

## Diseños de muestreo (II)

### Muestreo estratificado

El muestreo estratificado es un diseño de muestreo probabilístico en el que dividimos a la población en subgrupos o estratos. La estratificación puede basarse en una amplia variedad de atributos o características de la población como edad, género, nivel socioeconómico, ocupación, etc.

En un diseño de muestreo estratificado, los pasos que daremos serán, en primer lugar, establecer en base a que atributo vamos a estratificar<sup>1</sup>; en segundo lugar, definiremos cuantas variables de ese atributo se dan en la población y, por tanto, en cuantos estratos dividimos a la población (la figura 1 nos muestra un diseño de muestreo estratificado con 5 estratos,  $L = 5$ ). Una vez determinados los subgrupos, el siguiente paso consistirá en conocer el total de población que pertenece a cada estrato ( $N_1, N_2, N_3, N_4, N_5$ ) y, por último, tomaremos una muestra de forma aleatoria de cada uno de los estratos que tenemos ( $n_1, n_2, n_3, n_4, n_5$ ). La suma de las submuestras constituirá nuestra muestra total ( $n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 = n$ ).

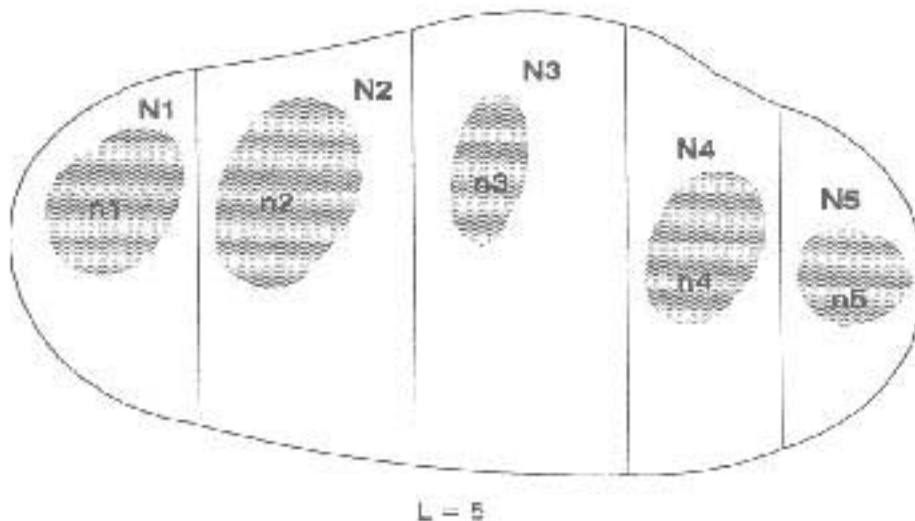


Fig. 1 Muestreo estratificado. Fuente: Silva LC, Muestreo para la investigación en ciencias de la salud. Edit. Díaz de Santos, Madrid, 1993

Como hemos comentado anteriormente, una vez que sabemos la población de cada estrato, debemos elegir una muestra aleatoria de cada uno de ellos. En este punto podemos optar por:

1. El tamaño de cada una de las muestras sea **proporcional** al tamaño de cada estrato. En este caso, la proporción de sujetos en la muestra es similar a lo que ocurre en la población.

<sup>1</sup> Lo habitual es que sean las características del problema que estamos investigando el que nos lleve a plantear la idoneidad de dividir a la población en base a un atributo determinado y, por tanto, a realizar un muestro estratificado, por lo que el atributo en base al cual vamos a estratificar suele estar ya definido cuando se opta por un muestreo estatificado.

- Tomar muestras cuyo tamaño no sea proporcional al tamaño del estrato, en este caso la proporción de individuos con un determinado atributo en la muestra es mayor que lo que ocurre en la población. Es frecuente tomar muestras no proporcionales cuando si las tomamos de manera proporcional el tamaño de la muestra de algún estrato es tan pequeña que no nos permite sacar conclusiones sobre ese subgrupo. Sin embargo tenemos que tener en cuenta que siempre que tomamos muestras no proporcionales a la hora de inferir los resultados a la población tenemos que ponderar es decir otorgarle un peso a cada muestra en función de su proporción en la población.

Pongamos un ejemplo para aclararlo, supongamos que deseamos conocer la proporción de fumadores en un fabrica cuya población es de 1000 trabajadores ( $N = 1000$ ), decidimos tomar una muestra de 100 trabajadores ( $n = 100$ ) mediante un muestreo estratificado según el género, para ello dividimos a la población de la fabrica en dos estratos varones y mujeres, y recabamos información sobre el numero de población en cada estrato siendo en nuestro ejemplo de 900 hombres y 100 mujeres; como tenemos que tomar una muestra aleatoria simple de cada estrato necesitamos el listado de los 900 hombres y el de las 100 mujeres para que mediante la utilización de una tabla de números aleatorios tomemos los hombres y mujeres que componen nuestra muestra.

Pero antes de ello debo decidir si tomo una muestra proporcional a cada estrato o no:

- Si opto por un muestreo proporcional la muestra estaría formada por el 90% de hombres y el 10% de mujeres como el tamaño de mi muestra es 100 serían 90 hombres y 10 mujeres (si el tamaño de mi muestra fuese 200 serían 180 hombres y 20 mujeres). Al haber tomado el tamaño de cada muestra de manera proporcional al tamaño del estrato el número de mujeres es tan pequeño que probablemente no pueda sacar conclusiones sobre el consumo de tabaco en ese estrato
- Si estuviese interesada en conocer que proporción de mujeres de mi fabrica fuman debería tomar una muestra no proporcional, en ese caso la muestra estaría formada por 50 hombres y 50 mujeres, de esta manera si que podré obtener resultados sobre la proporción de mujeres fumadoras pero tendré que tener en cuenta a la hora de inferir los resultados de mi estudio a todos los trabajadores de la fabrica que el peso de las mujeres en mi población de estudio es inferior al de los hombres. En el ejemplo que estamos desarrollando si tras haber pasado la encuesta a los 50 hombres y a las 50 mujeres obtengo que fuman 38 hombres y 6 mujeres, sabré que alrededor de un 76 %<sup>2</sup> de hombres de la fabrican fuman mientras que en las mujeres la proporción de fumadoras se sitúa alrededor de un 12 %<sup>3</sup>. Sin embargo no puedo decir que alrededor del 44%<sup>4</sup> de los obreros de la fábrica fuman sino que tendré que tener que hallar una media ponderada teniendo en cuenta el peso de relativo de hombres y mujeres en la población. En este caso el peso relativo de mujeres ( $n1/N$ ) es 0,1 ( $100/1000 = 0,1$ ) y el de los hombres es de 0,9 ( $900 /1000 = 0,9$ ) la proporción de mujeres fumadoras es del 12% y la de hombres del 76%, la media ponderada será el resultado de multiplicar cada proporción por su peso relativo<sup>5</sup>, en este caso 69,6 %, y esa media ponderada si que me indicará alrededor de que proporción de fumadores hay en la fabrica.

---


$$^2 \left( \frac{38}{50} \times 100 \right) = 76$$

$$^3 \left( \frac{6}{50} \times 100 \right) = 12$$

$$^4 \left( \frac{12 + 76}{2} = 44 \right)$$

$$^5 [(0,1 \times 12) + (0,9 \times 76) = 69,6]$$

Este tipo de muestreo tiene la ventaja de permitirnos estimar con determinada precisión como se comporta la variable que estamos investigando en subgrupos pequeños dentro de la población. Sin embargo presenta el inconveniente de necesitar una mayor información que en el muestreo aleatorio simple ya que necesitamos una lista enumerada de la población existente en cada uno de los estratos.

### Muestreo por conglomerados

Es un diseño de muestreo probabilística cuya principal característica es que la población la dividimos en agrupaciones naturales de individuos como hospitales, colegios, provincias, etc. a los que denominamos conglomerados.

Para realizar un muestreo por conglomerados primero debemos decidir que agrupaciones naturales de individuos vamos a tomar y posteriormente conocer que número de conglomerados (al que denominaremos "M"), tiene nuestra población. Una vez conocido "M" fijaremos el número de conglomerados que constituirán nuestra muestra<sup>6</sup> (al que denominaremos "m"), posteriormente tomaremos de los "M" conglomerados de la población (por ejemplo  $M = 11$ ) de forma aleatoria los "m" que constituirán nuestra muestra (ejemplo  $m = 3$ ) y tomaremos de ellos todas sus unidades de análisis. Este sería el caso más sencillo de muestreo por conglomerados, el muestreo por conglomerados monoetápico y que está representado en la figura 2.

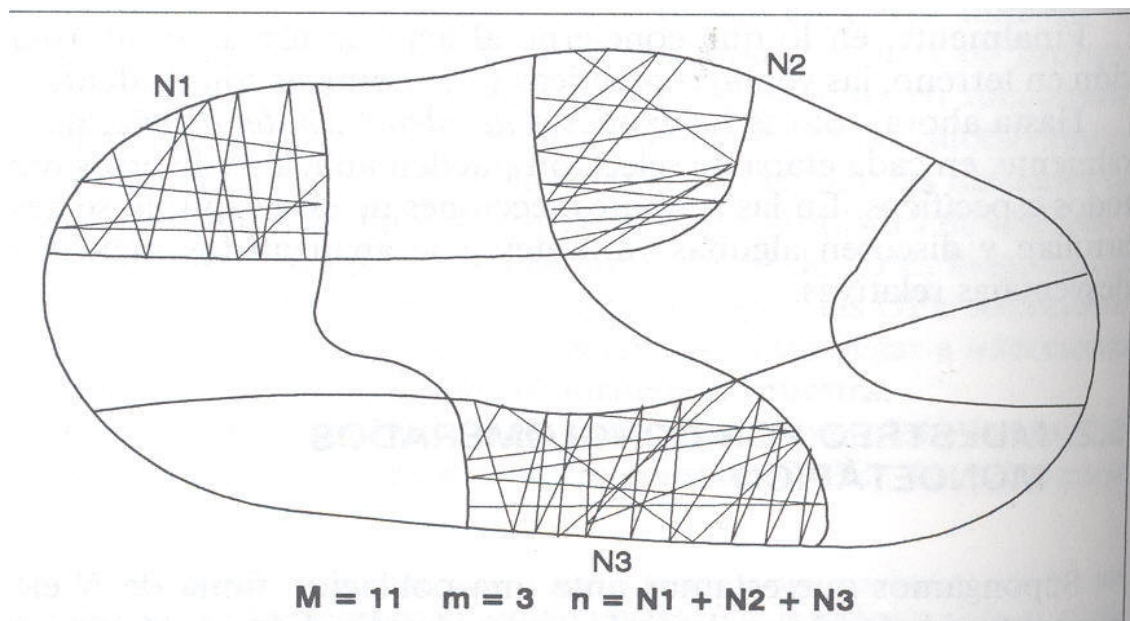


Fig.2 Muestreo por conglomerados monoetápico. Fuente: Silva LC, Muestreo para la investigación en ciencias de la salud. Edit. Díaz de Santos, Madrid, 1993.

Podemos también realizar un muestreo por conglomerados bietápico que consistiría en una vez que tenemos seleccionados los "m" conglomerados en vez de tomar todas las unidades de análisis de ellos tomaremos una muestra aleatoria de cada uno de los "m" conglomerados seleccionados, siendo la suma de esas submuestras la que formará nuestra muestra, como vemos en la figura 3.

<sup>6</sup> El número de conglomerados que constituirán nuestra muestra ("m") estará en función del tamaño de la muestra que queramos obtener y del tamaño que tengan los conglomerados.



Fig.3 Muestreo por conglomerados bietápico. Fuente: Silva LC, Muestreo para la investigación en ciencias de la salud. Edit. Díaz de Santos, Madrid, 1993.

Podemos aumentar las etapas de muestreo y, de los "m" conglomerados seleccionados en la primera etapa, podemos dividirlos en subconjuntos, llamados unidades de segunda etapa. Y así, sucesivamente, hasta llegar a cierto nivel de subdivisión en que las unidades de esa etapa estén directamente integradas por las unidades de análisis. En ese caso, estaríamos realizando un muestreo por conglomerados polietápico.

Pongamos un ejemplo de muestreo por conglomerados para facilitar su comprensión. Si deseáramos conocer el grado de satisfacción con las prácticas realizadas en la carrera que tienen los alumnos de tercero de enfermería de Castilla y León, podríamos optar por realizar un muestreo por conglomerados. En este caso, nosotros podríamos hacerle monoetápico, siendo nuestra unidad de muestreo las provincias. Así dividiríamos Castilla y León en sus nueve provincias ( $M=9$ ) y elegiríamos aleatoriamente 3 ( $m=3$ , supongamos que han sido Ávila, León y Salamanca) y tomaríamos a todos los estudiantes de tercero de enfermería de esas tres provincias.

Podríamos haber optado por realizar un muestreo por conglomerados bietápico. En este caso, habríamos seguido los mismos pasos, pero, en lugar de tomar a todos los individuos de las tres provincias seleccionadas, tomaríamos una muestra aleatoria de los alumnos de tercero de enfermería de Ávila, otra de los de León y otra de los de Salamanca y la suma de ellos constituiría nuestra muestra.

En el ejemplo que hemos desarrollado, si quisiéramos realizar un muestreo por conglomerados polietápico, podríamos considerar como unidades de segunda etapa las escuelas de enfermería y tomar aleatoriamente dos escuela de enfermería de cada una de las provincias seleccionadas (Ávila, León, Salamanca). Los alumnos de tercero de enfermería de cada una de las escuelas seleccionadas en esas tres provincias serían los que constituirían nuestra muestra. Sin embargo, en el ejemplo que hemos puesto no podríamos realizarlo puesto que hay provincias, como Ávila, que tienen una única escuela de enfermería.

Este tipo de muestreo se suele utilizar cuando la población de referencia es muy dispersa o cuando no se dispone de un listado de los individuos, pero sí de las agrupaciones o conglomerados. Sin embargo, tiene el inconveniente de precisar muestras de mayor tamaño que otros diseños de muestreo para obtener una misma precisión en las estimaciones poblacionales. No obstante, la principal desventaja de este procedimiento de muestreo es la imposibilidad de conocer de antemano el tamaño de la muestra que se van a obtener, ya que el tamaño de la muestra depende de los conglomerados que hayan sido seleccionados. Si el tamaño de los conglomerados no es muy diferente, entonces la imprevisibilidad de la muestra no será muy acusada; pero si no es así, la variabilidad puede ser elevada.

### **Muestreos no probabilísticos**

Los diseños de muestreo no probabilísticos son aquellos en los que las unidades de análisis se recogen utilizando métodos en los que no interviene el azar, de modo que no es posible estimar la probabilidad que tiene cada elemento de ser incluido en la muestra y no todos los elementos tienen posibilidad de ser incluidos.

Entre los muestreos no probabilísticos, desarrollaremos brevemente:

- Muestreo consecutivo
- Muestreo de conveniencia
- Muestreo a criterio

### **Muestreo Consecutivo**

Es el muestreo no probabilístico más utilizado. Si se realiza de manera adecuada, la representatividad de la muestra que se obtiene puede ser semejante a la obtenida con un muestreo probabilístico.

El diseño de muestreo consecutivo consiste en reclutar a todos los individuos de la población accesible que cumplan con los criterios de selección durante el periodo de reclutamiento fijado para el estudio. El periodo de reclutamiento se fija en función del tamaño muestral deseado y del número de sujetos reclutables cada día.

Por ejemplo, si deseamos hacer un estudio para conocer las horas de sueño diarias de los niños recién nacidos, podríamos realizar un muestreo consecutivo tomando a todos los recién nacidos que acudan al centro de salud "x" durante un año.

Como lo que hacemos en este diseño de muestreo es reclutar a toda la población elegible durante un periodo de tiempo determinado, uno de los problemas que nos podemos encontrar es cuando el periodo de reclutamiento es corto y no refleja fluctuaciones estacionales del problema que estamos estudiando; lo cual sesgaría la muestra obtenida. Otro error frecuente es que el reclutamiento no se realice de manera consecutiva, produciéndose interrupciones, por ejemplo, por situaciones de alta demanda asistencial. Esta situación produciría también un sesgo en la muestra.

## **Muestreo de conveniencia**

El muestreo de conveniencia es un diseño de muestreo en el que se seleccionan aquellos sujetos más fácilmente accesibles, que en ocasiones pueden ser voluntarios.

Si deseáramos conocer la opinión de los individuos sobre los servicios sanitarios, podríamos optar por situarnos en una calle determinada y realizar el cuestionario elaborado a personas que paseen por esa calle, en este caso realizaríamos un muestreo de conveniencia.

Cuando colocamos un anuncio en un periódico para recabar individuos que quieran participar en la investigación, realizamos también un muestreo de conveniencia.

El muestro de conveniencia se trata de una de las técnicas menos sólidas, aunque se utiliza en numerosas ocasiones. Cuando los fenómenos que se investigan son suficientemente homogéneos en la población, se reduce el riesgo de sesgo, pero en la mayoría de las ocasiones lo que prima es la heterogeneidad, por lo que las posibilidades de sesgo en este tipo de diseño son muy elevadas.

## **Muestreo a criterio**

El muestreo a criterio, también llamado muestreo intencional, es un tipo de muestreo donde es el propio investigador el que selecciona a aquellos sujetos que considere más apropiados para formar la muestra.

El muestreo a criterio se aplica a menudo cuando se desea tomar una muestra de expertos. Por ejemplo, si deseáramos conocer que dificultades encuentra la enfermería para investigar, y el método que utilizásemos fuese una técnica de consenso, como por ejemplo la técnica Delphi, a la hora de seleccionar el grupo de expertos que participarían, podríamos optar por realizarlo mediante un muestreo a criterio.

Este tipo de diseño de muestreo no ofrece ningún método externo y objetivo, para valorar la idoneidad de los sujetos seleccionados, sin embargo, su utilización puede ofrecer ciertas ventajas en investigaciones como la presentada en el ejemplo.

## **El tamaño muestral**

Una vez abordados los diferentes diseños de muestro es decir: como se obtiene la muestra, uno de los puntos que preocupa a la mayoría de los investigadores es cuantos individuos debe tener la muestra es decir que tamaño.

Buscamos una formula que nos de un "número mágico" de sujetos que formen nuestra muestra. No vamos a ver en este apartado esa formula puesto que para comprender su desarrollo necesitamos tener algunos conceptos estadísticos que todavía no hemos desarrollado.

Sin embargo, vamos a intentar desechar ese concepto de "número mágico" y vamos a tener en cuenta algunas consideraciones:

- El tamaño de la muestra estará en función de cuan frecuente sea lo que deseamos medir. Pongamos un símil, si yo estoy viendo una preparación por el microscopio y los gérmenes que quiero ver se dan en una alta proporción, necesitaré una lente con pocos aumentos para verlo; mientras que si son muy poco frecuentes, necesitaremos una lente con más aumentos. Pues igual ocurre con el tamaño de la muestra. Si lo que quiero estudiar es muy frecuente, necesitaré una muestra más pequeña, que si se da con menor frecuencia. Sin embargo, nosotros calculamos el tamaño muestral para conocer algo que desconocemos y, sin embargo, como hemos comentado anteriormente, debemos de partir de un conocimiento de su valor (en la mayoría de los casos por otros estudios) para saber que tamaño de muestra elegimos.
- Tenemos también que tener en cuenta que el tamaño de la muestra estará en función del máximo error de muestreo que se esté dispuesto a admitir al estimar un parámetro. Se supone, por tanto, que hay un error máximo, lo cual no siempre es fácil de determinar a priori y, en cualquier caso, se trata de una decisión esencialmente subjetiva.
- En tercer lugar, cuanto más complejo es el diseño que utilizamos, mayor será la muestra que necesitaremos, puesto que el efecto diseño nos hace aumentar el tamaño de la muestra para conseguir el mismo grado de precisión.

Teniendo en cuenta estas consideraciones vamos a concluir con una frase de Keneth Rothman:

*"En resumidas cuentas, el problema de determinar el tamaño de muestra más adecuado no es de naturaleza técnica; no es compatible de ser resuelto por vía de los cómputos sino que ha de encararse mediante el juicio, la experiencia y la intuición."*

### **Bibliografía consultada:**

1. Polit, Hungler. Investigación científica en ciencias de la salud. 5ª ed. México: Edit. McGraw-Hill Interamericana; 2002.
2. Rebagliato M, Ruiz I, Arranz M. Metodología de investigación en epidemiología. Madrid: Edit. Díaz de Santos; 1996.
3. Silva LC. Muestreo para la investigación en ciencias de la salud. Madrid: Edit. Díaz de Santos; 1993.
4. Silva LC. Diseño razonado de muestras y captación de datos para la investigación sanitaria. Madrid: Edit. Díaz de Santos; 2000.