir la magnitud de consumo de cigarrillo entre los adolescentes de colegios distritales técnicos en Bogotá en el 2006, se diseñó un muestreo probabilístico, donde se tomó como marco muestral la lista de colegios y de estudiantes matriculados para este año. El total de estudiantes fue de 5000 estudiantes de 6 a 11 grado. Para estimar el tamaño de muestra, se tomó información de los estudios anteriores, donde la prevalencia de cigarrillo se encontró en el 40% (la variabilidad está dada por $P*Q=0.40*0.60=0.24$) y realizó un muestreo probabilístico de tipo muestreo aleatorio simple, para estimar el tamaño de muestra con una precisión absoluta del 3% (37% y 43%) y una confiabilidad del 95%, el tamaño fue de 851 estudiantes.

En un muestreo probabilístico como se definió se tienen en cuenta las probabilidades, que en este caso están dadas por el cociente entre el tamaño de la muestra y el de población:

$$p = \frac{n}{N} = \frac{851}{5000} = 0.17 \quad 17\%$$

Donde un estudiante tiene una probabilidad de 0.17 (17%) de pertenecer a la muestra. La selección fue en forma aleatoria mediante la función aleatoria (distribución uniforme (0,1)), con la cual se garantizaron las probabilidades que tenían los estudiantes de los colegios distritales técnicos de conformar la muestra.

Al realizar el estudio (a posteriori) se estimó una prevalencia de consumo de cigarrillo del 41.1% (IC 95%: 38.4%, 43.9%) con un error estándar simple de 0,01420183 y un error estándar relativo de 3.40% (considerado como un buen estimador con calidad A, según estándares del Canadá). Con estos errores se puede estimar la precisión de la estimación de la prevalencia de consumo de cigarrillo obtenida de la muestra con respecto a la población total de estudiantes técnicos de Bogotá en el 2006. Por lo tanto, teniendo en cuenta la definición de muestra representativa, en este caso se cumplió con todos los criterios.

DISEÑO MUESTRAL

Mentefacto 1. Muestreo probabilístico (figura 2)

Proposiciones

Supraordinada:

P1. El muestreo probabilístico es uno de los tipos de muestreo de investigación.

Exclusiones

P2a. Diferente del no-probabilístico, por cuanto los elementos no tienen una "probabilidad" conocida de ser seleccionadas, como ocurre en las muestras probabilísticas.

Isoordinadas

P3a. En el muestreo probabilístico, los elementos tienen una probabilidad conocida de ser seleccionadas.

P3b. En el muestreo probabilístico se utiliza un sistema de "selección aleatoria", que garantiza la probabilidad específica de cada unidad de ser seleccionada.

P3c. La representatividad de la muestra frente a la población blanco es medible en muestreos probabilísticos, mediante el error de muestreo o técnicamente llamado error estándar.

Infraordinada

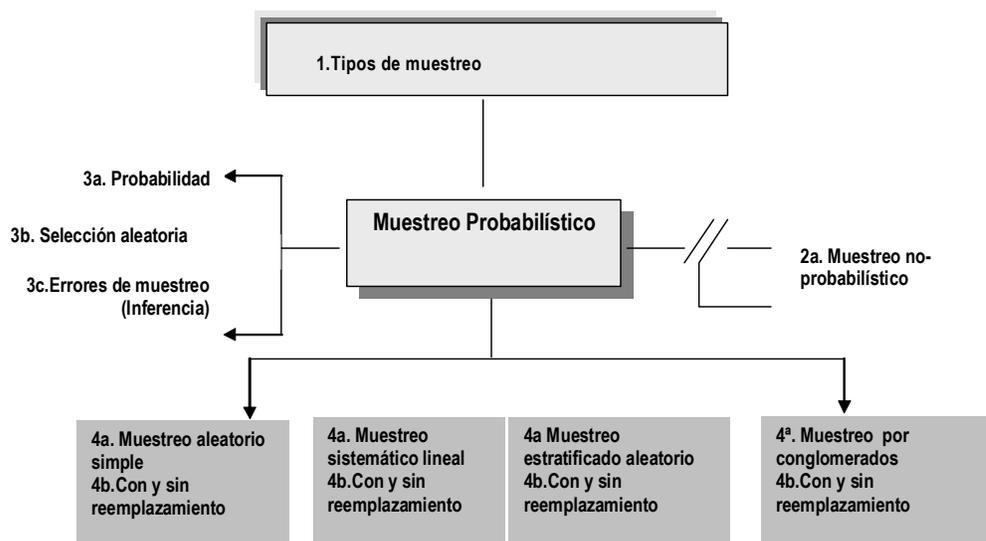
P4a. Los tipos de muestreo probabilístico son:

1. Muestreo aleatorio simple.
2. Muestreo sistemático lineal.
3. Muestreo estratificado aleatorio.
4. Muestreo de conglomerados.

P4b. Otra clasificación que se puede realizar en los muestreos probabilísticos es:

1. Sin reemplazamiento.
2. Con reemplazamiento.

Figura 2. Mentefacto conceptual del concepto de muestreo probabilístico (1). Esta figura define muestreo probabilístico que es diferente al no-probabilístico y donde las características más importantes que lo diferencian es que en éste se conocen las probabilidades de conformar la muestra, la selección debe ser aleatoria y se generan estimadores de precisión de la muestra para inferir a la población.



Tamaño de muestra

Mentefacto 2. Varianza (figura 3)

Proposiciones

Supraordinada

P1. Un componente para la determinación del tamaño de muestra en un estudio es la varianza.

Exclusiones

P2a. Diferente de la precisión, debido a que ésta mide el error admisible del estimador frente al parámetro y no la variabilidad de las observaciones de la variable dependiente.

P2b. Diferente de la confiabilidad, debido a que ésta mide la confianza o probabilidad que el estimador se encuentre dentro de un intervalo de precisión.

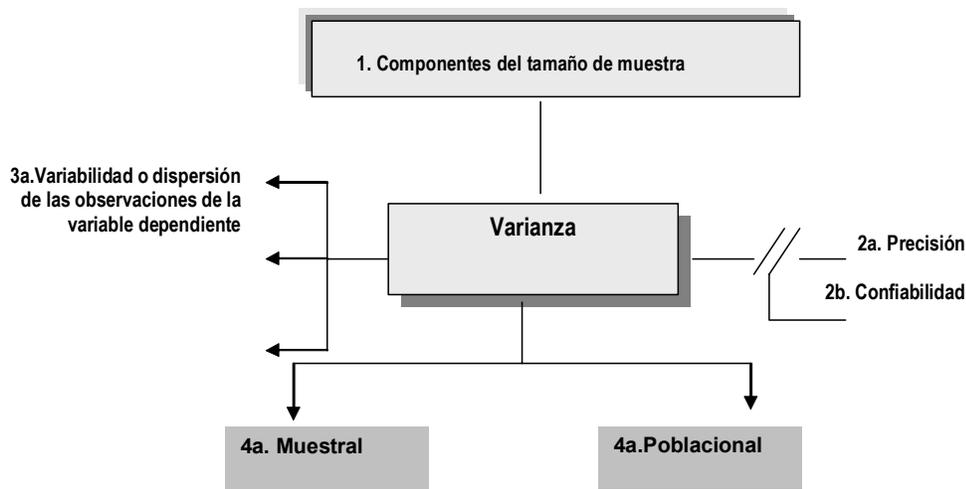
Isoordinada

P3a. La varianza mide la variabilidad o dispersión de las observaciones de la variable dependiente del estudio.

Infraordinada

P4a. Se pueden medir dos tipos de varianza, la muestral y la poblacional

Figura 3. Mentefacto conceptual del concepto de la varianza (2). Esta figura define la varianza diferente a precisión y confiabilidad, y donde la característica más importante que la diferencia es que ésta mide la dispersión de las observaciones de la variable dependiente.



MENTEFAC TO 3. PRECISIÓN (FIGURA 4)

Proposiciones

Supraordinada

P1. La precisión de la estimación de la variable dependiente es un componente para la determinación del tamaño de muestra.

Exclusiones

P2a. Diferente de la varianza que mide la variabilidad o dispersión de las observaciones de la variable dependiente del estudio y no el error admisible de la estimación.

P2b. Diferente de la confiabilidad, debido a que ésta mide la confianza en probabilidad

que el estimador se encuentre dentro de un intervalo, dado por la precisión.

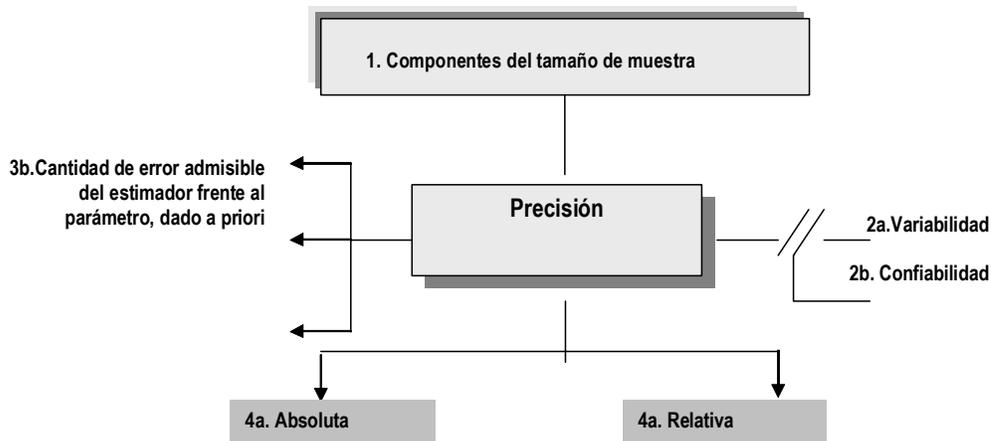
Isoordinadas

P3a. La precisión mide la exactitud o cantidad de error máximo que se puede tolerar de la estimación frente al parámetro, antes de obtener los resultados del estudio.

Infraordinada

P4a. Se pueden medir dos tipos de precisión en la determinación del tamaño de muestra, la absoluta y relativa.

Figura 4. Mentefacto conceptual del concepto de precisión (3). Esta figura define la precisión diferente a la variabilidad y confiabilidad, y donde la característica más importante que la diferencia es que ésta mide el error admisible de estimador frente al parámetro poblacional.



MENTEFACTO 4. CONFIABILIDAD

Proposiciones

Supraordinada

P1. La confiabilidad de la estimación de la variable dependiente del estudio es un componente para la determinación del tamaño de muestra en un estudio.

Exclusiones

P2a. Diferente de la varianza que mide la variabilidad o dispersión de las observaciones

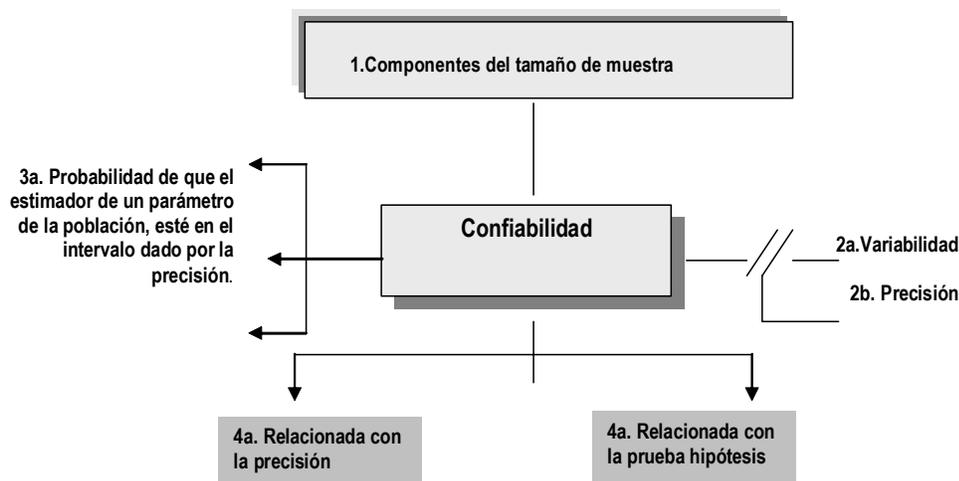
de la variable dependiente del estudio y no la confiabilidad de la estimación.

P2b. Diferente de la precisión, debido a que ésta mide el error admisible del estimador frente al parámetro y no la confiabilidad de la estimación.

Infraordinada

P4a. Se pueden medir dos tipos de confiabilidad, una relacionada con la muestra y otra con hipótesis estadísticas.

Figura 5. Mentefacto conceptual del concepto de confiabilidad (4). Esta figura define la confiabilidad diferente a variabilidad y precisión, y donde la característica más importante que la diferencia es que ésta mide la probabilidad del estimador dada por una precisión establecida.



SELECCIÓN DE SUJETOS O UNIDADES MUESTRALES

Mentefacto 5. Selección aleatoria

Proposiciones

Supraordinada

P1. Una forma de selección de los sujetos del estudio es de forma aleatoria.

Exclusiones

P2a. Diferente de la selección por conveniencia que la realiza a criterio del investigador.

P2a. Diferente del azar que busca una selección sin sesgo, pero no tiene un método que la garantice.

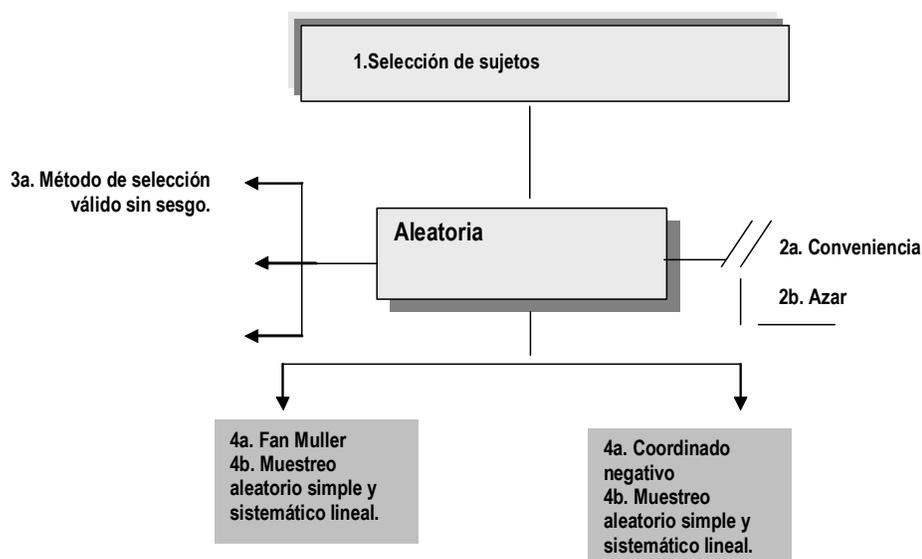
Isoordinadas

P3a. La selección aleatoria es un mecanismo de escogencia sin sesgo que tiene un método que lo garantiza.

Infraordinada

P4a. Se pueden tener dos mecanismos aleatorios el de Fan Muller y el coordinado negativo (10) y dos formas de escogencia aleatoria, mediante muestreo aleatorio simple y muestreo sistemático lineal.

Figura 6. Mentefacto conceptual del concepto de selección aleatoria (5). Esta figura define selección aleatoria diferente a conveniencia o azar, y donde la característica más importante que la diferencia es que en la aleatoria se utiliza un método válido de selección que garantiza las probabilidades.



PRECISIÓN DE LAS ESTIMACIONES A PARTIR DE LOS RESULTADOS (A POSTERIORI)

Mentefacto 6. Error estándar de muestreo

Proposiciones

Supraordinada

P1. Un componente para medir la precisión de la muestra frente a la población es el error estándar de muestreo.

Exclusiones

P2a. Diferente de la desviación estándar que mide la dispersión o variabilidad de una serie de observaciones de una variable de estudio.

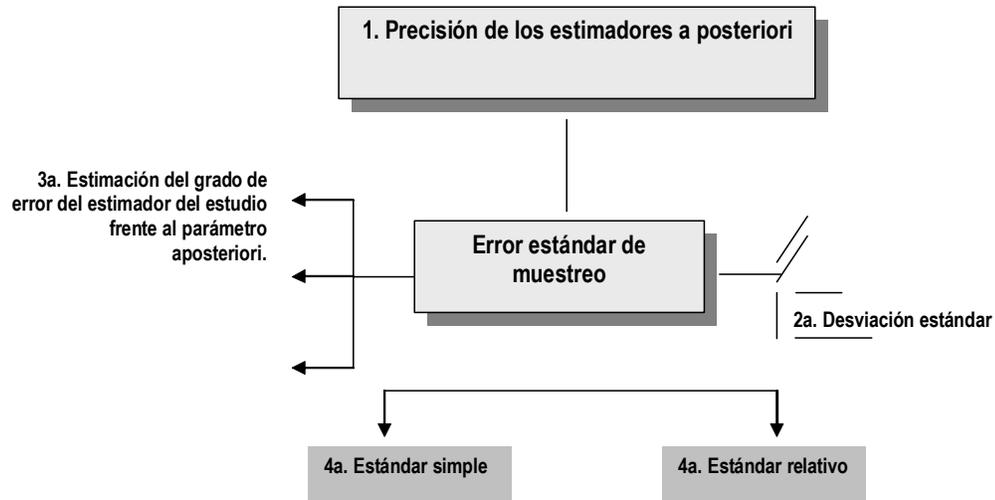
Isoordinadas

P3a. El error de muestreo mide la variabilidad o dispersión del estimador de una muestra de tamaño n , frente al valor poblacional o parámetro, a partir de los resultados del estudio.

Infraordinada

P4a. Se pueden medir el error de muestreo de dos formas, con el error estándar simple y con el error estándar relativo.

Figura 7. Mentefacto conceptual del concepto de error de muestreo (6). Esta figura define el error de muestreo y donde la característica más importante que la diferencia es que ésta mide el grado de error del estimador dado por la variabilidad de éste frente al parámetro (a posteriori).



AGRADECIMIENTOS

Al profesor de Docencia Universitaria Pedro Daza, por su excelente enseñanza pedagógica de los mentefactos conceptuales.

BIBLIOGRAFÍA

1. Zubiría Samper, M. Mentefactos I. Edición 1. Bogotá;1997.
2. Rebagliato, M., Ruiz I. y Arranza, M. Metodología de investigación en epidemiología. Editorial Díaz Santos;1996.
3. Pardo de Vélez, G., Cedeño Collazos, M. Investigación en salud: Factores sociales. Mc-Graw-Hill-Inteamericana;1997.
4. Pineda, Álvarez Y Canales, Metodología de la investigación. Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud. Segunda edición;1994: 108-123.
5. Mood, Graybill and Boes. Introduction to the theory of statistics. Mc-Graw-Hill Series in probability and statistics;1974.
6. Ospina Botero, D. Muestreo y aplicaciones (parte teórica). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Matemáticas y estadística;1992: 220-229.
7. Cochran, W. Técnicas de muestreo. Compañía Editorial Continental;1971.
8. Lemeshow, S. Lawanga, K. Stephen, Adequacy of sample size in health studies. John Wiley and Sons;1990.
9. Tryfos, M. Sampling methods for applied research. John Wiley and Sons;1996.
10. Sarndal, Carl-Erik. Swensson Bengt y Wretman Jan. Model Assisted Survey Sampling;Spring 1992.