



Selección de la muestra

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista-Lucio, P. (2014). Selección de la muestra. En *Metodología de la Investigación* (6ª ed., pp. 170-191). México: McGraw-Hill.

capítulo 8

Selección de la muestra

Toda investigación debe ser transparente, así como estar sujeta a crítica y réplica, y este ejercicio solamente es posible si el investigador delimita con claridad la población estudiada y hace explícito el proceso de selección de su muestra.

Roberto Hernández-Sampieri

Proceso de investigación cuantitativa

Paso 7 Seleccionar una muestra apropiada para la investigación

- Definir los casos (participantes u otros seres vivos, objetos, fenómenos, procesos, sucesos o comunidades) sobre los cuales se habrán de recolectar los datos.
- Delimitar la población.
- Elegir el método de selección de la muestra: probabilístico o no probabilístico.
- Precisar el tamaño de la muestra requerido.
- Aplicar el procedimiento de selección.
- Obtener la muestra.

Objetivos de aprendizaje

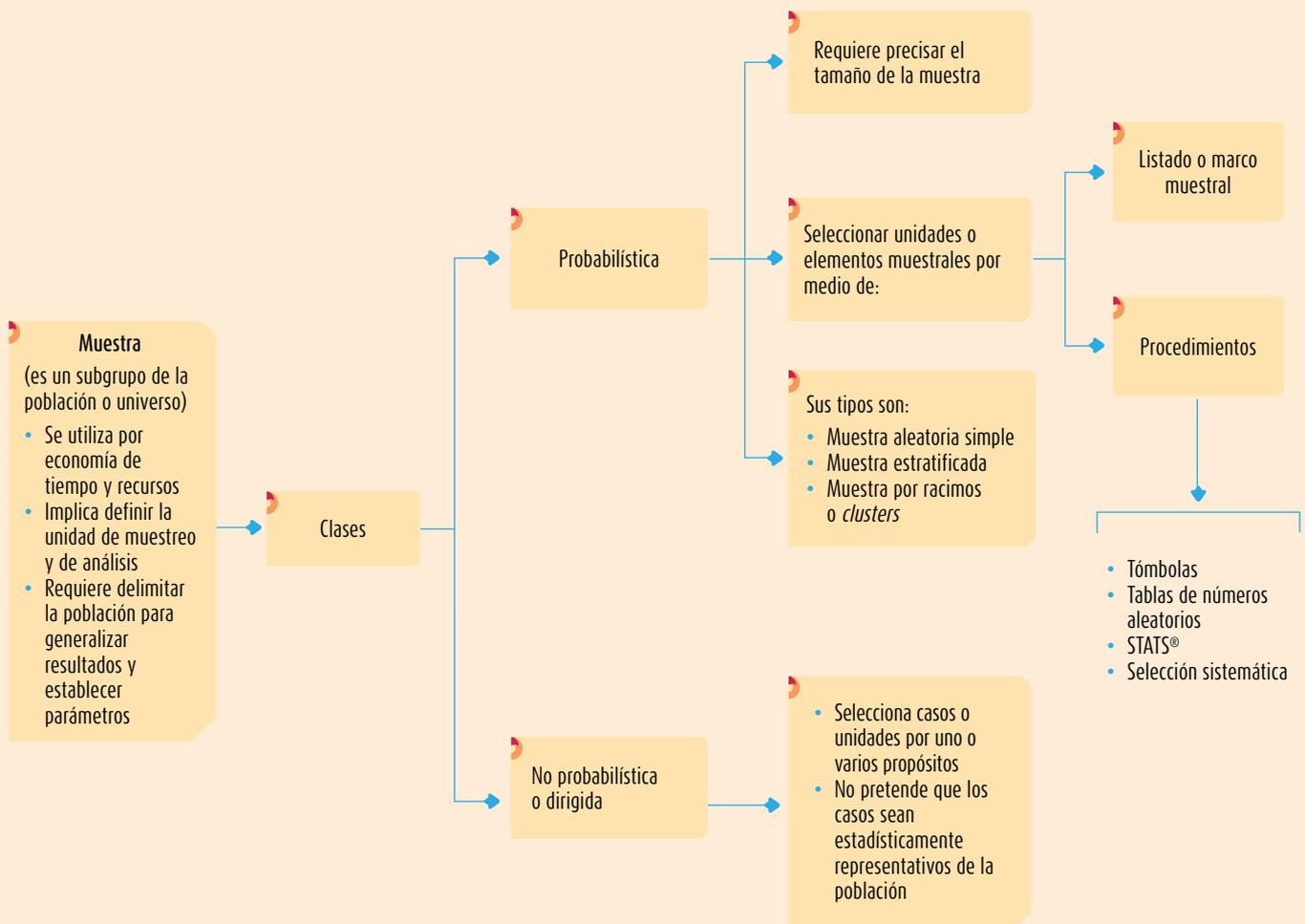
Al terminar este capítulo, el alumno será capaz de:

1. Definir los conceptos de muestra, población o universo y procedimiento de selección de la muestra.
2. Identificar los diferentes tipos de muestras en la investigación cuantitativa, sus procedimientos de selección y características, las situaciones en que es conveniente utilizar cada uno y sus aplicaciones.
3. Determinar el tamaño adecuado de la muestra en distintas situaciones de investigación.
4. Obtener muestras representativas de la población estudiada cuando hay interés por generalizar los resultados de una investigación a un universo más amplio.

Síntesis

En el capítulo se analizan los conceptos de muestra, población o universo, tamaño de la muestra, representatividad de la muestra y procedimiento de selección. También se presenta una tipología de muestras: probabilísticas y no probabilísticas. Se explica cómo definir las unidades de muestreo (participantes, otros seres, objetos, procesos, colectividades o sucesos), de las cuales se habrán de recolectar los datos.

Asimismo, se explica cómo determinar el tamaño adecuado de una muestra cuando pretendemos generalizar los resultados a una población y cómo proceder para obtener la muestra, dependiendo del tipo de selección elegido.



Nota: Los procedimientos para calcular el tamaño de muestra mediante fórmulas, así como la selección de los casos de la muestra a través de tablas de números aleatorios o *random*, se han excluido de este capítulo, debido a que el programa STATS® realiza tal cálculo y elección de manera mucho más sencilla y rápida. Sin embargo, el lector que prefiera los cálculos manuales y el uso de una tabla de números aleatorios, podrá encontrar esta parte en el centro de recursos en línea en: Material complementario → Documentos → Documento 1 “Cálculo de muestra”. Las tablas de números también están en el apéndice 5 de ese sitio web.



¿En una investigación siempre tenemos una muestra?

No siempre, pero en la mayoría de las situaciones sí realizamos el estudio en una muestra. Sólo cuando queremos efectuar un censo debemos incluir todos los casos (personas, animales, plantas, objetos) del universo o la población. Por ejemplo, los estudios motivacionales en empresas suelen abarcar a todos sus empleados para evitar que los excluidos piensen que su opinión no se toma en cuenta. Las muestras se utilizan por economía de tiempo y recursos.

Lo primero: ¿sobre qué o quiénes se recolectarán datos?

Unidades de muestreo Se les denomina también casos o elementos.

Aquí el interés se centra en “qué o quiénes”, es decir, en los participantes, objetos, sucesos o colectividades de estudio (las **unidades de muestreo**), lo cual depende del planteamiento y los alcances de la investigación.¹ Así, en la situación en que el objetivo sea describir el uso que hacen los niños de la televisión, lo más factible sería interrogar a un grupo de niños. También serviría entrevistar a los padres de los niños. Escoger entre los niños o sus padres, o ambos, dependería no sólo del objetivo de la investigación, sino del diseño de ésta. En el caso de la investigación que hemos ejemplificado a lo largo del libro, en la que el propósito básico del estudio es describir la relación entre los niños y la televisión, se podría determinar que los participantes seleccionados para el estudio fueran niños que respondieran sobre sus conductas y percepciones relacionadas con este medio de comunicación.

En otro estudio de Greenberg, Ericson y Vlahos (1972), el objetivo de análisis era investigar las discrepancias o semejanzas en las opiniones de madres e hijos con respecto a la costumbre de mirar la televisión de estos últimos. La finalidad del estudio supuso la selección de mamás y niños, para entrevistarlos por separado, correlacionando posteriormente la respuesta de cada par de madre e hijo.

Lo anterior quizá parezca obvio, pues los objetivos de los dos ejemplos mencionados son claros. Sin embargo, en la práctica no es tan simple para muchos estudiantes, que en propuestas de investigación y de tesis no logran una coherencia entre los objetivos de la investigación y la unidad de muestreo/análisis. Algunos errores comunes se encuentran en la tabla 8.1.

● **Tabla 8.1** Quiénes van a ser medidos: errores y soluciones

Pregunta de investigación	Unidad de análisis errónea	Unidad de análisis correcta
¿Discriminan a las mujeres en los anuncios de la televisión?	Mujeres que aparecen en los anuncios de televisión. Error: no hay grupo de comparación.	Mujeres y hombres que aparecen en los anuncios de televisión, para comparar si ambos son presentados con la misma frecuencia e igualdad de papeles desempeñados y atributos.
¿Están los obreros del área metropolitana de la ciudad de Guadalajara satisfechos con su trabajo?	Computar el número de conflictos sindicales registrados en la Junta Local de Conciliación y Arbitraje del Ministerio del Trabajo durante los últimos cinco años. Error: la pregunta propone indagar sobre actitudes individuales y esta unidad de muestreo/análisis denota datos agregados en una estadística laboral y macrosocial.	Muestra de obreros que trabajan en el área metropolitana de Guadalajara, cada uno de los cuales contestará a las preguntas de un cuestionario sobre satisfacción laboral.

(continúa)

¹ La unidad de muestreo es el tipo de caso que se escoge para estudiar. Normalmente es la misma que la unidad de análisis, pero en ocasiones es distinta (Thompson, 2012; Lepkowski, 2008a; y Sellitz *et al.*, 1980). Por ejemplo, si pretendo investigar las razones por las que ciertos asesinos seriales jóvenes (de 18 a 22 años) fueron capaces de privar de la vida a otros seres humanos. La unidad de muestreo (el caso) sería el asesino (lo que selecciono), pero la unidad de análisis podría ser el asesinato (pudiera haber asesinatos que hubieran matado a más de una persona y cada crimen se analizaría en lo particular). O bien, si un investigador pretende evaluar el grado de violencia presente en las series televisivas que se transmiten de 21 a 23 horas en determinada ciudad y durante cierto tiempo, la unidad de muestreo podría ser el capítulo y la unidad de análisis el segmento de un minuto, tres minutos o lo que considere apropiado. La diferencia es sutil, pero varios lectores han solicitado esta aclaración. En este capítulo me refiero a la unidad de muestreo/análisis, aunque debe tomarse en cuenta la distinción entre ambas.

● **Tabla 8.1** (continuación)

Pregunta de investigación	Unidad de análisis errónea	Unidad de análisis correcta
¿En qué medida contribuye la satisfacción de la comunicación que tienen los pacientes de enfisema pulmonar con sus médicos en el apego al tratamiento?	Pacientes de enfisema pulmonar en estado terminal. Error: la comunicación es un proceso entre dos actores: médicos y pacientes.	Pacientes de enfisema pulmonar y los médicos responsables de su tratamiento.
¿Qué tan arraigada se encuentra la cultura fiscal de los contribuyentes de Medellín?	Contadores públicos y contralores de las empresas del Departamento de Medellín. Error: ¿y el resto de los contribuyentes?	Personas físicas (contribuyentes que no son empresas de todo tipo: profesionales independientes, trabajadores, empleados, comerciantes, asesores, consultores) y representantes de empresas (contribuyentes morales).
¿En qué grado se aplica el modelo por competencias en las escuelas de un distrito escolar?	Alumnos de las escuelas del distrito escolar. Error: se obtendría una respuesta incompleta a la pregunta de investigación y puede ser que algunos alumnos ni siquiera sepan bien lo que es el modelo por competencias de la educación.	Modelos curriculares de las escuelas del distrito escolar (análisis de la documentación disponible), directores y maestros de las escuelas (entrevistas), y eventos de enseñanza-aprendizaje (observación de clases y tareas en cada escuela).

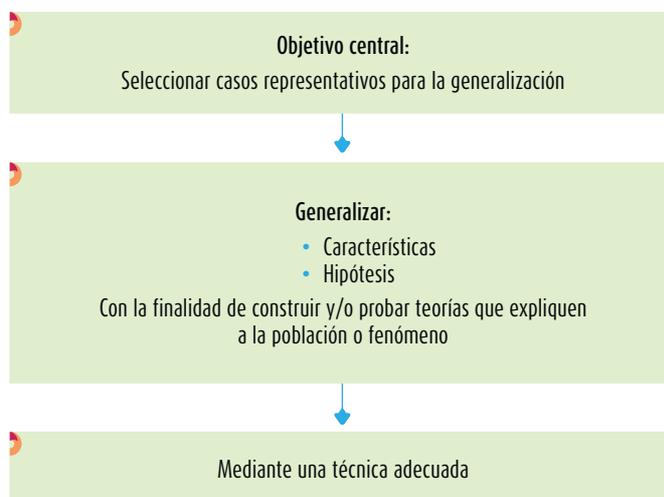
Por tanto, para seleccionar una muestra, lo primero que hay que hacer es definir la **unidad de muestreo/análisis** (si se trata de individuos, organizaciones, periodos, comunidades, situaciones, piezas producidas, eventos, etc.). Una vez definida la unidad de muestreo/análisis se delimita la población.

Para el proceso cuantitativo, la **muestra** es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población. El investigador pretende que los resultados encontrados en la muestra se generalicen o extrapolen a la población (en el sentido de la validez externa que se comentó al hablar de experimentos). El interés es que la muestra sea estadísticamente representativa. La esencia del muestreo cuantitativo podría esquematizarse como se presenta en la figura 8.1.

1

Muestra Subgrupo del universo o población del cual se recolectan los datos y que debe ser representativo de ésta.

● **Figura 8.1** Esencia del muestreo cuantitativo.





¿Cómo se delimita una población?

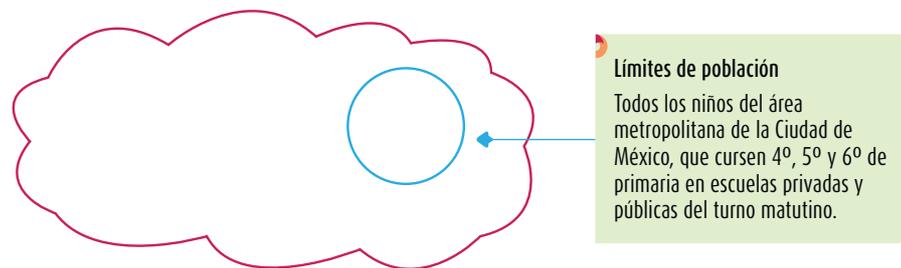
Población o universo Conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones.

Una vez que se ha definido cuál será la unidad de muestreo/análisis, se procede a delimitar la población que va a ser estudiada y sobre la cual se pretende generalizar los resultados. Así, una **población** es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (Lepkowski, 2008b).

Una deficiencia que se presenta en algunos trabajos de investigación es que no describen lo suficiente las características de la población o consideran que la muestra la representa de manera automática. Suele ocurrir que algunos estudios que sólo se basan en muestras de estudiantes universitarios (porque es fácil aplicar en ellos el instrumento de medición, pues están a la mano) hagan generalizaciones temerarias sobre jóvenes que tal vez posean otras características sociales. Es preferible, entonces, establecer con claridad las características de la población, con la finalidad de delimitar cuáles serán los parámetros muestrales.

Lo anterior puede ilustrarse con el ejemplo de la investigación sobre el uso de la televisión entre los niños. Está claro que en dicha investigación la unidad de muestreo/análisis son los niños. Pero, ¿de qué población se trata? ¿De todos los niños del mundo? ¿De todos los niños de la República Mexicana? Sería muy ambicioso y prácticamente imposible referirnos a poblaciones tan grandes. Así, en nuestro ejemplo, la población se delimitaría con base en la figura 8.2.

● **Figura 8.2** Ejemplo de delimitación de la muestra.



Esta definición elimina, por tanto, a niños mexicanos que no vivan en la zona metropolitana de la Ciudad de México, a los que no van a la escuela, a los que asisten a clases por la tarde (turno vespertino) y a los más pequeños. Por otra parte, permite hacer una investigación costeable, con cuestionarios que serán respondidos por niños que ya saben escribir y con un control sobre la inclusión de niños de todas las zonas de la metrópoli, al utilizar la ubicación de las escuelas como puntos de referencia y de selección. En éste y otros casos, la delimitación de las características de la población no sólo depende de los objetivos de la investigación, sino de otras razones prácticas. Un estudio no será mejor por tener una población más grande; la calidad de un trabajo investigativo estriba en delimitar claramente la población con base en el planteamiento del problema.

Las poblaciones deben situarse claramente por sus características de contenido, lugar y tiempo. Por ejemplo, si decidiéramos efectuar un estudio sobre los directivos de empresas manufactureras en México, con base en ciertas consideraciones teóricas que describen el comportamiento gerencial de los individuos y la relación de éste con otras variables de tipo organizacional, podríamos proceder a definir la población de la siguiente manera:

Nuestra población comprende a todos aquellos directores generales de empresas de manufactura ubicadas en México, que en 2014 tienen un capital social superior a 15 millones de pesos, con ventas mayores a los 40 millones de pesos y con más de 250 personas empleadas (Mendoza, Hernández-Sampieri y Méndez, 2015).

En este ejemplo se delimita la población al excluir a quienes no son directores generales y a las empresas que no pertenezcan a la industria manufacturera. Se establece también, con base en criterios de capital y de recursos humanos, que se trata de empresas grandes. Por último, se indica que estos criterios operan en 2014, en México.

Al seleccionar la muestra debemos evitar tres errores que pueden presentarse: 1) desestimar o no elegir casos que deberían ser parte de la muestra (participantes que deberían estar y no fueron seleccionados), 2) incluir casos que no deberían estar porque no forman parte de la población y 3) seleccionar casos que son verdaderamente inelegibles (Mertens, 2010); por ejemplo, en una encuesta o sondeo sobre preferencias electorales entrevistar a individuos que son menores de edad y no pueden votar legalmente (no deben ser agregados a la muestra, pero sus respuestas se incluyeron, lo que es un error). Asimismo, imaginemos que realizamos una investigación para determinar el perfil de los clientes de una tienda departamental y generamos una serie de estadísticas sobre ellos en una muestra obtenida de la base de datos. Podría ocurrir que la base de datos no estuviera actualizada y varias personas ya no fueran clientes de la tienda y, sin embargo, se eligieran para el estudio (por ejemplo, que algunas se hayan mudado a otra ciudad, otras hayan fallecido, unas más ya no utilizan su membresía y hasta hubiera personas que se hayan hecho clientes de la competencia).

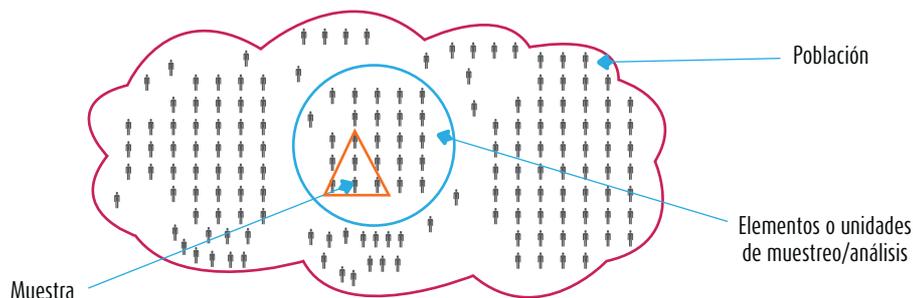
El primer paso para evitar tales errores es una adecuada **delimitación del universo o población**. Los criterios que cada investigador cumpla dependen de sus objetivos de estudio, y es importante establecerlos de manera muy específica.

¿Cómo seleccionar la muestra?

Hasta este momento hemos visto que se debe definir cuál será la unidad de muestreo/análisis y cuáles son las características de la población. En este inciso comentaremos sobre la muestra, o mejor dicho, los tipos de muestra, con la finalidad de poder elegir la más conveniente para un estudio.

La *muestra* es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos *población*. Esto se representa en la figura 8.3. Con frecuencia leemos y escuchamos hablar de muestra representativa, muestra al azar, muestra aleatoria, como si con los simples términos se pudiera dar más seriedad a los resultados. En realidad, pocas veces es posible medir a toda la población, por lo que obtenemos o seleccionamos una muestra y, desde luego, se pretende que este subconjunto sea un reflejo fiel del conjunto de la población. Todas las muestras (en el enfoque cuantitativo) deben ser representativas; por tanto, el uso de los términos al azar y aleatorio sólo denota un tipo de procedimiento mecánico relacionado con la probabilidad y con la selección de elementos o unidades, pero no aclara el tipo de muestra ni el procedimiento de muestreo. Hablemos entonces de estos conceptos en los siguientes apartados.

● **Figura 8.3** Representación de una muestra como subgrupo.



Tipos de muestra

Básicamente, categorizamos las muestras en dos grandes ramas: las *muestras no probabilísticas* y las *muestras probabilísticas*. En las **muestras probabilísticas**, todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser escogidos para la muestra y se obtienen definiendo las características de la población y el tamaño de la muestra, y por medio de una selección aleatoria o mecánica de las unidades de muestreo/análisis.

2

Muestra probabilística Subgrupo de la población en el que todos los elementos tienen la misma posibilidad de ser elegidos.



Imagínese el procedimiento para obtener el número premiado en un sorteo de lotería. Este número se va formando en el momento del sorteo. En las loterías tradicionales, a partir de las esferas con un dígito que se extraen (después de revolverlas mecánicamente) hasta formar el número, de manera que todos los números tienen la misma probabilidad de ser elegidos.

Muestra no probabilística o dirigida

Subgrupo de la población en la que la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de las características de la investigación.

En las **muestras no probabilísticas**, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador (Johnson, 2014, Hernández-Sampieri *et al.*, 2013 y Battaglia, 2008b). Aquí el procedimiento no es mecánico ni se basa en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de un investigador o de un grupo de investigadores y, desde luego, las muestras seleccionadas obedecen a

otros criterios de investigación. Elegir entre una muestra probabilística o una no probabilística depende del planteamiento del estudio, del diseño de investigación y de la contribución que se piensa hacer con ella. Para ilustrar lo anterior mencionaremos tres ejemplos que toman en cuenta dichas consideraciones.

Ejemplo

En un primer ejemplo tenemos una investigación sobre el suicidio en prisiones de Estados Unidos (Suto y Arnaut, 2010). Dado que el suicidio es una causa frecuente de muerte en las cárceles estadounidenses y que la mayoría de los trabajos previos se centraban en cuestiones demográficas y más bien superficiales, los investigadores diseñaron un estudio con el objetivo de explorar los motivos por los cuales los reclusos intentan suicidarse. Para cumplir dicho propósito se seleccionó una muestra no probabilística de prisioneros que accedieran voluntariamente a participar. De esta manera, se realizaron entrevistas exhaustivas a 24 individuos de seis cárceles de Ohio, quienes se expresaron con franqueza sobre sus experiencias.

Comentario: en este caso es adecuada una muestra no probabilística, pues se trata de un estudio exploratorio y un enfoque fundamentalmente cualitativo; es decir, no resulta concluyente, sino que su finalidad es documentar ciertas experiencias. Este tipo de estudios pretende generar datos e hipótesis que constituyan la materia prima para investigaciones más precisas. Asimismo, es complicado tener acceso a las prisiones y a los participantes.²

Ejemplo

Como segundo caso mencionaremos una investigación para saber cuántos niños han sido vacunados contra ciertas enfermedades y cuántos no en un país, y las variables asociadas (nivel socioeconómico, lugar donde viven, educación, etc.) y sus motivaciones. Se conforma una muestra probabilística nacional de —digamos por ahora— 1 600 lactantes, y de los datos obtenidos se toman decisiones para formular estrategias de vacunación, así como mensajes dirigidos a persuadir a la población para que vacunen oportunamente a los niños.

Comentario: este tipo de estudio, en el que se hace una asociación entre variables y cuyos resultados servirán de base para tomar decisiones políticas que afectarán a una población, se logra mediante una investigación por encuestas y, definitivamente, por medio de una *muestra probabilística*, diseñada de tal manera que los datos lleguen a ser generalizados a la población con una estimación precisa del error que pudiera cometerse al realizar tales generalizaciones.

Ejemplo

Se diseñó un experimento para determinar si los contenidos violentos de la televisión generan conductas antisociales en los niños. Para lograr tal objetivo, se seleccionan en un colegio 60 niños de cinco años de edad, de igual nivel socioeconómico e intelectual, y se asignan aleatoriamente a dos grupos o condiciones. Así, 30 niños verían caricaturas sin violencia y otros 30, caricaturas muy violentas. Inmediatamente después de la exposición, los niños serían observados en grupos y se medirían sus conductas violentas y no violentas.

² En el capítulo 13 profundizaremos en las muestras cualitativas.

Comentario: ésta es una *muestra no probabilística*. Aunque se asignen los niños de manera aleatoria a las dos condiciones experimentales, para generalizar a la población se necesitarían experimentos repetidos. Un estudio así es valioso en cuanto a que el nivel causa-efecto es más preciso al aislar otras variables; sin embargo, no es posible generalizar los datos a todos los niños, pues sólo se aporta información sobre individuos con las mencionadas características. Se trata de una muestra dirigida y “clásica” de un estudio de este tipo. La selección de la muestra no es al azar, aunque la asignación de los niños a los grupos sí lo es.

¿Cómo se selecciona una muestra probabilística?

Resumiremos diciendo que la elección entre la muestra probabilística y la no probabilística se hace según el planteamiento del problema, las hipótesis, el diseño de investigación y el alcance de sus contribuciones. Las muestras probabilísticas tienen muchas ventajas; quizá la principal sea que puede medirse el tamaño del error en nuestras predicciones. Se ha dicho incluso que el principal objetivo del diseño de una muestra probabilística es reducir al mínimo este error, al que se le llama error estándar (Johnson, 2014; Brown, 2006; Kalton y Heeringa, 2003; y Kish, 1995).

Las muestras probabilísticas son esenciales en los diseños de investigación transeccionales, tanto descriptivos como correlacionales-causales (las encuestas de opinión o sondeos, por ejemplo), donde se pretende hacer estimaciones de variables en la población. Estas variables se miden y se analizan con pruebas estadísticas en una muestra, de la que se presupone que ésta es probabilística y que todos los elementos de la población tienen una misma probabilidad de ser elegidos. Las unidades o elementos muestrales tendrán valores muy parecidos a los de la población, de manera que las mediciones en el subconjunto nos darán estimados precisos del conjunto mayor. La precisión de dichos estimados depende del error en el muestreo, que es posible calcular. Esto se representa en la figura 8.4.

● **Figura 8.4** Esquema de la generalización de la muestra a la población.



Hay otros errores que dependen de la medición, pero serán tratados en el siguiente capítulo.

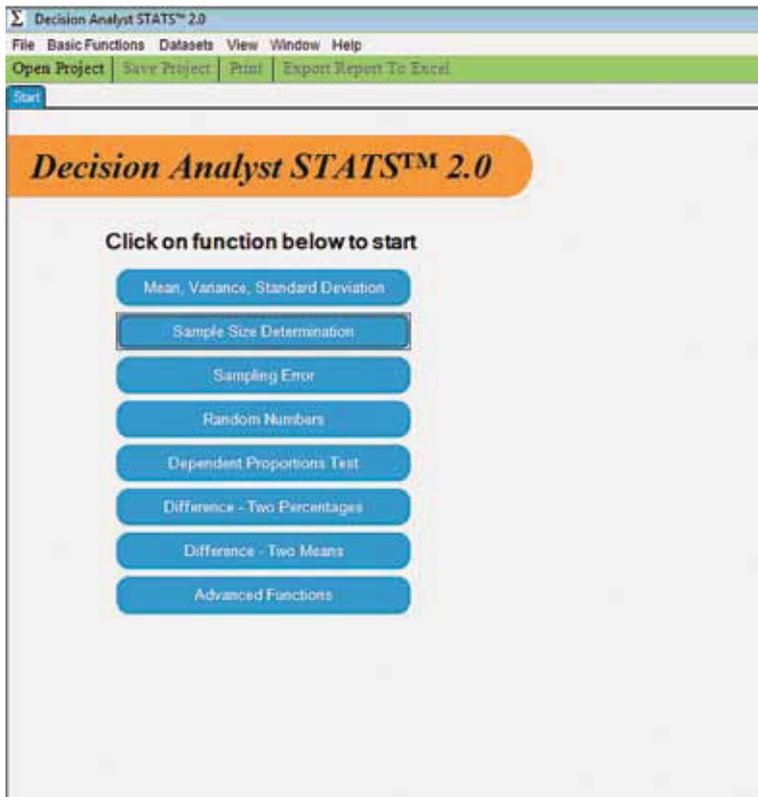
Para hacer una muestra probabilística son necesarios dos procedimientos:

1. Calcular un tamaño de muestra que sea representativo de la población.
2. Seleccionar los elementos muestrales (casos) de manera que al inicio todos tengan la misma posibilidad de ser elegidos.

Para lo primero, se recomienda utilizar el programa STATS® que puede descargar de la página web de este libro (en Software o Programas, con el subprograma Tamaño de la muestra [Sample Size Determination]). También se puede calcular el tamaño de muestra mediante las fórmulas clásicas que se han desarrollado, pero es más tardado y el resultado es el mismo o muy similar al que proporciona dicho programa.³ Quien así lo desee, puede revisar este procedimiento manual en el centro de recursos en: Material complementario → Documentos → Documento 1 “Cálculo de muestra”. Para lo

STATS®

³ Algunos escépticos del programa STATS® han querido comparar los resultados que éste genera con los que se obtienen mediante las fórmulas, y han encontrado en múltiples cálculos resultados muy parecidos (normalmente con una diferencia de menos de un caso, por cuestiones de redondeo).



STATS®

También pide que definamos el error estándar máximo aceptable (*maximum acceptable percentage points of error*) (probabilidad), el porcentaje estimado de la muestra (*estimated percentage level*) y el nivel de confianza (*desired confidence level*) (términos que se explican en el capítulo 10, “Análisis de los datos cuantitativos”, en el paso 5, sugerido para el análisis: “analizar mediante pruebas estadísticas las hipótesis planteadas”). Por ahora diremos que el error máximo aceptable se refiere a un porcentaje de

segundo (seleccionar los elementos muestrales), requerimos un marco de selección adecuado y un procedimiento que permita la aleatoriedad en la selección. Hablaremos de ambas cuestiones en los siguientes apartados.

Cálculo del tamaño de muestra

3 Cuando se elabora una muestra probabilística, uno debe preguntarse: dado que una población es de N tamaño,⁴ ¿cuál es el menor número de unidades muestrales (personas, casos, organizaciones, capítulos de telenovelas, etc.) que necesito para conformar una muestra (n) que me asegure un determinado nivel de error estándar, digamos menor de 0.01?

La respuesta consiste en encontrar una muestra que sea representativa del universo o población con cierta posibilidad de error (se pretende minimizar) y nivel de confianza (maximizar), así como probabilidad.

STATS® Imaginemos que pretendemos realizar un estudio de la siguiente población: las empresas de mi ciudad. Entonces, lo primero es conocer el tamaño de la población (número de empresas en la ciudad). Supongamos que hay 2200. Al abrir el subprograma Tamaño de la muestra (Sample Size Determination) en STATS®,⁵ el programa va a pedir los siguientes datos:

Universe size (tamaño del universo):
 Maximum Acceptable Percentage Points of Error (error máximo aceptable):
 Estimated Percentage Level (porcentaje estimado de la muestra):
 Desired Confidence Level (nivel deseado de confianza):

El tamaño del universo o población ya dijimos que es de 2200. Debemos conocer este dato o uno aproximado, sin olvidar que por encima de 99 999 casos da casi lo mismo cualquier tamaño del universo (un millón, 200 mil, 54 millones, etc.), por lo que si tecleamos un número mayor a 99 999 el programa pondrá esta cifra de manera automática, pero si es menor la respeta.

⁴ En muestreo, cuando se utiliza una letra mayúscula se habla de la población y una letra minúscula, de la muestra (N = tamaño de población, n = tamaño de muestra).

⁵ Obviamente primero debe instalar el programa en la computadora.

error potencial que admitimos como tolerancia de que nuestra muestra **no** sea representativa de la población (de equivocarnos). Los niveles de error pueden ir de 20 a 1% en STATS®. Los más comunes son 1 y 5% (uno implica tolerar muy poco error, 1 en 100, por así decirlo; mientras que 5% es aceptar en 100 cinco posibilidades de equivocarnos).

Se explicará esto con un ejemplo cotidiano. Si fuera a apostar en las carreras de caballos y tuviera 95% de probabilidades de atinarle al ganador, contra sólo 5% de perder, ¿apostaría? Obviamente sí, siempre y cuando le aseguraran ese 95% a favor. O bien, si le dieran 95 boletos de 100 para la rifa de un automóvil, ¿sentiría confianza en que va a estrenar vehículo? Por supuesto que sí. No tendría la certeza total; ésta no existe en el universo, al menos para los seres humanos.

Pues bien, algo similar hace el investigador al definir un posible nivel de error en la representatividad estadística de su muestra. Los niveles de error más comunes que suelen fijarse en la investigación son de 5 y 1% (en ciencias sociales el más usual es el primero).

El porcentaje estimado de la muestra es la probabilidad de ocurrencia del fenómeno (representatividad de la muestra o no representatividad, la cual se estima sobre marcos de muestreo previos o se define. La certeza total siempre es igual a uno, las posibilidades a partir de esto son “ p ” de que sí ocurra y “ q ” de que no ocurra ($p + q = 1$). Cuando no tenemos marcos de muestreo previos, usamos un porcentaje estimado de 50% (que es la opción automática que brinda STATS®, es decir, asumimos que “ p ” y “ q ” serán de 50% —igual probabilidad— o 0.50 —en términos de proporciones—, y que resulta lo más común, particularmente cuando seleccionamos por vez primera una muestra en una población).

Finalmente, el nivel deseado de confianza es el complemento del error máximo aceptable (porcentaje de “acertar en la representatividad de la muestra”). Si el error elegido fue de 5%, el nivel deseado de confianza será de 95%. Una vez más, los niveles más comunes son de 95 y 99%. En forma automática, STATS® coloca el primero, pero podemos modificarlo.

Ya con todos los campos llenos, con sólo presionar el botón de Calcular, se obtiene el tamaño de muestra representativo para el universo, en términos de probabilidad. En el ejemplo podría ser:

Tamaño del universo: 2 200

Error máximo aceptable: 5%

Porcentaje estimado de la muestra: 50%

Nivel deseado de confianza: 95%

El resultado que nos proporciona STATS® es:

Tamaño de la muestra: 327 (número de empresas que necesitamos para tener representadas a las 2 200 de la ciudad, con 95% de confianza y 5% de error máximo).⁶



⁶ Las versiones más actualizadas de STATS® redondean automáticamente, a diferencia de las anteriores. Si tuviera otra versión más antigua, el resultado hubiera sido de 327.1776.



Ejemplo



Problema de investigación

Supongamos que el gobierno de un estado, provincia o departamento ha emitido una ley que impide (prohibición expresa) a las estaciones de radio transmitir comerciales que utilicen un lenguaje procaz (groserías, malas palabras). Dicho gobierno nos solicita analizar en qué medida los anuncios radiofónicos transmitidos en el estado utilizan en su contenido este lenguaje, digamos, durante el último mes.

Población (N):

Comerciales transmitidos por las estaciones radiofónicas del estado durante el último mes.

Tamaño de muestra (n):

Lo primero es determinar o conocer N (recordemos que significa población o universo). En este caso $N = 20\,000$ (20 mil comerciales transmitidos). Lo segundo es establecer el error máximo aceptable, el porcentaje estimado de la muestra y el nivel de confianza.

Tecleamos los datos (Inputs) que STATS® nos pide:⁷

Tamaño de la población (Universe Size): 20 000

Error máximo aceptable (Maximum Acceptable Percentage Points of Error): 5%

Porcentaje estimado de la muestra (Estimated Percentage Level): 50%

Nivel de confianza deseado (Desired Confidence Level): 95%

El programa calcula automáticamente el tamaño de muestra necesario o requerido (Results. The Sample Size should be...): $n = 377$, que es el número de comerciales radiofónicos que necesitamos para representar al universo de 20 000, con un error de 0.05 (5%) y un nivel de confianza de 95%.

Si cambiamos el nivel de error tolerado y el nivel de confianza (1% de error y 99% de confianza, el tamaño de la muestra será mucho mayor, en este caso de 9 083 comerciales).

Como puede apreciarse, el tamaño de la muestra es sensible al error y nivel de confianza que definamos. A menor error y mayor nivel de confianza, mayor tamaño de muestra requerido para representar a la población o universo.

Ejemplo



Problema de investigación

Analizar la motivación intrínseca que tienen los empleados de la cadena de restaurantes “Lucy y Laura Bunny”.

Población:

$N = 600$ empleados (cocineros, meseros, ayudantes, etcétera).

Tamaño de muestra:

Con un error de 5% y un nivel de confianza de 95%, el tamaño requerido para que la muestra sea representativa es de 234 empleados.

Conforme disminuye el tamaño de la población aumenta la proporción de casos que necesitamos en la muestra.

Previamente se señaló que para obtener una muestra probabilística eran necesarios dos procedimientos. El primero es el que acabamos de mencionar: calcular un tamaño de muestra que sea representativo de la población. El segundo consiste en seleccionar los elementos muestrales de manera que al inicio todos tengan la misma posibilidad de ser elegidos. Es decir, cómo y de dónde vamos a elegir los casos. Esto se comentará más adelante.



A los ejemplos de las muestras obtenidas por STATS® se les conoce como muestras aleatorias simples (MAS). Su característica esencial, como dijimos, es que todos los casos del universo tienen al inicio la misma probabilidad de ser seleccionados.

Muestra probabilística estratificada

En ocasiones, el interés del investigador es comparar sus resultados entre segmentos, grupos o nichos de la población, porque así lo señala el planteamiento del problema. Por ejemplo, efectuar compara-

⁷ Se incluyen los términos en inglés por si la versión disponible se encuentra en este idioma.

ciones por género (entre hombres y mujeres), si la selección de la muestra es aleatoria, tendremos unidades o elementos de ambos géneros, no hay problema, la muestra reflejará a la población.

Ahora bien, en ocasiones nos interesan grupos que constituyen minorías de la población o universo, y entonces, si la muestra es aleatoria simple, resultará muy difícil determinar qué elementos o casos de tales grupos serán seleccionados. Imaginemos que nos interesan personas de todas las religiones para contrastar ciertos datos, pero en la ciudad donde se efectuará el estudio la mayoría es —por ejemplo— predominantemente católica. Con MAS es casi seguro que no elijamos individuos de diversas religiones o sólo unos cuantos. No podríamos efectuar las comparaciones. Quizá tengamos 300 católicos y cinco o seis de otras religiones. Entonces es cuando preferimos obtener una **muestra probabilística estratificada** (el nombre nos dice que será probabilística y que se considerarán segmentos o grupos de la población, o lo que es igual: estratos).

Ejemplos de estratos en la variable religión serían: católicos, cristianos, protestantes, judíos, mahometanos, budistas, etc. Y de la variable grado o nivel de estudios: preescolar, primaria, secundaria, bachillerato, universidad (o equivalente) y posgrado. Podemos tener estratos por diferentes tamaños de empresas, tipos de enfermedades, altura de edificios, etcétera.

Los ejemplos anteriores del uso de STATS® corresponden a muestras probabilísticas simples. Ahora supongamos que pretendemos realizar un estudio con directores de recursos humanos para determinar su ideología y políticas de trato a los colaboradores de sus empresas. Imaginemos que nuestro universo es de 1 176 organizaciones con directores de recursos humanos. Usando STATS® determinamos que el tamaño de la muestra necesaria para representar a la población sería de $n = 298$ directivos. Pero supongamos que la situación se complica y que debemos estratificar este n con la finalidad de que los elementos muestrales o las unidades posean determinado atributo. En nuestro ejemplo, este atributo podría ser el giro de la empresa. Es decir, cuando no basta que cada uno de los elementos muestrales tengan la misma probabilidad de ser escogidos, sino que además es necesario segmentar la muestra en relación con estratos o categorías que se presentan en la población, y que además son relevantes para los objetivos del estudio, se diseña una muestra probabilística estratificada. Lo que aquí se hace es dividir a la población en subpoblaciones o estratos, y se selecciona una muestra para cada estrato.

La estratificación aumenta la precisión de la muestra e implica el uso deliberado de diferentes tamaños de muestra para cada estrato, a fin de lograr reducir la varianza de cada unidad de la media muestral (Kalton y Heeringa, 2003). Kish (1995) y Kalsbeek (2008) afirman que, en un número determinado de elementos muestrales $n = \sum nb$, la varianza de la media muestral \bar{y} puede reducirse al mínimo, si el tamaño de la muestra para cada estrato es proporcional a la desviación estándar dentro del estrato.

Esto es,

$$\sum fh = \frac{n}{N} = ksh$$

En donde la muestra n será igual a la suma de los elementos muestrales nb . Es decir, el tamaño de n y la varianza de \bar{y} pueden minimizarse, si calculamos “submuestras” proporcionales a la desviación estándar de cada estrato. Esto es:

$$fh = \frac{nb}{Nh} = ksh$$

En donde nb y Nh son muestra y población de cada estrato, y sh es la desviación estándar de cada elemento en un determinado estrato. Entonces tenemos que:

$$ksh = \frac{nb}{Nh}$$

Muestra probabilística estratificada Muestreo en el que la población se divide en segmentos y se selecciona una muestra para cada segmento.

STATS®



Siguiendo con nuestro ejemplo, la población es de 1 176 directores de recursos humanos y el tamaño de muestra es $n = 298$. ¿Qué muestra necesitaremos para cada estrato?

$$ksh = \frac{nh}{Nh} = \frac{298}{1\,176} = 0.2534$$

De manera que el total de la subpoblación se multiplicará por esta fracción constante para obtener el tamaño de la muestra para el estrato. Al sustituirse, tenemos que:

$$(Nh)(fh) = nh \text{ (véase la tabla 8.2)}$$

● **Tabla 8.2** Muestra probabilística estratificada de directores de recursos humanos

Estrato por giro	Directores de recursos humanos del giro	Total población (fh) = 0.2534 Nh (fh) = nh	Muestra
1	Extractivo y siderúrgico	53	13
2	Metal-mecánico	109	28
3	Alimentos, bebidas y tabaco	215	55
4	Papel y artes gráficas	87	22
5	Textil	98	25
6	Eléctrico y electrónico	110	28
7	Automotriz	81	20
8	Químico-farmacéutico	221	56
9	Otras empresas de transformación	151	38
10	Comerciales	51	13
		$N = 1\,176$	$n = 298$

Por ejemplo:

$Nh = 53$ directores de recursos humanos corresponden a la población total del giro extractivo y siderúrgico.

$fh = 0.2534$ es la fracción constante.

$nh = 13$ es el número redondeado de directores de RRHH del giro extractivo y siderúrgico que tendrá que entrevistarse.

Muestreo probabilístico por racimos

En algunos casos en que el investigador se ve limitado por recursos financieros, tiempo, distancias geográficas y otros obstáculos, se recurre al **muestreo por racimos o clusters**. En este tipo de muestreo se reducen costos, tiempo y energía, al considerar que a veces las unidades de muestreo/análisis se encuentran encapsuladas o encerradas en determinados lugares físicos o geográficos, a los que se denomina **racimos**. En la tabla 8.3 se dan algunos ejemplos. En la primera columna se encuentran unidades de muestreo/análisis que frecuentemente vamos a estudiar. En la segunda columna sugerimos posibles racimos donde se encuentran dichos elementos.

Racimos Son sinónimos de *clusters* o conglomerados.

● **Tabla 8.3** Ejemplo de racimos o clusters

Unidad de muestreo/análisis	Posibles racimos
Adolescentes	Preparatorias
Obreros	Industrias o fábricas
Amas de casa	Mercados/supermercados/centros comerciales
Empresas	Parques o zonas industriales
Niños	Colegios

Muestrear por racimos implica diferenciar entre la unidad de análisis y la unidad muestral. La unidad de análisis indica quiénes van a ser medidos, es decir, los participantes o casos a quienes en última instancia vamos a aplicar el instrumento de medición. La unidad muestral (en este tipo de muestra) se refiere al racimo por medio del cual se logra el acceso a la unidad de análisis. El muestreo por racimos supone una selección en dos o más etapas, todas con procedimientos probabilísticos. En la primera, se seleccionan los racimos siguiendo los pasos ya señalados de una muestra probabilística simple o estratificada. En las fases subsecuentes, y dentro de estos racimos, se seleccionan los casos que van a medirse. Para ello se hace una selección que asegure que todos los elementos del racimo tienen la misma probabilidad de ser elegidos.

Por ejemplo, en una muestra nacional de ciudadanos de un país por *clusters* o racimos, podríamos primero elegir al azar una muestra de estados, provincias o departamentos (primera etapa). Luego, cada estado o provincia se convierte en un universo y se seleccionan al azar municipios (segunda etapa); cada municipio se considera un universo o población y se eligen al azar comunidades o colonias (tercera etapa); cada una de éstas se concibe como universo y de nuevo, al azar, se eligen manzanas o cuadras (cuarta etapa). Por último, se escogen al azar viviendas u hogares e individuos (quinta etapa).

En ocasiones se combinan tipos de muestreo, por ejemplo: una muestra probabilística estratificada y por racimos, pero siempre se utiliza una selección aleatoria que garantiza que al inicio del procedimiento todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser elegidos para integrar la muestra. En el centro de recursos en línea del libro: Material complementario → Documentos → Documento 1 “Cálculo de muestra” se proporciona un ejemplo que comprende varios de los procedimientos descritos hasta ahora y que ilustra la manera como frecuentemente se hace una muestra probabilística estratificada.

Muestra probabilística por racimos Muestreo en el que las unidades se encuentran encapsuladas en determinados lugares físicos.



¿Cómo se lleva a cabo el procedimiento de selección de la muestra?

Cuando iniciamos nuestra exposición sobre la muestra probabilística, señalamos que los tipos de muestra dependen de dos características: el tamaño de la muestra y el procedimiento de selección.

De lo primero ya hemos hablado. Ahora nos ocuparemos del procedimiento de selección. Se determina el tamaño de la muestra n , pero ¿cómo seleccionar los elementos muestrales? (ya sean casos o racimos). Las unidades de análisis o los elementos muestrales se eligen siempre aleatoriamente para asegurarnos de que cada elemento tenga la misma probabilidad de ser elegido. Se utilizan básicamente tres procedimientos de selección, de los cuales a continuación se comentan dos y el tercero se expone en el centro de recursos en línea: Material complementario → Documentos → Documento 1 “Cálculo de muestra”.



Tómbola

Muy simple pero muy rápido, consiste en numerar todos los elementos muestrales de la población, del uno al número N . Después se hacen fichas o papeles, uno por cada elemento, se revuelven en una caja y se van sacando n número de fichas, según el tamaño de la muestra. Los números elegidos al azar conformarán la muestra.

Cuando nuestro muestreo es estratificado, se sigue el procedimiento anterior, pero por cada estrato. Por ejemplo, en la tabla 8.2, tenemos que, de una población $N = 53$ empresas extractivas y siderúrgicas, se necesita una muestra $n = 13$ de directivos de recursos humanos de tales empresas. En una lista se numeran cada una de estas organizaciones. En fichas aparte se sortean los 53 números, hasta obtener los 13 necesarios (pueden ser las 13 primeras fichas que se extraigan). Los números obtenidos se verifican con los nombres y las direcciones de nuestra lista, para precisar los directivos que participarán en el estudio.



Números aleatorios (*random numbers*)



Éste es el procedimiento que se encuentra en el centro de recursos en línea: Documento 1 “Cálculo de muestra”.

STATS®

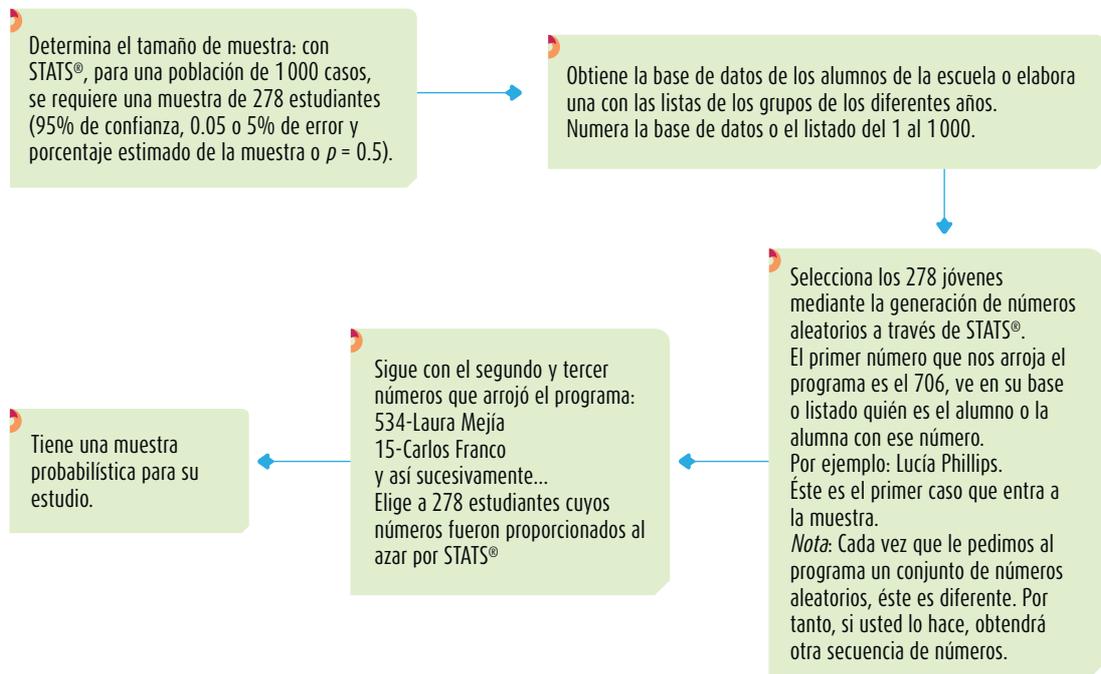


Una excelente alternativa para generar números aleatorios se encuentra en el programa STATS®, que contiene un subprograma para ello (Random Number Generator) y evita el uso de la tabla de números aleatorios. Es hasta ahora la mejor forma que hemos encontrado para hacerlo.

El programa pide que le indiquemos cuántos números aleatorios requerimos. Entonces, tecleamos el tamaño de muestra. Elegimos la opción: ☹ “Establecer límite superior e inferior” y nos solicita que establezcamos el límite inferior (que siempre será uno, el primer caso de la población, pues la muestra se extrae de ésta) y el límite superior (el último número de la población, que es el tamaño de la muestra). Tecleamos Calcular (Calculate) y genera automáticamente los números. Vemos contra nuestro listado a quién o a qué corresponde cada número y éstos son los casos que pasarían a integrar la muestra.

Veámoslo con un ejemplo. Imaginemos que una investigadora busca conocer en una escuela o facultad de una universidad quiénes son el joven y la joven más populares. Entonces decide realizar una encuesta, para lo cual debe obtener una muestra. Supongamos que la escuela tiene una población de 1 000 alumnos. Si obtuviera una muestra aleatoria simple, su procedimiento sería el que se muestra en la figura 8.5.

● **Figura 8.5** Ejemplo del procedimiento para elegir los casos de una muestra aleatoria simple usando STATS®.



Con estratos o conglomerados repetimos el procedimiento para cada uno.

Selección sistemática de elementos muestrales

Este procedimiento de selección es muy útil e implica elegir dentro de una población N un número n de elementos a partir de un intervalo K . Este último (K) es un intervalo que se determina por el tamaño de la población y el tamaño de la muestra. Así, tenemos que $K = N/n$, en donde $K =$ un intervalo de selección sistemática, $N =$ la población y $n =$ la muestra.

Ilustremos los conceptos anteriores con un ejemplo. Supongamos que se quiere hacer un estudio que pretende medir la calidad de la atención en los servicios proporcionados por los médicos y las enfermeras de un hospital. Para tal efecto consideremos que los investigadores consiguen grabaciones de todos los servicios efectuados durante un periodo determinado.⁸ Supongamos que se hayan filmado 1 548 servicios (N). Con este dato se procede a determinar qué número de servicios necesitamos analizar para generalizar a toda la población nuestros resultados. Con STATS® determinamos que se necesitan 308 servicios para evaluar (con un error máximo de 5%, nivel de confianza de 95% y un porcentaje estimado de 50% para la muestra, $p = 0.5$).

Si necesitamos una muestra de $n = 308$ episodios de servicio filmados, se utiliza para la selección el intervalo K , donde:

$$K = \frac{N}{n} = \frac{1\,548}{308} = 5.0259, \text{ redondeado} = 5$$

El intervalo $1/K = 5$ indica que cada quinto servicio $1/K$ se seleccionará hasta completar $n = 308$.

Se puede recurrir a la selección sistemática de elementos muestrales $1/K$ para elegir los elementos de n de cada estrato o de cada racimo. La regla de probabilidad, según la cual cada elemento de la población debe tener idéntica posibilidad de ser elegido, se cumple al empezar la selección de $1/K$ al azar (Daniel, 2012 y Buskirk, 2008). Siguiendo nuestro ejemplo, no comenzamos a elegir de los 1 548 episodios, el 1, 6, 11, 16..., sino que procuramos que el inicio sea determinado por el azar. Así, en este caso, podemos tirar unos dados y si en sus caras muestran 1, 6, 9, iniciaremos en el servicio 169, y seguiremos 174, 179, 184, 189... $1/K$... y volveremos a empezar por los primeros si es necesario. Este procedimiento de selección es poco complicado y tiene varias ventajas: cualquier tipo de estrato en una población X se verá reflejado en la muestra. Asimismo, la selección sistemática logra una muestra proporcionada, ya que, por ejemplo, tenemos que el procedimiento de selección $1/K$ nos dará una muestra con nombres que inician con las letras del abecedario, en forma proporcional a la letra inicial de los nombres de la población (Lohr, 2010 y Lynn, 2003).

Listados y otros marcos muestrales

Las *muestras probabilísticas* requieren la determinación del tamaño de la muestra y de un proceso de selección aleatoria que asegure que todos los elementos de la población tengan la misma probabilidad de ser elegidos. Todo esto lo hemos visto, aunque falta exponer algo esencial que precede a la selección de una muestra: el **marco muestral**. Éste constituye un marco de referencia que nos permite identificar físicamente los elementos de la población, la posibilidad de enumerarlos y, por ende, de proceder a la selección de las unidades muestrales (los casos de la muestra) (Morgan, 2008 y Sudman, 1976). Normalmente se trata de un listado existente o una lista que es necesario confeccionar *ad hoc*, con los casos de la población.

Los listados existentes de una población son variados: guías telefónicas, listas de miembros de las asociaciones, directorios especializados, listas oficiales de escuelas de la zona, bases de datos de los alumnos de una universidad o de los clientes de una empresa, registros médicos, catastros, nóminas de una organización, padrones de exportadores, inventarios de productos y almacén, etc. En todo caso hay que tener en cuenta lo completo de una lista, su exactitud, su veracidad, su fiabilidad y su nivel de cobertura en relación con el problema que se investiga y la población que va a medirse, ya que todos estos aspectos influyen en la selección de la muestra (Ryan, 2013 y Schroeder, 2008).

Por ejemplo, para algunas encuestas se considera que el directorio telefónico (o guía telefónica) es muy útil. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que muchos números no aparecen porque son privados, además de que hay hogares que no tienen teléfono. La lista de socios de una agrupación

Marco muestral Es un marco de referencia que nos permite identificar físicamente los elementos de la población, así como la posibilidad de enumerarlos y seleccionar las unidades muestrales.

⁸ Se sabe que el número de servicios en un hospital es muy variable y depende de diversos factores, como el número de camas, de médicos y paramédicos; el tipo y nivel de atención (desde consultas simples hasta cirugía compleja), la época, el número de habitantes en la zona donde se encuentra ubicado o el número de derechohabientes, etc. El ejemplo trata de ser accesible para lectores de diversos campos.



como la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (México), la Confederación Española de la Pequeña y Mediana Empresa, la Asociación Dominicana de Exportadores o la Cámara Nacional de Comercio, Servicios y Turismo de Chile nos serviría si el propósito del estudio fuera, por ejemplo, conocer la opinión de los asociados con respecto a una medida gubernamental. Pero si el objetivo de la investigación es analizar la opinión del sector patronal o empresarial del país, el listado de una sola asociación no sería adecuado por varias razones: hay otras sociedades empresariales,⁹ las asociaciones son voluntarias y no toda empresa pertenece a ellas. En esta situación, lo correcto sería formar una nueva base de datos, fundamentada en los listados existentes de las asociaciones patronales, eliminando de dicha lista los casos duplicados, si una o más empresas pertenecieran a dos agrupaciones al mismo tiempo.

Hay listas que proporcionan una gran ayuda al investigador. Por ejemplo: bases de datos locales especializadas en las empresas, como Industridata en México; bases de datos internacionales de naturaleza empresarial como Kompass;¹⁰ directorios por calles o los programas y sistemas que tienen a nivel regional o mundial tales directorios (como los sistemas de posicionamiento global o GPS); guías de medios de comunicación (que enlistan casas productoras, estaciones de radio y televisión, periódicos y revistas). Estos marcos de referencia reunidos por profesionales resultan convenientes para el investigador, pues representan una compilación (de personas, empresas, instituciones, etc.), resultado de horas de trabajo e inversión de recursos. También en internet descubriremos muchos directorios a los cuales podemos acceder mediante un motor de búsqueda. Se recomienda, pues, utilizarlos cuando sea pertinente, tomando en cuenta las consideraciones que estos directorios o bases de información hacen en su introducción y que revelan el año a que pertenecen los datos, cómo se obtuvieron éstos (exhaustivamente, por cuestionarios, por voluntarios) y muy importante, quiénes quedan excluidos del directorio y por qué.

Con frecuencia es necesario preparar listas *ad hoc* a partir de las cuales se elegirán los elementos que constituirán las unidades de muestreo/análisis de una investigación. Esto se ilustra mediante el ejemplo de la televisión y los niños al final del capítulo, con una muestra probabilística estratificada por racimos.

Desde luego, no siempre existen listas que permitan identificar a nuestra población. Entonces, será necesario recurrir a otros marcos de referencia que contengan descripciones del material, las organizaciones o los casos que serán seleccionados como unidades de análisis. Algunos de estos marcos son los archivos (físicos, electrónicos, en la web, etc.) y los mapas. De estas instancias daremos algunos ejemplos con más detalles y recomendaremos soluciones para algunos problemas comunes en el muestreo.

Archivos

Un gerente de reclutamiento y selección de una empresa quiere precisar si ciertos datos que se presentan en una solicitud de trabajo están correlacionados con el absentismo del empleado. Es decir, si a partir de información como edad, género, estado civil, nivel educativo y duración en otros trabajos, es factible predecir la conducta de absentismo. Para establecer correlaciones se considerará como población a todas las personas contratadas durante los últimos 10 años. Se relacionan los datos en las solicitudes de empleo con los registros de faltas.

Como no hay una lista elaborada de estos individuos, el investigador decide acudir a los archivos de las solicitudes de empleo. Tales archivos constituyen su marco muestral a partir del cual se obtendrá la muestra. Determina el tamaño de la población, obtiene el tamaño de la muestra y selecciona sistemáticamente cada elemento $1/K$ (solicitud que será analizada). Obviamente, en el archivo habrá solicitudes de gente que no fue contratada y, por tanto, no debe considerarse en el estudio.

⁹ En México, la Canacindra representa sólo al sector de la industria de la transformación, en España la Cepyme no agrupa a grandes consorcios empresariales, en República Dominicana la Adoexpo no es la única asociación del Consejo Nacional de la Empresa Privada y en Chile la CNC no incluye a la industria de la construcción y la minería, por ejemplo.

¹⁰ Estas bases permiten localizar y consultar información de empresas por giro, tamaño, localización geográfica, etcétera.

Mapas

Los mapas son muy útiles como marco de referencia en muestras de racimos. Por ejemplo, un investigador quiere saber qué motiva a los compradores a preferir ciertas tiendas de autoservicio. A partir de una lista de tiendas de cada cadena competidora marca sobre un mapa de la ciudad, todas las tiendas de autoservicio, las cuales constituyen una población de racimos, pues en cada tienda seleccionada entrevistará a un número de clientes. El mapa le permite ver la población (tiendas de autoservicio) y su localización geográfica, de manera que elige zonas donde coexistan diferentes tiendas competidoras, para asegurarse de que el consumidor de la zona tenga todas las posibles alternativas. En la actualidad hay mapas de todo tipo: mercadológicos, socioculturales, étnicos, marítimos, entre otros. El Global Positioning System (GPS) o sistema de posicionamiento global puede ser muy útil para esta clase de muestreo.

Tamaño óptimo de una muestra

Tal como se mencionó, las muestras probabilísticas requieren dos procedimientos básicos: 1) la determinación del tamaño de la muestra y 2) la selección aleatoria de los elementos muestrales. Para lo primero, al lector le será muy útil comparar qué tamaño de muestra han empleado o sugieren diversos metodólogos e investigadores. Por ello, se muestran algunos ejemplos y se reproducen varias tablas (8.4 a 8.7), que indican los tamaños de muestra más utilizados o propuestos por diversos autores, según sus poblaciones (nacionales o regionales) y los subgrupos que quieren estudiarse, así como de acuerdo con los análisis que se lleven a cabo.

Las muestras nacionales, es decir, las que representan a la población de un país, por lo común son de más de 1 000 sujetos. La muestra del estudio “¿Cómo somos los mexicanos?” (Hernández Medina, Narro y Rodríguez, 1987), constó de 1 737 participantes repartidos de la siguiente manera:

Frontera y norte	696
Centro (sin la capital nacional o Distrito Federal)	426
Sur-sureste	316
Distrito Federal	299
	1 737

La muestra de los barómetros de opinión en España es nacional,¹¹ incluye personas de ambos géneros, de 18 años o más y su tamaño es alrededor de 2 500 casos (Centro de Investigaciones Sociológicas, 2013). Su elección es por estratos y racimos. Primero, se eligen municipios, luego secciones y finalmente individuos. Por ejemplo, los puntos de muestreo en abril de 2013 fueron 236 municipios y 46 provincias (esto varía, pero el tamaño se ha mantenido en los últimos años).

Los estratos se forman por el cruce de las 17 comunidades autónomas con el tamaño de hábitat, dividido en 7 categorías: *a*) menor o igual a 2 000 habitantes; *b*) de 2 001 a 10 000; *c*) de 10 001 a 50 000; *d*) de 50 001 a 100 000; *e*) de 100 001 a 400 000; *f*) de 400 001 a 1 000 000 y *g*) más de un millón de habitantes (Centro de Investigaciones Sociológicas, 2013, p. 1).

En cambio, el Barómetro del Real Instituto Elcano (BRIE) en España comprende a 1 200 individuos (Real Instituto Elcano, 2012).

El Eurobarómetro es otra encuesta que abarca diversos países de la Unión Europea (UE) y su muestra es de aproximadamente 1 000 personas por país, excepto en Alemania donde se consulta al doble y a Reino Unido, donde la *n* es igual a 1 300 (300 encuestas se efectúan en Irlanda) (Berganza y García, 2005).¹² Sus temas son diversos, desde salud hasta trabajo y percepciones sociales, etcétera.

¹¹ Los barómetros son encuestas (*surveys*) de alcance nacional o continental e incluyen cuestiones políticas, económicas, sociales y de actualidad.

¹² Para validar lo actual de esta información, se consultaron diversos reportes del Eurobarómetro; los datos siguen vigentes al 2013 (véase Comisión Europea 2010, 2012 y 2013).



En la tabla 8.4 observamos la importancia que tiene en el tamaño, la decisión de que sean muestras nacionales o regionales en cualquier tipo de estudio.

Las muestras regionales (por ejemplo, las que representen al área metropolitana de la Ciudad de México u otra gran urbe con más de tres millones de habitantes) o de algún estado, departamento o provincia de un país o algún municipio o región, son más pequeñas, con rangos de 400 a 700 individuos.

● **Tabla 8.4** Muestras utilizadas con frecuencia en investigaciones nacionales y regionales según área de estudio¹³

Tipos de estudio	Nacionales	Regionales
Económicos	1000+	100
Médicos	1000+	500
Conductas	1000+	700-300
Actitudes	1000+	700-400
Experimentos de laboratorio	---	100

El tamaño de una muestra depende también del número de subgrupos que nos interesan en una población. Por ejemplo, podemos subdividirla en hombres y mujeres de cuatro grupos de edad o, aún más, en hombres y mujeres de cuatro grupos de edad en cada uno de cinco niveles socioeconómicos. En este caso estaríamos hablando de 40 subgrupos y, por ende, de una muestra mayor. En la tabla 8.5 se describen muestras típicas de acuerdo con los subgrupos del estudio, según su cobertura (estudios nacionales o estudios especiales o regionales) y según su unidad de análisis; es decir, se trata de individuos o de organizaciones. En esta última instancia el número de la muestra se reduce, ya que casi siempre representa una gran fracción de la población total.

● **Tabla 8.5** Muestras típicas de estudios sobre poblaciones humanas y organizaciones¹⁴

Número de subgrupos	Población de individuos u hogares		Población de organizaciones	
	Nacionales	Regionales	Nacionales	Regionales
Ninguno (un único grupo) - pocos (menos de 5)	1000-1500	200-500	200-500	50-200
Promedio (5 a 10)	1500-2500	500-1000	500-1000	200-500
Más de 10	2500 +	1000 +	1000 +	500 +

Otra tabla que nos ayuda a comprender el tema que estamos analizando es la 8.6, la cual se basa en Mertens (2010) y Borg y Gall (1989), de acuerdo con el propósito del estudio. Aquí cada número es el mínimo sugerido.

● **Tabla 8.6** Tamaños de muestra mínimos en estudios cuantitativos

Tipo de estudio	Tamaño mínimo de muestra
Transeccional descriptivo o correlacional	30 casos por grupo o segmento del universo.
Encuesta a gran escala	100 casos para el grupo o segmento más importante del universo y de 20 a 50 casos para grupos menos importantes.
Causal	15 casos por variable independiente.
Experimental o cuasiexperimental	15 por grupo.

¹³ Adaptada de Sudman (1976).

¹⁴ Adaptada de Sudman (1976) y Mertens (2010).

Hesse-Biber (2010a) y Onwuegbuzie y Collins (2007) recomiendan los siguientes tamaños mínimos de muestra, dependiendo del análisis estadístico inferencial que se pretende, los cuales se aprecian en la tabla 8.7.¹⁵

► **Tabla 8.7** Tamaños mínimos de muestra por tipo de análisis estadístico

Tipo de análisis	Número de casos
Análisis de correlación	64 casos para hipótesis estadísticas/pruebas de una cola y 82 para dos colas.
Análisis causales o comparativos (diferencias significativas entre grupos)	51 casos por grupo para hipótesis estadísticas/pruebas de una cola y 64 para dos colas.
Análisis comparativos en diseños experimentales	21 casos por grupo para hipótesis estadísticas/pruebas de una cola. En pruebas de dos o más colas 27 por grupo.

Asimismo, debemos recordar que en el caso de los experimentos, la muestra representa el balance entre un mayor número de casos y el número que podemos manejar. Recordemos que la mayoría de las pruebas estadísticas exigen 15 casos como mínimo por grupo de comparación (Hernández-Sampieri *et al.*, 2013 y Mertens, 2010).

Además, resulta obvio que en ciertos fenómenos el tamaño de la muestra varía en función de qué tan homogéneo o heterogéneo es el universo considerado. Por ejemplo, para tomar una muestra de sangre en niños solamente se requiere entre 1 y 5% del volumen total de sangre del paciente (Howie, 2011), unos cuantos mililitros, dependiendo del tipo de análisis. Algo similar ocurre con materiales pétreos y otras muestras.

Recordemos que lo óptimo de una muestra depende de cuánto se aproxima su distribución a la distribución de las características de la población. Esta aproximación mejora al incrementarse el tamaño de la muestra. Cuando las muestras están constituidas por 100 o más elementos tienden a presentar distribuciones normales y esto sirve para el propósito de hacer estadística inferencial (generalizar de la muestra al universo). A lo anterior se le llama **teorema central del límite** (Kish, 1995), el cual se explica en el capítulo 11, “Análisis de los datos cuantitativos”. Por ahora, lo que debe comprenderse es que el tamaño de muestra y que se trate de una muestra probabilística son cuestiones relacionadas con la posibilidad de poder efectuar pruebas de estadística inferencial.

Teorema central del límite Señala que una muestra de más de cien casos será una muestra con una distribución normal en sus características, lo cual sirve para el propósito de hacer estadística inferencial.

¿Cómo y cuáles son las muestras no probabilísticas?

Las **muestras no probabilísticas**, también llamadas muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección orientado por las características de la investigación, más que por un criterio estadístico de generalización. Se utilizan en diversas investigaciones cuantitativas y cualitativas. No las revisaremos ahora, sino en el capítulo 13, “Muestreo cualitativo”. Por el momento comentaremos que seleccionan individuos o casos “típicos” sin intentar que sean estadísticamente representativos de una población determinada. Por ello, para fines deductivos-cuantitativos, cuando la generalización o extrapolación de resultados hacia la población es una finalidad en sí misma, las muestras dirigidas implican algunas desventajas. La primera es que, al no ser probabilísticas, no es posible calcular con precisión el error estándar, es decir, no podemos determinar con qué nivel de confianza hacemos una estimación. Esto es un inconveniente si consideramos que la estadística inferencial se basa en la

¹⁵ El criterio se fundamenta en un tamaño del efecto mediano, de acuerdo con el criterio de Cohen (1988), que ha sido aceptado por diversos autores y que implica un tamaño mediano del efecto y una diferencia o correlación estadísticamente significativa con un poder de .80 al nivel de significancia o significación del .05 (Collins, 2010, Hesse-Biber, 2010a y Onwuegbuzie y Collins, 2007). Esta tabla se comprenderá mejor después de estudiar el capítulo 10, “Análisis de los datos cuantitativos”.



teoría de la probabilidad, por lo que las pruebas estadísticas en muestras no probabilísticas tienen un valor limitado a la muestra en sí, mas no a la población. Es decir, los datos no pueden generalizarse a ésta. En las muestras de este tipo, la elección de los casos no depende de que todos tengan la misma posibilidad de ser elegidos, sino de la decisión de un investigador o grupo de personas que recolectan los datos.

La ventaja de una muestra no probabilística —desde la visión cuantitativa— es su utilidad para determinados diseños de estudio que requieren no tanto una “representatividad” de elementos de una población, sino una cuidadosa y controlada elección de casos con ciertas características especificadas previamente en el planteamiento del problema.

Para el enfoque cualitativo, al no interesar tanto la posibilidad de generalizar los resultados, las muestras no probabilísticas o dirigidas son de gran valor, pues logran obtener los casos (personas, objetos, contextos, situaciones) que interesan al investigador y que llegan a ofrecer una gran riqueza para la recolección y el análisis de los datos.

Ejemplo



Un claro ejemplo de una muestra no probabilística es el estudio descriptivo de la revista *Rolling Stone* comentado en el capítulo cinco, el cual se basó en dos encuestas para determinar los 500 mejores discos de la historia del rock en todas sus expresiones. La primera muestra fue de 271 músicos, productores, ejecutivos y periodistas, y la segunda de 100. En ambas muestras la selección no obedeció a cuestiones de probabilidad, sino que los jueces fueron elegidos por ser considerados expertos.¹⁶

En ocasiones se mezclan muestreo probabilístico y no probabilístico. Por ejemplo, en el estudio de Lee y Guerin (2009) sobre el efecto de la satisfacción de la calidad del diseño ambiental del interior del área de trabajo u oficina sobre la satisfacción general del espacio de trabajo y el desempeño laboral, primero se eligieron de manera dirigida 15 edificios de Estados Unidos con certificado de Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED) (los investigadores pudieron consultar los certificados) y se seleccionaron probabilísticamente 3 769 empleados.

Muestreo al azar por marcado telefónico (*Random Digit Dialing*)

Ésta es una técnica que los investigadores utilizan para seleccionar muestras telefónicas. Involucra identificar áreas geográficas —para ser muestreadas al azar— y sus correspondientes códigos telefónicos e intercambios (los primeros dígitos del número telefónico que las identifican). Luego, los demás dígitos del número que se va a marcar pueden ser generados al azar de acuerdo con los casos que requerimos para la muestra (*n*). Es posible reconocer qué intercambios son usados de forma primaria para teléfonos residenciales y enfocar el muestreo en ese subgrupo (Kreuter, 2013). Asimismo, es muy útil para incluir en muestras a teléfonos celulares o móviles y aparatos con GPS (Hernández-Sampieri *et al.*, 2013).

Para mayores referencias de esta técnica recomendamos a Link, Town y Mokdad (2007); Brick (2008); y Ornstein (2013). En Williams, Van Dyke y O’Leary (2006) se encuentra un excelente ejemplo para ver cómo se conforma una muestra mediante este método.

Una máxima del muestreo y el alcance del estudio

Ya sea que se trate de un tipo de muestreo u otro, lo importante es elegir a los casos adecuados, de acuerdo con el planteamiento del problema y lograr el acceso a ellos.

Los estudios exploratorios regularmente emplean muestras dirigidas, aunque podrían usarse muestras probabilísticas. La mayor parte de las veces, las investigaciones experimentales utilizan

¹⁶ Por cierto, entre los 500 mejores discos ubicados por las dos muestras de jueces se encuentran 10 de los Beatles, 10 de Bob Dylan, 10 de los Rolling Stones, 8 de Bruce Springsteen y 7 de The Who (Rolling Stone, 2012). Para mi sorpresa y desacuerdo no apareció Yes.

muestras dirigidas, porque como se comentó, es difícil manejar grupos grandes o múltiples casos (debido a ello se ha insistido que, en los experimentos, la validez externa se consolida mediante la repetición o reproducción del estudio). Las investigaciones no experimentales descriptivas o correlacionales-causales deben emplear muestras probabilísticas si quieren que sus resultados sean generalizados a la población.

Asimismo, en ocasiones la muestra puede ser en varias etapas (polietápica). Por ejemplo, primero elegir universidades, luego, escuelas o facultades, después, salones o grupos y finalmente, estudiantes.

Resumen



- En el capítulo se definió el concepto de muestra.
- Se explicó cómo seleccionar una muestra en el proceso cuantitativo. Lo primero que se debe plantear es sobre qué o quiénes se van a recolectar los datos, lo cual corresponde a precisar la unidad de muestreo/análisis. Después, se procede a delimitar claramente la población, con base en los objetivos del estudio y en cuanto a características de contenido, lugar y tiempo.
- La muestra es un subgrupo de la población y puede ser probabilística o no probabilística.
- Elegir qué tipo de muestra se requiere depende del enfoque y alcances de la investigación, los objetivos del estudio y el diseño.
- En el enfoque cuantitativo las muestras probabilísticas son esenciales en diseños de investigación por encuestas, en los que se pretende generalizar los resultados a una población. La característica de este tipo de muestras es que todos los elementos de la población al inicio tienen la misma probabilidad de ser elegidos. Así, los elementos muestrales tendrán valores muy aproximados a los valores de la población, ya que las mediciones y análisis del subconjunto serán estimaciones muy precisas del conjunto mayor. Tal precisión depende del error de muestreo, llamado también error estándar.
- Para una muestra probabilística necesitamos dos acciones: determinar el tamaño adecuado de la muestra y seleccionar los elementos muestrales en forma aleatoria.
- **STATS**® El tamaño de la muestra se calcula mediante fórmulas o por medio del programa STATS®.
- Las muestras probabilísticas son: simples, estratificadas, sistemáticas y por racimos. La estratificación aumenta la precisión de la muestra e implica el uso deliberado de submuestras para cada estrato o categoría que sea relevante en la población. Muestrear por racimos o conglomerados implica diferencias entre la unidad de análisis y la unidad muestral. En este tipo de muestreo hay una selección en varias etapas, todas con procedimientos probabilísticos. En la primera se seleccionan los racimos y dentro de los racimos, a los casos que van a ser medidos.
- **STATS**® Los casos de una muestra probabilística siempre se eligen aleatoriamente para asegurarnos de que cada elemento tenga la misma posibilidad de ser seleccionado. Es posible utilizar cuatro procedimientos de selección: 1) tómbola, 2) números aleatorios, 3) uso del subprograma de números aleatorios del STATS® y 4) selección sistemática. Todo procedimiento de selección depende de listados o bases de datos, ya sea existentes o construidas *ad hoc*. Los listados pueden ser: la guía telefónica, listas de asociaciones, listas de escuelas oficiales, etc. Cuando no existen listas de elementos de la población, se recurre a otros marcos de referencia que contengan descripciones del material, organizaciones o participantes seleccionados como unidades de análisis. Algunos de éstos pueden ser archivos, hemerotecas y mapas, así como internet, incluyendo la tecnología GPS.
- Las muestras no probabilísticas pueden también llamarse muestras dirigidas, pues la elección de casos depende del criterio del investigador.
- En el teorema del límite central se señala que una muestra de más de cien casos será una muestra con una distribución normal en sus características.

Conceptos básicos



- Base de datos
- Elementos muestrales
- Error estándar
- Muestra
- Muestra no probabilística o dirigida
- Muestra probabilística
- Nivel deseado de confianza
- Población
- Representatividad
- Selección aleatoria
- Selección sistemática
- Sistema de Posicionamiento Global (GPS)
- Tamaño de muestra
- Teorema central del límite o del límite central
- Unidad de análisis
- Unidad muestral