



Métodos de investigación social

**Paulina Salinas Meruane
Manuel Cárdenas Castro**

**Quito - Ecuador
2009**

Métodos de investigación social

Primera Edición

© 2008, Ediciones Universidad Católica del Norte
AV. Angamos 0610, Antofagasta, Chile
Telefax: (56)(55)355824 / 355826
E-mail: www.periodismo.ucn.cl
ISBN: 978-956-287-266-9

Segunda Edición

© Paulina Salas Meruane
Manuel Cárdenas Castro
1.000 ejemplares - Marzo 2008

ISBN: 978-9978-55-070-0
Código de barras 978-9978-55-070-0
Registro derecho autorial N° 030584

Portada y Diagramación

Diego Acevedo

Impresión

Editorial "Quipus", CIESPAL
Quito-Ecuador

Los textos que se publican son de exclusiva responsabilidad de su autor.

ÍNDICE

Primera Parte Diseños de Investigación Cuantitativa

LISTADO DE AUTORES	9
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO I Definición y planteamiento del problema de investigación (Andrés Music)	23
CAPÍTULO II Elaboración del marco teórico (Carlos Calderón y Andrés Music)	43
CAPÍTULO III Definición de los tipos de estudio (Carlos Calderón)	57
CAPÍTULO IV Las hipótesis de investigación (Manuel Cardenas Castro)	73
CAPÍTULO V Diseños en ciencias sociales (Manuel Cárdenas Castro)	83

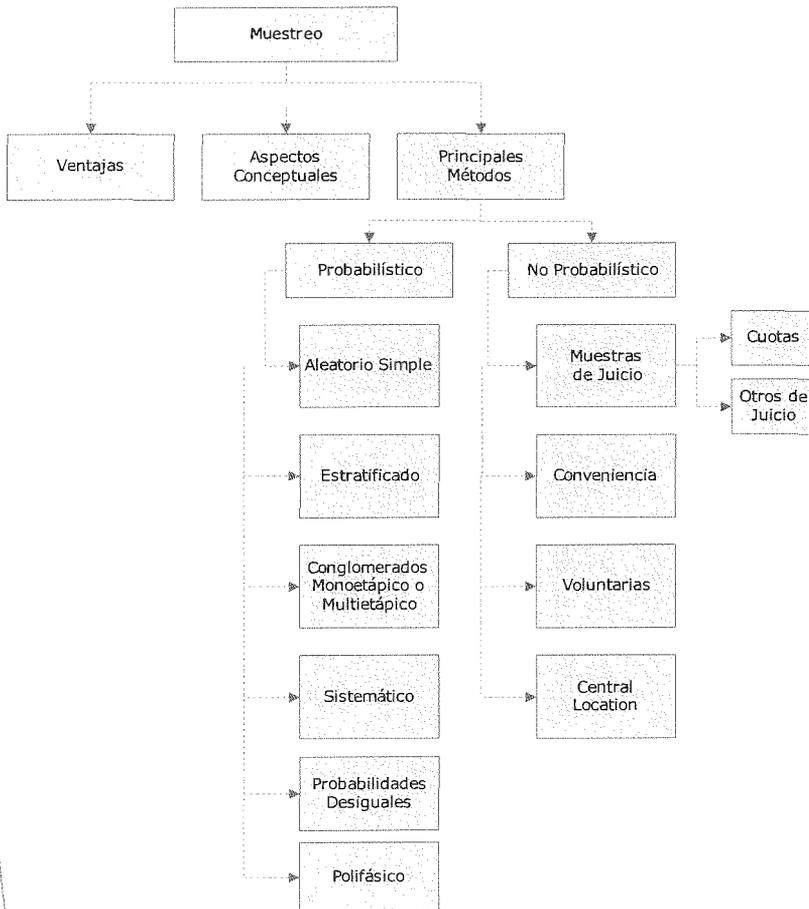
CAPÍTULO VI	99
Introducción al uso de muestras para la realización de encuestas en la investigación social (Gabriel Davidovics Molnar y Alberto Mayol Miranda)	
CAPÍTULO VII	141
Construcción y validación de instrumentos de medida para la recolección de datos (Manuel Cárdenas Castro)	
CAPÍTULO VIII	183
Procedimientos y técnicas de análisis de la información en SPSS 14.0 (Manuel Cárdenas Castro)	
CAPÍTULO IX	263
Elaboración de reportes de investigación en ciencias sociales (Manuel Cárdenas Castro)	
ANEXO	271
Introducción al manejo del programa estadístico SPSS 14.0 (Isabel Alegría Carmona, Carmen González Chang, Siu-Lin Lay Lisboa)	

Segunda Parte
Diseños de Investigación Cualitativa

CAPÍTULO X	313
Dimensión teórica epistemológica en la investigación cualitativa (Paulina Salinas Meruane)	
CAPÍTULO XI	365
Procedimientos de recolección y producción de información en la investigación social (Paulina Salinas Meruane)	
CAPÍTULO XII	447
Aplicación del método biográfico: de memorias y olvidos (Jimena Silva Segovia)	
CAPÍTULO XIII	483
Procedimientos de análisis de la información en investigación social (Paulina Salinas Meruane)	
CAPÍTULO XIV	555
Teoría fundamentada en los datos (Grounded Theory): representación social de liderazgo juvenil (Susana Arancibia Carvajal)	

CAPÍTULO 6

Muestreo



Capítulo 6

Introducción al Uso de Muestras para la Realización de Encuestas en la Investigación Social

*Gabriel Davidovics Molnar
Alberto Mayol Miranda*

En este capítulo se aborda el problema referido a la estimación de una buena muestra (teoría del muestreo) y de sus ventajas, toda vez que se revisan los principales aspectos conceptuales. Posteriormente se revisan los principales métodos utilizados en la realización de encuestas por muestreo (ya sean estas de tipo probabilístico o no probabilístico) y los aspectos técnicos referidos a la estimación de su tamaño muestral.

Palabras clave: *encuestas, muestreo probabilística y no probabilística.*

6.1. Introducción

Los investigadores sociales se confrontan permanentemente con el viejo problema de estimar el método más adecuado para satisfacer un problema de investigación, esto es, la forma más eficaz para obtener información relevante y significativa que permita afinar respuestas, conclusiones, preguntas o datos. En ocasiones estas informaciones resuelven vacíos, otras veces permiten

modificar contenidos ya existentes o derechamente facilitan la incorporación de nuevas preguntas. Los investigadores sociales, entonces, van a la realidad con un conjunto de herramientas que le permiten extraer de un modo válido la información que sus disciplinas científicas le permiten absorber.

Enfoques, métodos y técnicas de investigación hay muchos y muy variados. Los investigadores sociales usan principalmente procedimientos cualitativos y cuantitativos, aun cuando hay otros procedimientos que no ingresan en esta clasificación (método etnográfico, investigación acción, método biográfico). Dentro de cada método hay distintas técnicas y cada una de ellas se lee con distintos enfoques, dependiendo de la formación y sensibilidad del investigador.

En los métodos cuantitativos se utilizan diversos procedimientos, métodos y herramientas. El método experimental ha sido históricamente muy seductor, aun cuando su aplicación a las ciencias sociales no goza de mucho interés fuera del mundo conductista. La posibilidad de medir, en todo caso, ha sido una conquista muy añorada en los estudios sociales y la fuerza de la construcción de indicadores, índices y del análisis univariable, bivariable y multivariable de datos, resulta evidente en las distintas disciplinas de las ciencias sociales.

Sin embargo, hay un punto donde usualmente los métodos cuantitativos se juegan gran parte de su prestigio, como cualquier método después de todo: se trata de la validez. Como es sabido, gozar de validez externa implica fundamentalmente haber satisfecho condiciones que permiten extrapolar resultados obtenidos con los sujetos en estudio, hacia sujetos que no fueron investigados. Este movimiento mediante el cual lo investigado en concreto 'representa' de algún modo lo no observado, es lo que se denomina 'validez externa'. Por el contrario, la 'validez interna' se relaciona con la coherencia de la construcción de los razonamientos e instrumentos de la investigación misma. De todos

modos, es evidente que la principal dificultad de los estudios es acceder a la validez externa.

La validez externa se torna un problema crítico cuando intentamos obtener datos sobre cantidades de casos muy grandes, por ejemplo, poblaciones humanas. En esos escenarios, la posibilidad de ‘medir’ todos los casos no es viable. Cuando la necesidad de estimar mediciones de grandes cantidades de casos es lo suficientemente evidente, los científicos pueden disponer de las reglas de método que permitan hacer una estimación confiable. Para una política pública sobre reforestación, no parece ser razonable hacer un censo de todos los árboles del país y desde él establecer la magnitud del problema y el tipo de medidas a tomar. Parece razonable no demorarse tanto en censar cada bosque y simplemente hacer una estimación. Sin embargo, ¿cómo hacer una estimación confiable?

En este tipo de escenarios investigativos es donde emerge un desarrollo matemático de alta importancia: la teoría del muestreo. Esta teoría opera con una base conceptual que le permite dar resolución matemática a un problema que no necesariamente es matemático. Un investigador puede tener un problema, como ocurre en ciencias sociales, que no tiene nada de matemático, pero puede requerir resolverlo desde una mirada matemática, como es la teoría del muestreo.

La teoría del muestreo es propia de la estadística y en este sentido, quienes deban utilizar esta teoría, aunque sea en calidad de usuarios, deben tener algunas nociones para evaluar una buena muestra. En este sentido, es fundamental que los científicos sociales internalicen algunos conceptos y conocimientos básicos que le permitan ser usuarios competentes de este tipo de procedimientos, para conocer bajo qué condiciones se ha conseguido la validez externa y para distinguir un aspecto esencial: cómo se consigue mayor precisión en los resultados a partir de muestras. Más aún, debe quedar en claro que en el muestreo estrictamente científico,

el probabilístico, el rasgo de científicidad no se consigue por la notable adecuación de los resultados de la muestra respecto a lo que habría ocurrido de investigarse el universo en su totalidad, que es la clásica tesis de la encuesta como fotografía de la realidad; por el contrario, el muestreo probabilístico es científico en la medida en que entrega información sobre sus propias vulnerabilidades, esto es, ostenta la capacidad de estimar la probabilidad que tiene un resultado obtenido en la muestra de representar la situación existente en el universo, dentro de ciertos intervalos. Por eso cuando apreciamos resultados de una encuesta, la forma más competente de entenderlos supone asumir que hay una probabilidad, por ejemplo, del 95% de que el resultado se encuentre entre, por ejemplo, el 30% y el 35%. Suponiendo que la pregunta había sido distinguir entre casos que rechazan a los inmigrantes y casos que no lo hacen, asumimos que este resultado es propio de quienes no los rechazan. En ese caso, lo que nos dirá una encuesta sería es que hay una probabilidad conocida (95% en el ejemplo) de que, al medir una variable de interés (en nuestro caso, aceptación o rechazo a inmigrantes), nos encontremos con una inferencia al universo de estudio según la cual se estima que entre un 30% y un 35% del universo no rechazará inmigrantes, teniendo este intervalo (llamado "intervalo de confianza"), un 95 % de probabilidad de contener en su interior el parámetro (o "valor verdadero"), definido como el valor que habríamos obtenido de haber aplicado el mismo instrumento de medición (normalmente un cuestionario), no a la muestra solamente, sino que a la totalidad del universo de estudio. En definitiva, un estudio basado en muestras probabilísticas dice que hay una probabilidad conocida de que el resultado se encuentre entre ciertas cifras (en un intervalo determinado).

Los resultados de este tipo de estudios se deben interpretar en este contexto, es decir, que los resultados reflejen las respuestas que se habrían obtenido en caso de una cobertura completa idéntica (Censo), y no reflejan necesariamente el verdadero comportamiento u opinión de los respondentes. Esto es muy

importante: que un porcentaje determinado declare no tener conflicto alguno en relacionarse cercanamente con homosexuales, no significa que se pueda determinar que ese porcentaje carece de conflicto alguno en sus relaciones con dicho grupo. Lo que sí importa es que una encuesta permite obtener resultados semejantes a los de haber entrevistado a todo el universo. La encuesta no replica la *realidad*, sino que replica una situación hipotética de una aplicación de un cuestionario a todo el universo.

La encuesta supone, en todo caso, la interacción de otras competencias y habilidades importantes, que solo nos corresponde mencionar: el muestreo es el procedimiento de inferencia estadística que permite proyectar resultados de la muestra al universo, o entendiéndolo al revés, lograr conocer parámetros del universo mediante una muestra. Pero para que la encuesta exista, es necesario que haya una instancia de recolección de la información estudiada. El muestreo es un medio, no un fin en sí mismo. Para esto se trabaja con las metodologías propias de la construcción de entrevistas, tanto respecto a las formas de operación humana de la misma (trabajo con encuestador) como respecto a formas automatizadas o de autoaplicación. Al mismo tiempo, siendo incluso más importante, están los aspectos relacionados con la construcción misma del cuestionario, haciendo uso de indicadores, construcciones de índices y toda la clase de procedimientos estandarizados que existen para construir un instrumento que respete los lineamientos básicos de la encuesta. Muchas veces también se utiliza, para seleccionar categorías cerradas en preguntas complejas, la información recogida en estudios cualitativos, que permiten determinar líneas discursivas saturadas sobre una temática, que solo requieren una cuantificación de su presencia mediante los métodos cuantitativos.

Uno de los aspectos que usualmente se asume para las muestras como procedimiento de recolección de información, es que se realizan encuestas por muestreo ya que la realización de un censo (estudio que se aplica a todo el universo), que sería más preciso,

tardaría mucho y sería excesivamente caro. Esto en parte es cierto, pero si se analizan los conjuntos de ventajas y desventajas de un censo y una recolección por muestreo, se verá que la comparación es más compleja. Veamos entonces ventajas del muestreo:

- 1) Su mucho menor costo.
- 2) Su rapidez de ejecución en terreno.
- 3) La relativa facilidad de contratar y preparar mejor a un grupo eficiente de encuestadores, lo que permite a su vez, disminuir probables sesgos y otros errores no-muestrales.
- 4) Si la muestra es probabilística, entonces también podemos estimar la precisión de los resultados, basados en la teoría del Muestreo.
- 5) Si se fija de antemano una precisión determinada para las variables de mayor interés, entonces puede diseñarse una muestra tal que permita obtener dicha precisión. Esto involucra el esquema de muestreo, el tamaño muestral y fórmulas de estimación.

En cambio, en beneficio del Censo, podemos señalar:

- 1) No posee error muestral.
- 2) Puede obtenerse información muy desagregada geográfica o demográficamente, lo que permite tabulaciones a un nivel de desagregación que no es posible obtener en base a una muestra.

En definitiva y esto es lo que importa- lo relevante de cualquier recolección de datos es minimizar el error total. Y el error total incluye el error *Standard*, que en el censo es 0, y el sesgo, que

usualmente en las muestras es menor, pues se puede preparar mucho mejor el equipo de encuestadores. Además, en el caso del muestreo, el error *standard* se puede manejar a priori, utilizando diseños muestrales o tamaños muestrales que produzcan el error deseado, y en cuanto al sesgo, se puede controlar mejor que en el caso de un censo. En consecuencia, hay muchos casos en que el error total es menor en una muestra que en un censo. Y todo esto acompañado de un mucho menor costo y tiempo de ejecución. De todos modos, se debe tener en cuenta un elemento no menor: que toda aplicación de un cuestionario, sea censal o muestral, cuando no es obligatorio (como los censos oficiales), siempre entregan información de una categoría de la población que no incluye al total: se trata de las personas que contestan este tipo de instrumentos. Eventualmente podemos asumir que ese tipo de personas, quienes contestan, no tienen ninguna diferencia psicosocial con quienes no contestan, en cuyo caso no habría problema. Pero eso no lo sabemos: podría ocurrir que no contestar cuestionarios sea una característica propia de un tipo de característica psicosocial y, en ese caso, estaríamos en presencia de un sesgo permanente de todo estudio cuantitativo de este tipo. Por cierto, lo más notable es que eso nunca se podrá saber, pues si alguien que no contesta cuestionarios acepta participar en un estudio que incluya cuestionarios, dejará de pertenecer a la categoría en estudio.

Por lo tanto, tenemos que los resultados de un estudio muestral están basados en un subconjunto de las personas seleccionadas en la muestra, el subconjunto de los “respondentes”. Dentro de este subconjunto se encuentra otro subconjunto, el de los “no respondentes selectivos”, vale decir, aquellos que estando dispuestos a participar en el estudio y a contestar el cuestionario, se niegan a responder a determinadas preguntas (item non-response). En estos casos también surge la duda sobre si los respondentes finales a cada pregunta, reflejan realmente la opinión o conducta de todos los integrantes del universo de estudio

6.2. Aspectos Conceptuales Básicos

Para entender los aspectos operativos de la teoría del muestreo es necesario conocer algunos conceptos básicos. Entre ellos, resultan fundamentales los conceptos de universo y población, distinción que en ocasiones no se realiza adecuadamente.

Debe entenderse como Universo a un conjunto de unidades de análisis respecto a las cuales deseamos obtener cierta información, principalmente de tipo descriptivo. Generalmente se identifica el tamaño del Universo con la letra N (n mayúscula). Los siguientes ejemplos muestran unidades de análisis como las descritas.

- a) El total de la población adulta (se debe definir lo que se entiende por adulto), habitantes de los hogares particulares ubicados en el área urbana del Gran Santiago.

- b) Todos los negocios detallistas del rubro confites, ubicados dentro de los límites del Gran Santiago (se debe definir geográficamente lo que se entiende por el "Gran Santiago").

- c) Todos los estudiantes secundarios que estudian en escuelas particulares ubicadas en las ciudades sobre 40.000 habitantes de Chile.

En general, se debe definir sin ambigüedades tanto la unidad de análisis, como los límites geográficos que comprende el Universo. Normalmente, este Universo es denominado también como Universo de Interés. Por razones prácticas, dificultades de acceso o problemas de costo, el Universo de Interés se reduce generalmente a lo que llamaremos Universo de Estudio, el cual es normalmente un subconjunto del Universo de Interés. Este Universo de Estudio es una solución de compromiso entre lo ideal y lo factible. Sin embargo, se debe tomar en consideración que, si esta solución de compromiso no satisface los deseos del investigador o usuario - por cubrir solo

un porcentaje reducido del Universo de Interés original - a veces puede ser más conveniente suspender el estudio y esperar hasta lograr los fondos necesarios o los medios de acceso a ciertos lugares de interés, y realizar el estudio en una fecha posterior. Por ejemplo, si tenemos como universo de interés a las mujeres chilenas mayores de 50 años, pues queremos investigar sus valores políticos, por ejemplo, asumiremos que nuestra muestra debe dar la oportunidad de que toda mujer que cumpla las características pueda ser seleccionada. Pero sabemos que eso aumenta considerablemente el costo del trabajo en terreno (pueden ser seleccionados casos en lugares muy remotos, de difícil conectividad y donde será difícil incluso hacer el catastro de la zona). En ese caso, se podrían eliminar poblados de menos de 5.000 habitantes, por ejemplo. Sociológicamente no es un asunto menor, pues los valores de las mujeres a investigar muy probablemente serían distintos en esos poblados, por las condiciones de vida que tienen. Pero podemos estar dispuestos a perder esa información por darle viabilidad al estudio. Pero muy distinto sería radicalizar la postura y elegir simplemente 3 ciudades del país (las más pobladas) y pensar que se está haciendo un estudio acabado sobre los valores de las mujeres mayores de 50 años, que esperamos que represente al país.

Otro concepto fundamental es el de Población (o Población Estadística), definida como el conjunto de datos de una variable de estudio correspondiente a los N integrantes del Universo. Así, podemos hablar de la población de edades del Universo. De este modo, un mismo Universo puede contener un gran número de poblaciones de estudio (edades, estatura, ingresos, años de estudio, sexo, nivel socio-económico, etc.). Podemos, por lo tanto, hablar de la media de una Población estadística (por ejemplo la edad promedio de las personas componentes del Universo), pero no podemos hablar de la media de un Universo, puesto que no tiene sentido, ya que no especificamos a qué variable nos estamos refiriendo.

6.3. Principales Métodos Utilizados en la Realización de Encuestas por Muestreo

Podemos realizar una encuesta para conocer los parámetros de la o las variables de interés, ya sea utilizando un censo del Universo de Estudio, o bien mediante una muestra. En este último caso, aspiramos a que la muestra permita inferir al Universo, de modo tal que podamos estimar fielmente los parámetros de interés.

Existen dos tipos básicos de muestras: las probabilísticas y las no-probabilísticas.

Figura 1. Principales Tipos de Muestreo



6.3.1. Encuestas No Probabilísticas

Muestras de juicio. Son aquellas en las que el investigador "arma" la muestra de tal modo que ésta refleje lo mejor posible al Universo "a su criterio". Así, puede seleccionar tales o cuales ciudades, o barrios de la ciudad, que según

el investigador, cumplen con el objetivo de “representar” bien el universo.

- *Muestras de cuotas (caso especial de muestra de juicio).* Como señalan Azorín y Sánchez-Crespo (1986), el muestreo de cuotas -desarrollado en los años treinta, por Cherington, Roger, Gallup y Cressley- no cuenta con una definición clara. Los muestreos por cuotas manifiestan diferencias entre sus distintas variantes, al tiempo que cuentan con muchas variantes, lo que hace difícil definir tipos de muestreos por cuotas. De todos modos, como en cualquier muestreo por juicio, el punto crítico está en la selección de las personas que pertenecen a la muestra. Nos encontramos aquí con el ámbito de mayor dificultad del muestreo por cuotas, pues en este tipo de estudio es el entrevistador no solo el agente que aplica un cuestionario o un procedimiento de selección, sino además, el encuestador se transforma en ‘dispositivo probabilístico de selección’ (y el uso del término es muy afortunado por parte de los autores citados). Esto es así, ya que es el entrevistador quien tiene ‘cuotas’ que llenar: debe completar un número de entrevistas a personas de determinadas características: sea por grupos de edad, nivel socioeconómico, lugar de domicilio, sexo, nivel educacional o cualquier característica que el investigador haya considerado relevante. Dentro de estas esferas delimitadas, el entrevistador tiene libertad para ‘elegir’ a quienes calzan dentro de la tipología. Como resulta obvio, no solo es posible de este modo que emerjan sesgos, sino que además, se tiene el defecto típico de los estudios no probabilísticos: ni siquiera se puede detectar ni menos determinar el sesgo, como tampoco los errores en las ponderaciones o los errores del muestreo. Como ha dicho Deming (1950), ni siquiera se puede comparar el muestreo probabilístico con este tipo de muestreo (cuotas o no probabilístico en general), pues se trata de “mercancías diferentes que no son intercambiables”.

-) *Muestras de conveniencia.* Estas muestras se caracterizan por seleccionar las unidades muestrales, personas u objetos, por su facilidad o cercanía. Por supuesto, tampoco son científicas. Incluso en los casos en que interviene el azar en la selección, este azar no es científico, de modo que la real probabilidad de selección de las unidades no es conocida, y en consecuencia, los resultados no son inferibles al universo. Ejemplos de este tipo de muestreo son: la selección de la fruta o verdura por parte de una dueña de casa, basada en la extracción u observación de una pequeña muestra de las frutas o verduras, tomadas de la parte superior de una pila en el stand de un verdulero. Un ejemplo semejante, aunque más cercano a nuestro tema, son las encuestas realizadas a personas al pasar por la calle o ubicadas en una plaza descansando, aunque se alegue que fueron tomadas al “azar”. Recuérdese que “azar” no es sinónimo de “aleatoriedad”, siendo este último un concepto mucho más complejo que remite a que cada caso tenga una probabilidad existente de ser seleccionado (distinta de 0) y que, además, esa probabilidad sea conocida.

- *Muestras de voluntarios.* Este tipo de muestras es muy poco ocupado en la práctica comercial, pero suele ocurrir en las universidades, cuando se necesitan voluntarios para experimentar con ellos (en psicología y ciencias médicas especialmente). Tampoco se puede inferir de los resultados de estas muestras al Universo de estudiantes del cual proceden los voluntarios. En general, los voluntarios suelen tener características que los hacen diferentes de aquellos que no desean o no se atreven a participar de estos experimentos.

- *Central Location.* Cuando el método de medición de las variables bajo estudio tiene ciertas características que hacen imposible o impracticable su aplicación a una

muestra de personas en sus hogares, como es lo común en el caso de las muestras probabilísticas, se suele utilizar lugares de alta concentración de personas, como las plazas públicas, salidas de metro o paraderos de buses, los centros comerciales, supermercados o cualquier otro espacio o lugar que tenga un elevado tráfico de personas potencialmente entrevistables. En estos lugares es relativamente fácil seleccionar a la gente que está paseando o vitrineando, y pedirles que pasen a una oficina o recinto similar, abierto o cerrado, donde se puede aplicar la metodología de toma de la información.

La desventaja de este método -que solo debiera aplicarse cuando no es posible el método tradicional de una encuesta probabilística- es que no puede pretenderse que sea una muestra representativa del universo de Estudio, aunque se apliquen cuotas por edad, sexo o (un pretendido) nivel socio-económico.

Finalmente, llegamos a la conclusión que el único método científico, de todos los actualmente conocidos, que está basado en sanos fundamentos matemáticos (especialmente en la teoría de las probabilidades), es, justamente, el muestreo probabilístico.

6.3.2. Encuestas Probabilísticas

Las encuestas probabilísticas son indudablemente el tipo de método de investigación por muestreo más sofisticado. Por eso mismo, sus dificultades en la operación son evidentes. Muchos equipos de terreno acostumbrados a estudios no probabilísticos, sencillamente no entienden el conjunto de dificultades y restricciones que supone el muestreo probabilístico. Entre las características más operativas de las encuestas probabilísticas está la imposibilidad de reemplazar

casos, la necesidad de catastro de manzanas y hogares y la selección aleatoria de la persona en el hogar. Todo esto, y muchos otros procedimientos, tienen sentido en la medida en que permiten satisfacer la necesidad de que cada caso tenga una probabilidad conocida de selección y de que cada miembro del universo en estudio cuente con una probabilidad distinta de 0 de ser seleccionado.

Los diseños muestrales probabilísticos más comunes son:

- a) Muestreo aleatorio simple sin reposición
- b) Muestreo estratificado
- c) Muestreo de áreas multietápico
- d) Muestreo sistemático

Cabe consignar que todos estos diseños se pueden combinar en cada estudio. Así por ejemplo en el caso del muestreo de áreas, se suele estratificar geográficamente (diseño b), luego, de cada estrato, se seleccionan manzanas aleatoriamente (diseño a), y dentro de ellas, hogares (diseño c). Generalmente, la selección de hogares dentro de cada manzana se efectúa mediante una extracción sistemática (diseño d).

- *Muestreo Aleatorio Simple (MAS)*; En este caso, el marco muestral para la extracción de la muestra consiste en un listado completo, ojalá actualizado y sin duplicaciones, que contiene a todos los integrantes (unidades muestrales) del universo de estudio. El listado, idealmente debiera contener toda la información necesaria para la ubicación de las unidades muestrales seleccionadas (nombre completo, dirección, comuna, teléfono, ciudad, etc.). Resulta obvio que sin la

presencia de este listado de población no hay posibilidad de aplicar este método y, por cierto, es evidente que hay muchas ocasiones donde no se tiene un listado del universo en estudio o, cuando se tiene, no todas sus variables son fidedignas (por ejemplo, en el registro electoral están todos los inscritos y es posible obtener el listado, pero mucha gente se ha cambiado de domicilio y no obstante sigue votando en la mesa electoral correspondiente al domicilio anterior, por tanto, esas personas no serán encontradas en el domicilio registrado en el listado).

Estas unidades muestrales deben estar numeradas de 1 a N, donde N es el tamaño del Universo, usando para su ordenamiento cualquier criterio.

Si la muestra deseada es de tamaño "n", se deben extraer "n" números aleatorios (entre 1 y N) de una tabla de números aleatorios. Los "n" números aleatorios corresponden a la muestra. Para estos efectos, se extraen del marco las "n" unidades muestrales cuyos números de listado coincidan con los "n" números aleatorios seleccionados.

Hoy en día se puede recurrir fácilmente a un computador para extraer los números aleatorios, en lugar de usar una tabla de números aleatorios.

Hay que recordar que en este tipo de muestreo, nos enfrentamos con dos alternativas, a saber: que el muestreo sea aleatorio simple con reposición o aleatorio simple sin reposición. En el primer caso, un mismo número puede salir seleccionado una, dos, o más veces. En cambio, en el muestreo sin reposición, un número que ya salió seleccionado, no puede volver a ser extraído. Para esto, si el número volviera a salir, se rechaza esta

repetición y se sigue adelante, hasta terminar con una muestra de “n” unidades distintas. El método del muestreo aleatorio simple más utilizado en la práctica es el muestreo sin reposición, vale decir, sin repeticiones de casos ya seleccionados.

Estimación del tamaño muestral

En base a error muestral relativo y varianza poblacional relativa. Si se desea calcular el tamaño muestral necesario para poder obtener determinado margen de error muestral relativo, a un determinado nivel de confianza, para la variable principal de estudio, la fórmula correspondiente al tamaño muestral es la siguiente:

$$n = \frac{k^2 NV^2}{ND^2 + k^2 V^2}$$

Donde:

k = es el valor de la abscisa levantada en la curva normal que determina el nivel de confianza. Por ejemplo k = 1.96, si se desea un nivel de confianza del 95%. En cambio k =2.58, si se desea un nivel de confianza del 99%. Si se desea un nivel de confianza del 99.7%, por ejemplo, k debe valer 3.

N = Es el tamaño del Universo

V = Es el coeficiente de variación poblacional de la variable bajo estudio. Vale decir, es la relación entre el desvío standard poblacional y el parámetro. En general, este valor debe conocerse de un estudio previo o de otras fuentes.

En el caso de variables dicotómicas:

$$V = \sqrt{\frac{Q}{P}}$$

D = Es el margen de error muestral relativo deseado, al nivel de confianza determinado por k

Esta fórmula para estimar el tamaño muestral, es válida para el caso que se desee estimar una proporción, un total o una media.

En base a error muestral absoluto y varianza poblacional absoluta. Si se desea calcular el tamaño muestral necesario para poder obtener determinado margen de error muestral absoluto, a un determinado nivel de confianza, para la variable principal de estudio, la fórmula correspondiente al tamaño muestral es la siguiente:

$$n = \frac{S^2}{\sigma^2_{\bar{x}} + \frac{S^2}{N}}$$

Donde:

S = Es la cuasi-varianza poblacional de la variable bajo estudio. En general, este valor debe conocerse de un estudio previo o de otras fuentes, o estimarse en base a un estudio piloto.

En el caso de variables dicotómicas:

$$S^2 = \frac{N}{N-1} PQ = \frac{N}{N-1} P(1-P)$$

Donde:

N = Es el tamaño del Universo

$\sigma_{\bar{x}}^2$ = Es el error standard de la estimación de la media, elevado al cuadrado.

Esta fórmula para estimar el tamaño muestral, es válida para el caso que se desee estimar una proporción, un total o una media.

- *Muestreo Estratificado*; un paso más allá del muestreo aleatorio simple está el diseño estratificado, que tiene como propósito esencial aprovechar información adicional para obtener mejor precisión en sus estimaciones sin necesidad de aumentar el tamaño muestral, y, en muchas ocasiones, con tamaños muestrales aún menores que con muestreo aleatorio simple.

Para poder implementar este diseño, se necesita contar con alguna variable auxiliar de estratificación que esté positivamente correlacionada con una o más de las principales variables de estudio.

En estudios poblacionales, específicamente en las encuestas basadas en muestras de áreas, generalmente multietápicas, se suele estratificar los conglomerados en áreas geográficas, las que en las grandes ciudades suelen estar correlacionadas con el nivel socio-económico de la población. Este nivel socio-económico, a su vez, está generalmente correlacionado con una amplia gama de variables de interés tanto en los estudios de mercado como en los estudios de opinión pública.

En pocas palabras, lo que caracteriza a un diseño estratificado, es la creación de estratos o subconjuntos

mutuamente excluyentes y comprensivos del Universo, con la condición adicional de que para hacerlos eficientes, lo ideal es que sean lo más homogéneos posibles al interior de cada estrato, en relación a sus principales variables de interés. Esto implica, automáticamente, que la varianza “dentro” se minimice, lo cual implica que la varianza “entre” se maximiza, vale decir que las medias entre los distintos estratos tienden a ser muy distintas entre sí.

Esta homogeneidad al interior de los estratos implica, a su vez, que los tamaños muestrales a extraer de cada estrato, pueden ser relativamente pequeños, lo que lleva a que, a lo largo de la muestra, el tamaño muestral final pueda ser menor que en el caso del muestreo aleatorio simple, para lograr una misma precisión.

Por otra parte, puede decirse también que, generalmente, a igualdad de tamaño muestral, una muestra estratificada es más precisa (arroja un menor error muestral) que una muestra aleatoria simple.

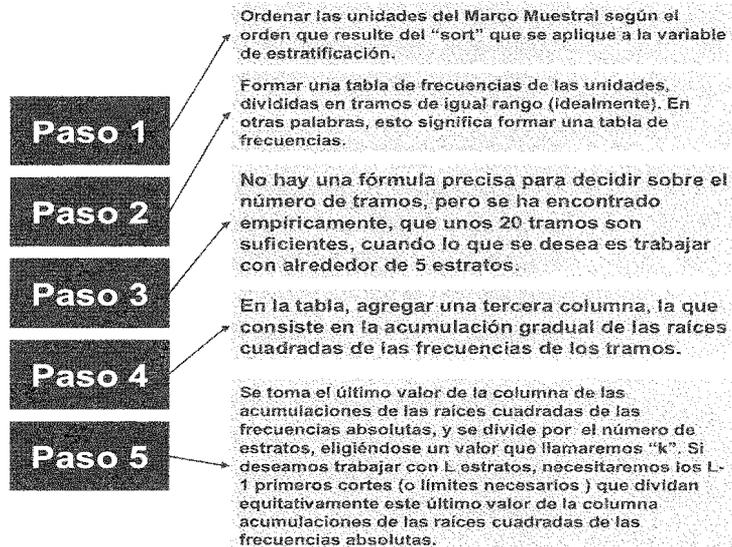
La Construcción de los Estratos

La construcción de los estratos, esto es, dónde deben estar los límites que separan un estrato del otro de tal modo que optimicemos el proceso de estratificación, es un proceso que hace surgir varias preguntas: ¿Cuál es la mejor característica o variable a considerar para la formación de los estratos? ¿Cómo debieran determinarse los límites entre los estratos? ¿Cuántos estratos debieran formarse?

Si solo fuéramos a investigar una variable “X”, entonces no hay duda que la mejor característica es la distribución de frecuencias de esta misma variable “X”, tal vez de una

fecha anterior. En el segundo lugar de las preferencias, estaría la distribución de frecuencias de una variable altamente correlacionada con "X".

Figura 2. Pasos a Seguir en Método de Estratificación de Dalenius-Hodges



Pues bien, una vez que ya se ha decidido con qué variable estratificar, y decidido sobre el número de estratos a formar, queda la pregunta de cómo encontrar los mejores límites entre los estratos, a fin de poder aplicar una afijación óptima de la muestra (la afijación de Neyman) a los estratos. Para estos fines, es posible recurrir al método de Dalenius-Hodges elaborado por ellos en 1959. Este método es muy simple de aplicar y en la Figura 2 podemos apreciar los pasos a seguir.

- *Muestreo de Conglomerados*; en muchas ocasiones no se tiene a mano y no se puede confeccionar un marco muestral de las unidades finales de análisis, lo que impide que se aplique un diseño aleatorio simple o un diseño

estratificado. En estos casos, es común recurrir a lo que se llama "muestreo de conglomerados". Este muestreo puede ser monoetápico o bien multietápico.

En general, podemos describir los conglomerados como un conjunto compacto de elementos de análisis o bien de conglomerados de nivel inferior, los que a su vez se subdividen en nuevos conglomerados o en elementos de análisis.

Un esquema multietápico puede ilustrarse con el siguiente ejemplo: supongamos que para un estudio determinado, el universo de estudio se define como consistiendo de todos los habitantes mayores de 15 años, que viven en viviendas particulares en las áreas urbanas de una ciudad determinada. No se dispone de un listado de todas estas personas, por lo cual no podemos aplicar ni un esquema de muestreo aleatorio simple ni uno estratificado simple. Sin embargo, podemos utilizar las Comunas como estratos (en el caso del Gran Santiago serían 34 Comunas) y cada Comuna subdividirla en un conjunto de conglomerados, los que podrían ser las manzanas que la componen, o bien cada conglomerado puede construirse como un conjunto de manzanas (por ejemplo 3 ó 4 manzanas). Estos conglomerados constituirían las llamadas unidades muestrales primarias (o unidades muestrales de primera etapa).

Para los efectos de pasar a la segunda etapa, se debe seleccionar de cada Comuna (estrato) una muestra de conglomerados (cada conglomerado sería una manzana o un conjunto de manzanas). Para poder efectuar esta selección, deberíamos identificar primero cada conglomerado con un número.

Habiéndose numerado todos los conglomerados, idealmente con numeraciones independientes en cada

estrato, se procede a la selección de una muestra de estos conglomerados, de todos y cada uno de los estratos. En esta segunda etapa, normalmente se empadronan todas las viviendas particulares que componen cada conglomerado (no incluyéndose por lo tanto negocios ni otras estructuras similares: bancos, oficinas, etc.)

De esta lista, se selecciona una muestra de viviendas (estas son las unidades muestrales secundarias, también llamadas unidades muestrales de segunda etapa). Para algunas de las variables que deseamos investigar, las viviendas bien pueden ser consideradas como las unidades muestrales finales. Para otras variables (opiniones personales, atribución de importancia a determinados temas, etc.) las viviendas pueden ser consideradas como un conglomerado de personas las que, a su vez, consistirían en las unidades elementales de análisis. En este último caso, o se entrevistan a todas las personas que, por definición, pertenezcan al universo de estudio en cada hogar seleccionado, o se selecciona una de estas personas aleatoriamente. En el primer caso, la muestra sería denominada: "muestra de conglomerados bi-etápica" (manzanas, viviendas), puesto que en cada vivienda seleccionada en la muestra, haríamos un pequeño censo de todas las personas que pertenecieran, por definición, al universo de estudio. En cambio, si se selecciona a una sola persona de la vivienda, aleatoriamente, estamos en presencia de un esquema tri-etápico (manzanas, viviendas, personas).

En general, como principio básico, el muestreo de conglomerados busca lo opuesto del muestreo estratificado. En el caso del muestreo estratificado, buscamos formar estratos lo más homogéneos posibles a su interior. En cambio, en el caso del muestreo por conglomerados, lo ideal sería que los conglomerados

fueran lo más heterogéneos posibles en su interior. Así, idealmente, cada conglomerado incluiría personas de todas las extracciones sociales, económicas, etc. En pocas palabras, cada conglomerado se asemejaría a una muestra aleatoria representativa del universo de estudio, con toda su heterogeneidad.

Sin embargo, lamentablemente, los conglomerados, en la mayoría de los casos, no los prepara el investigador, sino que éste aprovecha lo que la naturaleza o la realidad de las circunstancias, le ofrecen; por ejemplo, las manzanas de una ciudad. En estos casos, la heterogeneidad que se desea no se logra. Por el contrario, las familias que viven al interior de cada manzana suelen ser homogéneas con respecto a un sinnúmero de variables.

Esta característica - la homogeneidad al interior de los conglomerados - es un factor negativo en la precisión de los resultados, y normalmente, al comparar los resultados de dos estudios realizados con tamaños muestrales idénticos, pero uno realizado (en teoría) por medio de un muestreo aleatorio simple y el otro en base a una muestra de conglomerados (por ejemplo 5 entrevistas por manzana), la encuesta basada en el muestreo aleatorio simple suele ser más precisa. En algunos casos, para algunas variables, esta mayor precisión no es muy notoria, pero para otras variables puede ser bastante evidente.

Esto implica que, cuando se efectúen encuestas en base a muestreo por conglomerados, se debe tomar en consideración, seriamente, el grado de conglomeración, vale decir, el número de viviendas a entrevistar por conglomerado. Lo ideal sería, desde el punto de vista de la precisión, utilizar conglomerados mayores a una

manzana (por ejemplo: conglomerados de cuatro manzanas en promedio), con lo que disminuye - por el mayor tamaño del conglomerado - la homogeneidad (indicada por el así llamado “coeficiente de correlación intraclase”).

Cuando el coeficiente de correlación intraclase para variables importantes de estudio se estima como elevado, es decir, cuando se estima alta la homogeneidad al interior de los conglomerados; hay procedimientos que permiten aumentar la precisión del estudio sin necesidad de aumentar el tamaño muestral. Esto se consigue mediante la disminución de la cantidad de entrevistas por conglomerado, reduciendo así el efecto de la correlación intraclase. De este modo, se aumenta el número de conglomerados. De todos modos, estos procedimientos generan mayores costos en terreno, por la dificultad añadida de tener menos casos en zonas próximas.

Como ejemplo de esto último, podríamos decir que si se desea una muestra de 600 personas, con una persona entrevistada por hogar, es mejor tener una muestra de 100 conglomerados y 6 entrevistas por conglomerado, que una muestra de 50 conglomerados y 12 entrevistas por conglomerado.

6.4. Conceptos Importantes en el Muestreo Probabilístico

A continuación se exponen algunos conceptos que resultan fundamentales para comprender los fundamentos y la operatoria del muestreo probabilístico.

- *Cobertura Completa Idéntica*: Cuando mencionamos el hecho que la muestra debe representar el Universo, nos referimos a que el resultado obtenido debe ser lo que se habría obtenido en caso de efectuar la misma encuesta en base a un Censo del universo de estudio. Para ser

más explícitos, podemos referirnos a lo señalado por W. Edwards Deming (1960), quien señaló que la cobertura completa idéntica es el resultado que se habría obtenido del examen de todas las unidades muestrales en el marco (segmentos de áreas, establecimientos comerciales, por ejemplo), si se hubiera realizado un Censo por los mismos trabajadores de campo (encuestadores), con el mismo instrumento, con los mismos inspectores, usando las mismas definiciones y procedimientos y ejerciendo el mismo cuidado que el que ellos ejercieron en la muestra, y aproximadamente en el mismo período de tiempo. Una muestra probabilística, entonces, intenta replicar una situación de investigación donde se consigue entrevistar a todo el universo, pero asumiendo todas las 'desviaciones' propias de la aplicación de un procedimiento de investigación. De este modo, está asumido que el trabajo investigativo involucra un 'principio de incertidumbre', pues incorpora métodos que necesariamente modifican el objeto de estudio. El muestreo no resuelve ese problema. Lo que hace es generar la posibilidad de vincular el trabajo con una muestra del universo a los resultados que obtendríamos investigando todo el universo. De este modo, el muestreo no solo resuelve problemas científicos, sino además logísticos.

- *Marco muestral:* Cuando hablamos de extraer una muestra del universo de estudio, debemos recordar que para posibilitar dicha extracción necesitamos contar con un listado y/u otros elementos físicos (por ejemplo: material cartográfico) que contenga(n) a todos los elementos de dicho universo. Este listado (o conjunto de medios físicos) se denomina marco muestral, el que en algunas ocasiones debe complementarse con información estadística lo más actualizada posible respecto a ciertas áreas (geográficas o de otro tipo).

Un marco muestral, entonces, puede ser un listado de población o el listado de manzanas (o cualquier otra unidad muestral) de una ciudad o zona geográfica. En general, podemos decir que el marco muestral es el conjunto de elementos materiales, listas, mapas, datos sobre población, archivos computacionales, bases de datos, etc. que logremos reunir, los que nos permiten y facilitan la extracción de la muestra. En general, un marco muestral puede constar, para un estudio, de uno solo de los elementos arriba citados, aunque también puede consistir en una combinación de ellos. El marco muestral óptimo es aquel que está totalmente actualizado (algo casi imposible en la práctica), que está completo (contiene a todos los elementos del universo de estudio), sin duplicaciones (cada elemento figura solo una vez) y, si fuera posible, no debiera contener casos “cero” (elementos no pertenecientes por definición al universo de estudio). Además debiera contener información suficiente sobre cada elemento (por ejemplo, en el caso de un listado: nombre, dirección, comuna, teléfono), para permitir o facilitar su ubicación.

Toda información adicional para cada elemento del listado -como por ejemplo ingresos u otra información similar que permitiera la estratificación del Marco, lo que a su vez posibilitaría un diseño muestral más sofisticado- será siempre bienvenida.

- *Tamaño Muestral, Tamaño del Universo y Precisión:* Hay un par de fantasías instaladas entre quienes no son expertos en muestreo y operan con él en nuestro país (particularmente a nivel de la prensa e incluso al interior mismo del mundillo de las encuestas):

Se suele creer que si el tamaño del universo es muy grande (por ejemplo, una ciudad de 20 millones de

habitantes, como Shangai, por poner un ejemplo), entonces el tamaño de la muestra debe ser muy grande para poder acceder a resultados confiables.

Se suele asumir que una muestra pequeña no es válida y que una muestra es más válida mientras mayor su tamaño.

Se suele suponer que una muestra de un tamaño 'y' es mucho más imprecisa que una muestra de tamaño '2y'. Es así como los 'encuestólogos' del mercado suelen competir con el tamaño de la muestra y señalan como argumento tener 2.000 casos en vez de 1.000 o incluso 1.500 sobre 1.200.

Despejemos estos asuntos. La teoría del muestreo señala algo bastante distinto:

Puede decirse que, generalmente, no existe mayor relación entre el tamaño muestral y el tamaño del Universo, por lo que, si se quiere tener una idea del tamaño muestral que se necesita para lograr una determinada precisión, no debería preguntarse qué proporción del Universo debe comprender la muestra, sino que más bien debe pensarse en el tamaño absoluto que ésta debe tener, independientemente del tamaño del Universo. De este modo, no es un factor relevante si la muestra será realizada en un país de 300 millones de habitantes, en un país de 30 millones de habitantes o en uno de 3 millones de habitantes. Lo relevante es el tamaño absoluto de la muestra, que es el factor que determina la precisión. De este modo, siguiendo con el ejemplo señalado anteriormente, una muestra extraída para investigar la ciudad de Shangai (de casi 20 millones de habitantes) no será muy distinta a una muestra extraída para investigar la ciudad de

Santiago de Chile (casi 6 millones de habitantes), a igual margen de error y nivel de confianza. Esto es señal de que lo importante para una muestra más precisa no es la relación entre tamaño de muestra y tamaño del Universo, sino que es el tamaño absoluto de la muestra.

La validez y la precisión son temas distintos. Una muestra muy pequeña puede ser perfectamente válida y una muestra muy grande puede ser extraordinariamente inválida. La validez está en función de la capacidad de inferir resultados desde la muestra al universo. Otra cosa es la precisión de esta extrapolación. Y en ese punto el tamaño muestral sí es importante.

Respecto al tamaño muestral, las diferencias de tamaño pequeñas o incluso duplicaciones del tamaño no son realmente importantes en el incremento de la precisión. A decir verdad, para pasar por ejemplo de un 5% de margen de error a un 2,5% de margen de error, es necesario incrementar en cuatro veces el tamaño de la muestra. Es decir, para aumentar la precisión dos veces (reducir el error muestral a la mitad), es necesario aumentar el tamaño cuatro veces. En este sentido, disputas de precisión en encuestas que tienen 1.500 casos contra otras que tienen 1.200, carecen de importancia. Más aún, una encuesta realizada con un muestreo aleatorio simple será más precisa a igual cantidad de casos que una con muestreo de conglomerados, por ejemplo. Por cierto, puede ser más precisa incluso teniendo menos casos, pues los muestreos de conglomerados sufren mermas de precisión por la correlación intraclase. De hecho, una muestra muy grande donde se sacan muchos casos por unidad muestral de primera etapa (por manzana por ejemplo), puede perfectamente ser altamente imprecisa, a pesar del gran tamaño de la muestra.

Por otro lado, muchas encuestas señalan margen de error sin poder calcularlo. Es muy típico ver que empresas de investigación y Centros de Estudio dicen frases como la siguiente: “si esta muestra fuera probabilística, el error muestral sería X% y el nivel de confianza sería Y%”. Por cierto, muchas veces se señala esto en muestreos de cuotas, muestreos por conveniencia u otros procedimientos no probabilísticos. En estos casos, estamos en presencia de un argumento que teóricamente carece de sustento. Esas encuestas no son probabilísticas, y por tanto, no tienen un margen de error calculable, como tampoco cuentan con un nivel de confianza conocido, ni ostentan ningún otro atributo privativo de las encuestas probabilísticas. Por tanto, si esas encuestas fueran probabilísticas, no serían ‘esas encuestas’. De este modo, esa clase de aseveraciones no se debe tomar en consideración ni constituye información relevante para los investigadores. Más aún, constituyen una falta grave a la entrega de información científica confiable, pues inducen a error, e incluso se pueden considerar actos reñidos con la ética propia de un equipo de investigación responsable.

Esperanza Matemática: Definiremos la “esperanza matemática” o “expectancia”, como un promedio ponderado de una variable aleatoria (como el resultado de una muestra probabilística, por ej.), donde cada factor de ponderación consiste en la probabilidad de que la variable a ponderar obtenga el valor que obtuvo. Como un ejemplo fácil de entender, tenemos el lanzamiento de un dado científicamente balanceado. Se ve claramente entonces que los 6 valores que puede asumir la variable “cara superior del dado luego de lanzarlo”, tienen todos y cada uno de ellos, una probabilidad de $1/6$.

La esperanza matemática, en este caso, será de

$$\begin{aligned} & 1/6*1 + 1/6*2 + \dots + 1/6*6 \\ & = 1/6*(1+2+3+4+5+6) \\ & = 1/6*21 \\ & = 3,5. \end{aligned}$$

Como se ve, lo sustancial es que estamos en presencia de un fenómeno aleatorio, como en este caso el lanzamiento de un dado, o, en lo que más nos atañe, los resultados de una muestra probabilística. En este último caso, la esperanza matemática de una estimación es el promedio ponderado de todos los resultados posibles de obtener de todas las muestras posibles de formar, cada uno de estos resultados (una media por ejemplo) multiplicada por la probabilidad de obtener dicho resultado. En el caso en que todas las muestras posibles de obtener tengan la misma probabilidad de ser seleccionadas (este tipo de muestras se denominan “autoponderadas”) como en el caso del muestreo aleatorio simple, por ejemplo, esta probabilidad es de $1/K$, donde K es el total de muestras distintas de tamaño “ n ” posibles de obtener a partir de un universo de tamaño “ N ”.

En el caso del muestreo aleatorio simple, este número K es igual a

$$K = \frac{N!}{n!(N-n)!}$$

Sesgos: Vamos a definir como estimador insesgado a aquel estimador (fórmula de estimación), cuya esperanza matemática sea igual al parámetro que se habría obtenido como resultado de la implementación de una cobertura completa idéntica. El estimador es sesgado, en cambio,

si la esperanza matemática es distinta al parámetro del universo. Por lo tanto:

Sesgo del estimador $x = E\{x\} - \tilde{\mu}$

Donde $\tilde{\mu}$ simboliza el parámetro

Como se observa, el sesgo es 0 (cero) si la esperanza matemática iguala al parámetro; de no ser iguales, tenemos que el sesgo puede ser positivo o negativo.

Generalmente, antes de efectuar un estudio, y sabiendo cuál va a ser el diseño muestral a utilizar y el (o los) estimador(es) a utilizar en la fase del procesamiento computacional de la información recopilada, ya se sabe si el resultado va a tener un sesgo matemático o no. Cabe señalar que aquí estamos hablando solo de los sesgos atribuibles al diseño muestral y/o al estimador (sesgos matemáticos), no incluyendo por lo tanto, otros tipos de sesgo, que pueden ser comunes tanto a un estudio muestral como a un estudio censal.

En el caso de los sesgos matemáticos atribuibles al diseño muestral, pueden corregirse en algunos casos, mediante el uso de ponderadores basados en el conocimiento de los tipos de sesgo cometidos.

Por ejemplo, piénsese en la extracción de una muestra de apoderados extraídos en base a la selección de los hijos inscritos en las escuelas de una Comuna. En este caso, la probabilidad de selección de los padres o apoderados va a depender del número de hijos que cada familia tenga en el conjunto de escuelas de la comuna y que forman el marco muestral. Así, una familia con tres hijos inscritos (considerando el conjunto de escuelas), va a tener un triple de probabilidades que una familia con

un solo hijo inscrito, etc. Si no se corrige este sesgo, y se analizan los resultados como si la muestra de apoderados fuera autoponderada, entonces se estaría incurriendo en un error al suponer que los estimadores son insesgados. Sin embargo, ponderando los resultados de cada respuesta dada por cada apoderado, por el recíproco del número de hijos inscritos de cada apoderado, se vuelve a un esquema que permite que los estimadores simples de medias, proporciones o totales, calculados a partir de los resultados de dicha encuesta, sean insesgados.

Igualmente, existen estimadores sesgados, aun utilizando diseños muestrales sanos y no sesgados. Tal es el caso de los llamados “estimadores de razón”, en los que tanto el numerador como el denominador son variables aleatorias. Sin embargo, este sesgo suele ser leve y disminuir a casi cero con un aumento del tamaño muestral. Para todos los efectos prácticos, con tamaños muestrales sobre 30 casos, generalmente, uno se puede olvidar de este tipo de sesgos.

De los sesgos que uno no se puede olvidar, el más importante suele ser el ocasionado por las no-respuestas, factor éste muy recurrente en casi todos los estudios, y que debe ser tomado en consideración al momento de analizar los resultados. La forma más correcta de combatir este flagelo, especialmente cuando se sabe o se sospecha con fundamentos, que los no-respondentes tienden a tener un comportamiento distinto --en relación a las variables estudiadas-- al resto de la muestra que sí contestó, es la de las revisitas (Deming recomienda hasta 6 si fuera necesario), antes de dar por perdida la entrevista.

Complementaria a la medida expresada en el párrafo anterior (la de las revisitas), sería muy honesto de parte

del investigador, expresarle al usuario o cliente, las limitantes de su estudio, y manifestarle que sus resultados reflejan las respuestas que se habrían obtenido si se hubiese implementado una “cobertura completa idéntica” , en cuyo caso también habría una tasa similar de no-respuestas. Por lo tanto, las respuestas obtenidas de la encuesta (del subconjunto que contestó), reflejarían las respuestas que se habrían obtenido del subconjunto de los respondentes de la respectiva “cobertura completa idéntica” y nada se sabría de los no-respondentes en relación a las variables bajo estudio.

En todo caso, si alguien desea inferir al total del universo de estudio, debe asumir que dicha inferencia es responsabilidad de aquel que así procediere.

Existen muchas otras clases de sesgo, como la del entrevistador, la del entrevistado (por ej. el sesgo de prestigio), el sesgo del auspiciador (del estudio) que también puede influir en las respuestas del entrevistado si llega a conocer el nombre del auspiciador, y otros.

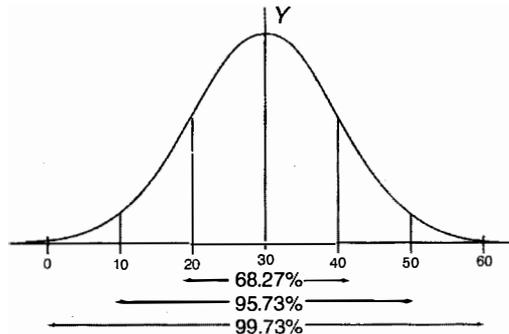
Es conveniente, por lo tanto, invertir fondos y tiempo en tratar de disminuir estos sesgos, los que a veces pueden ser muy importantes, y que no se corrigen aumentando el tamaño de la muestra sino mejorando su calidad.

Estos sesgos son comunes tanto a las muestras como a los censos, y por lo tanto no hay tamaño muestral que los corrija o elimine.

- *Teorema del Límite Central:* Este teorema es fundamental en la teoría del muestreo, y, en pocas palabras, puede resumirse como que la “distribución de muestreo”, (que no es otra cosa que el espacio muestral de los

resultados de todas las muestras distintas, de un mismo tamaño y diseño muestral, posibles de extraer de un universo,) tiende a tomar rápidamente la forma de una “curva normal” o “curva de Gauss” (curva o ‘campana’ que representa la distribución que suelen tomar los resultados de la medición de muchas variables, habiendo siempre más casos en las proximidades de la media y menos en los puntajes más alejados de la media).

Figura 3. Curva o ‘Campana’ de Gauss



La ventaja principal de este fenómeno es que esta curva normal es asumida por la distribución de muestreo, cualquiera sea la forma de la distribución de la variable a nivel de la población de origen. Puesto que las características de la curva normal se conocen tan bien, es entonces sumamente fácil calcular los intervalos de confianza del estimador para niveles pre-establecidos de probabilidad (niveles de confianza).

Puesto que la curva normal se define por sus dos parámetros principales, a saber, la media y la varianza, tenemos que en el caso de la distribución de muestreo la media es la esperanza matemática del estimador, y su varianza (error muestral standard al cuadrado), se

calcula dividiendo la varianza original de la variable, por el tamaño muestral (en el caso de muestreo aleatorio simple con reposición).

Tal como ya lo dijimos, esta varianza del estimador no es otra cosa que el error standard al cuadrado, del estimador.

6.5. Varianzas

El estudio de la varianza es sumamente importante en la teoría del muestreo, pues es en ella que se basa para medir los márgenes de error de los estimadores. Además, a partir del conocimiento de la varianza se pueden efectuar diseños muestrales más eficientes, como diseños estratificados, afijación de la muestra a los estratos, etc. A continuación definiremos algunos conceptos relevantes:

- *Varianza y cuasi varianza absolutas.* Como es sabido, éste es el estadígrafo más utilizado para medir el nivel de heterogeneidad de las variables bajo estudio. Si se desea estimar la media o el total de una variable cuya varianza poblacional es baja, significa que se puede trabajar con un tamaño muestral relativamente pequeño. En cambio, una alta varianza, para igual precisión que en el caso anterior, implicará el uso de una muestra mayor. Veamos las fórmulas:

Varianza

$$\sigma^2 = \sum \frac{(X_i - \bar{X})^2}{N}$$

y la cuasi - varianza se define como

$$S^2 = \sum \frac{(X_i - \bar{X})^2}{N - 1}$$

En ambos casos, se trata de varianza y cuasi-varianza, absolutas. Algunos estadísticos utilizan ambas fórmulas bajo el mismo término de “varianza”, pero nosotros creemos que, para mayor claridad, conviene distinguir ambos casos, por lo que preferimos la diferencia en la denominación.

- *Varianza y cuasi varianza relativas.* Como varianza relativa a nivel poblacional, definiremos a la varianza poblacional absoluta dividida por la media al cuadrado.

En todo caso, de lo anterior se desprende que, cuando se habla de márgenes de error muestral, se puede hablar tanto de error muestral absoluto como relativo.

Suele hablarse de error muestral absoluto cuando las estimaciones se refieren a proporciones o porcentajes, pues entonces se puede pedir que el error muestral no sea superior a 3% (tres puntos porcentuales), por ejemplo, a un determinado nivel de confianza (por ej. 95%).

Pero cuando las estimaciones se refieren a cantidades absolutas, especialmente a totales o promedios (como por ej.: ingreso medio o ingreso total, o ventas totales o cosecha en toneladas por hacienda, etc., etc.), entonces puede muy bien pedirse que el margen de error muestral no sea superior, por ejemplo, al 5% (cinco por ciento relativo) del total (o de la media) estimado, a un determinado nivel de confianza (por ejemplo 95%).

$$V^2 = \frac{\sigma^2}{\bar{X}^2}$$

el coeficiente de valor es la raíz cuadrada de la varianza relativa, a saber:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$V^2 = \frac{\sigma^2}{\bar{X}^2}$$

y el coeficiente de variación es la raíz cuadrada de la varianza relativa, a saber :

$$V = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

Para el caso de la cuasi - varianza relativa se reemplaza σ^2 por S^2 .

Igualmente , tal como hablamos de varianza relativa y de coeficiente de variación a nivel poblacional , podemos hablar del coeficiente de variación (o error relativo) de una estimación muestral. Este no es otro que el error standard absoluto de la estimación , dividido por el parámetro que se desea estimar , vale decir que en el caso de muestreo aleatorio simple , sería :

$$V_{\bar{x}} = \sqrt{\left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{V^2}{n}}$$

donde V^2 es la cuasi - varianza relativa $\frac{S^2}{\bar{X}^2}$

- **Intervalo de Confianza y Nivel de Confianza.** Al tratar el teorema del Límite Central, no se puede desaprovechar la oportunidad de explicar el concepto del intervalo de confianza y de su permanente acompañante: el nivel de confianza.

Cuando se habla de la distribución de muestreo, que adquiere la forma de una curva Normal, debemos recordar que como toda distribución, ésta también posee una varianza y su raíz cuadrada, vale decir, un desvío standard. Este desvío standard es lo que llamamos el “error muestral standard”, y gracias a las cualidades tan conocidas de la curva Normal, sabemos que, por ejemplo, bajo la curva delimitada por la curva Normal y las ordenadas levantadas sobre el eje de las abscisas a una distancia de 1.96 desvíos standard bajo la media y 1.96 desvíos standard sobre la media, se encuentra un 95% del área total bajo la curva Normal (ver imagen de la curva normal presentada anteriormente).

Como esta curva representa la distribución de todas las muestras posibles, podemos colegir que, en este caso, estamos diciendo que el 95% de todas las muestras posibles

se encuentran concentradas entre estos 2 límites (inferior y superior).

En consecuencia, podemos esperar que si todas las muestras tienen igual probabilidad de ser seleccionadas, nuestra muestra (supuestamente la única seleccionada para un estudio determinado) tiene una probabilidad del 95% de pertenecer a este conjunto de muestras (el 95% que se encuentra entre ambos límites).

Por lo tanto, podemos definir al intervalo formado por el límite inferior (en este caso 1.96 desvíos standard bajo la media) y el límite superior (1.96 desvíos standard sobre la media) como el “intervalo de confianza”. Asimismo, la probabilidad del 95% se denomina “nivel de confianza”.

Obviamente, si usamos otro coeficiente en lugar de 1.96, estamos en presencia de un intervalo de confianza distinto (más amplio o más angosto) y de un “nivel de confianza” distinto. Por ejemplo, si usamos un coeficiente 3 en lugar de 1.96, entonces el intervalo se amplía, y junto con él aumenta el nivel de confianza, a un 99.73%. Este nivel de confianza indica la probabilidad (en este último ejemplo de un 99.73%) que el resultado de nuestra muestra (mejor dicho la estimación obtenida de nuestra muestra) se ubica dentro de este intervalo de confianza.

En la práctica, sin embargo, no se puede armar este intervalo, pues para hacerlo requeriríamos del parámetro (la media de la distribución de muestreo) para sumarle y restarle el margen de error muestral y así formar el intervalo de confianza (El error muestral se define como el producto del error standard -desvío standard de la distribución de muestreo- por el coeficiente “z” de la curva Normal correspondiente al nivel de confianza deseado).

Este parámetro, que es la esperanza matemática buscada, y que en el caso de estimadores insesgados es el valor real del Universo que la muestra trata de estimar, es obviamente desconocido, pues si lo conociéramos, entonces no estaríamos tratando de estimarlo a través del estudio muestral. Y si es desconocido, entonces no podemos proceder a calcular el intervalo de confianza. En la práctica, por lo tanto, lo que hacemos es sumarle y restarle el “error muestral” a la estimación obtenida de la muestra, y luego afirmamos, con una probabilidad determinada, por ejemplo con un nivel de confianza del 95%, que el parámetro estimado es el que estaría dentro de este intervalo. Y en la práctica, esto es lo que interesa.

6.6. Consideraciones finales

En definitiva, resulta fundamental que los científicos sociales se informen adecuadamente de las potencialidades del muestreo, pues es una herramienta de gran utilidad para el trabajo investigativo. También deben tener en cuenta sus límites, para ejecutar así trabajos con responsabilidad. Es cierto que muchas veces las dificultades logísticas y económicas de realizar estudios serios mediante muestreo obligan a explorar mediante observaciones iniciales que permitan tener alguna luz sobre el fenómeno a estudiar. Sin embargo, esos resultados no pueden ser considerados científicos. Se debe tener el máximo rigor en la revisión de las condiciones metodológicas de recolección de datos. Un uso respetuoso del sofisticado desarrollo matemático que ha posibilitado el muestreo probabilística es la mejor recomendación para el trabajo investigativo.

6.7. Bibliografía

- Azorín, F. & Sánchez-Crespo, J. L. (1986). *Métodos y Aplicaciones del muestreo*. Madrid: Alianza Editorial.

- Cochran, W. (1977). *Sampling Techniques*. New York: Wiley.
- Deming, W. E. (1960). *Sample Design in Business Research*. New York: Wiley.
- Hansen, M. H., Hurwitz, N. M. & Madow, W. G. (1953): *Sample Survey Methods and Theory, Volume 1*. New York: Wiley.
- Kish, L. (1965). *Survey Sampling*. New York: Wiley.
- Levy, P. & Lemeshow, S. (1991): *Sampling of Populations, Methods and Applications*. New York: Wiley.
- Scheaffer, R. L. & Mendenhall, W. (1986): *Elementos de Muestreo*. México DF: Grupo Editorial Iberoamérica.