

# cuadernos de la facultad

FACULTAD DE HISTORIA, GEOGRAFÍA Y LETRAS

C O L E C C I Ó N

**TEORÍA PURA  
Y APLICADA  
2000**

Nº 1

**LA INVESTIGACIÓN  
CIENTÍFICA EN LOS  
ESTUDIOS GEOGRÁFICOS**

*Adela Fuentes Aravena*



UNIVERSIDAD METROPOLITANA  
DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

Proyecto:

Innovación y mejoramiento integral de la formación inicial de docentes

# CUADERNOS DE LA FACULTAD

COLECCIÓN  
TEORÍA PURA Y APLICADA  
2000

Nº 1

LA INVESTIGACIÓN  
CIENTÍFICA EN LOS  
ESTUDIOS GEOGRÁFICOS

*Adela Fuentes Aravena*

FACULTAD DE HISTORIA, GEOGRAFÍA Y LETRAS

**PROYECTO:**

*“Innovación y mejoramiento integral de la  
Formación Inicial Docente”*

UNIVERSIDAD METROPOLITANA  
DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
FACULTAD DE HISTORIA, GEOGRAFÍA Y LETRAS

**CUADERNOS DE LA FACULTAD**

Decana: Carmen Balart Carmona  
Secretaria Ejecutiva: Irma Céspedes Benítez

**COMITÉ EDITORIAL**

- |                                |                                      |
|--------------------------------|--------------------------------------|
| • Carmen Balart Carmona        | Departamento de Castellano           |
| • Guillermo Bravo Acevedo      | Departamento de Historia y Geografía |
| • Irma Céspedes Benítez        | Departamento de Castellano           |
| • Lenka Domic Kuscevic         | Departamento de Historia y Geografía |
| • Samuel Fernández Saavedra    | Departamento de Inglés               |
| • Giuseppina Grammatico Amari  | Centro de Estudios Clásicos          |
| • Nelly Olguín Vilches         | Departamento de Castellano           |
| • Iván Salas Pinilla           | Centro de Estudios Clásicos          |
| • Silvia Vyhmeister Tzschabran | Departamento de Alemán               |
| • René Zúñiga Hevia            | Departamento de Francés              |

La correspondencia debe dirigirse a la Secretaría Administrativa de la Facultad de Historia, Geografía y Letras, Avenida José Pedro Alessandri 774, Ñuñoa, Santiago de Chile.

Fono-Fax (56-2) 241 27 35. E-mail: cbalart@umce.cl

Impreso en LOM  
2000

Diagramación: Eduardo Polanco Rumié

Se prohíbe toda reproducción total o parcial por cualquier medio escrito o electrónico sin autorización escrita del Decano de la Facultad de Historia, Geografía y Letras.

## ÍNDICE

	Página
PRESENTACIÓN.....	5
1. INTRODUCCIÓN .....	6
2. LA PROBLEMATIZACIÓN CIENTÍFICA.....	8
2.1 Tipología de problemas .....	8
2.2 Consideraciones para formular bien un problema.....	10
2.3 Etapas de la problematización .....	11
2.4 Actividades .....	13
3. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS.....	14
3.1 Criterios de cientificidad.....	15
3.2 Formulación de hipótesis.....	16
3.3 Verificación de las hipótesis.....	16
3.4 Actividades .....	17
4. LA OBSERVACIÓN .....	18
4.1 Observación científica: tipos, técnicas e instrumentos.....	19
4.2 El cuestionario, un instrumento para recoger información.....	19
4.3 Actividades .....	20
5. MUESTREO Y TÉCNICAS DE SELECCIÓN DE MUESTRA .....	21
5.1 Características de la muestra .....	21
5.2 Tipos de muestreo.....	22
6. ELABORACIÓN INFORME FINAL .....	25
7. BIBLIOGRAFÍA.....	27
ANEXO N° 1.....	28
ANEXO N° 2.....	29



## PRESENTACIÓN

*El presente documento de estudio, titulado **La Investigación Científica en los Estudios Geográficos**, corresponde al área de Estudios Geográficos del Departamento de Historia y Geografía, Facultad de Historia, Geografía y Letras de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación. Tiene como objetivo principal guiar al alumno en el análisis geográfico, introduciéndolo en el empleo de una metodología de investigación científica, aplicada al estudio de problemas espaciales y ambientales mediante el uso de técnicas propias de la ciencia geográfica.*

*El documento sólo pretende servir como material de apoyo para familiarizar al alumno con procedimientos metodológicos empleados en la investigación geográfica, facilitándole la realización de diseños simples de investigación aplicados a los fenómenos geográficos locales, con la posibilidad de contrastar sus hipótesis en un corto plazo.*

*El contenido se limita a algunas sugerencias sobre la forma correcta de expresar un problema científico; precisar objetivos de investigación, formular hipótesis contrastables y aplicar técnicas e instrumentos de observación. También se incluyen algunas actividades que el alumno debe realizar secuenciadamente. En síntesis, se espera que este material complementario facilite la realización de un proyecto simple de investigación geográfica, incluida la elaboración de un informe final.*

*Este cuadernillo es el resultado del Proyecto de Extensión B-508 de 1994, y su presentación ha sido posible gracias a la colaboración de la Secretaría del Departamento, que realizó la digitación y al patrocinio de la Facultad.*

## 1. INTRODUCCIÓN

Mario Bunge (1969) define la ciencia como un estilo de pensamiento y de acción que acumula conocimiento sobre el mundo real a través del trabajo de investigación científica. De esta manera, la ciencia permite ordenar racionalmente la experiencia, vale decir los hechos del mundo real, a través del espacio y del tiempo.

Para los científicos sólo es posible sintetizar y sistematizar los resultados de las observaciones empíricas si se hace en función de la teoría.

A la Geografía como ciencia, compete el estudio de las características del geosistema y su ordenamiento espacial. Por esta razón la investigación científica es cada vez más inherente al quehacer de los geógrafos.

La humanidad ha llegado a un nivel crítico que exige cada vez mayor conocimiento del espacio geográfico para ordenarlo racionalmente, elevando así la calidad de vida del hombre que lo habita.

“Los estudios de las relaciones entre el hombre y su entorno se ha convertido en un tema principalísimo para los geógrafos e incluyen no sólo los entornos físicos, bióticos, históricos, culturales, sociales, económicos y políticos, sino también las percepciones que el hombre tiene de su entorno y las respuestas consiguientes” (Bailey, 1983).

Como es sabido, la función de la investigación es llegar objetivamente a la verdad sobre los hechos estudiados mediante la aplicación del método científico e incrementar el cuerpo teórico del conocimiento. Así cada ciencia particular se interesa por un aspecto o nivel de la realidad, por lo que enmarcándose en la metódica general subyacente cada especialista aplica sus propias técnicas de investigación según la naturaleza del problema de estudio y los requerimientos de la propia disciplina.

Es necesario recordar que la aplicación del método científico en geografía como en otras ciencias sociales está sujeto a ciertas restricciones para llegar a establecer leyes generales. Particularmente en el caso de la Geografía, ya se trate de estudios regionales, planificación territorial o manejo de recursos naturales, más que hablar de leyes, se prefiere hablar de tendencias o aproximaciones estadísticas de alta probabilidad de ocurrencia. Estas generalizaciones constituyen el cuerpo teórico o los modelos que permiten alcanzar los objetivos de explicación, predicción y control de la realidad estudiada. Así la Geografía, utilizando los pasos del método científico, ha llegado a constituirse en una ciencia aplicada a la solución de problemas derivados de la ocupación del espacio por el hombre. Esto sin perjuicio de que en el enfoque cuantitativo de algunos fenómenos geográficos se haya llegado a establecer rigurosas generalizaciones: “La aplicación de la Geografía es la consecuencia

normal de un proceso metodológico rigurosamente científico, de carácter nomotético, según el cual nuestra disciplina equipada de teorías modelos y leyes puede ayudarnos a determinar lo que ocurre en el mundo y a tomar decisiones tendientes a lograr los cambios necesarios para mejorarlo” (Peña, O., 1984).

Autores como Bunge han dejado a la geografía fuera de la clasificación de las ciencias; sin embargo, la pertinencia científica de la geografía en la actualidad ha quedado demostrada, por cuanto, para decirlo en términos de Ackermann (Ackermann, 1963), es una ciencia preocupada de plantear problemas, formular hipótesis y elaborar teorías que se desarrollan en contrastación con la información empírica.

En síntesis, el empleo del método científico en geografía obliga a la:

- 1) determinación precisa de los problemas a investigar,
- 2) formulación de hipótesis contrastables,
- 3) aplicación de técnicas de observación para la prueba de hipótesis,
- 4) producción de teorías y modelos.



## 2. LA PROBLEMATIZACIÓN CIENTÍFICA

Según Briones (1982), “la formulación o planteamiento de un problema es la fase más importante en todo el proceso de investigación”, y agrega que “el buen planteamiento de un problema es la mitad de su solución” (p. 22). En efecto, un problema científico constituye el objeto de una investigación. Tanto la teoría como la práctica cotidiana pueden ser las fuentes desde donde emerjan los problemas o las preguntas que se formula el investigador. En ambos casos el problema planteado forma parte de un área problemática.

Los problemas a investigar no están por tanto desconectados de la realidad ni de la teoría. Por lo general integran conjuntos o sistemas de cuestiones que forman grandes áreas de investigación. Todo problema está inserto en un *área problemática*, constituida por un conjunto amplio de fenómenos que pueden ser objeto de estudio. De aquí que el primer paso del investigador debiera ser la selección del tema o área problemática en que se ubica el problema. Expresiones como: “la calidad de la Educación”, “la extrema pobreza en Chile”, “las alteraciones de la fauna marina en sectores de derrame de hidrocarburos”, etc. son áreas problemáticas que pueden dar origen a diversos problemas de una subclase muy específica dentro de la problemática seleccionada.

### 2.1 TIPOLOGÍA DE PROBLEMAS

Un problema científico constituye el objeto de una investigación. Consiste en una pregunta surgida de una observación que puede tener o no cierto grado de estructuración. Lo importante es que la pregunta o cuestionamiento que se hace el investigador sobre el comportamiento de los objetos o de las personas tenga fines explicativos o predictivos. “Toda explicación consiste en descubrir la variable independiente de una variable dependiente y la predicción en poder anunciar anticipadamente las conductas de las variables independientes respecto de las variables dependientes que se han observado” (Pardinas, 1970).

Es deseable que la descripción de un grupo de fenómenos sirva siempre a fines explicativos y predictivos.

En general existen diversos criterios para clasificar problemas, y diferentes autores presentan distintas clasificaciones de problemas de investigación. A manera de ejemplo presentaremos clasificaciones de problemas: a) según Mario Bunge, y b) según Felipe Pardinas.

a) *Según Mario Bunge* (1969, pp. 208-224).

Los problemas científicos o problemas de conocimiento que se estudian aplicando el método científico pueden analizarse de varios modos. Una clasificación empleada por el autor consiste en diferenciar problemas *sustantivos* o de objeto referidos al estudio de cosas, fenómenos o procesos en sí, de aquellos referidos a los modos de conseguir los datos o la información sobre la cosa estudiada, llamados problemas de *estrategia* o procedimiento.

Los problemas sustantivos, a su vez, pueden ser empíricos o conceptuales. Los primeros exigen operaciones concretas, además del raciocinio, mientras que los conceptuales exigen conceptualizar los datos, es decir, analizar, interpretar, generalizar, y otras operaciones mentales que conduzcan a elaborar un concepto. En la ciencia formal los problemas conceptuales no necesitan apoyarse en una base empírica.

Entre los problemas de estrategia se encuentran los metodológicos, que son aquellos que prueban medios, técnicas e instrumentos de observación, y los valorativos, en que a la forma analítica de trabajar un problema se suma la emisión de un juicio de valor.

**Problemas científicos:**

*Empíricos*, o de hallazgo de datos. Ejemplos: observación, enumeración, medición, etc.

Sustantivos o de objeto: *Conceptuales*. Ejemplos: descripción, ordenación, dilucidación, deducción, construcción de ideas, hipótesis o teorías, etc.  
*Metodológicos*. Ejemplos: aplicación de convenciones; arbitrio de tácticas para examinar, observar, medir; examen de métodos, etc.

De estrategia o de procedimiento *Valorativos*. Ejemplos: estimación de datos, objetos, teorías, tácticas; estimación valórica sobre los propios objetos.

b) Según Felipe Pardinás (1970, pp. 121-128).

Para el autor los problemas de investigación son problemas del conocimiento humano, entre los cuales los problemas que se plantean en los estudios académicos son muy importantes porque familiarizan al estudiante con la metodología de investigación científica. Este autor diferencia problemas de estudios académicos y problemas de información que son preferentemente descriptivos –aunque recomienda que la descripción debiera utilizarse siempre con fines explicativos y predictivos–, de los problemas de acción y de investigación. Estos últimos requieren obligadamente de una investigación previa de carácter descriptivo del área de fenómenos estudiada, pero con el objeto de servir a fines explicativos y predictivos de las conductas observadas.

**Problemas científicos:**

*De estudio*: presentes en los estudios de materias específicas con fines descriptivos, explicativos o predictivos.

Descriptivos: *De información*: son básicamente problemas de observación o recopilación de datos sobre hechos o fenómenos estudiados con fines explicativos y predictivos.

*De diagnóstico*: aplicables a la observación de un área de fenómenos para describirlos o explicar su funcionamiento. Ej. diagnóstico de los elementos de un paisaje geográfico.

De acción:	<i>De programa:</i> aplicación de un conjunto de acciones o medidas aconsejables. <i>De planificación:</i> comprende además del conjunto de medidas a aplicar, la consideración de los recursos, procedimientos, objetivos a lograr y los plazos necesarios.
De investigación:	<i>Pura:</i> estudio de un problema destinado sólo a la búsqueda de un conocimiento. <i>Aplicada:</i> estudio de un problema destinado a la acción.

### Condiciones de un problema científico

Para que un problema sea considerado entre las categorías de un problema científico debe cumplir ciertos requisitos de validez, confiabilidad, operatividad y relevancia.

Un problema es válido cuando está formulado de tal manera que expresa en forma clara y precisa el fenómeno en estudio.

Un problema es confiable cuando está formulado de tal modo que cualquier investigador lo entiende exactamente de la misma forma que lo entendió el investigador original. La validez se refiere al grado de precisión en las variables involucradas en el problema.

Un problema es operativo cuando es verificable. Significa que los elementos o variables que constituyen el problema pueden ser definidos o expresados en acciones que posibiliten su observación y medición.

Un problema es relevante científicamente cuando su solución aporta nuevos conocimientos referidos al área de fenómenos estudiados, conocimientos que pueden ayudar a enriquecer la teoría o a proponer soluciones de carácter práctico.

## 2.2 CONSIDERACIONES PARA FORMULAR BIEN UN PROBLEMA

Aun cuando para la mayoría de los autores no existen reglas claras para formular un problema de investigación, sugieren algunas condiciones, como:

- ✦ Accesibilidad al conocimiento: debe existir conocimiento del marco teórico sobre el área problemática en que se inserta el problema.
- ✦ Debe ser planteado por etapas.
- ✦ Debe formularse en términos claros y precisos.
- ✦ Es necesario plantear los objetivos relacionados con el problema, los que pasan a ser los objetivos de la investigación.

Con respecto a estas condiciones, Kerlinger recomienda tres formas de asegurar la expresión correcta de un problema (criterios de cientificidad de un problema):

a) *Formulación en términos claros y precisos*

La recomendación es que el problema se plantee en forma de pregunta sencilla. El autor reconoce que no necesariamente debe ser una proposición interrogativa, puede ser afirmativa, pero las interrogantes tienen la virtud de indicar directamente la problemática y dar luz sobre el objeto de estudio.

b) *Un problema debe expresar relación entre dos o más variables*

En efecto se facilita la formulación de un problema si pensamos en preguntas como: ¿Se relaciona A con B? ¿Cómo se relacionan A y B con C? ¿Cómo se relaciona A con B) en las condiciones C y D? “Las raras excepciones a esta sentencia ocurren principalmente en la investigación taxonómica y metodológica”.

c) *El problema debe implicar posibilidad de pruebas empíricas*

Esto significa que –además de expresar una relación real entre variables– las variables implicadas pueden medirse de algún modo. Un problema que no contiene inferencias para probar su relación o relaciones expresadas, no es un problema científico.

De aquí que las cuestiones filosóficas o éticas, no constituyan problema científico ya que las preguntas formuladas son preguntas de valor o de juicio que la ciencia no puede responder.

## **Pasos o etapas que se deben cumplir en la formulación de un problema**

El investigador, ya sea en el plano teórico o en la realidad, suele encontrarse con incongruencias que llaman su atención y lo incitan a investigar, por su personal interés, en un área específica del conocimiento como por su responsabilidad frente a las demandas del medio natural y/o social. Pero evidentemente el problema no surge totalmente elaborado en el momento mismo en que se tiene conciencia de una inconsistencia (observación heurística). Lo que surge es la necesidad de realizar una exploración inicial ya sea bibliográfica o empírica que oriente el camino a seguir para estructurar un problema que tenga las características de un problema de investigación.

### **2.3 ETAPAS DE LA PROBLEMATIZACIÓN**

#### **2.3.1 Identificación del problema (Búsqueda de antecedentes)**

- ◇ Se inicia con la identificación de un área problemática. Implica tener una idea inicial y un conocimiento teórico sobre el área de fenómenos en que se inserta el problema.

- ✧ La identificación del problema supone preguntarse por el tipo de problema, por su nivel de origen, por los factores y condiciones subyacentes que permitan identificarlo con mayor precisión. (Bunge, M., p. 231).

### 2.3.2 Definición del problema

- ✧ Significa buscar elementos que lo conforman. Comprende:
  - identificación de variables (posibles),
  - identificación de relaciones entre variables,
  - supuestos o fundamentos razonables.

### 2.3.3 Delimitación del problema

Significa reducirlo a su núcleo más significativo. Ningún problema se puede estudiar en la totalidad de las variables intervinientes. Implica:

- reducirlo a un tamaño manejable,
- delimitar las variables incluidas,
- establecer las relaciones presuntas,
- definir operacionalmente las variables (buscar indicadores).

### 2.3.4 Formulación del problema

Es el planteamiento definitivo:

- enunciado en términos claros y precisos
- enunciado de los objetivos a lograr.

### 2.3.5 Evaluación del problema

Significa que debe ser contrastable empíricamente, por algún procedimiento de observación o experimentación. En esta etapa se debe determinar la forma de observación o medición; los procedimientos y técnicas de recolección de información.

### 2.3.6 Reformulación

Sólo si es necesario.

Recordar que la formulación de un problema se facilita cuando se le redacta en forma de una proposición interrogativa. Ej. ¿Quiénes son las personas o instituciones que causan mayor daño al medio ambiente en la Región Metropolitana?

Existen algunas formas básicas de formulación de problemas de investigación que propone Briones (1982, pp. 24-25) y que pueden servir de ejemplos para plantearse problemas de estudio en Geografía.

## 2.4 ACTIVIDADES

- ❖ Identifique un área problemática en Geografía. (Recuerde sus conocimientos de Geografía Humana, Económica o Física).
- ❖ Anote un máximo de dos problemas en el área identificada.
- ❖ Analice su grado de cientificidad de acuerdo a los criterios revisados, de validez, confiabilidad, operatividad y relevancia.
- ❖ Elija uno e identifíquelo.
- ❖ Responda:
  - ¿Qué tipo de problema es?
  - ¿Qué nivel de origen tiene?
  - ¿Qué factores o variables lo conforman?
  - ¿Qué relaciones se podrían plantear entre ellas?
- ❖ Delimite el problema.
  - ¿Qué variables analizará?
  - ¿Qué relaciones se propone establecer entre ellas?
  - ¿En qué supuestos se basará?
  - ¿Cuál sería su colectivo?
- ❖ Defina operacionalmente las variables implicadas.
- ❖ Formule el problema.
  - Enúncielo de manera clara y precisa.
  - Plantee los objetivos de la investigación. ¿Qué busca con la solución del problema?
- ❖ Evalúelo.
  - Visualice si es empíricamente verificable.
  - ¿Cuáles pueden ser los medios de lograr la información?
  - ¿Qué procedimiento podría proporcionar la vía fáctica más adecuada para recabar información?
- ❖ Reformúlelo.
  - Si es necesario, cambie el problema enfocándolo en forma diferente.



### 3. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS

“Etimológicamente, el término hipótesis tiene su origen en las palabras griegas **thesis**, que hace referencia a ‘lo que se pone’, e **hipo**, que significa ‘por debajo’. Hipótesis es, si nos atenemos a la estructura verbal de la palabra, lo que se pone por debajo o se supone.

En el ámbito de las ciencias, las hipótesis son tentativas de explicación de los hechos y fenómenos a estudiar que se formulan al comienzo de una investigación mediante una suposición o conjetura verosímil destinada a ser probada por la comprobación de los hechos. Se trata de la afirmación de un resultado o relación que, a modo de orientación o idea directriz, guía la investigación y debe ser mantenida o rectificadas una vez obtenidos los resultados de la investigación.

Se dice que la hipótesis es una suposición basada en la inducción, la analogía y otras formas de razonamiento. Sin embargo, para evitar equívocos, hemos de señalar que la hipótesis es más que una suposición o conjetura: su formulación implica y exige constituirse como parte de un sistema de conocimiento, al mismo tiempo que ayuda a la construcción de ese sistema” (Ander-Egg, 1983: 96).

Se ha planteado que la investigación busca la solución a los problemas propuestos, pero también normalmente en la vida diaria las personas adelantan conjeturas o explicaciones posibles frente a problemas políticos, económicos, familiares, etc. Santos Cividini (1985: 39) afirma que esta misma relación se da dentro del proceso de investigación actual entre la hipótesis y el problema. “La hipótesis cumple el papel de plantearse como una explicación posible y verídica del problema de investigación que definimos o formulamos inicialmente”.

Lo que diferencia y caracteriza a una hipótesis científica es que está apoyada en premisas científicas y que su comprobación o disprobación está basada en una serie de procedimientos metodológicos que el investigador debe aplicar mediante el proceso de observación; es decir, debe someter la hipótesis a contrastación y verificación.

En términos generales se puede afirmar que la hipótesis consiste en la respuesta tentativa o conjeturas de respuesta frente a un problema.

*Hipótesis*: soluciones posibles de un problema, expresadas como generalizaciones o proposiciones. Enunciados que constan de elementos expresados como un sistema ordenado de relaciones, que pretenden explicar sucesos aún no confirmados por los hechos.

Construcciones lógicas a partir de datos.

- Dato: se refiere a una experiencia adecuada. Una hipótesis va más allá de la evidencia (dato) que intenta explicar. Una hipótesis no puede quedar establecida por una sola experiencia.

### 3.1 CRITERIOS DE CIENTIFICIDAD

Las hipótesis científicas deben:

- Ser lógicamente consistentes. Significa que su formulación debe ser correcta y significativa desde el punto de vista lógico y semántico.
- Ser científicamente fundadas. Significa que deben basarse en un conocimiento previo o ser compatibles con la teoría científica.
- Ser empíricamente contrastables, posibles de experimentar, mediante procedimientos objetivos.
- Delimitar o precisar la relación entre variables. La hipótesis establece siempre, de modo afirmativo, la relación entre dos o más variables.

#### 3.1.1 Significación de las hipótesis

Las hipótesis:

- Incluyen hechos: determinan la pertinencia de los hechos.
- Trascienden los hechos.
- Sugieren donde buscar y cómo identificar relaciones.
- Proporcionan elementos conceptuales que permiten completar los datos conocidos.
- Ayudan a incrementar el conocimiento.

#### 3.1.2 Origen de las hipótesis

Varias son las fuentes de las cuales se pueden generar hipótesis. p. ej.:

- *Conocimientos previos.* El estudio del marco teórico en que se inserta el problema puede facilitar la formulación de hipótesis. Esto incluye el conocimiento de otras investigaciones.
- *La imaginación.* El científico debe ejercitar su imaginación, despojándose de esquemas estereotipados, para formular hipótesis útiles.
- *Orden y analogía.* En cada investigación se debe hacer frente a una situación caótica. Un buen método es buscar un sistema ordenado de relaciones que pretendan explicar fenómenos. La analogía es un buen camino para establecer un orden; proporciona un puente entre lo conocido y lo desconocido. p. ej.;
  - 1) Si A (situación nueva) se parece a B (situación pasada) en lo que respecta al factor X, Y, y
  - 2) Por experiencia se sabe que B se relaciona con Y y Z, tanto como con X,
  - 3) Es probable que A también se relacione con Y y Z.

### 3.1.3 Clases de hipótesis

Investigue cuáles son los tipos de hipótesis más conocidas. (Pardinas, 1970: 136).

## 3.2 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Cuando existe un problema según el cual deseamos indagar la causa del fenómeno. p. ej. factores que determinan la distribución de población; causas de los desplazamientos internos; fenómenos asociados a la subpoblación, etc., es preciso realizar algunas acciones:

- Se reúnen datos empíricamente verificables.
- Se proponen explicaciones (relaciones entre variables), considerando experiencias previas.
- Se examinan los hechos, las explicaciones y las relaciones entre ellas.
- Se formula la hipótesis. En términos muy simplificados se supone que una hipótesis debe expresar al menos una relación entre dos variables, una independiente y una dependiente. Si se da X (variable independiente), se supone que se dará Y (variable dependiente). Si X, entonces Y.

## 3.3 VERIFICACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

Después de formular una hipótesis, el investigador debe:

a) *Deducir sus consecuencias lógicas.* Las hipótesis no pueden probarse directamente, sino a través de ciertas consecuencias lógicas que se desprenden de ellas, que deben ser observables. Las consecuencias pasan a ser los indicadores a través de los cuales se mide la variable. Por ejemplo, si existe A (variable), entonces deben observarse las consecuencias:  $C_1 - C_2 - C_3$ . Para verificarlo se realizarán pruebas empíricas sobre  $C_1 - C_2 - C_3$  (indicadores).

b) *Seleccionar procedimientos de prueba*

La validez de la prueba empírica está relacionada con las consecuencias lógicas de la hipótesis. Debe existir una relación lógica entre el procedimiento escogido (test-entrevista-cuestionario) y la consecuencia que se debe probar.

Los instrumentos de observación deben ser seleccionados y probados de tal modo que se maximicen su objetividad, validez y confiabilidad. (Recordar que la "observación" es un proceso de investigación mediante el cual se recopila información).

c) *Aplicar procedimientos de prueba para confirmar o rechazar la hipótesis.*

Las conclusiones deben basarse en los resultados obtenidos mediante pruebas empíricas (inferencia inductiva).

La hipótesis se confirma sólo cuando el investigador obtiene pruebas que concuerden con las consecuencias lógicas.

Si los resultados contradicen una o más consecuencias, se debe abandonar la hipótesis, o modificarla.

### 3.4 ACTIVIDADES

Se le sugiere:

- ❖ Plantee nuevamente el problema que ya formuló.
- ❖ Formule su(s) hipótesis de trabajo. (Recuerde los criterios de científicidad).
- ❖ Analice la relación que existe entre las variables de su hipótesis.
- ❖ Confronte las variables de su problema con las de su(s) hipótesis y con las definiciones operacionales. (Los indicadores en que se descomponen las variables comprometidas).
- ❖ Establezca cómo clasificaría su(s) hipótesis.
- ❖ Deduzca las consecuencias lógicas particulares que se desprenden de cada hipótesis basándose en definiciones operacionales (indicadores).
- ❖ Revise cada consecuencia lógica en función de la posibilidad de observación o de medición.



#### 4. LA OBSERVACIÓN

En Geografía la aplicación de la ciencia y la teoría deben ir íntimamente relacionadas; la teoría debe enriquecerse a medida que se hace Geografía. La pura teoría no tendría objeto, si no sirviera de base a la mejor adecuación de la realidad.

A la Geografía corresponde la ordenación racional del espacio, de aquí que se preocupe no sólo de conocer, localizar y clasificar fenómenos, sino de explicarlos y relacionarlos. El conocimiento de las relaciones es lo que va a permitir ordenarlos, de modo que se produzcan las relaciones “óptimas” para el hombre.

Ninguno de estos propósitos de la ciencia geográfica podría cumplirse sin la investigación científica, que implica la observación científica de los fenómenos. (Cada ciencia tiene su área de observación compuesta por los fenómenos o datos que va a explicar o predecir).

*La observación* es un proceso que está siempre presente en las distintas etapas de la investigación científica; su rol es proporcionar los datos acerca de los fenómenos en estudio.

El investigador acumula hechos (observación) que le ayudan a identificar un problema; descubre pautas (observación) para elaborar hipótesis; diseña instrumentos de observación que le permiten recoger información o experimentar.

Para Bunge (1969: 717) la observación es un procedimiento empírico básico, mediante el cual se estudia un hecho (objeto) y se obtiene un dato (producto). Define *hecho* como lo que es o pertenece a la realidad. Entre las clases de *hechos* incluye: acontecimiento o acaecimiento, proceso, fenómeno, sistema.

De acuerdo a esta clasificación se entiende que un *hecho* pasa a ser –en el proceso de investigación– un objeto.

Según el mismo autor, *objeto* es “todo lo que es o puede ser tema de pensamiento o acción”. Existen *objetos* ideales y concretos.

Ideas (objetos ideales)	{	- conceptos - fórmulas - teorías	Hechos (objetos concretos)	{	- Sistemas de cosas concretas - acaecimientos (tiempo y espacio) - procesos - fenómenos (procesos perceptibles).
-------------------------------	---	--	----------------------------------	---	---

En investigación, observación, hechos y teorías son factores estrechamente relacionados.

## Elementos de un enunciado de observación

O observa a P bajo circunstancia A, con la ayuda de I. En que:

O = sujeto u observador (investigador)

P = objeto de la observación o percepto (hecho actual)

A = medio ambiente o circunstancias bajo las que observa

I = instrumento que emplea para observar.

Existen distintos procedimientos de observación, de acuerdo a la naturaleza del tema en estudio. Cada tipo de observación aplica las técnicas e instrumentos que le son más adecuados.

### 4.1 OBSERVACIÓN CIENTÍFICA

Tipos	Técnicas	Instrumentos
Directa o de campo	- Participante - No participante - De laboratorio	- Pauta de observación - Registro anecdótico - Lista de control - Escala de evaluación
Indirecta o de consulta	- Encuesta - Entrevista (Dirigidas – no dirigidas)	- Cuestionario, test - Otros - Pauta o guía
Análisis documental		

Analice cada una de estas técnicas en autores como Briones (1982) o Pardinas (1970).

### 4.2 EL CUESTIONARIO, UN INSTRUMENTO PARA RECOGER INFORMACIÓN

Normalmente las Ciencias Sociales trabajan en el área de las conductas humanas, investigando “comportamientos”, lo que plantea la necesidad de aplicar el tipo de observación indirecta o de consulta.

El cuestionario es un instrumento, propio de la encuesta y muy relacionado con la entrevista, pero no necesariamente van juntos.

- ✧ Revise el diseño del cuestionario (Pardinas: 83-90).
- ✧ Tanto el cuestionario utilizado en la encuesta como la guía de la entrevista pueden ser: estructurados, semi-estructurados y no estructurados.

La estructuración consiste en dirigir las respuestas del informante. La respuesta se puede estructurar en forma dicotómica, p. ej. Sí-No. También se puede estructurar en forma de selección múltiple, presentando alternativas (como los ítems de un test de carácter objetivo).

En un cuestionario, cada pregunta o cada alternativa debe ser indicador de las variables en estudio.

Debido a que un cuestionario debe buscar respuesta a todos los aspectos de una variable, se aconseja el semi-estructurado, ya que el número de alternativas se completa con "otros".

El cuestionario no estructurado presenta la ventaja de la pregunta abierta, pero es muy difícil de tabular, ya que el informante responde libremente, como en una prueba de ensayo.

La información obtenida a través del cuestionario será codificada, tabulada e interpretada por el investigador, para luego llegar a determinadas conclusiones.

La elaboración del cuestionario debe responder a un plan, que evidencie cuáles son los hechos y procesos que se desea investigar.

El investigador debe formular los objetivos específicos del instrumento (cuestionario) y éste debe organizarse tomando como eje las variables e indicadores que se necesita investigar. Esas variables e indicadores son los que ya están señalados por el problema de investigación y por la hipótesis de trabajo.

Es conveniente estructurar el cuestionario en diferentes áreas o grupos de preguntas, de acuerdo a la naturaleza de los indicadores que se investigan.

### 4.3 ACTIVIDADES

- ❖ Revise las consecuencias lógicas de sus hipótesis de trabajo.
- ❖ Confronte las consecuencias con las definiciones operacionales.
- ❖ Si no hay coincidencia de indicadores, corrija o complete.
- ❖ ¿Qué métodos, técnicas e instrumentos de observación le permitirán contrastar sus hipótesis en forma más válida, confiable y objetiva?.
- ❖ Determine los instrumentos de observación que va a utilizar.
- ❖ Determine las fuentes de información que utilizará.
- ❖ Recuerde que debe atender a las características de sus sujetos de investigación (muestra) de las fuentes u objeto de información, de las circunstancias en que observará.
- ❖ Construya al menos un instrumento de observación necesario en su investigación.
- ❖ Formule los objetivos específicos de su instrumento.

## 5. MUESTREO Y TÉCNICAS DE SELECCIÓN DE MUESTRAS

En investigación se denomina *universo* a todos los posibles sujetos que interesen en un estudio determinado. Dado que un investigador casi nunca tiene acceso a todos los posibles sujetos o medidas de un cierto tipo, se denomina *población* a la parte del universo a la que el investigador realmente tiene acceso.

En otros términos, se considera “población” a “la parte del universo de la que se selecciona la muestra y a la que queremos aplicar las generalizaciones” (Fox, D.J.: 1981).

*Muestreo* es el proceso por el cual se selecciona –de la población– la fracción de sujetos que se estudiará.

Muestra es el conjunto de elementos que representan a la población o colectivo y que constituyen los sujetos de la investigación. A un investigador le interesa que la muestra represente al colectivo con la mayor fidelidad posible.

### 5.1 CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Dado que el interés del investigador se centra en conocer las características de la población, la muestra productora de datos debe ser: a) representativa; b) de tamaño adecuado; c) en lo posible, sin errores de sesgo.

#### a) *Representatividad*

¿Cuándo se considera que la muestra es representativa de la población y del universo?

La representatividad debe estar presente en todas las etapas. Si la primera interrogante que se hace el investigador (¿se puede considerar que la población es representativa del universo?) da por resultado una afirmación, éste pasa a seleccionar la muestra, la cual deberá ser presentativa de la población; es decir deberá presentar las mismas características de la población en cuanto a las *variables relacionadas con el estudio*.

Para conseguir la representatividad se debe cumplir con algunos requisitos, como por ejemplo: conocer las características que se relacionan con las variables en estudio. Para ello se acostumbra reunir dos fuentes: la teoría y las investigaciones precedentes sobre el fenómeno en estudio. El segundo requisito es seleccionar la muestra de acuerdo a esas características.

#### b) *Tamaño de la muestra*

Toda muestra debe poseer un tamaño adecuado para que sea presentativa del colectivo. Se suele denominar “muestra chica” a aquella que incluye un número de observaciones entre 30 y 40 ó menos, y “muestra grande” a la que incluye más de 40 observaciones.

Las medidas o valores de las características de una población se llaman “parámetros”, en tanto los valores o medidas de una muestra se conocen como “estadísticos”.

Los expertos aplican fórmulas para determinar el tamaño de la muestra, el que va a estar dado por el nivel de precisión requerido y por el error de muestreo aceptable.

La importancia de tener una muestra representativa y de tamaño adecuado, aplicando un método probabilístico, es que permite generalizar, es decir, permite inferir los parámetros de la población sobre la base de los estadísticos de la muestra.

### c) *Errores de sesgo y de muestreo*

Los errores que resultan en las mediciones aplicadas a las características de una muestra se llaman errores de sesgo. El muestreo probabilístico o aleatorio es el que da la mayor seguridad o probabilidad de calcular estas deficiencias o errores.

Los errores resultantes de diferencias casuales entre algunos sujetos incluidos en la muestra y los no incluidos, se denominan errores de muestreo.

El estadístico llamado “error standard” es el más utilizado como medida de magnitud promedio del error de muestreo.

Fox (1981) ilustra el proceso de muestreo como un ciclo en el que se consideran cinco etapas: el universo, la población, la muestra invitada, la muestra aceptante y la muestra productora de datos.

En este ciclo, el investigador determina el universo pertinente a su problema de investigación y luego define su población o parte del universo a la que tiene acceso. De esa población extrae una muestra a la que invita a participar. Algunos sujetos no aceptan la invitación y deben ser reemplazados por otros, de modo que la muestra (aceptante) tenga el tamaño adecuado. El investigador aplica sus técnicas e instrumentos de observación, pero algunas se pierden, de manera que los sujetos que realmente producen los datos constituyen la muestra productora.

El ciclo se cierra cuando el investigador utiliza sus conclusiones para hacer estimaciones sobre las características de la población.

## 5.2 TIPOS DE MUESTREO

Existen dos grandes procedimientos de muestreo, el probabilístico y el no probabilístico.

El *muestreo probabilístico o aleatorio* es aquel en que la selección de la muestra se realiza aleatoriamente; esto significa que todo elemento que integra la población tiene la misma posibilidad de ser seleccionado para la muestra.

La selección de la muestra, en forma aleatoria, tiene la ventaja de presentar una muestra no sesgada y entrega la posibilidad de calcular el error de la muestra. En efecto, se espera que exista una diferencia entre la media de la población o colectivo y la media de la muestra, con respecto a alguna característica. Esa diferencia es el error muestral.

Una forma de muestreo probabilístico es el aleatorio *estratificado*. Este consiste en dividir, primero, la población en distintos estratos, con el fin de homogeneizar la muestra y hacerla más representativa de la población, atendiendo a la característica para la cual se trata de conseguir representatividad. Por ejemplo, si se estuviese investigando la distribución espacial de escuelas básicas por comuna, en una región determinada, para averiguar el tiempo ocupado por los alumnos en su desplazamiento diario, lo aconsejable sería dividir la población escolar en subgrupos, niños rurales y niños urbanos. Una vez formados los estratos se realiza un muestreo aleatorio o por azar en cada uno de ellos.

En un *muestreo estratificado simple*, se extrae igual número de unidades muestrales por estrato, pero en un *muestreo estratificado proporcional*, se extrae de cada estrato un número de unidades muestrales proporcional a la población. Por ejemplo, supongamos un estudio comunal sobre formas de ocupar el tiempo libre. La unidad muestral es la familia. La población está compuesta por varias unidades vecinales de la comuna, pero estas unidades vecinales se han agrupado en tres estratos, atendiendo al ingreso promedio (alto - medio y bajo); considerando que existe mayor cantidad de unidades vecinales en que el ingreso promedio familiar corresponde al nivel medio, la muestra deberá quedar representada por una proporción de familias mayor que a las que se extraigan de unidades vecinales de ingreso familiar correspondiente a las categorías alto y bajo. En otras palabras, la muestra conserva las proporciones de la población.

La estratificación normalmente asegura representatividad en cuanto a una característica o una variable en estudio. La selección simple o proporcional es la técnica que asegura representatividad con respecto al tamaño de los distintos estratos. Si la población fuese homogénea en lo que respecta a las características que interesan a la investigación, la estratificación no es necesaria y se considera toda la población como una entidad única.

El muestreo *no probabilístico* es aquél en que los componentes de la muestra no se eligen aleatoriamente o al azar, sino en forma deliberada. Este tipo de muestreo lleva siempre un error de sesgo que no se puede controlar, aun cuando, operacionalmente, puede combinarse con algún procedimiento aleatorio.

Las formas más utilizadas de muestreo no probabilístico son el muestreo “intencionado” o por juicio y el por “cuotas” o “unidades de muestreo”.

En el sistema intencionado o por juicio, el investigador selecciona en forma directa y deliberada los elementos concretos que integrarán la muestra. Generalmente se utiliza para igualar los sujetos. Esa es la razón por la que se obtiene una muestra sesgada. En ciertos casos lo lógico es utilizar una selección intencionada, si se piensa que en una población hay elementos cuyas características son particularmente importantes para el estudio.

El sistema de selección por cuotas o unidades de muestreo es aquel en que primero se eligen las unidades de muestreo, como por ejemplo, grupos de personas por sexo, por edad, por ingreso, por nivel cultural, etc. Otros grupos podrían estar configurados por regiones, provincias, comunas, unidades vecinales, establecimientos, etc.

Una vez elegida la unidad de muestreo se elige el número de personas o de sujetos de cada unidad que conformarán la muestra.



## 6. ELABORACIÓN INFORME FINAL

### Sugerencias para estructurarlo

El propósito del informe final de investigación consiste en informar al público interesado sobre la naturaleza del estudio, los pasos de la ejecución y las conclusiones a que arribe el investigador.

Existen diferentes recomendaciones sobre como estructurar un informe final, pero es convencional considerar dos grandes campos: un marco teórico que responde al “que” investigar y al “por qué” realizar la investigación y un marco operacional o metodológico que describe el “cómo” se investigó y “para qué”.

Un informe por muy simplificado que sea, debe contener al menos las siguientes partes:

#### ◆ El tema o título de la investigación

Éste debiera reflejar en la forma más precisa posible el contenido del estudio.

#### ◆ La introducción

Consiste en una referencia global al tema, al planteamiento del problema y a los objetivos de la investigación. Se trata de explicar el problema en forma directa, justificar su relevancia y explicar los objetivos en función (en el caso de la Geografía) de sugerir acciones de planificación.

En esta sección se acostumbra a plantear la hipótesis de trabajo, especificando las variables en estudio y dando una breve reseña de la metodología utilizada para la contrastación de la hipótesis.

Para algunos autores, es en la introducción donde se debe incluir también un examen de la bibliografía básica y documentos que sirvieron de fundamento para el estudio actual, en cambio para otros la revisión y discusión de las fuentes bibliográficas, forma parte del marco teórico. Esta segunda posición parece más adecuada.

#### ◆ Marco teórico

Es la parte del fundamento conceptual del informe ya que el autor abstrae los fenómenos estudiados de la realidad para encuadrarlos en un esquema teórico. Normalmente este marco comprende antecedentes del problema. Estos antecedentes pueden ser históricos, geográficos, psicológicos o de otra naturaleza.

La revisión de los estudios precedentes relacionados con el tema debe hacerse en forma racional y sistemática, comenzando por los antecedentes más generales para terminar con los antecedentes más específicos relacionados con el tema particular. Es el momento

en que el problema o hecho específico que se estudia se integra a una teoría o a un sistema organizado de saberes, relacionándolo con otras áreas del conocimiento.

En este espacio se incluye también los supuestos, o principios razonables, de los cuales se parte, y las llamadas definiciones conceptuales. En toda investigación hay conceptos o términos que tienen significados específicos; cada término puede tener acepciones diferentes por lo que el investigador debe dar a conocer el significado con el que se utilizó el término para los efectos del estudio.

#### ◆ Metodología

En el marco operacional o metodológico se explica el diseño de la investigación. Se describen las unidades de análisis (colectivo y muestra), las técnicas de observación y recolección de datos. Se caracterizan los instrumentos de observación, así como los procedimientos de ordenación de datos, para terminar con el análisis y las conclusiones.

Las conclusiones cumplen una doble función: ofrecer un diagnóstico del fenómeno estudiado y contener recomendaciones de acción como sugerencias para futuras investigaciones.

#### ◆ Bibliografía

En la bibliografía, que se escribe al final del texto, se incluye tanto la citada en el cuerpo del informe como la consultada para elaborar el marco teórico y/o los textos metodológicos, estadísticos, cartográficos, etc. que se hayan utilizado.

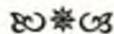
#### ◆ Anexos

Incluye los materiales mencionados o analizados para realizar el estudio como: reglamentos, decretos, tablas estadística, los instrumentos de observación utilizados, mapas, planos y otros.



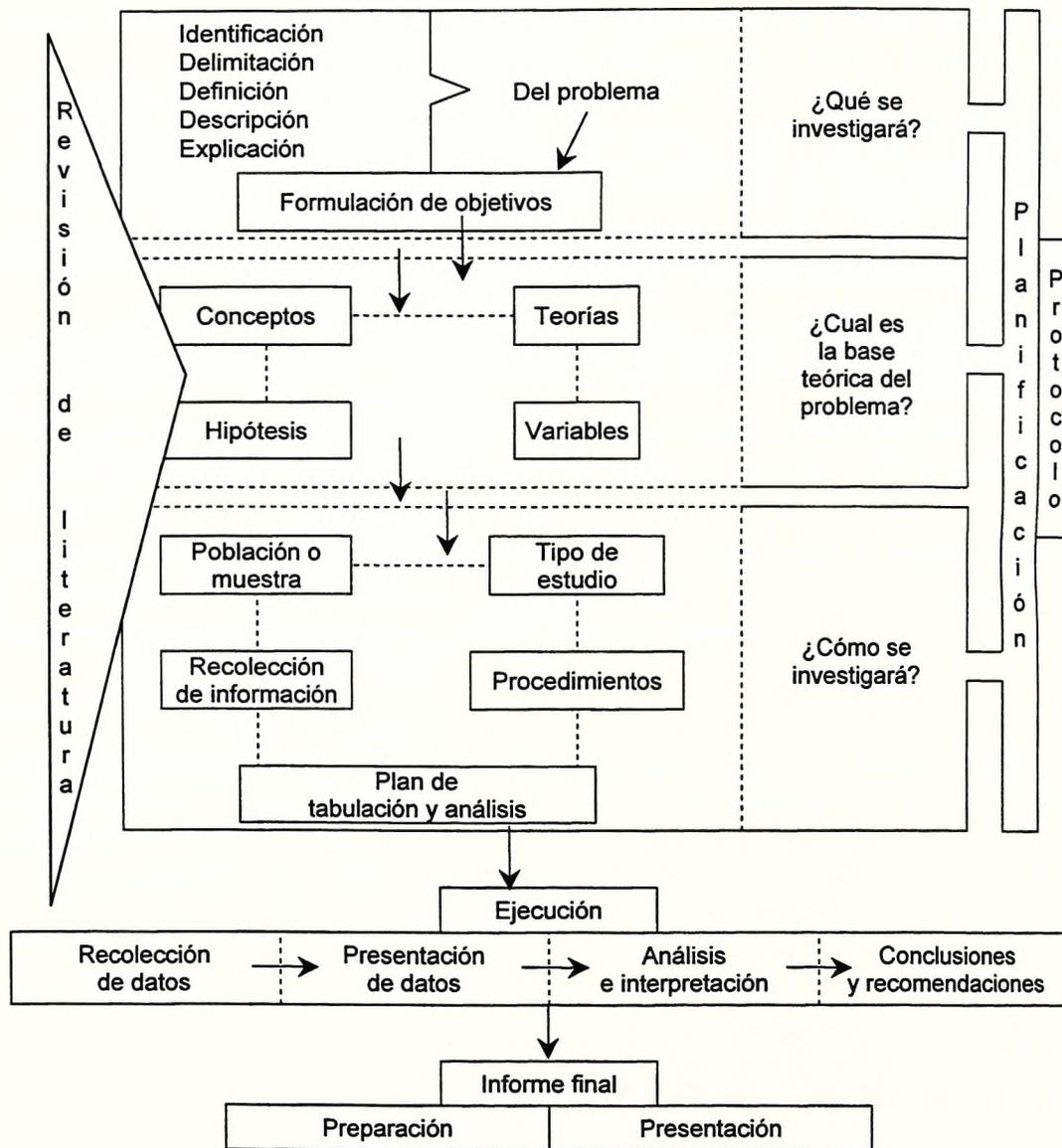
## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Ander-Egg, Ezequiel** (1983): *Técnicas de investigación social*, Alicante, Humanistas.
- Bailey, Patrick** (1983): *Didáctica de la Geografía*, España, Cincel-Kapelusz.
- Briones, Guillermo** (1982): *Métodos y técnicas de investigación para las Ciencias Sociales*, México, Trillas.
- Bunge, Mario** (1983): *La investigación científica*, Barcelona, Ariel.
- Hayman, John L.** (1981): *Investigación y educación*, Barcelona, Paidós.
- Holt-Jensen, A.** (1992): *Geografía, Historia y conceptos*, Barcelona, Vicens Vives.
- Kerlinger, Fred** (1975): *Investigación del comportamiento*, México, Interamericana.
- Pardinas, Felipe** (1970): *Métodos y técnicas de investigación en las Ciencias Sociales*, México, Siglo XXI.
- Peña, Orlando** (1994): “Los siete pilares de la Geografía”, en *Boletín de Geografía*, N° 2, Departamento de Historia y Geografía, Santiago, U.M.C.E.
- Pierre, George** (1973): *Los métodos de la Geografía*, Barcelona, Oikos-Tau.
- Pineda P., Noé** (1995): *Manual de investigación socioeconómica*, Tegucigalpa, Editorial Universitaria.
- Santos C., Alberto** (1985): “Comunicación en población”, Texto de investigación, UNESCO.
- Seltiz, Claire** (1980): *Métodos de investigación en Ciencias Sociales*, Madrid, Rialp.



# ANEXO N° 1

## EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN



Fuente: Pineda, E. et al "Metodología de la investigación", Organización Panamericana de la Salud

## ANEXO Nº 2

David J. Fox

*El Proceso de Investigación en Educación,*

Ediciones Universidad de Navarra,

Pamplona, 1981.

### CAPÍTULO XI

#### MUESTREO Y TÉCNICAS DE SELECCIÓN DE MUESTRAS

En la investigación social casi nunca se pueden recoger datos de todos los sujetos que interesen en un estudio dado, sino que sólo se pueden recoger los de una fracción de todos los sujetos. El proceso por el que se selecciona esa fracción se llama *muestreo*. Aunque la razón esencial por la que se muestrea es la imposibilidad de estudiar todos los sujetos, es un proceso lógico, porque en la práctica no es necesario obtener datos de todos los posibles sujetos para comprender con exactitud la naturaleza del fenómeno que se estudia, sino que, en general, se puede alcanzar esa comprensión con una parte de los sujetos. Debido a esto, se pueden aprovechar las ventajas del muestreo, que son la reducción del coste de la investigación en tiempo y dinero. Pero es importante destacar que esta ventaja depende de la validez de la otra idea. El ahorro de tiempo o dinero mediante el muestreo sólo es lógico cuando se puede justificar el hecho de que los datos obtenidos a partir de la muestra proporcionarán una base firme para determinar con exactitud las características del fenómeno que se estudia. ¡Sería absurdo ahorrar tiempo y dinero con el muestreo si los datos que se obtuvieran fueran falsos!

A pesar de estas dos ventajas que tiene el proceso de muestreo, en ciertas investigaciones no se usa. El ejemplo más notable es el del censo de los Estados Unidos, con el que cada diez años se intenta obtener datos de todas las personas que en ese momento viven en el país<sup>1</sup>.

#### ETAPAS DEL MUESTREO:

Distinguimos cinco etapas o elementos en el proceso del muestreo:

- 1) El universo;
- 2) la población;
- 3) la muestra invitada;
- 4) la muestra aceptante; y
- 5) la muestra productora de datos.

---

<sup>1</sup> En 1960 la Oficina del Censo empezó a muestrear en algunos subestudios parciales, y se ha anunciado que hay planes par muestrear con más amplitud en 1970.

El término *universo* designa a todos los posibles sujetos o medidas de un cierto tipo. Así, en el estudio sobre la enseñanza del lenguaje, un universo lo formaban todos los niños portorriqueños no angloparlantes que estudiaban el cuarto grado en escuelas de los Estados Unidos. Otro Universo era el de todos los niños portorriqueños no angloparlantes que estudiaban el séptimo grado en escuelas de los Estados Unidos, y el tercer universo era el de los alumnos portorriqueños no angloparlantes del décimo grado. Como es habitual en la investigación, no teníamos acceso a estos universos, sino sólo a una parte de ellos: la formada por los niños portorriqueños no angloparlantes que estudiaban el cuarto, el séptimo y el décimo grado en las escuelas públicas de Nueva York. La parte del universo a la que el investigador tiene acceso se denomina *población*<sup>2</sup>. El centro de interés en la mayoría de las investigaciones lo constituyen la población, el universo, o los dos elementos. Como veremos más adelante en este mismo capítulo, en realidad sólo se recogen datos de la muestra, pero intentamos usar esos datos muestrales para hacer inferencias acerca de la población. Así pues, en el otro extremo del proceso de muestreo está la muestra. No obstante, dividimos el concepto general de “muestra” en tres partes: la muestra invitada, la muestra aceptante y la muestra productora de datos. Al considerar las definiciones de estas tres partes veremos las distinciones que hay entre ellas. La muestra invitada se define como el conjunto de todos los elementos de la población a quienes se les invita a participar en la investigación. La *muestra aceptante* es la parte de la muestra invitada que acepta participar en la investigación. La *muestra productora de datos* es la parte de la muestra aceptante que realmente produce los datos.

Siguiendo con el ejemplo del estudio sobre el lenguaje, decidimos que queríamos que participaran en el estudio los alumnos del cuarto grado de cuatro escuelas elementales. Tres de los cuatro directores de escuelas que invitamos al principio aceptaron, pero uno rehusó participar; entonces invitamos al primer director de nuestra lista de escuelas de reserva, y aceptó. Así pues, utilizamos una muestra invitada de cinco escuelas, pero la muestra aceptante era de cuatro (el número que queríamos obtener), y los niños de los que íbamos a recoger datos eran los niños portorriqueños no angloparlantes que estudiaban el cuarto grado en esas escuelas. Pero no todos esos niños produjeron datos en la práctica. Ya vimos en el Capítulo I que algunos niños que formaban parte de la muestra seleccionada pasaban a otras escuelas o faltaban los días en los que se realizaban las pruebas, de modo que realmente no produjeron datos para la investigación. Por lo tanto, la muestra aceptante.

## CICLO DE MUESTREO

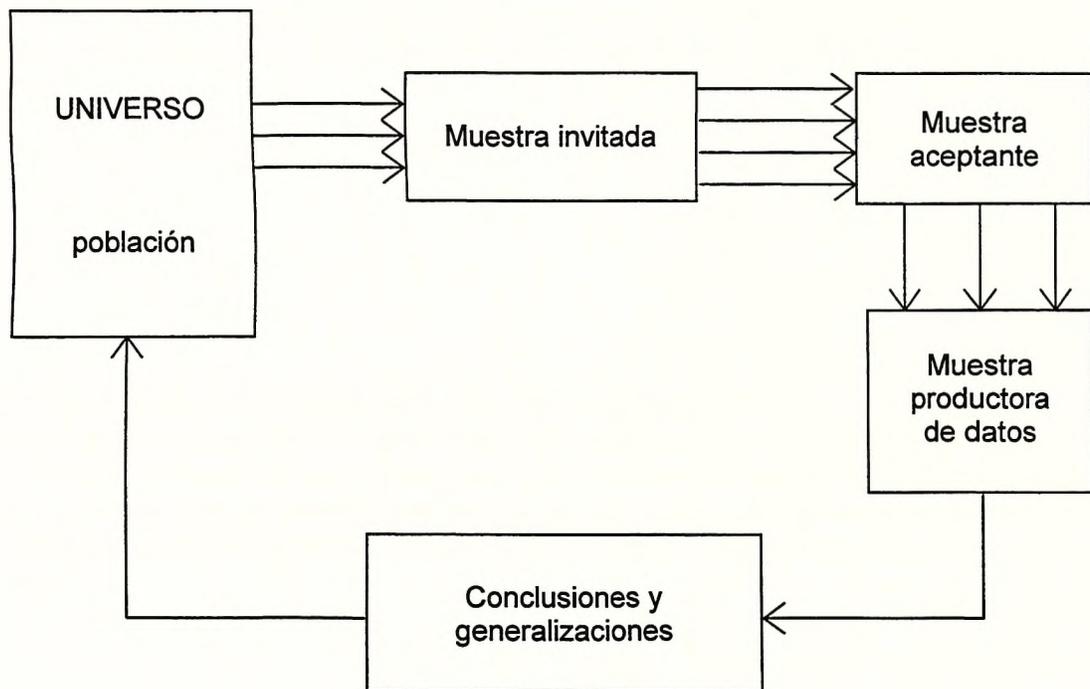
De acuerdo con lo expuesto, proponemos un ciclo de muestreo de cinco etapas, que está esquematizado en la figura 11-1. En este ciclo, el investigador determina el universo pertinente para su problema de investigación, y después determina su población, es decir, la

---

<sup>2</sup> Ciertos libros definen la población como el conjunto de todas las posibles medidas o personas de un cierto tipo. Este planteamiento no parece estar relacionado con las realidades de la investigación ya que el investigador casi nunca, o nunca, tiene acceso a todas las posibles medidas o personas. Por esta razón he utilizado el término *universo* para designar esa entidad que lo incluye todo, y luego defino la población como parte del universo de la que se selecciona la muestra y a la que queremos aplicar las generalizaciones.

parte del universo a la que tiene acceso. Después, aplicando las técnicas de selección de muestras que expondremos más adelante, decide el tamaño muestral que necesita, y selecciona el número decidido invitándoles a participar. Hasta ese momento, el investigador tiene un control total del proceso, pero en este momento son los sujetos quienes asumen la mayor parte del control. En efecto, ahora algunos aceptan la invitación y otros no, por lo que, en general, se cursan más invitaciones hasta que la acepte un número suficiente, en modo que la muestra tenga el tamaño deseado. Los que aceptan constituyen la muestra aceptante. Entonces, el investigador aplica sus técnicas de recogida de datos a la muestra aceptante y, según sean el diseño, el método y las técnicas de recogida de datos, será toda la muestra aceptante o sólo una parte de ella la que produzca realmente datos, constituyendo la muestra productora de datos. Esos datos son los que utiliza el investigador para obtener sus conclusiones.

Figura 11-1 Ciclo de muestreo



Como hemos indicado al principio del capítulo, la muestra productora de datos muy pocas veces constituye el centro del interés del investigador. Este radica en conocer la población y, a veces, el universo, por lo que el ciclo del muestreo se cierra cuando el investigador trata de utilizar sus conclusiones para hacer estimaciones de las características de la población y de hacer generalizaciones que, partiendo de los datos muestrales, sean aplicables a las poblaciones.

## REPRESENTATIVIDAD

El terminar el ciclo del muestreo con la aplicación de las conclusiones y generalizaciones a la población y el universo sólo tiene sentido si se dan ciertas circunstancias: si se puede considerar que las muestras son representativas de la población y el universo. Pero, como queremos ilustrar y resaltar con la idea del ciclo de muestreo, la representatividad es un tema constante a lo largo del proceso de muestreo. Cuando se determina el universo pertinente para nuestro problema de investigación y se selecciona la población, surge el primer problema de representatividad: ¿Se puede considerar que la población es representativa del universo? Si la respuesta es afirmativa, se pasa a determinar y seleccionar la muestra invitada, y de ella se obtiene la muestra aceptante. En esta etapa se plantea el segundo problema de la representatividad de la muestra aceptante con respecto a la población.

Después, cuando se aplican los instrumentos de recogida de datos y el investigador determina qué tipo de debilitamiento se ha producido en la muestra productora de datos que ha obtenido, se tiene que plantear la cuestión decisiva de determinar si puede considerarse que la muestra productora de datos es representativa de la muestra aceptante y por lo tanto de la población. Pero, en el eje de este razonamiento estamos utilizando un concepto ambiguo: “representativo”. Queremos que todas las etapas sean representativas de las precedentes, pero ¿representativas en función de qué? ¿De la edad, del sexo, de la talla de zapatos, de la tendencia de voto? Podríamos hacer una lista interminable de posibles características y atributos humanos, pero la respuesta a la pregunta formulada limita la lista. Queremos representatividad en cuanto a las variables que sabemos que están relacionadas con el fenómeno que se estudia. Así, en el estudio sobre el lenguaje, buscamos representatividad en cuanto a las características de los niños que sabemos que están relacionadas con la capacidad para aprender una segunda lengua. Si se estudiara una muestra con la intención de predecir quién ganará las próximas elecciones, trataríamos de conseguir una representatividad en cuanto a características que sepamos que están relacionadas con el comportamiento en las votaciones.

*Consecución de la representatividad.* Las últimas frases contienen una expresión, “que sabemos que están relacionadas”, que nos lleva al primero de los tres problemas que se plantean para conseguir la representatividad. Esto implica que, para analizar de un modo inteligente la representatividad y para conseguirla, tenemos que saber cuáles son las características que están relacionadas con el fenómeno o con el comportamiento que vamos a estudiar. Para ello existen dos fuentes, las investigaciones precedentes y la teoría. La primera es mucho más importante, ya que nos indica relaciones demostradas empíricamente, mientras que la teoría sólo sugiere que debe existir cierta relación. En muchos problemas de investigación educativa existe alguna investigación previa que se puede utilizar como base para identificar los factores o las características en función de los cuales queremos conseguir la representatividad. Por ejemplo, en el estudio sobre el lenguaje sabíamos por las investigaciones anteriores que los niños y las niñas progresaban con ritmos distintos en el aprendizaje del idioma, y que las niñas obtenían sistemáticamente puntuaciones más altas que los niños en las pruebas de fluidez verbal. Esto parecía indicar que el sexo era una característica para

la que era importante conseguir la representatividad. Las investigaciones anteriores demostraban también que existe una relación entre el aprendizaje del idioma y la inteligencia, por lo que ésta debía ser la segunda característica de nuestra lista. Había también investigaciones anteriores que demostraban que el éxito en cualquier tarea de aprendizaje se basa en el aprendizaje previo, lo que indicaba que el grado de conocimientos de inglés era la tercera característica crítica.

Los expertos en el tema del aprendizaje en general y del aprendizaje del idioma en particular nos dieron una lista mucho más extensa de características que, atendiendo a sus teorías, creían que tenían relación con dicho aprendizaje. En esta lista había características tales como el idioma que se hablaba en el hogar o en el barrio, el nivel de conocimientos de inglés entre sus compañeros, la memoria verbal, la motivación, el interés, la actitud hacia la escuela y el ambiente de aprendizaje que caracterizara al hogar del niño. Pero sólo eran sospechas, y aunque no hay duda de que en el futuro algunas se confirmarán en la práctica, tampoco hay duda de que otras no se confirmarán. En el estudio sobre el lenguaje no teníamos ninguna base para saber cuáles se confirmarían y cuáles no, y esto es lo que suele suceder. Por ello esas sospechas suelen servir de poca ayuda práctica para el investigador en el problema de determinar las características en función de las que tratará de conseguir la representatividad.

Lamentablemente, el tamaño relativo de las listas que teníamos, con la lista de “sospechas” mucho más extensa que la lista empírica, es típico de casi toda investigación pedagógica en particular, y de las disciplinas sociales en general. En la actualidad es un hecho cierto que no disponemos de una base amplia de estudios que relacionen unas características sociopsicológicas y educativas con otras y, hasta que dispongamos de ella, la base empírica para hacer la selección de las características en función de las que hay que buscar la representatividad en el muestreo seguirá siendo tan limitada como hasta ahora. Lo que se necesita es una gran serie de estudios cuya función esencial sea la de conocer la naturaleza y la magnitud de la relación que existe entre unas matrices de características educativas por un lado y de características psicosociales por otro. Si se hicieran esos estudios, el investigador que trabaje en un problema educativo determinado podría saber qué características son fundamentales en su estudio mientras se prepara para hacer su plan de muestreo.

El conocer las características críticas sólo resuelve el primer problema de los tres que hemos dicho que existen al principio de este apartado. En el estudio sobre el lenguaje, los estudios empíricos habían determinado que el sexo y la inteligencia eran dos de las características críticas en el aprendizaje del idioma, y por ello éstas eran las dos variables en función de las cuales trataríamos de conseguir la representatividad. Por consiguiente, decidimos que la proporción de niños y niñas en las clases experimentales conservara el equilibrio típico de la población. Pero ¿qué ocurre con la inteligencia?. Aquí nos enfrentábamos con la dificultad de medir esta característica para los niños portorriqueños no

angloparlantes<sup>3</sup>, de modo que, aunque teníamos una base empírica que afirmaba que esta característica estaba relacionada con el aprendizaje del idioma, nuestra incapacidad para medirla hacía que no pudiéramos pretender deliberadamente que las muestras fueran representativas en cuanto a la inteligencia.

Esta incapacidad de medida es el segundo de los tres problemas citados, y también es típico de la investigación educativa, sobre todo para las características que sugieren los teóricos. Hay campos enteros de características, como los relacionados con las actitudes, intereses y motivaciones, para los que es imposible intentar conseguir deliberadamente la representatividad debido a nuestra insuficiente capacidad de medida. En este segundo problema, hasta que no se apliquen programas dirigidos a llenar los huecos de nuestras técnicas de medida, no se podrán conseguir mejoras importantes en nuestra aptitud para muestrear estas características.

Hay casos en los que una característica es tan crítica para un plan de investigación que, cuando no existe una medida de esa característica, el investigador tiene que dar un rodeo en su trabajo para crear un instrumento de medida. Así sucedió en el estudio sobre el lenguaje, en el que no podíamos prescindir de la característica “conocimientos previos de inglés” porque no existiera ninguna medida del conocimiento que los niños portorriqueños no angloparlantes tenían del idioma inglés. *Teníamos* que saber que los grupos experimentales eran comparables en función de esta característica. Por lo tanto dedicamos el tiempo necesario a crear un conjunto de medidas de los conocimientos previos de inglés, incluyendo una prueba de la capacidad del niño para comprender el inglés hablado. Pero este rodeo para crear un instrumento de medida *no* nos ayudó a conseguir deliberadamente la representatividad en función de esta característica, ya que aquí se nos planteaba el tercer problema: no disponíamos de datos de la población. Creamos esos instrumentos de medida, y aunque intentáramos usarlos como base para conseguir la representatividad, nos enfrentábamos al hecho de que no teníamos ningún dato sobre la población. Los instrumentos de medida eran nuevos y, lógicamente, nunca se habían aplicado a la población, es decir, a todos los niños portorriqueños no angloparlantes que estudiaban el cuarto grado en las escuelas públicas de Nueva York. Al no tener esos datos sobre la población, no teníamos medios de saber si una muestra determinada era representativa en cuanto a la capacidad para hablar inglés o para comprender el inglés hablado.

Estos análisis aclaran las tres condiciones necesarias para conseguir la representatividad: 1) tenemos que saber qué características están relacionadas con el problema que se estudia; 2) hemos de tener capacidad para medir esas características; y 3) hemos de tener datos de la población sobre las características para utilizarlos como base de comparación. Si no se cumple alguna de estas condiciones para alguna de las características se pierde la capacidad de buscar deliberadamente la representatividad en cuanto a ella.

---

<sup>3</sup> Cuando se hizo el estudio, el sistema escolar de Puerto Rico no aplicaba pruebas de inteligencia y no existía ninguna prueba que se aceptara con carácter general como medida válida para los niños no angloparlantes.

De acuerdo con esto, en este capítulo analizaremos dos conjuntos de técnicas; 1) técnicas para garantizar la representatividad en cuanto a una o varias características cuando *si* tenemos capacidad para conseguirla, y 2) técnicas que se utilizan cuando no tenemos esa capacidad o no buscamos directamente la representatividad.

*Determinación de la población representativa.* La cuestión de la representatividad surge por primera vez cuando hay que determinar la población dentro del universo. Para cada problema de investigación hay un solo universo que sea completamente pertinente, pero hay tantas poblaciones como se quiera. Por ejemplo, en un estudio sobre la capacidad relativa para la enseñanza de los graduados en humanidades (“liberal arts”) y los graduados en pedagogía (“school of education”), es evidente que el universo pertinente está formado por todos los graduados en humanidades y en pedagogía que trabajan como profesores y que se hayan graduado dos años antes de la fecha en la que se recogerán los datos del estudio. Pero es obvio que ningún investigador tendrá acceso a ese universo. Supongamos que el investigador A considera una población formada por los profesores de diez escuelas de una ciudad grande del norte del país. Lo lógico sería preguntarse si es una población adecuada *en función del problema de investigación*. Si consideramos la amplia gama de programas de estudio de los centros universitarios, y la gran variedad de planes de estudio y plantillas de profesores que hay en las escuelas, seguramente deduciríamos que parece una población de alcance tan limitado que será difícil, si no imposible, aceptar que es representativa del universo. Esto implica que no aceptaríamos que los resultados se generalizaran al universo, sino que consideraríamos que las conclusiones del investigador son válidas para la población limitada que ha utilizado, pero no más. En este caso se desperdicia trabajo de investigación en dos sentidos: primero, en el sentido de que no hemos aprendido nada sobre el universo de interés, y segundo, que seguramente hemos llegado a conocer algo acerca de una entidad más amplia que la de los profesores de esas diez escuelas, pero no hay forma de saber de qué entidad se trata. Es pues, una situación decepcionante, ya que se tiene un conjunto de datos susceptible de ser aplicados, pero no se sabe a quién.

Consideremos por otro lado al investigador B, que estudia el mismo problema y por lo tanto tiene el mismo universo. Pero su población está formada por los profesores de las escuelas de las poblaciones de más de 25.000 habitantes que hay en doce estados distintos situados al este del río Mississippi. Al considerar la representatividad de esa población con respecto al universo, podríamos pensar en la gran variedad de planes de estudio de humanidades y de magisterio que hay en las universidades que se encuentran al este del río Mississippi y preguntarnos si pueden ser muy distintos en cuestiones importantes; podríamos entonces dudar de que incluso esa población tan amplia se pueda considerar representativa del universo. Pero aunque aceptáramos esa conclusión, limitando sus resultados a la población elegida, las conclusiones tendrían una gran aplicabilidad. Además, también se podría deducir que se puede considerar que la población formada por los profesores de este del Mississippi es representativa del universo en cuanto a características como la variedad de planes de estudio, medios, cuerpos docentes, etc. En ese caso aceptaríamos que la población es representativa del universo, y consideraríamos que los resultados son aplicables al universo.

Por último podemos imaginar, desde luego, el proyecto del investigador C que, para ese mismo problema y universo, ha utilizado la población formada por escuelas situadas en las distintas regiones geográficas de los Estados Unidos. Aquí no tendríamos ninguna duda al considerar que los resultados son aplicables al universo.

Obsérvese que en este análisis de la capacidad que el investigador tiene para generalizar de la población al universo no nos hemos preocupado por los números. El problema que hemos analizado no es el del tamaño de la población, ni el de la proporción del universo que está representada en la población, sino el de si se puede considerar que, en función de los factores críticos para el problema de investigación, la población es representativa del universo.

El paso siguiente del ciclo de muestreo es la determinación de la muestra invitada. En esta fase tratamos de garantizar que la muestra invitada es representativa de la población en cuanto a las características elegidas. Para ello hay que considerar dos aspectos distintos de la representatividad: 1) asegurarse de que todos los aspectos significativos de una característica están representados en la muestra; y 2) asegurarse de que todos los aspectos tienen en la muestra la misma proporción que en la población.

## DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA REPRESENTATIVA

### ESTRATIFICACIÓN

La *estratificación* es un proceso que permite asegurar que todos los aspectos significativos de una característica están representados en la muestra. Este proceso consiste en dividir la población en subgrupos o estratos atendiendo a la característica para la que tratamos de conseguir la representatividad, y en crear la muestra haciendo selecciones distintas para cada estrato.

Por ejemplo, en el estudio sobre el lenguaje utilizábamos el concepto de estratificación en la selección de las escuelas cuando, después de analizar la variación que existía en la población en cuanto a la característica “porcentaje de matriculados portorriqueños”, decidimos que había cuatro estratos importantes desde el punto de vista educacional: 1) menos del 20% de niños portorriqueños; 2) entre el 20 y el 50%; 3) entre el 51 y el 75%; y 4) más del 75% de niños portorriqueños. Entonces seleccionamos una escuela de cada estrato, asegurándonos de que todos los tipos de escuelas estaban representados en la muestra. Este proceso, en el que se selecciona un número constante de cada estrato, se llama *muestreo estratificado constante*.

En esa muestra todos los estratos estaban representados por igual: cada uno constituía el 25% de la muestra. Sin embargo, en la población no representaban todos el

mismo porcentaje. Por ejemplo, el porcentaje de matriculados portorriqueños sólo era superior al 75% en el 5% de las escuelas. Ignoramos este aspecto porque considerábamos a cada escuela como una entidad distinta en la que se repetía el estudio sobre el lenguaje, y el motivo por el que se hacía la estratificación era el de asegurarse de que se realizaba el estudio en los cuatro tipos de escuelas.

Supongamos que, en lugar del estudio sobre el lenguaje, estamos haciendo un examen de las actitudes de los niños portorriqueños hacia la escuela, y que, en lugar de considerar a cada escuela como un lugar en el que se repite el estudio, queremos reunir todos los datos obtenidos para formar un sólo grupo de niños portorriqueños. Entonces podemos pensar que sería erróneo tomar el 25% de la muestra de un estrato que sólo contiene el 5% de la población, ya que las actitudes de los niños portorriqueños hacia la escuela pueden estar relacionadas con la proporción de portorriqueños que haya en la escuela. Para este estudio de las actitudes preferiríamos que las proporciones de la muestra representaran las proporciones de la población, y entonces utilizaríamos el *muestreo estratificado proporcional*. Como su nombre indica, el número que se selecciona de cada estrato está en proporción con el tamaño de este estrato en el conjunto de la población. En esencia, creamos la población en miniatura. Por ejemplo, si al considerar los cuatro estratos indicados sobre el porcentaje de matriculados portorriqueños vemos que el 40% de las escuelas están en un estrato "a" y el 20% en cada uno de los otros tres estratos, podríamos seleccionar una escuela de cada uno de los estratos que constituyen el 20% de la población y dos escuelas del estrato al que le corresponde el 40%. Este sistema nos daría una muestra que conservaría las proporciones de la población: el 20% (una de cada cinco) de las escuelas serían de los estratos "b", "c" y "d" y el 40% del estrato "a". Si comparamos con el muestreo estratificado constante, vemos que la muestra ha aumentado hasta cinco escuelas en lugar de cuatro. El aumento del tamaño muestral suele ser una consecuencia de la selección proporcional.

El problema del aumento del tamaño de la muestra se hace particularmente crítico cuando uno de los estratos es pequeño, es decir, cuando contiene el 10% de la población o una proporción menor. En este caso, para tener representación de todos los estratos y seguir manteniendo las proporciones, puede suceder que el investigador tenga que aceptar un gran aumento del tamaño de la muestra. Por ejemplo, en lugar de la supuesta distribución de porcentajes en 40-20-20-20, consideremos las proporciones reales que representaban los cuatro estratos en la población, que fueron éstas: 40, 20, 35 y 5%. Con esta distribución, si seleccionamos una escuela para que represente al estrato del 5% tendríamos que seleccionar ocho escuelas del estrato del 40%, cuatro del estrato del 20%, y siete del estrato del 35%, con lo que tendríamos un total de veinte escuelas.

Cuando el investigador se encuentra ante esta situación tiene tres opciones. La primera es la de utilizar esta técnica sin modificaciones, y emplear la muestra grande. La segunda opción, válida sobre todo cuando sólo hay un estrato pequeño y además es notablemente menor que el siguiente, como en el ejemplo anterior, consiste en prescindir de ese estrato, y seleccionar la muestra de modo que sea proporcional a los demás estratos. La tercera opción se parece a la segunda en que se ignora el estrato pequeño para determinar

las proporciones, que sólo se basan en los demás estratos. Pero en este caso se añade arbitrariamente a la muestra un elemento tomado del estrato pequeño, a pesar de que con ello se le dará una representación excesiva.

La elección entre una de estas opciones se debe hacer en función de la interacción entre el problema de investigación y la característica que se utiliza para la estratificación. El primer método es el que menos se utiliza, ya que en general requiere el empleo de muestras mucho mayores de las que el investigador considera necesarias para estudiar el problema. Sólo se debe usar en los casos en lo que todos los estratos son sumamente importantes y cuando el investigador no tiene ningún modo de distinguir las respuestas, como puede suceder en un estudio con un cuestionario anónimo que se envía por correo. En ese caso, cuando se envían los cuestionarios por correo, no hay modo de saber de qué estrato proceden. Si todos los estratos son muy importantes, la única solución es utilizar este sistema. ¿Cuándo se puede decir que esto es decisivo?

El único caso en que es decisivo este nivel de completitud es cuando se cree que el estrato pequeño es único o excepcional, hasta tal punto que distorsiona los datos, y en particular los estadísticos descriptivos, correspondientes a todo el grupo. Un ejemplo sencillo de este tipo de situaciones sería una investigación sobre la cuantía de las aportaciones a entidades de beneficencia en la que se utilizara el nivel de ingresos como criterio de estratificación. Sólo habría una proporción muy pequeña de la población en el estrato de “ingresos superiores a un millón de dólares”, y sin embargo no se podría ignorar, ya que esas personas representan un nivel excepcional de aportaciones a la beneficencia, y por ello no podríamos utilizar el segundo método. Pero tampoco podríamos permitir que este estrato tuviera una representación excesiva en la muestra, ya que podría distorsionar gravemente los datos. Entonces no podríamos utilizar el tercer método, sino que tendríamos que elaborar un plan de muestreo proporcional basándonos en este estrato más pequeño.

Cuando se conoce la identidad de los sujetos o al menos el estrato del que se han elegido, la tercera opción suele ser correcta, es decir, seleccionar arbitrariamente al menos un elemento del estrato más pequeño. Con ello se consigue tener una idea de la forma de la respuesta característica de este estrato y al mismo tiempo se consigue evitar la distorsión del cálculo de los estadísticos descriptivos del grupo total. La segunda opción, prescindir del grupo pequeño, es acertada cuando se puede justificar el supuesto de que no sólo es pequeño el tamaño del estrato, sino que también lo es su importancia para la investigación.

Para ilustrar el proceso de estratificación, consideremos una población imaginaria formada por 200 alumnos de cuarto grado, 120 niños y 80 niñas. Supongamos también que, de los 120 niños, 36, es decir, el 18%, tienen nueve años, 58 tienen diez años, y 26 tiene once. Supongamos también que un investigador quiere seleccionar una muestra de 20 elementos de esa población, de forma que pueda asegurar que es representativa de la población en cuanto a la edad y al sexo. Como quiere asegurarse de la representatividad decide utilizar el muestreo estratificado proporcional. En la tabla 11-1 se indica el planteamiento que seguiría en ese plan.

Tabla 11-1 Ilustración de la estratificación y del muestreo proporcional

POBLACIÓN				
Estratificación de la variable uno: sexo			Estratificación de la variable dos: edad	
Niños $N$	60%	Niñas $N$	40%	
Estrato 1: $N$	36 ó 18%	Estrato 4: $N$	4 ó 2%	nueve años
Estrato 2: $N$	58 ó 29%	Estrato 5: $N$	32 ó 16%	diez años
Estrato 3: $N$	26 ó 13%	Estrato 6: $N$	44 ó 22%	once años
<b>Total niños = 120 = 60%</b>		<b>Total niñas = 80 = 40%</b>		
MUESTRA				
$n_1$	3,6 ó 4 = 19%	$n_4$	0,4 ó 1 = 5%	once años
$n_2$	5,8 ó 6 = 29%	$n_5$	3,2 ó 3 = 14%	diez años
$n_3$	2,6 ó 3 = 14%	$n_6$	4,4 ó 4 = 19%	nueve años
<b>Total niños: 13 = 62%</b>		<b>Total niñas: 8 = 38%</b>		

En la parte superior de la tabla se da un esquema de la población. La primera variable, el sexo, es una variable dicotómica, y la segunda, la edad, aunque es continua por naturaleza, a efectos del muestreo se puede tratar como una variable de categoría limitada de tres gradaciones. Las dos variables interaccionan formando seis estratos: 1) niños de nueve años; 2) niños de diez años; 3) niños de once años; 4) niñas de nueve años; 5) niñas de diez años; y 6) niñas de once años: En la tabla se indican estos estratos con el número de elementos que contienen. Como el investigador quiere una muestra de 20 elementos, calcula seis números que representan la proporción de 20 que corresponde al tamaño de cada estrato. Así, como el estrato 1 contiene el 18% de la población, debe contener el 18% de la muestra. Pero el 18% de 20 es 3,6 y como se está manejando variable discreta “número de niños”, se redondea a 4. El número de niños que hay que seleccionar de los otros cinco estratos se determina de un modo análogo, redondeando en cada caso de acuerdo con la regla expuesta en el capítulo VI, salvo para el estrato “niñas de nueve años”. Este estrato sólo contiene el 2% de la población, lo que nos llevaría a 0,4 alumnos y, una vez redondeado, a cero alumnos, y no un alumno. Sin embargo, el investigador decide que este estrato esté representado, y “redondea” a un alumno, con lo que se obtiene una muestra final de 21 alumnos, cifra que está razonablemente próxima a la de 20 prevista.

**Tabla 11-2 Resumen de resultados del muestreo estratificado proporcionalmente**

Estrato	Porcentaje en la población	Porcentaje en la muestra
<b>Niños</b>		
nueve años	18	19
diez años	29	29
once años	13	14
<b>Niñas</b>		
nueve años	2	5
diez años	16	14
once años	22	19
Total niños	60	62
Total niñas	40	38
Total de nueve años	20	24
Total de diez años	45	43
Total de once años	35	33

Para valorar cómo ha funcionado este proceso, damos en la tabla 11-2 un resumen del tamaño relativo de los estratos en la población y en la muestra. Se puede ver que el proceso ha funcionado bastante bien, dando una muestra en la que los seis estratos están razonablemente bien representados en proporción a su tamaño en la población. La desviación máxima corresponde a las niñas de nueve y once años, y sólo es del 3%. El motivo obvio es que hemos redondeado el valor de 0,4 a uno para obtener el alumno necesario para representar un estrato. La tabla también indica que, como es lógico, las variables estratificadoras básicas, el sexo y la edad, también está representadas en proporción a su tamaño.

Así pues, la estratificación es la técnica que se puede utilizar para asegurar la representatividad en cuanto a las dimensiones de una característica, y la selección es la técnica que asegura la representatividad en cuanto al tamaño relativo de los distintos estratos.

Como el muestreo estratificado proporcional asegura la representatividad en cuanto a una característica, surge la pregunta obvia de por qué no todos los investigadores utilizan esta técnica para todas las características que se pueda. La respuesta es que el número de estratos aumenta geoméricamente, y enseguida se desboca. Por ejemplo, sigamos con las características de edad y sexo, la primera con tres gradaciones y la segunda con dos, que hemos visto que se combinan dando seis estratos. Supongamos que también queremos estratificar en función del lugar de nacimiento utilizando regiones geográficas, para lo cual

dividimos los Estados Unidos en nueve regiones. Para cada una de estas nueve regiones necesitaremos los seis estratos correspondientes a la edad y el sexo, con lo que ahora tendremos  $9 \times 6 = 54$  estratos. Si luego añadimos una cuarta variable, la integridad familiar, con dos gradaciones (sí o no) tendríamos  $54 \times 2 = 108$  estratos. El intentar un muestreo proporcional con 108 estratos, o incluso con 54, se sale del alcance de los medios con que han contado la mayoría de los proyectos de investigación que se han hecho hasta hoy en las ciencias sociales. Por lo tanto, cuando se emplea la estratificación no se hace más que para una o dos características.

### SUSTITUTO DE LA ESTRATIFICACIÓN

Se puede prescindir de la estratificación y muestrear toda la población considerada como una entidad única, lo que se hace en varios casos. En primer lugar si la población es homogénea en todas las características pertinentes para la investigación, la estratificación no supone ninguna ventaja. Otro caso se da, cuando, por alguna de las tres razones que hemos indicado más arriba, no podemos estratificar en función de las características importantes. El tercer caso en el que no se estratifica es cuando se quiere seleccionar una muestra suficientemente grande para que podamos confiar en las leyes de la probabilidad para obtener una representatividad en cuanto a las variables significativas. Este planteamiento sólo es correcto cuando la población es suficientemente grande para que se pueda considerar que es infinita a efectos estadísticos (al menos 1.000 elementos) y la muestra que se va a seleccionar es de al menos el 10% de la población.

### SELECCIÓN DE ELEMENTOS CONCRETOS DE LA POBLACIÓN

Tanto si se decide muestrear considerando a toda la población como una sola entidad como si se decide estratificar o utilizar el muestreo proporcional o ambas cosas, al final se llega a un punto en el que hay que seleccionar de la población algunos elementos pero no todos. Por ejemplo, refiriéndonos a la tabla 11-1, tenemos 36 niños de nueve años y sólo se necesitan cuatro para que el estrato "varón, nueve años" esté representado proporcionalmente en la muestra. Necesitamos, pues, algún método de selección para determinar cuáles serán los cuatro niños que se utilizarán. Vamos a analizar cuatro métodos de selección: 1) aleatorio; 2) sistemático; 3) deliberado; y 4) por conglomerados.

### SELECCIÓN ALEATORIA

El método más conocido, y sin duda uno de los conceptos de investigación que peor se comprenden, es el de *selección aleatoria*. La definición es sencilla: un método de selección aleatoria es aquél en que todos los elementos de la población tienen una misma probabilidad de ser elegidos para la muestra, y por lo tanto todas las muestras posibles de un tamaño dado son igualmente probables. Es, pues, un proceso de selección sin sesgo, en el

que ningún factor o tendencia puede afectar a los elementos que se eligen, ya que los métodos aleatorios hacen que esa elección dependa exclusivamente del azar.

Un procedimiento de selección aleatoria conocido por el público general es la “técnica de la pecera”, en la que se introducen en una pecera trozos de papel que representan a todos los elementos de la población, y se elige una muestra extrayendo algunos de aquellos. Esta técnica se hizo famosa en Estados Unidos en 1939, cuando se utilizó para determinar los primeros números que se tenían que incorporar al servicio militar.

Supongamos que se quiere utilizar la técnica de la pecera para seleccionar cuatro niños de los treinta y seis que hay en el estrato “varón, nueve años”. Se numera a todos los niños, se escriben los números desde 1 a 36 en trozos de papel, se meten los 36 papeles en la pecera, se agitan y se selecciona uno. La probabilidad de elegir ese número era de una entre treinta y seis. Entonces anotamos ese número, *metemos de nuevo* el papel en la pecera, volvemos a agitarla, y elegimos otro número, anotándolo y volviéndolo a meter. Con este proceso, que se llama *muestreo con reposición*, se asegura que todos los papeles que se sacan de la pecera tienen las mismas probabilidades de ser elegidos, una entre treinta y seis. Si no hubiéramos repuesto el primer papel, el que se elige en segundo lugar tendría una probabilidad de ser elegido entre treinta y cinco, y entonces no se cumpliría la definición de muestreo por selección aleatoria.

Se aplicaría el proceso hasta haber elegido cuatro números. Si saliera dos veces un número que ya se hubiera elegido, lo ignoraríamos, volviéndolo a meter en la pecera. Muchos estudiantes piensan que el proceso completo de reposición es una pérdida de tiempo, pero no es así. Supongamos que en la primera elección sale el número 5, y que vuelve a salir en la segunda selección. La pregunta que se suele hacer es ésta: si no se va a utilizar el niño número 5 dos veces ¿para qué sirve volver a meter su número en la pecera? El motivo es hacer que todas las selecciones tengan la misma probabilidad, una entre treinta y seis. Si no hubiéramos repuesto el 5, en la segunda selección habría salido otro número, por ejemplo el 22. En términos probabilísticos, esto indica que si la probabilidad se hubiera mantenido en una entre treinta y seis, no se hubiera elegido el número 22. Si estuviéramos dispuestos a aumentar la probabilidad hasta una entre treinta y cinco, se habría elegido el niño número 22. Por esto, aunque en general<sup>4</sup>, un mismo caso no se cuenta más que una vez, al reponer los casos cumple la función de impedir que se elija otro caso en esa selección.

La versión más perfeccionada del procedimiento de la pecera consiste en utilizar con base de la selección una tabla de números aleatorios. La 11-3 es un extracto de una de esas tablas, que está formada por columnas de guarismos en orden aleatorio. Para utilizar la tabla basta con numerar de algún modo los elementos de la población, ir a los números de las columnas de la tabla y leer los números que hay que seleccionar. Supongamos, por ejemplo, que para un estudio queremos seleccionar una muestra de 13 escuelas de entre las 92 escuelas públicas y privadas que hay que seleccionar. Supongamos, por ejemplo, que para un estudio queremos seleccionar una muestra de 13 escuelas de entre las 92 escuelas

<sup>4</sup> Más adelante, en este mismo capítulo, veremos algunas situaciones en las que se utilizan los casos tantas veces como se seleccionen.

públicas y privadas que hay en cierta ciudad. Hacemos una lista de las escuelas y las numeramos de 1 a 92. No importa el modo como se haga la lista; puede ser alfabética, puede ser en orden de tamaño creciente, o se puede hacer según se vaya recordando el nombre de las escuelas.

**Tabla 11-3 Extracto de una tabla de números aleatorios**

Número de Columnas															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
6	5	9	2	9	5	5	3	4	4	1	1	4	7	0	8
0	5	8	4	7	6	9	8	2	6	1	2	1	9	9	6
0	4	6	7	6	6	0	4	9	3	6	1	0	0	6	5
0	3	4	6	2	1	7	7	2	2	7	3	8	5	7	2
8	4	9	9	4	4	2	5	2	3	3	4	7	2	2	6
4	6	0	5	8	4	5	3	6	9	4	4	8	2	0	2
7	9	3	6	9	4	9	5	2	5	7	5	4	4	2	6
4	7	6	1	9	6	4	0	3	2	7	2	1	6	0	6

Esa lista sirve simplemente para asignar un número a cada elemento de la población. Tenemos 92 escuelas, y 92 es un número de dos cifras por lo que necesitamos dos columnas de la tabla. Por comodidad en el manejo de la tabla se suelen usar dos columnas contiguas. Para decidir las dos columnas de la tabla que se utilizarán, se puede elegir cualquier número menor de 16 y utilizar la columna correspondiente a ese número y la de su derecha (o su izquierda), o se puede pedir a alguien que elija un número de 1 a 16, o señalar un número con los ojos cerrados. Tampoco importa el método que se use. Supongamos que elegimos las columnas 7 y 8. El primer número de la columna 7 es el 5 y el primer número de la columna 8 es el 3, que forma el número de dos cifras 53. Leyendo las columnas hacia abajo, el segundo número de dos dígitos que se forma es el 98. Pero, como no tenemos tantas escuelas, pasamos al tercer número, que es 04, luego elegimos la escuela número 4. Así seguiríamos, seleccionando las escuelas 77 y 25, pero después llegaríamos otra vez a 53<sup>5</sup>. Como ya hemos seleccionado la escuela 53, seguimos pasando por alto 95 y llegamos a 40. Así hemos elegido cinco números distintos de dos dígitos menores o iguales que 92.

Seguiríamos recorriendo la tabla (pasando a las columnas 9 y 10 si fuera necesario) hasta tener las 13 escuelas. De este modo, igual que con el procedimiento de la pecera, y con mucha más eficacia (y elegancia) habríamos seleccionado la muestra por métodos aleatorios, y podemos confiar en que el proceso de selección no tiene sesgo.

Es importante observar que en esta exposición de los métodos de selección aleatoria hemos utilizado los términos “aleatorio” y “sin sesgo” para caracterizar al proceso de

<sup>5</sup> Obsérvese que el hecho de que el 53 se haya repetido hace que este método sea análogo al muestreo con reposición con el procedimiento de la pecera.

selección y no a la muestra. No es correcto hablar de una “muestra aleatoria”, sino que se debe decir una “muestra *seleccionada aleatoriamente*”. Ni tampoco es correcto suponer que una muestra seleccionada aleatoriamente tiene por fuerza que ser insesgada, es decir, que tiene necesariamente que ser representativa de una población. En realidad, siempre que se trabaje con muestras de 30 o menos elementos, no se puede suponer que un método de selección insesgado produzca necesariamente una muestra insesgada o representativa. Esta afirmación aparentemente contradictoria se puede aclarar con un problema de muestreo que se produjo en un proyecto de investigación dirigido por el autor. El proyecto pretendía identificar las experiencias positivas y negativas que sentían las estudiantes de enfermería en tres marcos educativos distintos: centros universitarios femeninos y dos tipos de centros de enseñanza de enfermería (las escuelas instaladas en hospitales que daban un diploma y los centros dependientes de universidades que daban título de *bachelor*). Decidimos muestrear por separado cada uno de los tres tipos de centros, y resultó que, en la zona geográfica que íbamos a estudiar había dieciséis centros de que daban títulos de *bachelor* en enfermería. Habíamos decidido seleccionar una muestra del 15% de estos centros, de modo que queríamos elegir tres centros de este tipo. No teníamos ninguna base para saber qué características eran más importantes, así que decidimos muestrear considerando toda la población como una sola entidad, con procesos de selección aleatoria. Así pues, numeramos todos los centros y utilizamos una tabla de número aleatorios para determinar las tres escuelas que formarían la muestra invitada. El primer centro seleccionado fue la Catholic University, en Washington, D.C., el segundo fue la Georgetown University, que es otra institución católica que se encuentra en Washington, D.C., y el tercer centro fue el Simmons College, que está en Boston, Massachusetts. Teníamos, pues, una muestra cuyos dos tercios los constituían universidades católicas con sede en Washington, D.C., y esto era una proporción mucho mayor que la que había en la población de centros católicos situados en Washington, D.C. Difícilmente se podía considerar que esta muestra no tenía sesgo o era representativa en cuanto a esas dos características, y sin embargo era una muestra seleccionada por un método sin sesgo.

¿Qué debe hacer el investigador en ese caso? No puede rechazar esa muestra y seleccionar otra hasta que encuentre una que le guste, pues con ello infringiría todas las premisas del muestreo aleatorio. Sólo tiene dos opciones: proseguir el estudio utilizando la muestra no representativa, o seguir seleccionando otros elementos de la población aunque el estudio tenga una muestra mayor que la que se buscaba inicialmente. Es de esperar que los nuevos elementos que se seleccionen reduzcan el sesgo de la muestra. En nuestro caso elegimos la segunda opción, añadiendo tres centros más, con lo que la muestra final de centros que impartían títulos de *bachelor* quedó formada por seis centros, de los que tres eran universidades católicas, lo que era un porcentaje desproporcionadamente alto, pero algo mejor que el que había en la muestra inicial seleccionada aleatoriamente.

*Ventajas.* Los métodos de selección aleatoria siempre están libres de sesgo y, por lo tanto, si en un estudio de investigación determinado preocupa el problema del sesgo, es aconsejable utilizarlos. El uso del sesgo en relación con el muestreo tiene dos aspectos, uno estadístico y otro lógico. El aspecto estadístico es que, cuando se han utilizado métodos de selección aleatoria, ello se suele aceptar como prueba suficiente de que se han cumplido los supuestos subyacentes básicos de los métodos estadísticos paramétricos. Así pues, si los

propios datos cumplen las condiciones del método (es decir, si son datos de intervalo) el investigador puede pasar a utilizar esos métodos estadísticos. Cuando se han utilizado métodos de selección lógica o intencional, que no son aleatorios, el investigador tiene el problema de justificar que la distribución subyacente es normal y no tiene sesgo para que se puedan utilizar los métodos paramétricos. Como esto suele ser sumamente difícil, y como en algunos casos no se dispone de datos para hacerlo, el que los métodos de selección aleatoria carezcan de sesgo es una gran ventaja en el análisis estadístico.

El aspecto lógico de la cuestión del sesgo se refleja en lo que ocurriría si, después de terminar un estudio determinado, alguien lo criticada diciendo “Claro que ha conseguido usted esos resultados, ya que ha elegido la muestra de forma conveniente para conseguirlos”. La mejor respuesta a las acusaciones de este tipo es la de poder decir que se ha seleccionado la muestra con métodos aleatorios, es decir, que todos los elementos de la población tenían la misma probabilidad de ser elegidos. Esta cuestión surgió con frecuencia en discusiones sobre el proyecto de investigación de las experiencias positivas y negativas de las estudiantes de enfermería que hemos citado más arriba. La gente siempre quería saber cómo se habían seleccionado los centros. Se preguntaban, y con razón, si algunas de nuestras conclusiones, sobre todo aquellas que afectaban a ciertas prácticas que entonces eran habituales, no serían consecuencia de una selección intencional de los centros en que sabíamos que existían esas prácticas. Ciertamente, la posibilidad de un sesgo de ese tipo existía al principio del estudio, pero como utilizamos métodos de selección aleatoria teníamos la respuesta perfecta. Pudimos explicarles a aquellas personas que la selección de los centros se había hecho por métodos aleatorios, de modo que no habíamos tenido ningún tipo de control en la elección de los centros a los que se les invitó a participar en el estudio.

Por lo tanto, al planificar el empleo de un método de selección de la muestra, hay que plantearse el problema técnico de si, teniendo en cuenta la naturaleza del problema de investigación, es importante o no que la selección carezca de sesgo. Teniendo presentes las ventajas estadísticas y de relaciones públicas que tienen los métodos de selección aleatoria, éstos se deberían utilizar siempre que fuera posible. Si se utiliza cualquier otro método se debe dar una explicación de los motivos de su elección, en la sección del informe en la que se expongan los métodos de investigación utilizados.

*Diferencia entre muestra invitada y muestra aceptante.* Cuando elegimos una muestra por métodos aleatorios, sabemos ya algo sobre el proceso de selección: que no tiene sesgo. También sabemos que los elementos concretos de la población de los que se solicita que participen en la muestra se han determinado por azar. Sin embargo, una cuestión que se suele ignorar es la de lo que sabemos acerca de la muestra final que acepta la invitación a participar. ¿Está determinada por azar? Si la muestra invitada coincide con la muestra aceptante, o si sólo hay una o dos negativas a participar, podemos decir con plena confianza que la muestra aceptante se ha determinado por azar. Pero si hay varias negativas, lo más que se puede decir es que la selección original se hizo por azar y que la muestra final está determinada “en gran medida” por azar.

Es importante observar la expresión restrictiva que aparece en el párrafo precedente: aunque se utilicen métodos aleatorios, si hay negativas a participar en el estudio, sólo

podemos considerar que los elementos de la población que aparecen en la muestra están determinados “en gran medida” por azar. Esta advertencia refleja el aspecto esencial de la distinción entre muestra invitada y muestra aceptante, es decir, que no todos los elementos de la población a los que se invita a participar en el estudio aceptan la invitación de formar parte de la muestra. Se puede decir que, como la muestra seleccionada se ha elegido por métodos aleatorios y la lista de sustitutos con el mismo sistema, la muestra que se obtenga finalmente se ha seleccionado por métodos aleatorios sin que influya ningún factor intencional de sesgo. Pero este planteamiento pierde de vista el hecho de que algunos elementos de la población a los que se les invitó a participar rechazaron la invitación. Puede ocurrir que a ese nivel entre en juego un factor selectivo, relacionado con los motivos por los que unas personas aceptan participar y otras se niegan.

No es realista esperar que los investigadores den información detallada e los elementos de la población que se han negado a participar en un estudio, pero *sí* es completamente realista esperar que el investigador indique el número de elementos que se ha utilizado, es decir, cuántos tubo que invitar para obtener la muestra seleccionada final. El lector, basándose en esa información, se puede formar su propia opinión en cuanto a la posibilidad de que haya influido algún factor selectivo en la composición de la muestra. Por ejemplo, en el estudio sobre las experiencias de las enfermeras, al obtener la muestra de centros de enseñanza dependientes de hospitales nos encontramos con dos negativas, por lo que tuvimos que invitar a 25 centros para obtener la muestra aceptante de 23. A la vista de estas cifras, hay una probabilidad relativamente pequeña de que haya podido actuar un factor selectivo importante, aunque los centros rechazaran la invitación por la misma razón, sea ésta cual fuere. Sin embargo, para los centros universitarios femeninos tuvimos que invitar a 30 centros para obtener la muestra aceptante de 15, y en ese caso sí existe la posibilidad real de que algún factor sistemático haya determinado los centros que aceptaron las invitaciones y los que las rechazaron.

Este problema se suele ignorar en la investigación, pero no debe ser así, pues el investigador puede hacer dos cosas para informarse a sí mismo y a sus lectores acerca de las diferencias que existan entre la muestra invitada y la aceptante. Por un lado, al redactar la carta de invitación, puede pedir que, en el caso de que se rechace, se indique el motivo, con lo cual tendrá cierta idea de las razones explícitas de las negativas. Aun aceptando que pueda haber motivos que hagan que estas respuestas no sean absolutamente sinceras, podrá obtener cierta información de las causas de las negativas.

La otra cosa que puede hacer es comparar los elementos de la población que fueron seleccionados y aceptaron con los que fueron seleccionados y no quisieron participar. La comparación se debe hacer en cuanto a las características claves que se hayan identificado antes. Esto se hace de cuando en cuando, pero debería generalizarse más.

Veamos ahora los otros métodos de selección que existen.

## SELECCIÓN SISTEMÁTICA

El segundo procedimiento de selección e los elementos de la población a los que se les va a invitar a participar en la muestra es la *selección sistemática*, que se define como un proceso por el que el investigador selecciona los elementos de la población fijando una base lógica que permite hacer una selección de tipo rutinario. Quizá el método más conocido de selección sistemática sea el de alfabetizar la población y seleccionar los elementos de X en X (por ejemplo, de cinco en cinco o de diez en diez). Otro uso conocido de la selección sistemática se da en las situaciones en las que el investigador no tiene fácil acceso a la población como entidad global, pero tiene acceso a partes sucesivas de la población. Por ejemplo, en la investigación de mercados, cuando se desea conocer la opinión del público, suele ser más sencillo, en lugar de determinar una población y seleccionar aleatoriamente una muestra, situar al equipo de recogida de datos en un cruce muy transitado indicándoles que pregunten a una persona de cada doce que pasen. Análogamente, en los sondeos que se hacen de puerta en puerta, es mucho más sencillo decirles a los entrevistadores que llamen a un timbre de cada cinco en lugar de llamar a todas las puertas para obtener una lista completa de todos los hogares y seleccionar aleatoriamente una muestra para entrevistarla.

Pero, como ocurre siempre en el proceso de investigación, hay que pagar un precio a cambio de la facilidad y la sencillez; en este caso el precio es la pérdida del carácter aleatorio del proceso de selección y por lo tanto la pérdida de la cualidad que antes caracterizaba al proceso de selección de no tener sesgo. Podemos ilustrar estas dos ideas con el mismo ejemplo que utilizábamos para los procesos aleatorios, el problema de seleccionar una muestra de 13 escuelas de una población de 92.

Para seleccionar las 13 escuelas alfabetizamos la población y, como  $13/92$  es aproximadamente  $1/7$ , decidimos una escuela de cada siete. Para facilitar que el proceso sea aleatorio, le pedimos a un colega que cierre los ojos y señale un número de la lista para saber en qué punto de ésta debemos empezar a seleccionar escuelas. Cuando ya se ha elegido de ese modo la primera escuela, se recorre la lista, seleccionando una escuela de cada siete. Cuando se llega al final de la lista se vuelve al principio y se siguen contando escuelas. Quizá el lector piense que se trata de un método sin sesgo e incluso aleatorio. Al fin y al cabo, no hemos tenido ningún control sobre el punto de la lista en el que se empezaba. ¡Pero esto no sólo no cumple la definición de selección aleatoria, sino que además introduce un sesgo definido en contra de las escuelas parroquiales!

Veamos primero por qué no es un método aleatorio. Al señalar a ciegas un punto de la lista, resulta ser la escuela 53, la misma que habíamos seleccionado utilizando la tabla. Además, como en la lista había 92 escuelas, la escuela número 53 tenía una probabilidad entre 92 de ser elegida, que es exactamente la misma probabilidad que tenía en la selección con la tabla de números aleatorios. Pero ¿qué ocurre con las escuelas 54, 55 ó 52 en esta segunda selección? Cuando se utilizaba la tabla de números aleatorios, estas escuelas tenían una posibilidad entre 92 de ser elegidas. Pero ahora hay que seleccionar una escuela de cada siete, y por lo tanto no tienen *ninguna* probabilidad de ser elegidas (o tienen una probabilidad cero). Por este mismo razonamiento, es seguro que se eligen la escuela 60, o, dicho de otro modo, tiene una probabilidad de selección de 1,00. Así pues, en este proceso

hay tres posibilidades distintas de que una escuela sea seleccionada: la probabilidad  $1/92$  sólo para la primera escuela, la probabilidad de 1,00 que corresponde a las 12 escuelas que se encuentran a la distancia correcta de la primera escuela seleccionada, y la probabilidad de cero para todas las demás escuelas. Por lo tanto, es evidente que se infringe la primera definición de los métodos de muestreo aleatorio, que exige que todos los elementos de la población tengan la misma probabilidad de ser elegidos.

También introduce un sesgo sutil, que en este caso actúa en contra de la selección de las escuelas parroquiales. Hay una gran proporción de esas escuelas que llevan nombres de santos, y por lo tanto su nombre empieza con la palabra “San”, lo que hace que todas esas escuelas se agrupen en una misma zona de las listas alfabéticas. Cuando se utiliza una tabla de números aleatorios hay la misma probabilidad de elegir dos escuelas que estén contiguas en la lista como de no elegir las, pero eso es imposible con el método de selección sistemática. En este caso se pasa por esa zona de la lista lo más rápidamente posible, con lo que se minimiza la posibilidad de seleccionar escuelas de ese grupo.

Sólo estamos hablando de *posibilidades*. Puede suceder que, si se utilizaran realmente estos dos métodos en un proyecto de investigación determinado, se seleccionaran menos escuelas parroquiales por el método aleatorio que por el sistemático, y que la muestra seleccionada sistemáticamente sea representativa y la que se ha seleccionado aleatoriamente no lo sea. Pero esto no invalidaría la afirmación de que el método aleatorio no tiene sesgo y que el método sistemático sí lo tiene, sino que solamente subraya la distinción que ya hemos señalado: los términos “aleatoria” y “sin sesgo” sólo se refieren al proceso de selección, y no a la muestra resultante.

## COMBINACIÓN DE LA SELECCIÓN ALEATORIA Y LA SISTEMÁTICA

La ventaja más importante de la selección sistemática es que libera al investigador de la necesidad de identificar y numerar a todos los elementos de la población antes de seleccionar la muestra. Si el investigador puede estimar el tamaño de la población, puede conservarla y combinarla con la selección aleatoria. Supongamos que se quiere obtener cierta estimación de la opinión que hay en una comunidad acerca de una nueva emisión de bonos para financiar la construcción de escuelas. Sabemos que el número de familias de la comunidad a las que queremos examinar es de 1.200, y decidimos que es razonable utilizar una muestra relativamente pequeña, del 10%, es decir, de 120 familias, ya que una persona sólo puede tener tres opiniones acerca de ese problema (favorable, neutral o desfavorable). Un método totalmente aleatorio sería numerar las 1.200 familias. Un método completamente sistemático sería enviar a un equipo de entrevistadores al barrio, indicándoles que entrevistarán a una familia de cada once. El enfoque combinado consistiría en utilizar la tabla de números aleatorios para hacer una lista de 120 números comprendidos entre 1 y 1.200, indicándoles a los entrevistadores que empiecen en uno de los extremos de la comunidad y cuenten las casas, utilizando esa lista para determinar las familias a las que se entrevistará.

La segunda aplicación frecuente de la selección sistemática, que se da cuando el investigador quiere muestrear una población funcionalmente infinita, también se puede combinar con la selección aleatoria. En este caso el investigador tiene que seleccionar arbitrariamente un número finito de elementos para limitar la selección de la muestra. Así, en la investigación de mercado que hemos citado antes, el investigador puede decidir que quiere muestrear el 10% de las primeras 1.000 personas que pasen por una esquina. Como en el caso anterior, puede utilizar la tabla de números aleatorios para seleccionar la lista de 100 personas a las que entrevistará, pero ahora tampoco el proceso será completamente aleatorio, en primer lugar porque sólo se utiliza para el muestreo una subpoblación limitada arbitrariamente, pero también debido a factores tales como el día de la semana, la hora del día, y la situación del cruce, que determinarán cuáles son las 1.000 personas que pasan.

### SELECCIÓN DELIBERADA

Como su nombre indica, la selección deliberada o accidental es un proceso por el que el investigador selecciona de una forma directa y deliberada los elementos concretos de la población que componen su muestra invitada.

Muchas veces es lógico utilizar la selección deliberada, y se puede justificar fácilmente. Si se piensa que en una población hay ciertos elementos cuyo estudio es particularmente importante, la única forma de asegurarse de que forman parte de la muestra es seleccionarlos deliberadamente. Esos elementos pueden ser centros escolares que utilicen planes de estudio nuevos e interesantes, o pueden ser personas que queramos incluir en un estudio por su formación o sus experiencias. En cualquier caso, la única forma de asegurarse de que se les invitará es seleccionarlos directamente.

Es evidente que la selección deliberada no es un método de selección aleatoria y con él el investigador se expone a que se critique su trabajo diciendo que las muestras están sesgadas; pero no es un problema grave en sí mismo. Lo que sí es grave es que no hay defensa contra esas críticas. La selección deliberada lleva *inevitablemente* a obtener muestras sesgadas en función del criterio que el investigador haya utilizado para seleccionar intencionalmente. Por ello, se debe meditar a fondo un problema de muestreo antes de comprometerse con un método de selección deliberada. Sólo se debe usar cuando las ventajas de incluir a ciertos elementos en la población superen claramente a las desventajas de perder los aspectos positivos estadísticos y de relaciones públicas que tiene la selección insesgada.

Al elaborar el plan de muestreo del proyecto de estudio de las experiencias de las estudiantes de enfermería, consideramos el muestreo deliberado antes de inclinarnos por la selección aleatoria. Lo consideramos porque había ciertas innovaciones en los planes de estudio de enfermería que deseábamos estudiar para saber si habían tenido algún efecto sobre las experiencias de las estudiantes. Como no pensábamos utilizar ningún análisis estadístico con el sistema de momentos, la pérdida del aspecto estadístico de la selección insesgada no nos preocupaba. Sin embargo, pensamos que el aspecto de relaciones públicas de la selección aleatoria sin sesgo tenía demasiada importancia como para utilizar cualquier otro método de selección de la muestra. Resultó que ninguno de los centros que teníamos

un interés especial en estudiar se seleccionó por el método aleatorio que utilizamos, pero ese es el riesgo que se corre con el muestreo aleatorio, y esa es la ventaja del muestreo deliberado.

## SELECCIÓN POR CONGLOMERADOS

El cuarto método de selección, la *selección por conglomerados* o en grupo, se tiene que usar en combinación con uno de los tres primeros métodos que hemos expuesto. En este método la selección de un tipo de elemento se hace seleccionando antes una unidad más amplia que contiene varios elementos de ese tipo. Así, en el estudio sobre el lenguaje queríamos estudiar *niños* pero en realidad seleccionamos una muestra de *clases*, e incluso en la muestra a todos los niños (el conglomerado) de las clases seleccionadas. Como la selección por conglomerados siempre entraña la selección previa de la unidad más amplia o unidad madre, se tiene que combinar con otro método que permita seleccionar aleatoriamente 12 escuelas de entre las 46 escuelas de una ciudad, y después considerar al cuerpo docente de esas 12 escuelas como un racimo para hacer un estudio de la actitud de los profesores. O puede seleccionar aleatoriamente 20 distritos escolares de una zona geográfica, utilizando todos los edificios de esos distritos como un racimo para hacer un estudio de arquitectura escolar.

Es importante señalar que, en esta combinación de la selección por conglomerados con la aleatoria, la ventaja de no tener sesgo que caracteriza a la selección aleatoria se aplica a la muestra de unidades más amplias y *no* a los conglomerados. Así, en el ejemplo que hemos citado, el investigador ha seleccionado aleatoriamente una muestra de *escuelas*, no de profesores, o de *distritos* escolares y no de edificios. Esta combinación de la selección por conglomerados con la aleatoria tiene una gran aplicabilidad y un gran atractivo en la investigación educativa, ya que las unidades básicas de interés en la investigación, tales como alumnos, profesores o padres, son muy difíciles de muestrear directamente, pero son relativamente fáciles de muestrear por conglomerados, utilizando unidades más amplias como la clase o la escuela. En la bibliografía aparecen con frecuencia referencias a muestras de ese tipo, cuando en realidad el investigador no ha seleccionado una muestra de niños a partir de una población de niños sino que ha seleccionado una población de escuelas a partir de una población de escuelas, y luego ha utilizado a todos los niños de esas escuelas. Cuando se actúa de esa forma, no se puede considerar que la muestra resultante se ha seleccionado aleatoriamente, sea cual sea el método por el que se han seleccionado las unidades más amplias.

Así pues, igual que ocurre con la selección deliberada, el investigador que piensa utilizar la selección por conglomerados debe sopesar las ventajas prácticas de ésta en comparación con el inconveniente de la pérdida del insesgamiento. Muchas veces no es una decisión difícil, porque en la práctica no hay más opción que utilizar la selección por conglomerados. Cuando así es, la combinación óptima consiste en utilizar la selección aleatoria para las unidades más amplias seguida de la selección por conglomerados de las unidades básicas de muestreo.

## INTERACCIÓN DE LAS ETAPAS DEL MUESTREO

Hasta ahora hemos utilizado tres etapas del muestreo: 1) la decisión de si se debe estratificar o si se debe muestrear a partir de toda la población como una sola entidad; 2) la decisión de si se debe utilizar la selección constante o la proporcional; 3) la elección entre las técnicas de selección aleatoria, sistemática, deliberada y por conglomerados. Hemos visto la interacción que puede haber entre las dos primeras etapas, pero también hay que ver que esas posibles interacciones se pueden combinar con todos los procesos de selección. Por ejemplo, un investigador puede utilizar la selección aleatoria, proporcional y estratificada. Esto subraya la importancia de que el investigador tenga una idea clara de lo que implica cada una de esas etapas. La estratificación nos dice que el investigador ha dividido la población en estratos en función de una o varias características y que ha muestreado por separado en cada estrato. Si lo ha hecho en proporción a la importancia de cada estrato, habrá conseguido la representatividad en función de esa característica. Si ha seleccionado los elementos concretos por métodos aleatorios, habrá conseguido una selección insesgada.

## CONTRASTE DE LA REPRESENTATIVIDAD

Hemos considerado los distintos aspectos del proceso de muestreo, y hemos señalado que tenemos que determinar la representatividad de tres elementos distintos: 1) la muestra invitada; 2) la muestra aceptante; y 3) la muestra productora de datos. Veamos ahora cómo puede el investigador contrastar la representatividad a esos tres niveles. En cuanto a los dos primeros, el enfoque depende de si se tienen o no datos sobre la población.

Cuando se tienen datos sobre la población se pueden comparar con ella la muestra invitada y la aceptante. El investigador debe hacer contrastes relativos a las diferencias en cuanto a las características que haya considerado críticas para su problema de investigación, omitiendo, desde luego, las que haya utilizado como base para su plan de estratificación. En esas comparaciones, el investigador puede utilizar alguno de los contrastes de significación adecuados para determinar si esas muestras son representativas o no de la población, esperando que *no* haya diferencias significativas. En el estudio sobre los planes de estudio de enfermería hicimos esos contrastes para las muestras utilizadas, y describimos así los resultados:

Se compararon las muestras de los tres tipos de centros participantes con sus poblaciones respectivas, es decir, con las poblaciones de centros de los tres tipos que estuvieran situados a una distancia menor de 1.000 millas de la ciudad de Nueva York, en cuanto a la duración de sus planes de estudio, los estudiantes matriculados, el tipo de control y la religión oficial del centro. No hubo diferencias estadísticamente significativas (al nivel de significación del 0,05) de acuerdo con los contrastes chi cuadrado entre cada muestra y su población, por lo que en función de las características estudiadas, las muestras de centros participantes se pueden considerar representativas de las poblaciones de las que se han tomado.

Se utilizaron contrastes chi cuadrado porque el tipo de control y la religión oficial de los centros eran datos nominales. Aunque la duración de los planes de estudio y el número de estudiantes matriculados daban datos de intervalo, también utilizamos el contraste chi cuadrado porque queríamos contrastar las distribuciones de frecuencias de esas variables. También podríamos haber utilizado los contrastes  $t$  para contrastar la media de la muestra en cuanto a esas características con respecto a la media de la población y el contraste  $F$  para comparar la variación que había en nuestra muestra con la que había en la población. Con ello se habría obtenido un contraste más profundo de la representatividad.

Si esos dos contrastes no indican que hay diferencias entre las muestras y la población, el investigador puede deducir que, para las variables contrastadas, se ha conseguido la representatividad. Por supuesto, no aprende nada sobre la representatividad de las muestras en cuanto a cualquier otra variable. Si esos contrastes indican que para una o diversas variables no se ha conseguido la representatividad, sólo hay las dos opciones que hemos indicado antes: trabajar con la muestra no representativa o seleccionar más elementos de la población con la esperanza de que la muestra ampliada sea representativa. Si elige la primera opción, será una limitación del estudio y una reserva que tendrán todos los análisis de datos sobre los que pueda tener algún efecto esa variable no representativa.

Cuando *no* se tienen datos sobre la población, es evidente que no se puede contrastar la representatividad de la muestra invitada ni de la muestra aceptante con respecto a la población. En ese caso sería conveniente que el investigador considerara la posibilidad de utilizar una combinación de la selección aleatoria con muestras más grandes de las que puede haber empleado, si con ello se pudiera contrastar la representatividad. También es aconsejable que intente obtener datos de todos los miembros de la muestra invitada en cuanto a las características cuya representatividad normalmente querrá contrastar. Si consigue hacerlo, podrá contrastar la representatividad de la muestra invitada y de la aceptante. Supongamos, por ejemplo, que en el estudio sobre los planes de estudio de enfermería teníamos mucho interés en que la muestra fuera representativa en cuanto a la proporción de profesores-alumnos y a las instalaciones de laboratorio, pero que no disponíamos de datos de la población. Podríamos haber añadido a la carta de invitación un cuestionario sencillo que solicitara esa información, *independientemente* de si la escuela iba a participar o no en el proyecto. Si los centros nos hubieran enviado esa información, tendríamos al menos una base para saber si esos factores distinguían a las muestras invitada y aceptante.

Tanto si se tienen datos de la población como si no, al llegar a considerar la representatividad de la muestra que produce los datos el investigador, en general, sí dispone de datos, ya que ahora el punto de comparación no es la población sino la muestra aceptante. Por lo tanto, es razonable pedir que el investigador informe al lector de quiénes rechazaron la invitación para dar datos de la medida en que ello haya introducido una nueva posibilidad de sesgo en una etapa avanzada del proceso de muestreo.

En esta fase es importante distinguir entre los elementos que se seleccionaron de la población, se les invitó a participar y rechazaron la invitación, de los elementos a los que se les invitó, aceptaron la invitación y luego *se negaron* a proporcionar datos. Cuando un miembro de la muestra invitada se niega a participar, lo hace a causa del limitado contacto

inicial entre el investigador y el sujeto. Las razones de la negativa pueden ser muy variadas, y algunas no tendrán nada que ver con el proyecto concreto de investigación ni con el instrumento concreto de recogida de datos que se emplee. Puede ser que, en general, no le guste participar en investigaciones, o que esté demasiado ocupado para pensar en contestar, razones que no tienen una relación concreta con el *proyecto*. Otras razones para la negativa sí tienen relación con el proyecto, como el desinterés en el tema que se investiga, la idea de que para preparar la información que se solicita se necesita mucho tiempo, o que se trata de cuestiones muy personales. Sin embargo, el sujeto que acepta la invitación a participar y después se niega a dar datos, casi siempre lo hace por alguna razón relacionada con el proyecto o con el instrumento que se utiliza, por lo que es una pérdida más grave.

En cualquier caso, el investigador debe contrastar el efecto de la pérdida de una parte de la muestra aceptante. La forma más eficaz para hacerlo consiste en utilizar uno o más métodos inferenciales adecuados para contrastar si la muestra aceptante y la muestra que produce los datos difieren significativamente en función de alguna de las características básicas que se han elegido para la evaluación del proceso de muestreo. Así, si se ha elegido la característica de los años de experiencia docente, el investigador puede utilizar el contraste  $t$  para determinar si hay alguna diferencia significativa en cuanto a la media de años de experiencia entre los miembros de la muestra aceptante que produjeron datos y los que no lo hicieron. Si no hay diferencias, el investigador sabe que ese factor no ha sido la base de la decisión de participar. Si las hay, el lector del informe, al saberlo, podrá hacer una valoración profesional más fundada de los resultados del estudio, pues al hacerla podrá tener en cuenta el hecho de que los profesores con más experiencia se negaron (o no se negaron) a dar datos para el estudio. Esto constituiría en sí mismo una conclusión de la investigación, aunque no sería definitiva sino que sugeriría otros estudios.

Por supuesto, este contraste de las medias no es más que una ilustración de cómo se pueden utilizar los contrastes de significación para dar una información más firme acerca de las relaciones que existen entre las muestras aceptante y la productora de datos. Todos los contrastes de significación son pertinentes, tanto si se utiliza  $\chi^2$  cuadrado para contrastar distribuciones de datos ordinales o nominales, como si se emplea el contraste  $F$  para contrastar la significación de las diferencias entre las varianzas. Lo que importa no es la forma de hacerlo, sino el hecho de que el investigador determina en qué medida la muestra que produce los datos es representativa de la muestra aceptante, e informa al lector de los resultados.

No se pueden dar reglas para saber cuándo el desgaste del paso de la muestra aceptante a la muestra productora de datos llega a ser grave. No obstante, cuando se produce una disminución del 25% o más, incluso suponiendo que no haya diferencias estadísticamente significativas entre la muestra aceptante y la productora de datos, el investigador y el lector deben preocuparse por el fenómeno de la no participación. Hay muchas pruebas en la bibliografía de que las personas que no responden tienen opiniones distintas de las personas que sí responden, tanto si son comparables en cuanto a las características por las que se han seleccionado como si no lo son. Hay estudios que han dedicado cantidades considerables de trabajo y de dinero para obtener respuestas de las personas que inicialmente se negaron a responder. Sus resultados revelan, en general, que los que contestan inicialmente tienen

opiniones distintas de los que no lo hacen. Esto significa que, cuando se analizan los datos de un estudio, hay que evaluarlos continuamente, sobre todo los que tienen una importancia especial, para determinar si las personas que no han respondido pueden haber influido sobre la estructura general de la respuesta... Supongamos que, de una muestra seleccionada de 100 miembros, realmente han producido datos el 70%. Al estudiar los datos de cara a un problema determinado, se ve que, de los 70 sujetos, 52 contestaron "sí" y 18 contestaron "no". Podemos tener mucha confianza en estos datos, ya que, aunque las 30 personas que no contestaron tuvieran la misma opinión y ésta fuera "no", la mayoría seguiría teniendo una opinión afirmativa. Pero, si, con relación a otro problema, los 70 sujetos se distribuyen en un grupo de 39 y otro de 31, podríamos confiar muy poco en los datos, ya que si entre los que no han contestado hay una mayoría que tenga la misma opinión, sea cual fuere, pueden alterar el resultado.

De aquí también se deduce que todo estudio en el que la muestra que produce los datos sea inferior al 50% de la muestra seleccionada se debe leer (y escribir) con cuidado. En este terreno la investigación social ha sido poco exigente durante demasiado tiempo. Se ha aceptado con mucha facilidad el planteamiento de que, cuando se ha planificado un estudio y se ha empezado a realizar, siempre vale la pena dar cuenta de los datos aunque la proporción de la muestra productora de datos con respecto a la seleccionada sea muy pequeña. El autor considera que, cuando esa proporción es menor del 60% los datos son frágiles, y cuando es menor del 40% no se deberían de dar a conocer los datos, ni considerarlos como conclusiones válidas. Son útiles como datos piloto, pero no se pueden aceptar sin volver a hacer un estudio más sustancial.

## DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

A lo largo de toda esta exposición del tema del muestreo, nos hemos interesado por la representatividad, y no por los número en sí mismos. Es una postura deliberada, ya que el autor piensa que el tamaño de la muestra es mucho menos importante que su representatividad. Es preferible un estudio hecho con una muestra representativa formada por 39 elementos a otro que utilice una muestra no representativa formada por 380 elementos. La pregunta sobre qué tamaño debe tener una muestra en lo esencial no tiene respuesta, salvo la de decir que debe ser suficientemente grande para conseguir la representatividad. Evidentemente, el número que se necesita para ello variará de un estudio a otro. La pregunta se puede contestar dando un número concreto cuando el investigador conoce cinco cosas: 1) una aproximación razonable del valor que trata de estimar; 2) la precisión con la que quiera estimarlo; 3) el riesgo de cometer un error de tipo I que está dispuesto a correr ; 4) la hipótesis alternativa contra la que se quiere proteger; y 5) el riesgo de cometer un error de tipo II que está dispuesto a correr por aceptar la hipótesis nula cuando es cierta la hipótesis alternativa. Si el investigador pudiera decir "Pienso que alrededor del 50% de los niños con desventajas culturales aspiran a terminar la escuela secundaria, pero quiero estimar la proporción real con un 5% de aproximación, con un riesgo de cometer un error de tipo I del 2% y con un riesgo de cometer un error de tipo II del 12% si la proporción es del 60%"

entonces podría determinar estadísticamente el tamaño de la muestra que necesitaría para conseguir esa precisión<sup>6</sup>.

Pero, por supuesto, son muy raras las ocasiones, en la investigación social, en las que se puede hacer ese tipo de afirmaciones. De los cinco elementos de información indicados sólo se conoce siempre el tercero, el riesgo de cometer un error de tipo I, ya que es lo mismo que el nivel de significación. El valor aproximado del estadístico puede ser conocido o no. La hipótesis alternativa y el riesgo de cometer un error de tipo II casi nunca se especifican, y el nivel de precisión se da muy pocas veces, por lo que este procedimiento casi nunca se utiliza, y el tamaño de la muestra se determina seleccionando arbitrariamente un número o una proporción, tal como el 10 o el 20% de la población.

Más importante que preguntarse si una muestra del 10% será más útil que una del 20% es pensar por adelantado en la naturaleza del análisis de datos que se contempla. En las exposiciones anteriores de los métodos inferenciales hemos indicado varias ideas que pueden servir de guía en la cuestión del tamaño de la muestra. Una de ellas es que la línea de separación estadística entre las muestras grandes y las pequeñas es un tamaño muestral de 30 elementos. El motivo, como ya vimos, es que para dos muestras de ese tamaño la curva de la distribución  $t$  y la normal están tan próximas que se pueden considerar idénticas a efectos del contraste de hipótesis. Por lo tanto, si queremos muestras que *estadísticamente* se puedan considerar grandes, desearemos que haya al menos 30 elementos en cada una de las que formen una pareja, o 60 elementos en una de ellas.

Otra consideración estadística relativa al tamaño muestral es la condición, necesaria para aplicar algunos métodos correlacionales, de que se tengan datos de categorías múltiples. Por ejemplo, si se está planificando un estudio en el que se piensa usar el método de correlación de los rangos de Spearman, es deseable utilizar muestras de más de 100 elementos, y cuanto más se supere esa cifra, mejor. Otro estadístico que interacciona con el tamaño muestral es chi cuadrado. Ya vimos al explicar la utilización inferencial de chi cuadrado que no se puede usar correctamente cuando las frecuencias esperadas son menores de 5 en más del 20% de las casillas. El investigador que piense en utilizar chi cuadrado tiene que estudiar por adelantado la naturaleza de las variables con las que piensa utilizarla, y considerar el número de casillas de cada variable y la distribución probable de los sujetos entre esas casillas, de modo que la muestra cumpla holgadamente las condiciones para que se pueda aplicar chi cuadrado.

Por último, no sólo hay que tener en cuenta los análisis estadísticos que se piensan emplear, sino también los procesos de recogida de datos que se utilizarán, y los posibles

---

<sup>6</sup> No existe una única fórmula matemática para determinar el tamaño de la muestra, ya que los procesos de cálculo que se utilicen dependerán del modelo inferencial. El proceso fundamental en todas las fórmulas consiste en expresar las distribuciones nula y alternativa por separado, de forma que en las dos intervengan un valor crítico desconocido y el número de casos (es decir, como en el denominador del error típico). Pero el valor crítico desconocido que aparece en las dos formulaciones es el mismo, como vimos en el capítulo VIII. Entonces, como las dos formulaciones son iguales al mismo valor crítico, se pueden igualar entre sí. De este modo se obtiene una ecuación con una incógnita,  $n$ , el tamaño muestral, que se puede resolver algebraicamente.

efectos que puedan tener sobre aquéllos en cuanto a la reducción de la muestra aceptante. Por ejemplo, si se van a recoger datos de grupos de estudiantes que ya están instalados en sus clases, el investigador tiene una seguridad razonable de que el tamaño de la muestra productora de datos será muy parecido al de la muestra aceptante. Sin embargo, si piensa utilizar instrumentos de recogida de datos que se envíen por correo a la muestra aceptante, se encontrará con que existe una amenaza real de que se produzca una reducción importante, pues no es extraño que sólo conteste el 30%, y los porcentajes más bajos aún se producen con una frecuencia desalentadora. En el capítulo dedicado a la recogida de datos veremos técnicas para maximizar las contestaciones, tales como prometer que se les enviará un ejemplar de la publicación final. Ahora nos basta indicar que el investigador, al decidir sobre el tamaño de la muestra, debe tener presente la reducción más fuerte que se pueda tener por algún motivo. Esto es cierto sobre todo si tiene dificultades para obtener más datos o si, como suele ocurrirles a los estudiantes, no puede dedicar más tiempo a la recogida de datos complementarios. En esos casos se debe seleccionar una muestra suficientemente grande y diversa de modo que, si se produce una reducción importante, la muestra productora de datos siga siendo suficientemente grande para constituir una base que permita hacer un estudio razonable. En la práctica, esto significa que no se selecciona una muestra del tamaño que se quiere que tenga al final, sino que se la selecciona de tamaño doble o mayor.

De este modo, teniendo en cuenta las variables, los procesos de recogida de datos, los análisis estadísticos que se planifiquen y todos los aspectos de relaciones públicas del tamaño muestral deseable, y añadiendo a estas consideraciones las relativas al muestreo que hemos expuesto en este capítulo, el investigador puede elaborar una base racional para determinar un tamaño muestral adecuado.

## MUESTREO SECUENCIAL

Si el investigador, por no poder concretar una diferencia mínima a la hipótesis alternativa pertinente, no puede utilizar fórmulas para determinar el tamaño muestral adecuado, puede utilizar otra técnica directa, el *muestreo secuencial*, en el que no se toma una muestra grande y completa, sino muestras más pequeñas sucesivas. Después de hacer el segundo muestreo, se analizan los datos para determinar si en el último se han alterado los datos en algún detalle significativo. Si es así, ello indica la necesidad de hacer nuevos muestreos; si no, ello indica que se ha llegado al punto en el que las contestaciones disminuyen, y ya aunque se obtengan nuevos datos no se conseguirá conocer mejor el fenómeno que se estudia.

Por ejemplo, supongamos que se quieren conocer las actitudes de los profesores hacia la instrucción fónica y no se tiene ninguna idea del número que habrá que muestrear para conocer todas las dimensiones significativas de la actitud en sus proporciones relativas. Se decide arbitrariamente seleccionar una muestra de 20 casos. Como no hay posibilidad de estratificar, se decide seleccionar las muestras por métodos aleatorios. Para empezar el proceso del muestreo secuencial se necesitan tres muestras, seleccionadas en orden. Se seleccionan, pues, tres muestras distintas de 20 casos y se analizan por separado los datos de cada muestra. Después se crean dos conjuntos de datos combinados, uno

basado en la combinación de las muestras 1 y 2, y otro basado en la combinación de los tres conjuntos de datos. Se puede preparar una tabla resumen como la 11-4, en las que las tres primeras columnas se refieren a las tres muestras distintas de 20 miembros, y las tres columnas siguientes representan la distribución, en porcentajes, de la primera muestra de 20 miembros, de las dos primeras muestras combinadas, y de las tres muestras combinadas.

**Tabla 11-4 Ilustración del muestreo secuencial**

Comparaciones secuenciales en porcentajes						
Muestras individuales						
Categoría	1	2	3	Muestra 1	Muestras 1 y 2 combinadas	Muestras 1, 2 y 3 combinadas
Muy positiva	8	4	6	40	30	30
Positiva media	6	3	3	30	22,5	20
Neutral	3	7	6	15	25	26,7
Negativa media	2	3	2	10	12,5	11,7
Muy negativa	0	3	2	0	7,5	8,3
Sin opinión	1	0	1	5	2,5	3,3

Examinando la tabla se observa que la combinación de las dos primeras muestras sólo se diferencia de la primera en dos aspectos importantes. En primer lugar, en la muestra combinada hay personas en la categoría de actitud “muy negativa”, que no estaba representada en la primera muestra. En segundo lugar, las proporciones relativas de algunas categorías son considerablemente<sup>7</sup> distintas si se comparan la primera muestra y la combinada. Por ejemplo, en la muestra combinada había un 25% con una opinión “neutral”, mientras que en la primera muestra había un 15%. Sin embargo, se ve que al añadir la tercera muestra de 20 casos no se añade ninguna categoría nueva ni se alteran apreciablemente las proporciones de las distintas categorías. En general conviene llegar hasta la muestra siguiente al primer punto en el que no hay diferencias, de modo que, en este ejemplo, seleccionaríamos una cuarta muestra de 20 casos y, si la distribución combinada resultante tampoco añade ningún nuevo aspecto al cuadro de los datos, se pensaría con un grado razonable de confianza que se tiene ya una muestra suficientemente grande para saber todo lo que se puede saber acerca de las actitudes y las proporciones de profesores que mantienen cada actitud.

<sup>7</sup> En general, en el muestreo secuencial basta una sola observación para decidir si se necesita muestrear más. Si se requiere una estimación más precisa, el investigador puede hacer contraste de significación estadística para los distintos conjuntos de datos.

## MUESTREO EN EL ANÁLISIS DE DATOS

Otra técnica que hay que recordar cuando se estudia el tamaño muestral está relacionada con el hecho de que se puede muestrear tanto en el *análisis* de datos como en la recogida de los mismos. Es particularmente útil recordar esta idea cuando resulta difícil muestrear pero es relativamente fácil obtener masas de datos. Por ejemplo, en el estudio sobre la instrucción fónica nos podía interesar obtener datos de una muestra de alumnos de los grados cuarto y quinto de varias escuelas con lo que tendríamos algunos datos comparativos para el estudio. Para cubrir cierto número de clases distintas, el investigador decide que sólo quiere datos de diez niños de cada clase. Administrativamente puede ser mucho más sencillo ir a una clase, hacerles una prueba a todos los niños y muestrear en la etapa del análisis de datos. Así, si en las clases hay 30 niños, el investigador puede elegir aleatoriamente la tercera parte de los ejercicios de cada clase para puntuarlos y analizarlos<sup>8</sup>. En particular, el muestreo secuencial se puede aplicar en la etapa del análisis de datos para ayudar al investigador a decidir qué proporción de los mismos tiene que analizar.

## CONCLUSIÓN

A lo largo de todo este capítulo hemos subrayado la importancia que tiene la representatividad, y no el tamaño de la muestra, como aspecto fundamental del muestreo. Lo hemos hecho porque los estudiantes y el público general se suelen preocupar sólo por el tamaño, y es este factor el que les impresiona. Además, como indicábamos en el capítulo anterior, el tamaño muestral puede llegar a ser demasiado grande, en el sentido de que puede indicar que ciertas diferencias pequeñas, que no tienen ninguna significación práctica, son estadísticamente significativas. Por lo tanto, el tamaño muestral correcto es el tamaño necesario para conseguir la precisión que el investigador desee, y para mantener los riesgos de cometer errores de tipo I y de tipo II dentro de los límites que desee.

La idea general que tienen los lectores de trabajos de investigación de que se necesitan grandes números para que la muestra sea sólida se contradice en muchos estudios. Quizá el ejemplo más llamativo y conocido de esta cuestión sea la exactitud con que los ordenadores predijeron el resultado de la elección presidencial estadounidense en 1964, utilizando menos del 5% del censo electoral. Esta predicción fue posible porque se utilizó una minuciosa estratificación de la población votante en función de diversas variables que se sabía que estaban relacionadas con la tendencia del voto, seguida de una selección aleatoria proporcional.

Otra prueba igualmente clara de que el aspecto decisivo es la representatividad y no el tamaño muestral, nos la dan las ocasiones en las que los investigadores se han equivocado en público por no comprenderlo. En concreto, los errores más conocidos de este tipo se

---

<sup>8</sup> Cuando analizamos en este capítulo los métodos de selección aleatoria dijimos que en ciertas ocasiones, si se seleccionaba un mismo caso más de una vez con métodos aleatorios, se podía utilizar también más de una vez. El muestreo que se hace en el análisis de datos es una de esas ocasiones: el investigador, si quiere, puede utilizar los datos de un caso cualquiera tantas veces como resulte seleccionado.

dieron en las elecciones presidenciales estadounidenses en 1936 y 1948. En 1936, el *Literary Digest* recibió papeletas de más de dos millones de personas, de las que en una gran mayoría se inclinaban por Landon, por lo que la revista predijo la elección de aquel candidato republicano. Cuando Roosevelt, el candidato demócrata, ganó en 46 de los 48 estados, el público perdió la confianza en la revista hasta el punto de que tuvo que dejar de publicarse. Es fácil ver retrospectivamente su error. Muestrearon el universo de votantes enviando papeletas a direcciones obtenidas a partir de las matrículas de los automóviles y de guías de teléfonos; ahora se entiende fácilmente que eran fuentes sesgadas para obtener una muestra de votantes en un año de depresión como era 1936. El hecho de utilizar millones de personas en la encuesta no salvó a la investigación del error introducido por ese sesgo, ya que, simplemente, la muestra no era representativa del universo de votantes.

En 1948 intervino otro tipo distinto de sesgo, Los investigadores habían aprendido del error de 1936, y estratificaron minuciosamente el universo en función del nivel de ingresos, el tipo étnico, el sexo, la profesión, y otras muchas variables que se sabía que estaban relacionadas con la tendencia del voto. Sin embargo, observaron una preferencia tan clara por Dewey frente a Truman de dejaron de hacer encuestas a primeros de octubre. La posterior victoria de Truman añadió una nueva máxima al libro de las reglas de los encuestadores: ¡Las muestras en octubre no son representativas del universo de votantes en noviembre!

Se podría generalizar esta máxima a la investigación: ningún dato tiene más firmeza que la que tenga la representatividad de la muestra de la que se han obtenido, por muy grande que ésta sea.

## COLECCIÓN TEORÍA PURA Y APLICADA

1	<i>La investigación científica en los estudios geográficos</i> Adela Fuentes A.
2	<i>Claves de la estructura narrativa: de Maupassant a Borges</i> Carmen Balart C. e Irma Céspedes B.
3	<i>Der Dativ: Typen, Merkmale und Funktionen</i> Luz Cox M.
4	<i>Die Satzbaupläne im Vergleich Deutsch - Spanisch</i> Ángel Bascañán V.
5	<i>La représentation dans l'abstraction</i> Olga M. Díaz
6	<i>Metodología de la investigación</i> Orlando Vidal L.
7	<i>El verbo en alemán</i> Ramiro Aguilar B.

