

Utextos
universitarios

Metodología de diseño estadístico

Mario Miguel Ojeda
José E. Díaz Camacho
Clara Apodaca Victoria
Israel Trujillo Landa



Universidad Veracruzana
Dirección General Editorial

Esta obra se encuentra disponible en Acceso Abierto para copiarse, distribuirse y transmitirse con propósitos no comerciales. Todas las formas de reproducción, adaptación y/o traducción por medios mecánicos o electrónicos deberán indicar como fuente de origen a la obra y su(s) autor(es).

Se debe obtener autorización de la Universidad Veracruzana para cualquier uso comercial.

La persona o institución que distorsione, mutile o modifique el contenido de la obra será responsable por las acciones legales que genere e indemnizará a la Universidad Veracruzana por cualquier obligación que surja conforme a la legislación aplicable.

Metodología de diseño estadístico

Mario Miguel Ojeda
José E. Díaz Camacho
Clara Apodaca Victoria
Israel Trujillo Landa



Diseño de portada: Queta

Clasificación LC: QA279 M47 2011
Clasificación Dewey: 519.5
Título: Metodología de diseño estadístico / Mario Miguel Ojeda, José E. Díaz Camacho, Clara Apodaca Victoria, Israel Trujillo Landa
Edición: Segunda edición.
Pie de imprenta: Xalapa, Veracruz, México : Universidad Veracruzana, 2011.
Descripción física: 153 p. : il. ; 23 cm.
Serie: (Textos universitarios)
Nota: Incluye bibliografías.
ISBN: 9786075021171
Materias: Diseño experimental.
Estadística--Metodología.
Investigación científica--Metodología.
Autores secundarios: Ojeda, Mario Miguel.
Díaz Camacho, José E.
Apodaca Victoria, Clara.
Trujillo Landa, Israel.

DGBUV 2011/43

Esta publicación forma parte de los productos del Cuerpo Académico "UVER-CA-107" de la Universidad Veracruzana y se realizó con ayuda del Programa de Apoyo al Mejoramiento del Profesorado (PROMEP) al programa de Apoyo a la Incorporación de Nuevos Profesores de Tiempo Completo, según oficio PROMEP/103.5/04/119.

Segunda edición

© Universidad Veracruzana

Dirección General Editorial

Hidalgo 9, Centro, Xalapa, Veracruz, México

Apartado postal 97, CP 91000

diredit@uv.mx

Tel/fax (228) 818 59 80; 818 13 88

ISBN: 978-607-502-117-1

Impreso en México

Printed in Mexico

PRÓLOGO

Metodología de diseño estadístico no es un libro de metodología de la investigación científica, tampoco lo es de estadística. Sobre estas dos áreas existe una gran cantidad de textos publicados –muchos de ellos excelentes y otros no tanto– para estudiar cada campo por separado. El presente libro se refiere más bien al conjunto que resulta de la interacción de la metodología de la investigación y de la estadística y se dirige precisamente a la metodología de diseño estadístico que, hasta cierto punto, podría identificarse como un área de estudio muy poco atendida en una perspectiva integrada al proceso de investigación.

En efecto, en ocasiones se enseña la metodología de la investigación científica sin hacer referencia a los procedimientos estadísticos que se requieren para obtener los datos y analizar sus resultados. Los textos referidos a tales casos atienden fundamentalmente a la parte inicial del proceso de investigación. Así también, con frecuencia se enseña la estadística sin una referencia concreta a los razonamientos que llevan al investigador a plantearse un problema y a decidir analizarlo a partir de los procedimientos empleados generalmente por el científico. En este caso, los textos respectivos atienden a la parte final del proceso de la investigación.

En cambio, el presente libro de metodología de diseño estadístico combina estas dos tradiciones en la enseñanza del proceso de investigación y trata de focalizar su proceso continuo, desde el planteamiento de la pregunta inicial hasta la decisión de qué procedimiento estadístico ha de utilizarse para realizar el análisis de los datos. Todavía más,

plantea que los procedimientos estadísticos de análisis no son independientes de la fase inicial, que va desde el planteamiento de la pregunta hasta la formulación del diseño de la investigación. Así, propone que desde el momento mismo de formular la pregunta y tomar las decisiones acerca del tipo de estudio que se efectuará, debe considerarse el procedimiento estadístico que se empleará para el análisis de los datos.

Este libro va incluso más allá del análisis de los datos y comenta detalles importantes referentes a la elaboración del reporte de la investigación, el protocolo del reporte y la forma correcta de citar las referencias bibliográficas empleadas.

El enfoque que utilizan los autores para estudiar este nuevo campo es el que se conoce como Educación Estadística, el cual se centra en la comprensión de los conceptos que subyacen a los métodos estadísticos como tema básico de estudio. Para este propósito, los autores apelan a los conocimientos previos de los lectores, procurando evitar procesos cognoscitivos de revisión de los mismos frente a los conceptos abordados en el texto.

Hasta cierto punto, este enfoque podría denominarse, coloquialmente, aprendizaje de la estadística sin fórmulas y por ello el estudiante puede sentirse con la confianza de que no encontrará en todo el texto una sola fórmula, con excepción de los anexos donde se incluyen algunas para explicar procedimientos de muestreo.

Ricardo Mercado del Collado

PRESENTACIÓN

La educación superior se está desplazando rápidamente del paradigma de la enseñanza al del aprendizaje. En este último, el diseño de experiencias educativas (cursos, talleres, etc.) implica la definición no sólo de los contenidos, sino de las competencias y las actividades que los participantes deben realizar para lograr el aprendizaje significativo. En la perspectiva del diseño de programas, no solamente los conocimientos son los objetivos del aprendizaje, también importan las habilidades y las actitudes que en conjunto le permiten al participante realizar con éxito una serie de tareas y actividades que se concretan en productos. En este sentido, el diseño de una experiencia educativa en el enfoque de competencias debe estar orientado a garantizar el aprendizaje del estudiante con el propósito de que sea apto para obtener productos específicos, es decir, debe aprender cómo hacerlo.

El marco conceptual del aprendizaje cimentado en experiencias es cada vez más referido, y diferentes esquemas y enfoques emergen como didácticas especiales dependiendo de los contenidos de las experiencias educativas. El enfoque fundado en proyectos es una vertiente del aprendizaje apoyado en experiencias y ha sido ampliamente utilizado en esfuerzos por mejorar los niveles de aprendizaje de la estadística que junto con la metodología de la investigación son dos materias que en el sistema tradicional han producido resultados muy cuestionables, ya que después de los cursos los egresados no son capaces de aplicar los conocimientos ni muestran habilidades para

diseñar y desarrollar proyectos concretos. Así, es posible afirmar que si de algo carecen los egresados de la educación superior es de una formación suficiente en competencias de investigación y metodologías cuantitativas.

Por otro lado, el uso de las tecnologías de la información y la comunicación se ha aceptado como un elemento fundamental para promover la innovación educativa. A este respecto, se cuenta con lineamientos que indican cómo se pueden mejorar los niveles de aprendizaje utilizando estas técnicas. Sin embargo, todavía hay pocos esfuerzos y muy raros casos concretos que emplean el aprendizaje basado en experiencias y en los medios tecnológicos que lo hacen factible.

La presente propuesta utiliza el enfoque basado en proyectos para mejorar el aprendizaje del diseño estadístico en el marco del proceso de la investigación cuantitativa y está orientada a la elaboración de un producto concreto: el protocolo de investigación. El material que se presenta está constituido por cinco módulos precedidos por una introducción que define el enfoque y los esquemas de organización sugeridos para realizar el taller. En el módulo 1 se presentan los lineamientos generales asociados a la elaboración del protocolo, desde la concepción de la idea hasta la integración del documento como tal. En el módulo 2 se identifica el papel de la metodología estadística en el proceso de investigación, abordando de manera especial lo relativo a la conexión del diseño estadístico con la elaboración del protocolo. En el módulo 3 se exponen aspectos clave en el diseño de estudios de muestreo. En los módulos 4 y 5 se trata lo relativo a los estudios experimentales y observacionales. Finalmente, en el módulo 6 se hace una serie de recomendaciones para preparar la versión final del protocolo, que incluye un cronograma de actividades, la lista de las referencias y los anexos.

Se incluye como apoyo para el estudiante una serie de anexos: el 1 muestra el Formato para la evaluación de protocolos; el 2 ofrece una serie de reactivos para realizar auto-evaluaciones y evaluaciones; el 3 presenta el enfoque basado en proyectos para mejorar el aprendizaje del diseño estadístico; el 4 describe la importancia de una buena cultura estadística para la investigación; el 5 incluye un artículo sobre el aprendizaje significativo como elemento de cambio personal de A. E. Kai-Ca-

cho (2001), publicado en la revista *Enseñanza e Investigación en Psicología*; finalmente, el 6 presenta un artículo sobre introducción al muestreo.

Por último, deseamos expresar nuestro agradecimiento a nuestro editor, Arturo Reyes Isidoro, por su esmero en asegurar un estilo depurado en esta nueva edición del libro.

1. EL TALLER DE ESTADÍSTICA PARA LA INVESTIGACIÓN

El taller de estadística para la investigación

El taller de estadística para la investigación surgió como un instrumento para cumplir varios propósitos, entre los que destacan:

1. Desarrollar competencias en metodología estadística para el proceso de investigación fáctica.
2. Promover y desarrollar entre académicos y estudiantes las competencias para planear la investigación fáctica, a través de la elaboración de un protocolo, utilizando un modelo fácil de usar.
3. Promover la investigación entre los profesores universitarios para que utilicen la investigación fáctica en proyectos susceptibles de ser desarrollados en el aula.

El taller se ha ofrecido en al menos siete ocasiones en la Universidad Veracruzana y se cuenta con evaluaciones diversas que han sugerido modificaciones y adecuaciones, las que constituyen, junto con el diseño original, la base de este material.

Mario M. Ojeda ha utilizado el esquema del taller y el material con algunas adaptaciones en varios cursos de estadística a nivel de postgrado. La experiencia obtenida muestra el logro de los objetivos de manera contundente, pues se obtienen protocolos aceptables que re-

gularmente se constituyen en proyectos a desarrollar en el marco del curso correspondiente.

Por estas razones, se decidió elaborar este libro como un instrumento para futuras ediciones del taller de estadística para la investigación, así como para apoyar contenidos de cursos de metodología de investigación o de metodología estadística, tanto en la licenciatura como en el postgrado.

Introducción

La estadística es una herramienta fundamental para la realización de procesos de investigación en ciencias fácticas que utilizan la investigación cuantitativa. Los diseños estadísticos son los principios y procedimientos que permiten obtener los datos pertinentes, acorde con las restricciones de investigación. La encuesta por muestreo, el diseño experimental y los estudios observacionales son los tipos generales de diseño estadístico a los que se hace referencia cuando se protocoliza una investigación. En cada caso hay que especificar algunos elementos clave como población objetivo, unidades de estudio, variables a medir, escalas y métodos de medición, tamaño de muestra, control local, etc. La caracterización adecuada de estos elementos define el diseño particular de la investigación y establece la estructura de la base de datos con lo que se puede bosquejar la metodología de análisis estadístico o de procesamiento de los datos. Todo esto se debe establecer en el proyecto de investigación, siempre seguido de un marco teórico, revisión de antecedentes y definición de objetivos.

Objetivos

Objetivo general

- Elaborar un protocolo de investigación definiendo el diseño estadístico apropiado y bosquejando el análisis de los datos resultantes.

Objetivos específicos

- Ubicar y caracterizar las fases de la metodología estadística en el proceso de investigación fáctica.
- Identificar y utilizar apropiadamente los esquemas de diseño estadístico de muestreo, diseño experimental y diseño observacional, en el proceso de investigación fáctica.
- Desarrollar competencias para elaborar un protocolo apropiado a una investigación fáctica que utilizará la metodología estadística.
- Identificar y delinear las conexiones entre diseño estadístico y análisis estadístico, a partir del seguimiento de las fases del proceso de investigación fáctica.
- Contribuir a la formación y mejora de la comunicación técnica escrita, a través de la elaboración del protocolo.

Enfoque

Se utiliza el enfoque basado en proyectos, donde los participantes (preferentemente en equipos de hasta tres personas) elaboran un protocolo de investigación, con la definición correcta del diseño estadístico correspondiente.

Se emplea un esquema de aprendizaje por transferencia a través de la revisión y análisis de ejemplos e ilustraciones.

Se complementa con asesoría presencial y vía internet, con un esquema de tutores y asesores previamente capacitados.

Se promueve que los proyectos propuestos se realicen con el apoyo de estudiantes durante el periodo semestral en el que se desarrolla el curso.

Esquema general

Se comunican los aspectos conceptuales a través de una serie de videoconferencias, que se apoyan con materiales de estudio.

De manera presencial, se repasan los conceptos generales y se ilustran con ejemplos.

Se forman equipos de trabajo (de hasta tres personas) que desarrollan una dinámica de colaboración para definir un problema de investigación y desarrollar el protocolo correspondiente.

2. LA ELABORACIÓN DEL PROTOCOLO

La investigación en los programas educativos

Los lineamientos para el desarrollo de la educación superior consideran a la investigación científica y al desarrollo tecnológico como elementos fundamentales para promover la innovación. Las políticas generales que se promueven en todos los países hablan de la necesidad de un desarrollo pleno de la investigación, aplicando diferentes grados y enfoques en los distintos ámbitos del proceso educativo. Se dice que es preciso enfatizar la promoción de los conocimientos científicos y el desarrollo tecnológico, sobre todo en los proyectos vinculados a las prioridades del desarrollo regional.

Las entidades académicas, a través del personal docente, pueden contribuir al desarrollo de la investigación vinculada a los programas educativos a partir de la realización de actividades de generación y aplicación de conocimientos para la atención de problemas particulares. El docente que se interesa por conocer no sólo las causas sino la manera de solucionar o mejorar algunas de las situaciones que aquejan a su entidad o a su entorno socio económico es precisamente el que cumple con el perfil que hoy las universidades están tratando de implementar; lo importante en la realidad social en que vivimos es tener la capacidad no sólo de transmitir conocimientos sino de generar conocimiento útil, lo cual se demuestra desarrollando proyectos que tengan impactos concretos.

La formación intelectual y en valores y los aprendizajes significativos se pueden garantizar cuando un profesor se convierte en guía de

sus estudiantes para desplegar un proyecto de investigación, el cual, en primera instancia, debe ser concebido y protocolizado.

La idea central de este taller es lograr una experiencia que permita el impulso de competencias para la investigación cuantitativa utilizando apropiadamente los principios, procedimientos y técnicas de la estadística. De esta manera se espera hacer una contribución para promover la investigación vinculada a los procesos educativos, en el marco de los cursos, seminarios u otras experiencias educativas del currículum.

La tesis central de este trabajo es que la metodología de la investigación y la metodología estadística se aprenden realizando proyectos y aplicando los principios y procedimientos de la investigación. Se sostiene que un aprendizaje significativo de la investigación cuantitativa sólo se logrará a partir de realizar aplicaciones concretas y proyectos específicos concebidos y conducidos por el profesor y sus estudiantes.

En este sentido, no sólo se entiende la investigación como una actividad reservada para los especialistas, encerrados en un cubículo o laboratorio, realizando indagaciones en la frontera del conocimiento, sino también como un instrumento para la formación que tiene como eje tanto la generación de conocimientos altamente originales como el análisis y la aplicación de conocimientos útiles a propósitos particulares y muy concretos en el ámbito de la realidad del educando.

Estos proyectos de investigación, que han sido denominados de diferentes maneras (Savin-Baden, 2000; Ojeda y Sahai, 2002), pueden ser el eje para lograr altos niveles de motivación e involucramiento de los participantes en un curso y garantizar un aprendizaje significativo. En estadística, el enfoque basado en proyectos está siendo ampliamente promovido y utilizado en muchos cursos alrededor del mundo (Bata-nero, 2001; Behar, 2000; Scheaffer, 2002).

Es preciso que cada uno de los académicos del nivel superior cuente con los lineamientos básicos para realizar investigación y que integre a su quehacer cotidiano dentro del aula esta función haciendo participar a los alumnos a fin de que logren desarrollar su capacidad inquisidora como parte de su formación profesional.

Elementos que integran un protocolo de investigación (el modelo)

Para elaborar un protocolo de investigación hay muchas guías y una diversidad de modelos (Blaxter *et al.*, 2000; Joaquín-Severino, 2000). En el presente trabajo se ha adoptado un modelo muy sencillo que permite, desde una perspectiva práctica, iniciarse en la planeación de la investigación. La experiencia ganada con el empleo de este modelo indica que es muy eficaz para comprender los conceptos básicos, desarrollar protocolos de trabajos recepcionales en diversas disciplinas y protocolizar proyectos en el marco de cursos específicos, particularmente en los de metodología estadística.

Los elementos que debe contener el protocolo según el modelo adoptado son:

Introducción

Es una sección que incluye la descripción del marco conceptual, los antecedentes y la situación problemática o problema que se aborda, terminando con la justificación del proyecto. No debe exceder de dos cuartillas y debe incluir al menos 10 citas a los trabajos más significativos sobre el tema. Materialmente cualquier afirmación que se hace en esta sección deberá estar apoyada por una cita bibliográfica.

Objetivos

En esta sección deben presentarse dos subsecciones, el objetivo general y la lista de los objetivos específicos que deberán estar muy relacionados entre sí. Es indispensable que cada objetivo específico se desprenda directa o indirectamente del objetivo general.

Metodología

Esta sección contiene tres partes: la de procedimientos generales, el diseño estadístico y el análisis estadístico, en las que se describirá con precisión el para qué se utilizará cada técnica.

Cronograma

Se presenta en una tabla en la que se describe el tiempo (en semanas), la actividad a realizar en cada una y el producto esperado.

Referencias

Utilizando el estilo Harvard (Creme y Lea, 2000), se deberán listar al menos diez referencias significativas para el proyecto.

Anexos

Se pueden agregar todos los anexos que se consideren necesarios para evaluar mejor el protocolo (cuestionario, instrumento, mapa, diagramas, etcétera).

La estructura general del proyecto deberá quedar como sigue:

- Introducción
- Objetivos
 - Objetivo general
 - Objetivos particulares
- Metodología
 - Procedimientos generales
 - Diseño estadístico
 - Análisis estadístico
- Cronograma
- Referencias
- Anexos
 - Anexo 1
 - Anexo 2

En el Anexo 1 se adjunta un formato de evaluación del protocolo, que plantea los atributos deseables del documento.

La idea, primer paso para la elaboración del protocolo

La investigación se origina en ideas. Para iniciarla siempre se necesita una idea. En consecuencia, la primera pregunta que se hace es ¿cómo surgen las ideas?

La respuesta es sencilla: surgen de la capacidad creadora del individuo. Cada persona desarrolla una capacidad creadora diferente: lo importante es que en todos existe. Se dice que, en general, las personas solo utilizan 10% de su capacidad creadora; el restante 90%, la mayoría de las personas pasa la vida sin usarlo.

Pensar es relacionar y relacionar y combinar permiten crear. A eso se llama pensamiento creativo. El término creatividad se refiere entonces a la capacidad de producir cosas nuevas y valiosas.

Si se considera lo nuevo como lo que se le ha ocurrido a un individuo y lo que él ha descubierto sin importar que en otro lugar del mundo otra persona haya llegado a lo mismo, no se está realmente evaluando la novedad. Lo valioso es difícil de definir, pero se pueden distinguir tres grados para valorar un producto respecto del proceso creativo:

Es valioso para el sujeto creador.

Es valioso para su medio social.

Es valioso para la humanidad.

Una persona creativa no necesariamente debe serlo en todas las áreas de su vida; puede serlo sólo en algunas o en una de ellas. Por ejemplo, una persona puede ser creativa como profesor universitario, pero tal vez no tan creativo como padre de familia.

La actividad humana gira en torno a los valores y es importante distinguir cuatro tipos fundamentales y trascendentales:

- La verdad. Si su interés está en conocer y entender, su campo son las ciencias.
- La belleza. Si su interés está en sentir y expresar, su campo son las bellas artes y la estética.

- La utilidad. Si su interés está en actuar sobre las cosas, su campo es la tecnología.
- La bondad. Si su interés está en actuar sobre las personas, su campo son las relaciones humanas.

Es decisión de cada individuo el campo en el que desarrolla su creatividad (Rodríguez *et al.*, 1993).

La creatividad

¿Cuál es el papel de la creatividad en la vida del hombre? La creatividad es la sustancia misma de la cultura y del progreso. Todo lo que no es natural es artificial o arte-facto, fruto de la acción transformadora del hombre. El ser humano, según Aristóteles, es acto y potencia, es decir, realidad y posibilidad. En parte se es y en parte se puede ser; estamos abiertos a nuevos y originales desarrollos. La creatividad puede ser sinónimo de plenitud y de felicidad. El buen matemático se deleita planteando y resolviendo ecuaciones. Producir cosas nuevas y valiosas es fuente de gozo supremo. Albert Einstein se oponía a que se rindieran honores a los grandes sabios e investigadores, arguyendo que en descubrir y producir algo nuevo tenían ya suficiente recompensa. El proceso creativo no es únicamente lo que proporciona una gran satisfacción, también son importantes los resultados del mismo.

En cualquier época la creatividad ha sido el motor de desarrollo de los individuos, las organizaciones y las sociedades. Hace un siglo una persona rutinaria y conservadora podía sentirse bien; hoy, la sociedad valora el cambio y necesita a los promotores del mismo. Por ejemplo, en la mayoría de las empresas 80% de los productos que venden eran sencillamente desconocidos hace 10 años. Una empresa que no es capaz de introducir productos nuevos está en grave peligro de quebrar y desaparecer.

La vida en sus diversas áreas: social, educativa, religiosa, laboral, etc., está bajo el signo de la competitividad. Como contraste a esta exigencia sucede que la mayoría de nosotros fuimos educados en el conformismo; es decir, los paradigmas de vida bajo los que crecimos

fueron patrones de comportamiento, moldes, modelos, que la sociedad establece para lograr “hombres de orden” en los que la escuela juega un papel preponderante, razón por la que actualmente las universidades se están preocupando por desarrollar habilidades del pensamiento crítico y creativo: se están rompiendo paradigmas que detenían el desarrollo del individuo y se están creando nuevos que permiten al hombre expresarse y realizarse como persona.

En este sentido, Del Amo (1977, p. 13) menciona que, como bien lo explicaron Eric Fromm y Jacob-Moreno, “El individuo que no puede crear quiere destruir [...] El único remedio para la destructividad compensadora es desarrollar en el hombre su potencial creador. El neurótico se salva de su neurosis cuando es creador”. Estas afirmaciones permiten concebir la creatividad como una de las formas para reducir las enfermedades mentales y la neurosis colectiva, razón de peso para poner mayor énfasis, dentro de los procesos de investigación, en la creatividad.

En la vida actual muchas de las acciones que el hombre realiza se encuentran automatizadas; por lo mismo, lo rutinario, lo repetitivo y el trabajo más pesado quedan para las máquinas. El hombre debe dedicarse a la tarea de pensar y de crear.

Etapas para desarrollar la creatividad

Para ser creativo se debe pasar por cada una de las seis etapas siguientes (Rodríguez *et al.*, 1998).

El cuestionamiento. Es la capacidad de percibir más allá de lo que ofrece lo superficial y la apariencia. El que no tiene preguntas no encuentra respuestas; el que no busca no encuentra. Por ejemplo, James Watt observó los movimientos de la tapadera de una olla hirviendo en la cocina e inventó la máquina de vapor.

El acopio de datos. Son básicos en la creatividad la información y el conocimiento; se dice que es más fácil ser creativo cuando se posee formación universitaria. Esta es la etapa de las observaciones, viajes, lecturas y conversaciones con personas conocedoras del tema. Se necesita

el mejor material para que la mente trabaje sobre terreno sólido y fértil. La revisión de literatura sobre antecedentes y aspectos teóricos de un tema es fundamental para la creatividad.

Incubación. Es un periodo silencioso, aparentemente estéril, pero en realidad de intensa actividad mental; lo que aparentemente queda fuera de la conciencia en determinada etapa se sigue meditando al margen.

Iluminación. A veces la luz llega cuando el sujeto ni siquiera pensaba en el tema. Curiosamente se pasa a través de un proceso de tensión y distensión y el punto culminante tiende a coincidir con la fase distensiva; es cuando decimos “se nos prendió el foco” o “se nos ocurrió tal idea”.

Elaboración. Este es el paso de la idea luminosa o la realidad externa, el puente de la esfera mental a la esfera física o social. Consiste en comprobar la hipótesis, en contrastar las ideas con los hechos correspondientes.

Comunicación. Todo lo nuevo y valioso necesita darse a conocer. Es una necesidad del ser humano, al término de su creatividad, que otros conozcan su descubrimiento, por pequeño que sea.

Fuentes para generar ideas creativas

Todo lo que se relaciona con el hombre y se encuentra a su alrededor puede ser motivo o fuente para generar ideas creativas que sirvan de base en la investigación. A manera de ejemplo, se mencionan algunas:

- Todo lo que está escrito y validado por una editorial de reconocimiento
- Teorías
- Lo descubierto por otros
- Conversaciones personales
- Observaciones de hechos
- Nuestros paradigmas de vida

- Información que brindan los medios de comunicación como: prensa, televisión, radio, cine, internet, etcétera
- Las experiencias personales

Una idea puede surgir estando a solas o donde se congregan grupos (universidades, comunidades, empresas, familias, grupos sociales, etc.). En cada situación uno se puede preguntar, por ejemplo, en una oficina de atención al público, ¿por qué los empleados tratan mal al cliente? Igualmente las ideas pueden generarse al leer una revista de divulgación científica en la que se explica la metodología que siguieron para medir la productividad de los empleados en una empresa, y la pregunta podría ser: ¿por qué ese método y no otro?; o al estar tratando un tema en una clase, donde el maestro está hablando de los estilos de liderazgo y surge en el grupo la pregunta: ¿cuál de estos estilos dará mejor resultado en la empresa donde estoy prestando mi servicio social?; o al ver una película sobre un tema de violencia familiar podría surgir la idea de investigar si existen diferencias entre el sexo y los efectos que tiene sobre una persona haber sido maltratada en su infancia.

Estos ejemplos nos dan la oportunidad de observar que al inicio las ideas son vagas y requieren analizarse cuidadosamente para que sean transformadas en planteamientos más precisos y estructurados. Cuando una persona desarrolla una idea de investigación debe familiarizarse con el campo de conocimiento donde se ubica la idea, buscar información en libros, revistas, platicar con expertos en el tema, en archivos especializados y, hoy en día, revisar en internet.

Concreción de la idea como tema de investigación

Para adentrarse en el tema es necesario conocer los estudios, investigaciones y trabajos realizados con anterioridad en el mismo campo (Hernández-Sampieri *et al.*, 1995), lo cual ayudará a:

- No investigar el tema de la misma manera. Deberá dársele un enfoque diferente o innovador.

- Estructurar más formalmente la idea de investigación. La idea inicial es en general confusa, no se encuentra estructurada y a partir de ella no es posible saber cómo abordar el tema; es importante entonces consultar diversas fuentes bibliográficas al respecto, platicar con expertos en la temática, etc. Habiendo profundizado en el campo de estudio, la idea se puede esbozar con mayor claridad y formalidad, con lo que se precisa lo que se desea investigar.
- Seleccionar la perspectiva principal desde la cual se abordará la idea de investigación (estadística, contable, administrativa, informática, etc.). El análisis se realizará desde el marco de la disciplina elegida como enfoque fundamental o principal, sin olvidar que no es posible, en la mayoría de las ocasiones, considerarlo como único, pues las investigaciones no pueden evitar tocar en mayor o menor medida temas que se relacionan con distintos campos o disciplinas. Por ello, cuando se comenta el enfoque seleccionado, se habla de enfoque principal o fundamental y no de enfoque único; también es común que se efectúen investigaciones interdisciplinarias que abordan un tema utilizando varios enfoques.

Una vez que se haya adentrado en el tema se estará en condiciones de precisar la idea de investigación. Es importante aclarar que la forma de adentrarse en el tema dependerá de si este es:

- Un tema ya investigado, estructurado y formalizado
- Un tema ya investigado, pero menos estructurado y formalizado
- Un tema poco investigado y poco estructurado
- Un tema no investigado

La idea debe cumplir con un requisito fundamental para ser llevada a una investigación: que sea del total y absoluto interés del investigador. Las ideas que no incitan e intrigan verdaderamente al investigador es difícil que se concreten. Una vez que la idea es concretada, el investigador está listo para plantear el tema o problema a investigar.

Planteamiento del problema

Conformada la idea de investigación, se considera que el investigador está en condiciones de plantear el problema de investigación, para lo que se deberá afinar y estructurar la idea con mayor formalidad.

Pasar de la idea al planteamiento del problema puede ser casi automático o puede ser que lleve un tiempo considerable, depende de qué tan familiarizado esté el investigador con el tema, la complejidad misma de la idea, la existencia de algunos estudios anteriores, etc. Se dice que un problema bien planteado está parcialmente resuelto; a mayor precisión en el planteamiento más posibilidades de obtener una solución satisfactoria.

Elementos del planteamiento del problema

1. Objetivos de la investigación

Toda investigación requiere que desde el inicio quede claramente especificado lo que se pretende alcanzar, lograr o demostrar, para lo cual se deben desarrollar un objetivo general y una serie de objetivos particulares. Cabe hacer notar que los particulares deben estar implícitos en el objetivo general y ser traducibles a procedimientos metodológicos.

2. Preguntas de investigación

Plantear el problema de investigación en forma de pregunta tiene la ventaja de presentarlo de manera directa, minimizando la distorsión. De preferencia las preguntas de investigación deben corresponderse unívocamente con los objetivos particulares.

3. Justificación de la investigación

Se debe explicar por qué es conveniente llevar a cabo la investigación y cuáles son los beneficios que se derivarán de ella. La justificación del proyecto es fundamental por lo que se recomienda construirla a partir de indicadores sobre los impactos de los resultados.

Objetivos de investigación

Lo primero que se debe establecer, a través de los objetivos, es qué se pretende obtener con la investigación. Hay investigaciones que buscan contribuir a resolver un problema en especial, por lo que se debe mencionar cuál es y de qué manera se piensa que el estudio ayudará a resolverlo. Otras investigaciones tienen como objetivo principal probar una teoría o aportar evidencias empíricas.

Los objetivos deben plantearse con la mayor claridad posible para evitar desviaciones en el proceso de investigación, sin perder de vista que deben ser susceptibles de lograrse (Rojas-Soriano, 1981). Los objetivos son las guías del estudio y estarán presentes durante todas las fases de su realización. Por tal motivo, se debe estar alerta para que al plantearlos exista congruencia entre ellos. Además, hay que tener presente su concepto; un objetivo es un enunciado en el que se especifica claramente lo que se pretende alcanzar, lograr o demostrar en la investigación. Siempre se inicia con un verbo, le sigue una acción y al final el sujeto o elemento del que se habla. En el presente modelo existen dos tipos de objetivos: el general y los específicos.

Objetivo general. Especifica claramente lo que se pretende alcanzar, lograr o demostrar de manera global y en una forma conceptual amplia.

Objetivos particulares. Especifican de manera más detallada lo que se pretende alcanzar, lograr o demostrar en la investigación, desglosando de manera operativa los aspectos que se pretenden alcanzar metodológicamente.

El conjunto de los objetivos específicos da cobertura al objetivo general, además de que los objetivos específicos son la guía real del diseño metodológico de la investigación. Se pueden traducir fácilmente en acciones que implican el uso de principios, procedimientos y técnicas.

Preguntas de investigación

Después de definir el objetivo general y los objetivos particulares de la investigación, es conveniente plantear a través de una o varias preguntas el problema que se estudiará. Plantearlo en forma de pregunta tiene la ventaja de presentarlo de manera directa, minimizando la distorsión (Christensen, 1980).

Pueden elaborarse preguntas generales, pero lo más recomendable es buscar que sean precisas. Deben tenerse en cuenta los límites de la investigación, tanto temporales como espaciales, y esbozar un perfil de las unidades de observación (personas, viviendas, escuelas, documentos, etc.). Este perfil resulta de gran utilidad para tener una idea más clara del tipo de investigación que se desarrollará. Como no siempre todos estos elementos pueden quedar incluidos en las preguntas de investigación, es conveniente acompañar las preguntas de una breve explicación del tiempo, lugar y unidades de estudio.

Justificación de la investigación

Un tercer elemento es justificar la investigación, ya que es necesario argumentar las razones o motivos por los que se realiza. Debe darse a conocer el motivo que justifique la realización de la misma. Se debe explicar por qué es conveniente llevar a cabo la investigación y cuáles son los beneficios que se derivarán de ella. Para determinar la utilidad se sugiere seguir los criterios que se mencionan a continuación, que, desde luego, son flexibles. Estos criterios fueron adaptados de Ackoff (1953) y Millar (1977). Entre mayor sea el número de criterios cubiertos se podrá decir que la investigación tiene bases más sólidas que la justifican.

Criterios:

1. *Conveniencia.* ¿Qué tan conveniente es la investigación? ¿Para qué sirve?

2. *Relevancia social.* ¿Cuál es su relevancia para la sociedad? ¿Quiénes se beneficiarán con los resultados de la investigación? ¿De qué modo? ¿Qué proyección social tiene?
3. *Implicaciones prácticas.* ¿Ayudará a resolver algún problema práctico? ¿Tiene implicaciones trascendentales para una amplia gama de problemas prácticos?
4. *Valor teórico.* ¿Se logrará llenar algún hueco de conocimientos? ¿Se podrán generalizar los resultados a principios más amplios? ¿La información que se obtenga puede servir para comentar, desarrollar o apoyar una teoría? ¿Se podrá conocer en mayor medida el comportamiento de una o diversas variables o la relación entre ellas? ¿Ofrece la posibilidad de una exploración fructífera de algún fenómeno? ¿Qué se espera saber, que no se conociera antes, con los resultados obtenidos? ¿Puede sugerir ideas, recomendaciones o hipótesis a futuros estudios?
5. *Utilidad metodológica.* ¿Puede ayudar a crear un nuevo instrumento para recolectar y/o analizar datos? ¿Ayuda a la definición de un concepto, variable o relación entre variables? ¿Sugiere cómo estudiar más adecuadamente una población?

Otro elemento importante y que no debe quedar fuera de la consideración del investigador al plantear una nueva investigación es la estimación de la viabilidad o factibilidad del estudio; para ello, se debe tener en cuenta la disponibilidad de recursos financieros, humanos y materiales que determinarán en última instancia los alcances de la investigación.

Por último, dentro del planteamiento del problema debemos estar siempre revisando, desde el punto de vista ético, las consecuencias que pueda tener la investigación, es decir, debemos preguntarnos: ¿hasta dónde podemos llegar con el estudio? y en algunos casos, como consecuencia de este análisis, puede llegar el investigador a decidir no desarrollar el estudio por considerar algún efecto perjudicial para otros

seres humanos. La decisión de hacer o no hacer la investigación por las consecuencias que pueda tener es una decisión personal de quien la concibe.

El marco conceptual

Después de que la idea se ha formalizado en un planteamiento concreto del problema a estudiar y de que se han planteado los objetivos de la investigación, el siguiente paso consiste en sustentar teóricamente el estudio, etapa conocida como elaboración del marco conceptual, que consiste en analizar y exponer las teorías ya existentes, los enfoques teóricos, investigaciones y antecedentes que en general se consideren válidos para el correcto encuadre de la investigación propuesta.

Entre otras, el marco conceptual cumple con seis funciones en una investigación (Hernández-Sampieri *et al.*, 1995):

1. Ayuda a prevenir errores que se han cometido en otros estudios.
2. Orienta sobre cómo debe llevarse a cabo el estudio. Al analizar los antecedentes se identifica con qué profundidad se ha tratado el tema, qué tipo de estudios se han desarrollado, qué orientación se les ha dado, con qué sujetos, cómo se han recolectado los datos, etcétera.
3. Amplía el horizonte de estudio y guía al investigador para que se centre en su problema evitando desviaciones del planteamiento original.
4. Conduce al establecimiento de hipótesis o afirmaciones que más tarde deberán someterse a prueba en la realidad.
5. Inspira nuevas líneas y áreas de investigación (Yurén-Camarena, 1980).
6. Provee de un marco de referencia para interpretar los resultados del estudio.

Etapas del marco conceptual

1. *Revisión de la literatura correspondiente.* Toda investigación debe estar sustentada en información contenida en libros, revistas, monografías, etc., que enfoquen el tema desde la perspectiva que se pretende seguir en la investigación.
2. *La adopción de una teoría o desarrollo de una perspectiva teórica.* Cuando existe una teoría capaz de describir, explicar y predecir el fenómeno de manera lógica y consistente y que reúne los demás criterios de evaluación de una teoría, la mejor estrategia para construir el marco teórico es tomar esa teoría como la estructura misma del marco teórico.

Revisión de la literatura. Según Hernández-Sampieri *et al.* (1995, p. 23), “la revisión de la literatura consiste en detectar, obtener y consultar la bibliografía y otros materiales que pueden ser útiles para los propósitos del estudio, así como en extraer y recopilar la información relevante y necesaria que atañe al problema de investigación (disponible en distintos tipos de documentos)”. Debemos tener en cuenta que en esta etapa hay que seleccionar lo más importante y reciente escrito en libros, artículos periodísticos, artículos de publicaciones especializadas, antologías, memorias, monografías, tesis, tesinas, documentos oficiales, reportes de asociaciones, información presentada en congresos, conferencias, seminarios, simposios, testimonios de expertos, películas, documentales, videoconferencias, videocintas, etc. Hoy en día una búsqueda en la internet es estrictamente necesaria en esta fase.

Una vez que se han localizado las fuentes de información, se procede a seleccionar aquellas que enfocan el tema desde la perspectiva de nuestra investigación o que contienen información o datos relevantes para el proyecto.

En el caso de los libros, para decidir si uno en particular es de utilidad, se recomienda revisar el índice y leer la introducción, lo cual da la pauta para evaluar su contenido. Con el objeto de seleccionar correctamente la información que servirá para elaborar el marco teórico es conveniente hacerse las siguientes preguntas: ¿Se relaciona la referencia

con mi problema de investigación? ¿Cómo se relaciona? ¿Qué aspecto trata? ¿Desde qué perspectiva aborda el tema: psicológica, antropológica, administrativa, contablemente, etc.? La respuesta a esta última pregunta se considera muy importante ya que del enfoque que se dé a la investigación dependen muchas de las acciones subsecuentes.

Una vez extraída la información de las referencias pertinentes, ya se está en posibilidad de elaborar el marco teórico, el cual se desarrolla integrando la información recopilada y siguiendo uno o varios criterios lógicos y adecuados al tema referido. A veces se ordena la información cronológicamente; en otras ocasiones, por subtemas o por teorías, etcétera.

Adopción de una teoría. Siguiendo a Kerlinger (1975, p. 9), “una teoría es un conjunto de constructos (conceptos), definiciones y proposiciones relacionadas entre sí, que presentan un punto de vista sistemático de fenómenos especificando relaciones entre variables, con el objeto de explicar y predecir los fenómenos”.

Una teoría tiene varias funciones. La más importante es explicar, establecer por qué, cómo y cuándo ocurre un fenómeno. También sirve para sistematizar o dar orden al conocimiento sobre un fenómeno o realidad. Y, finalmente, es utilizada para realizar predicciones, esto es, realizar inferencias de cómo se manifestará u ocurrirá un fenómeno dadas ciertas circunstancias.

Para considerar una teoría como la estructura misma del marco teórico de una investigación debe cumplir con los cinco criterios más comunes de sustentabilidad de una teoría (Hernández-Sampieri *et al.*, 1995).

1. *Capacidad de descripción, explicación y predicción.* Cuando se habla de descripción se refiere a definir el fenómeno, sus características y componentes; también se definen las condiciones en que se presenta así como las formas en que puede manifestarse. El término explicar tiene dos acepciones importantes: la primera se refiere a incrementar el entendimiento de las causas del fenómeno y la segunda, a la prueba empírica, es decir, a que ésta se encuentre apoyada por los resultados. La predicción consiste en el hecho de que si las proposiciones han demostrado que ocurren una y otra

- vez, tal y como lo explica la teoría, entonces es de esperarse que vuelvan a manifestarse del mismo modo.
2. *Consistencia lógica*. Todas las proposiciones que contiene una teoría deben estar interrelacionadas, no puede haber proposiciones aisladas.
 3. *Perspectiva*. Entre más general es una teoría, mayor cantidad de fenómenos puede explicar y de ello se deriva un mayor número de resultados.
 4. *Fructificación (heurística)*. Entre más conocimientos origina una teoría, mayor es su aportación y el avance científico que genera.
 5. *Parsimonia*. Entre más sencilla y simple es una teoría, sin caer en la superficialidad, más útil se considera (la parsimonia no está considerada como un requisito, sino más bien como una cualidad).

Cuando se encuentra una teoría que explica muy bien el problema de investigación, se debe tener cuidado de que ésta no sea una réplica de lo ya investigado. Si fuera el caso, se debe dar un nuevo enfoque al estudio: a partir de lo que ya está comprobado, plantear otras interrogantes de investigación y/o aplicarla en otro contexto, por ejemplo, una investigación desarrollada en España y que se desea poner a prueba en México o una teoría que ha sido probada sólo con estudiantes del área de humanidades y que se pone a prueba ahora con estudiantes del área económico-administrativa.

Existen casos en que hay más de una teoría que se aplica al problema de investigación; aquí se debe revisar si dichas teorías son excluyentes una de la otra en las proposiciones centrales (o más importantes) y elegir una sola para no caer en contradicciones; pero si únicamente difieren en aspectos secundarios, entonces se seleccionan las partes de cada teoría que sean de interés y se acoplan entre sí.

Estilos para citar

Hay varias convenciones aceptadas para hacer citas. En la redacción del protocolo se han adoptado las siguientes, todas en modalidad autor-año:

Cita contextual. Se utiliza cuando se describe una idea que se debe a uno o varios autores, pero con una redacción propia. Aquí se enlista el o los autores entre paréntesis. Ejemplo:

El estudio de la relación entre el medio ambiente y las personas que lo habitan tiene una larga historia, pero la identificación de genotipos surge a principios del siglo xx, con los trabajos de Kantor y Weldon (Chávez-Morado *et al.*, 1993).

Cita textual implícita. Se utiliza para reconocer explícitamente una idea que se ha incrustado en una redacción propia, se cita entrecomillada. Ejemplo:

No podemos dejar de considerar lo mencionado por Atzumi (1975), quien además de llamar la atención sobre la importancia de la suposición de normalidad, concluye que la prueba tiene una baja robustez.

Cita textual explícita. Se utiliza para reconocer explícitamente una redacción que no es propia. Ejemplo:

En este sentido Wittrock (1986, p.119) menciona que “la gente aprende no sólo por asociar sus acciones con sus consecuencias o por el reforzamiento de su práctica, sino también observando a otros, imitándolos, generando imágenes, planes y analogías, escuchando a un maestro y leyendo, incluso fuera de la práctica, recuperando o retroalimentándose de otros”.

Para citar una página en la internet, la dirección hace las veces del autor. Ejemplo:

La Universidad Veracruzana es una institución pública que se plantea como reto construir un paradigma universitario alternativo (<http://www.uv.mx>, 2003).

Comentarios adicionales

En esta unidad se habla del papel de la investigación en los programas educativos y de los elementos que integran un protocolo de investigación de acuerdo con el presente modelo. Se plantea la idea inicial como el primer paso para la elaboración del protocolo y se comenta el papel de la creatividad, sus etapas, fuentes y formas de concreción de una idea de investigación.

- Planteamiento del problema
 - Elementos del planteamiento del problema
 - Objetivos de investigación
 - Preguntas de investigación
 - Justificación de la investigación
- El marco conceptual
 - Etapas del marco conceptual
 - Revisión de la literatura
 - Adopción de una teoría
- Estilos para citar
- Comentarios adicionales

En esta unidad se proporciona la información y los lineamientos para desarrollar los dos primeros elementos que integran un protocolo de investigación, denominados introducción y objetivos.

Se sabe que para iniciar una investigación es necesario partir de una idea, la cual es la base para plantear un problema. Esto a su vez permite elaborar una justificación que presenta las razones y los motivos que explican la importancia de la investigación.

También se describe la manera de integrar los contenidos teóricos que sustentan el marco conceptual, adecuadamente referidos a las citas bibliográficas y siguiendo los lineamientos para citar referencias documentales.

Los objetivos de investigación, tanto el general como los específicos, deben estar en concordancia con las preguntas a la vez que con la justificación.

Una vez desarrollados estos dos primeros pasos en la elaboración del protocolo de investigación se está preparado para continuar con los aspectos relacionados con la metodología estadística.

3. LA METODOLOGÍA ESTADÍSTICA EN EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

Introducción

La estadística comprende tres aspectos básicos en el desarrollo de una investigación:

1. El diseño adecuado para la obtención de datos.
2. El análisis de éstos.
3. La interpretación y representación de los resultados en forma apropiada.

El diseño es la guía que conduce todo el proceso. Desempeña el mismo papel que el itinerario en un viaje pues es lo que lleva al estudiante de un punto inicial u origen al sitio final o resultados. Conduce a la formulación de la metodología que se utilizará para obtener los datos de acuerdo con las necesidades de información. Entre los criterios que se emplean para formular la metodología de trabajo está el de que las notas se colecten de la manera más rápida, económica y sencilla.

El análisis de los datos procede a partir de una serie de métodos y procedimientos para explotar las referencias de manera tal que sea posible extraer de ellas la información relevante que resuelva las preguntas que dieron origen al estudio o investigación.

Finalmente, en la interpretación y representación de los resultados, una serie de principios y procedimientos de la estadística proporcionan

los lineamientos generales para elaborar los formatos de presentación y graficación, además de proporcionar los elementos para construir los juicios de valor a partir de los resultados de los análisis estadísticos.

Usos potenciales de la metodología estadística

La estadística es ampliamente aceptada como una metodología fundamental para la investigación y los estudios técnicos en disciplinas como la biología, la ingeniería, las ciencias administrativas y todas aquellas áreas donde los métodos cuantitativos han adquirido gran popularidad. También goza de gran reconocimiento en las ciencias sociales, en la antropología, en la lingüística y en las ciencias políticas, aun cuando en esta última los procesos de cuantificación son menos comprendidos y utilizados.

En las empresas u organizaciones, la estadística juega un papel fundamental, ya que se constituye en una herramienta eficaz pues sus principios apoyan el diseño de mejores sistemas de información, organización y sistematización de datos, que pueden ser aprovechados en la toma de decisiones y, en general, para disponer de manera eficiente, rápida y económica de toda la información puntual para desarrollar los objetivos de la organización o empresa. El incremento de la productividad y de la calidad está asociado íntimamente con el uso eficiente de los métodos estadísticos.

Por tal motivo, la estadística se enseña como una herramienta sustancial para administradores, técnicos y científicos; sin embargo, al impartirse siguiendo el enfoque tradicional descontextualizado de la problemática real, su utilidad no logra ser apreciada. Con frecuencia, en los cursos tradicionales, se hace énfasis en aspectos que poco o nada ayudan al aprecio o valoración de la estadística para la solución de problemas. Los conceptos clave de la estadística son pocos y muy sencillos de presentar y entender en el contexto de los problemas auténticos. Esto se podría hacer de manera sencilla si en un curso se incluyeran abundantes ilustraciones y se resolvieran ejercicios verídicos. Así, entonces, es necesario que en el material de estudio se desarrollen múltiples ejemplos ilustrativos que motiven la asociación de ideas y conocimientos de diversas áreas de aplicación. En lo que sigue de este

capítulo ampliaremos las principales ideas y conceptos claves para una mayor y mejor comprensión de la metodología estadística.

Colectivos, descripciones e inferencias

La estadística toma como su materia prima de trabajo un conjunto de objetos, individuos o entidades. El colectivo está formado por un grupo de elementos o unidades de estudio. Todas las unidades o elementos poseen características particulares, de tal manera que dos o más elementos comparten características comunes y difieren en otras. Así, aunque los elementos de un colectivo difieren entre sí en múltiples características, sus propiedades comunes los hacen susceptibles de ser estudiados por los métodos estadísticos. Por ejemplo, un colectivo formado por personas indica que todos son diferentes en carácter, color de la piel, color de los ojos, etc., pero en un momento dado todos pueden compartir la misma preferencia por un partido político.

Obviamente, con independencia de las diferencias que tienen entre sí, constituyen un conjunto homogéneo para los propósitos específicos de un estudio de preferencias electorales. Así, entonces, la primera fase en un estudio estadístico es definir las unidades de estudio. Es por lo tanto recomendable, al inicio de cualquier investigación, definir cuál es la unidad y cuál es el colectivo.

Los colectivos pueden ser muy simples, como un grupo de plantas, tiendas, personas, o pueden ser muy abstractos, como un área específica o como una entidad observada en diferentes tiempos fijos (cada mes, cada año, etc.), o ser de estructura muy compleja combinando el tiempo y el espacio.

Hay tres tipos de estudios estadísticos: observacionales, experimentales y de muestreo. En los primeros, las unidades de estudio están dadas en la investigación, de tal forma que el investigador sólo las observa en las características de interés. En los estudios experimentales, el investigador agrupa las unidades de estudio mediante un mecanismo aleatorio y asigna un tratamiento para cada grupo. En los estudios de muestreo, las unidades de estudio son una muestra

(aleatoria o no aleatoria) de un colectivo mayor llamado población de muestreo. Adelante abundamos sobre este tema de la tipología de los estudios estadísticos.

La materia prima para el uso de las técnicas estadísticas son los datos resultado de la medición de una serie de características que se denominan variables de estudio. Por tal motivo, es posible afirmar que los datos son la descripción numérica de todos y cada uno de los elementos del colectivo en estudio. Usualmente, la dimensión de la caracterización numérica es múltiple, es decir, el número de características que se miden en cada unidad de estudio es de dos o más. Así, se afirma que los problemas reales son casi siempre multivariados o multidimensionales.

Objetivos de las técnicas estadísticas de análisis de datos

Las técnicas estadísticas de análisis de datos persiguen, en general, el objetivo básico de caracterizar dos aspectos del colectivo: el patrón y la dispersión, siempre en términos de las características que se miden en las unidades o elementos del colectivo. Identificar el patrón en sí es como construir el individuo típico del colectivo; y evaluar la dispersión es determinar el grado de variación que hay en torno al patrón. De este objetivo general se pueden derivar algunos otros objetivos particulares, como identificar uno o varios individuos siempre que éstos sean atípicos al colectivo, obtener agrupaciones en el colectivo o representar el colectivo en una dimensión en la que se pueda interpretar más fácilmente su comportamiento en términos del patrón y la dispersión.

A este respecto no se debe perder de vista que la estadística es una disciplina que permite construir juicios sobre colectivos que son caracterizados a partir de sus propiedades numéricas. En este sentido, el juicio es válido para el colectivo, pero no para un individuo en particular. Así, cuando hablamos de los mexicanos “pensando en un mexicano típico” no estamos hablando de Juan Pérez en específico.

Al referirnos a un juicio estadístico sobre un colectivo estamos hablando de un “individuo típico”, que no necesariamente es el más frecuente. Este “individuo típico” puede incluso no existir en el colectivo

como un individuo real, pero es un “concepto resumen” del colectivo. Si no podemos identificar claramente el “individuo típico” es porque hay “varios típicos” (varios patrones) o porque la dispersión es muy grande.

La mayoría de las personas piensa que el promedio es un buen representante de un conjunto de datos y esto puede ser falso en algunas situaciones, es decir, el patrón de comportamiento en cuanto al valor de los datos puede no ser captado por el promedio aritmético, en cuyo caso la solución estadística nos remite a conceptos como la mediana o la moda.

A manera de ilustración considérese el caso de un estudio sobre la diversidad vegetal en un área de selva. Para tal efecto se define un área mínima de 10 x 10 metros, la cual es considerada como la unidad de estudio. En esta área se miden las variables. El colectivo de estudio es una muestra de 20 áreas de 10 x 10, seleccionadas aleatoriamente de toda el área de estudio cuadrículada en unidades de 10 x 10.

Otro de los objetivos de la estadística es el de generalizar los resultados del patrón y la dispersión en el colectivo de estudio a un colectivo más general que se llama población objetivo o de referencia. Por ejemplo, para realizar el estudio señalado anteriormente es más económico, rápido y operativo trabajar con una muestra de áreas de 10 x 10. ¿Hasta dónde es posible generalizar las conclusiones obtenidas con los datos de este estudio? Es claro que el grupo de áreas con el que se trabajó es un fragmento de una población mayor, que está compuesta por todas las posibles áreas de la región estudiada, las cuales comparten una serie de características vitales para el estudio, como son contemporaneidad, clima, etc. Para hacer las inferencias o generalizaciones se necesita precisar con claridad la población objetivo o de referencia a fin de no extrapolar las conclusiones más allá de la validez del estudio y, desde luego, para que las inferencias sean válidas es necesario tener una muestra representativa, es decir, que presente las características de la población y que sea adecuada al tamaño de la población.

El muestreo en los estudios estadísticos

En muchos estudios es recomendable utilizar el muestreo. Para hacer esto primero se identifica y delimita la población objetivo y des-

pués se construye un procedimiento para seleccionar o confeccionar una muestra representativa. Por ejemplo, si queremos hablar a detalle sobre las áreas del gran territorio bajo estudio, el primer aspecto a determinar es cuántas son, cuáles son y dónde están. Si esto está claro entonces se podría idear fácilmente un procedimiento para seleccionar algunas de las áreas representativas. Se podría comenzar construyendo un mapa cuadrulado y un listado que proporcionaría elementos suficientes para diseñar una muestra con cierto grado de representatividad y validez para hacer inferencias sobre la población objetivo o de referencia, que en este caso es obvio que está en el mapa. A este tipo de población de referencia se le llama finita. Cuando es así, se dice que el estudio es de naturaleza enumerativa. En general, para los casos de estudios enumerativos interesa determinar estimaciones de totales, proporciones, promedios, etc. La mayoría de las veces, en contraposición, el estudio más bien se orienta por el interés en analizar una relación causa-efecto. Por ejemplo, para el estudio de las áreas podríamos estar interesados en la relación que existe entre la diversidad y las características fisicoquímicas del suelo o bien evaluar los factores de microclima que determinan el nivel de diversidad. En este caso deberemos construir cuidadosamente la muestra que garantice tener un número suficiente de áreas para hacer la inferencia sobre la relación causa-efecto. A este tipo de inferencia se le denomina analítica.

Los estudios pueden ser unigrupo o comparativos, a su vez transversales o longitudinales, es decir, estudios de un tiempo fijo o estudios que impliquen el seguimiento de las unidades a través del tiempo. En el caso de los estudios transversales comparativos, usualmente interesa ver si la tendencia del patrón se mantiene cuando se cambian algunas condiciones. Por ejemplo, en el caso de las áreas el interés podría centrarse en ver si el patrón de diversidad se sostiene cuando se hacen agrupaciones con criterios climáticos o con algún otro como el tamaño de las especies mayores.

Los estudios longitudinales pueden ser retrospectivos o prospectivos. En el primer caso se observa la unidad en el tiempo hacia atrás; en el segundo, hacia adelante. Por ejemplo, en el caso de las áreas el interés está en la historia de la diversidad en los últimos doce meses. Los

estudios prospectivos son más comunes en investigaciones ecológicas ya que es muy difícil contar con información histórica, que está usualmente disponible en los estudios clínicos o económicos.

Estudios estadísticos según el objetivo

Los estudios estadísticos pueden ser también exploratorios, confirmatorios o de seguimiento. En los exploratorios se tiene poco conocimiento del colectivo y el interés central es caracterizarlo, describirlo o conocerlo en una primera aproximación. Este conocimiento nos permitirá tomar decisiones idóneas e implementar mejores acciones que impliquen intervención en el colectivo. Si ya se tiene una idea del colectivo pero se desea confirmar una hipótesis o relación causal, entonces el estudio es confirmatorio. Los estudios de seguimiento se hacen usualmente después de una intervención para medir el impacto, describir los cambios, etcétera.

Como ya se mencionó, hay tres tipos de estudios estadísticos: experimentales, observacionales y de muestreo. En todos los casos se realiza la fase del diseño que consiste en la planeación de las actividades hasta que se han colectado los datos. En los estudios experimentales el investigador cuenta con unidades de estudio a las que asigna un conjunto de tratamientos (estímulos) y observa una serie de variables respuesta. En el caso de los estudios de muestreo el investigador selecciona de una población mayor las unidades a estudiar y les observa tanto las variables explicatorias como las de respuesta. Un estudio experimental se puede combinar con un muestreo, por ejemplo en un estudio sobre ecología en cultivos de caña de azúcar. Aquí se puede considerar un experimento de fertilización sobre grandes áreas donde se prueban cuatro diferentes fórmulas de fertilización. Sin embargo, al no poder evaluar las variables respuesta sobre las grandes extensiones, entonces se hace un muestreo por áreas como el que se ha especificado para el ejemplo de la diversidad vegetal presentado antes. Por otro lado, los estudios observacionales son aquellos en los que las unidades ya están dadas (no hay muestreo) y se observan las características de interés. Son ejemplos típicos en los que se usan expedientes, información periodística, estu-

dios con voluntarios, etc. Las mayores aplicaciones de este tipo se dan en epidemiología, economía, administración y negocios.

Muchos aspectos definitorios –de cuántos, cuáles y cómo determinar los elementos del colectivo bajo estudio– se encuentran en los propósitos del estudio, en el tipo de inferencia que interesa y en el nivel de generalización que se desea hacer de los resultados. Aquí también se debe especificar el tipo de estudio que se desea realizar.

Recomendaciones para el diseño estadístico

A manera de síntesis, las principales recomendaciones respecto a la aplicación del diseño estadístico de un estudio o investigación son:

1. Comprender el problema que se tiene ante sí. En caso de que no esté suficientemente claro, la estadística no podrá aplicarse de manera adecuada y si se le usa será de poca utilidad.
2. Definir con precisión cuáles son sus unidades de estudio y cuáles son las variables de interés fundamental. Por lo general, esto debe resultar sencillo. Si se presentan dificultades tal vez no se ha entendido del todo bien el problema.
3. Pensar en los resultados que se obtendrán al hacer el estudio que se está tratando de diseñar y tratar de explicar los resultados; esto llevará a identificar claramente factores o variables a considerar. Se deben incluir en la lista sólo aquellos factores de los que se espere influencia con alguna explicación lógica en el contexto del problema.
4. Definir con precisión si el estudio implica inferencia descriptiva o analítica o si es longitudinal o transversal. Definir si se usará muestreo y si es así qué características o variables se requieren para definir la representatividad y el tamaño de la muestra.
5. Puede ser que ya se tengan los casos a estudiar. En tal situación, se deberá preguntar hasta dónde es posible generalizar los resultados.

En diversas áreas del conocimiento en las que se utiliza la metodología estadística se reconoce la importancia de sus principios en la fase de

la conceptualización del proyecto de investigación. Esta es la primera fase del diseño de la investigación y requiere, como se ha visto en este apartado, de una lista clara de conceptos estadísticos. La fase de diseño se complementa con la planeación del proceso de medición, que implica decidir qué medir y cómo medirlo. Esto se trata en el siguiente apartado.

Medición: obtención de datos

Una vez que se ha determinado el colectivo bajo estudio, es decir, cuáles unidades son las que se van a estudiar en concreto, se debe determinar qué característica o variables son de interés y cómo se va a medir cada unidad. A esto se le llama medición. Medir se entiende en este contexto de una manera muy general. Por ejemplo, de una planta se pueden medir varias cosas: el número de ramas principales, el tipo de hojas, su floración; y respecto a sus hojas se puede medir el número de ellas, la concentración de alguna sustancia, etc. Algunos de estos aspectos se pueden determinar fácilmente y traducir a una escala numérica ya conocida. Para el caso del número de ramas y el número de hojas, es claro que hay que determinar un criterio de conteo y ya. Sin embargo, para otras características como concentración de alguna sustancia es necesario recurrir, muy probablemente, a un procedimiento de laboratorio. Pero incluso en tal caso, al final se tendrá un número que tiene un significado concreto. En estadística, de manera muy genérica, al concepto que se mide se le llama variable, a la forma de operacionalizarlo se le llama indicador y al resultado de la medición para una unidad particular de estudio se le designa como dato.

Escalas de medición

Para medir se utiliza una escala que puede ser de naturaleza cualitativa o cuantitativa. Por ejemplo, en el número de ramas y de hojas es obvio que la escala es cuantitativa. Por otro lado, tener o no cierto tipo de floración produce una medición en la cual los valores podrían ser

“no tiene” y “sí tiene”. Estas categorías en sí no son numéricas pero es posible traducirlas a códigos numéricos, por ejemplo: 1 y 2 o 0 y 1. Estos números no tienen significado cuantitativo, sirven exclusivamente para identificar, son como nóminas. Por tal motivo, a escalas como estas se les llama nominales. En los datos que se generan con ellas únicamente se puede contar cuántos individuos hay en cada categoría y hacer representaciones comparando las frecuencias relativas o absolutas de las categorías. Representaciones como las tablas de frecuencias o los gráficos de barras y pasteles son los adecuados para estos datos. Hay otra escala cualitativa pero que tiene un elemento adicional de importancia en muchas investigaciones: el orden. Datos que se generan con características como la opinión respecto a algún asunto se pueden registrar en una escala ordinal. Para este caso, se podrían definir las categorías como “favorable”, “neutra” y “desfavorable”, y podrían codificarse con números como 1, 2 y 3. Es claro que aquí en los números 1 y 2 hay un significado de orden, pero no se sabe qué tanto menos es “neutra” que “favorable”.

Las escalas de medición que usualmente se utilizan son cuatro: la nominal, la ordinal, la de intervalo y la de razón. Las dos primeras sirven para registrar datos cuantitativos; la de intervalo tiene una característica importante: el cero no significa ausencia de la característica de interés sino más bien es un valor que tiene un significado específico (la escala de grados Fahrenheit es un ejemplo de este tipo); la última escala es la de razón y en ella la ausencia de la característica de interés se registra con el cero; aquí tienen sentido las proporciones o razones. Con esta escala se registran variables como longitudes, cantidades, pesos, volúmenes, etcétera.

Tipos de variables y datos

Por otro lado, las características o conceptos que se miden en las unidades de estudio se denominan variables y se clasifican, por su naturaleza, en continuas y discretas. Las discretas son aquellas en las que las categorías que puede tomar la variable son un número finito. Las continuas son variables cuya medición, en principio, puede resultar

cualquier valor en un continuo. En el proceso de medición todas las variables son discretas debido a la precisión de los instrumentos que restringe siempre el conjunto de valores posibles a un conjunto finito; también pueden encontrarse variables que combinan las características de las continuas y de las discretas; son llamadas variables mixtas. Aunque son raras, también es posible encontrarlas.

Usualmente, los datos se seleccionan a partir de motivaciones específicas y es posible establecer una serie de preguntas que permiten clasificar las variables como independientes o explicativas y como respuesta. Esto proporciona los elementos para especificar con precisión los objetivos del análisis estadístico, sobre todo cuando se establece como objetivo el estudio de una relación causa-efecto. Por ejemplo, si se está interesado en ver si la diversidad está asociada a las características del suelo, las variables explicativas serían las características del suelo y las variables respuesta la frecuencia de aparición de especies.

El producto de la medición son los datos, los cuales se organizan en una matriz o tabla de doble entrada en la que los individuos o unidades de estudio son los renglones y las mediciones en las diferentes variables son las columnas, algunas de ellas sirven para definir la estructura del colectivo. Esta es, junto con las preguntas de investigación, la materia prima del análisis estadístico.

La matriz de datos se constituye con frecuencia en un reto para la creatividad del analista. Al analizar esta matriz hay que tener siempre en mente las preguntas que originaron el estudio, el objetivo preciso y las ideas clave de la estadística. Con los medios modernos de la computación, hacer un análisis estadístico requiere del diseño de estrategias muy precisas. En la siguiente sección se presentan algunas ideas generales al respecto.

Análisis estadístico

Como ya se dijo, el análisis estadístico es el proceso que se le aplica a la matriz de datos con el propósito de obtener respuestas a las preguntas de investigación. El análisis tiene varias fases: la primera es de natura-

leza descriptiva y exploratoria; esto implica la aplicación de una serie de procedimientos de conteo y la obtención de tablas de frecuencias y porcentajes para tener la primera información sobre los patrones y la variabilidad. Al análisis que se realiza de cada columna de la tabla de datos se le llama análisis marginal y es el que nos da la base para las primeras conclusiones sobre el estudio. Le sigue una serie de estudios que se denominan análisis bivariados o cruzados, que implican la selección de una serie de preguntas de interés que posibilitan identificar las variables a cruzar. La elaboración de conteos cruzados y la construcción de tablas de resumen permiten tener un soporte informativo para contestar las preguntas de investigación que se refieren a asociaciones entre variables o relaciones causa-efecto. Cuando hay una cantidad grande de variables explicativas y de variables causales, se requiere de esfuerzos técnicos especiales para el tratamiento de estos datos y se dice entonces que se deben usar técnicas multivariadas.

Para hacer un análisis estadístico hay que entender con claridad la estructura de la matriz de datos y los datos mismos. Se deben llevar a cabo primero exhaustivos análisis marginales e ir construyendo poco a poco juicios sobre el colectivo. En este sentido, el análisis estadístico de los datos es un proceso iterativo que se puede realizar frente a la computadora.

Estrategias para el análisis de los datos

En la actualidad, no sería posible pensar en un análisis estadístico sin el apoyo de uno o varios paquetes computacionales estadísticos idóneos; por tal motivo, cuando se va a abordar el proceso de análisis de los datos es necesario diseñar una estrategia general entendida como una serie de pasos, los cuales, en ocasiones, se deben repetir varias veces con datos que varían gradualmente hasta completar una serie de resultados necesarios para decidir sobre la ejecución de análisis sucesivos.

El diseño de una estrategia es imprescindible en los casos en que se requiere ajustar un modelo estadístico, ya que aquí la postulación del modelo debe ser seguida de un exhaustivo análisis exploratorio y

descriptivo de los datos. En esta fase preliminar se revisa la viabilidad del modelo y lo razonable de los supuestos con el apoyo de gráficas y procedimientos descriptivos. Una vez postulado un modelo idóneo, entonces se continúa con una serie de pasos que tienen que ver con el ajuste y la evaluación de la bondad de éste. En tal serie se realizan procesos de estimación y prueba de hipótesis, los cuales deben estar validados y bien sustentados. Cuando se ha logrado ajustar el modelo, se realiza el diagnóstico y evaluación de sensibilidad, lo que implica el análisis de residuos que se hace tanto de manera gráfica como a partir de pruebas formales. Problemas detectados en el análisis de residuos pueden llevar al replanteamiento del modelo y a repetir los pasos anteriores al diagnóstico. Una vez diagnosticado el modelo viene la fase de interpretación y uso, la cual requiere nuevamente de los conocimientos teóricos del problema.

Hay varias técnicas multivariadas que se denominan exploratorias porque no se requiere suponer un modelo estadístico para su instrumentación. En sí, son técnicas numéricas como lo sería cualquier proceso de obtención de estadísticos descriptivos, pero aquí la complejidad de cálculos requeridos las hace no básicas. Aun cuando estas técnicas son consideradas exploratorias, requieren de análisis previos por su naturaleza multivariada y porque muchas veces son las que se aplican en la fase final de los análisis estadísticos. Así, técnicas como correlación canónica, componentes principales, análisis de agrupación (*cluster analysis*) y análisis de correspondencia son procedimientos que antes de su aplicación requieren de abundantes análisis exploratorios univariados y bivariados.

Por otro lado, la regresión multivariada, el análisis de varianza multivariado y el análisis discriminante son procedimientos que demandan de un modelo estadístico.

Muchos de los análisis sólo requieren de los conocimientos básicos de la estadística, pero hay algunos otros más elaborados que reclaman el concurso de un estadístico con una calificación en el uso de técnicas avanzadas, como es el caso de la modelación estadística a través de modelos especiales. En tales casos se debe recurrir a consulta de manera oportuna.

Reglas para analizar datos

Chatfield (1995) plantea una serie de reglas para analizar datos en el contexto de un estudio o investigación. A continuación se presentan las llamadas seis reglas básicas.

1. Analizar los datos cuando se tenga un entendimiento claro de qué es lo que se está midiendo y por qué, tratando además de encontrar si existe información anterior o primaria acerca de los posibles efectos que pueda introducir cada variable en el comportamiento general del problema o fenómeno. En este orden de ideas, el estadístico deberá hacer muchas preguntas con la finalidad de clarificar los objetivos del estudio o análisis del problema, conocer el significado de cada variable y las unidades en que se está midiendo y conocer el significado de los símbolos especiales que se estén utilizando (si los hay) y si existen experiencias similares que aporten información complementaria sobre el problema o fenómeno en cuestión que apoye los análisis.
2. Una vez realizado lo anterior, es necesario explicar cómo fueron recolectados los datos. Se considera importante destacar la necesidad de conocer si hubo un proceso de aleatorización apropiado que garantice la confiabilidad de las mediciones. Si los datos provienen de un proceso no aleatorizado propiamente es posible que sólo sea justificado realizar un análisis descriptivo simple.
3. Especificar cuál es la estructura de los datos. En este caso es importante contestar las siguientes preguntas: ¿Son suficientes las observaciones para explicar el problema o fenómeno? ¿Son muchas o pocas las variables explicativas? También es necesario distinguir los diferentes tipos de variables que se van a estudiar, definiendo si son demográficas, controlables o variables de respuesta, etc., además de hacer una clasificación de ellas por tipo de medida o escala que se utilice: continuas o discretas, cualitativas o binarias. Todo ello porque los análisis resultantes dependen críticamente de la estructura que guarden los datos.

4. Después, los datos deben ser examinados de forma exploratoria antes de intentar un análisis más sofisticado. Para llevar a efecto este análisis es necesario el cálculo de estadísticas básicas y ajustar gráficas de funciones a los datos en cualquier forma que parezca apropiada, haciendo esto para cada variable por separado y en algunos casos por pares de ellas. Se recomienda el uso de histogramas, diagramas de cajas y líneas, así como diagramas de dispersión, de tallos y hojas, para ilustrar los tipos de distribución que puedan suponerse para los datos, así como también para tratar de observar los efectos de los valores faltantes o valores extremos y que puedan o no afectar los posibles análisis.
5. Utilizar el sentido común todo el tiempo.
6. Reportar los resultados de forma clara y explicativa por sí mismos.

Se puede decir que el análisis de datos es una actividad que está directamente vinculada con lo realizado en la fase del diseño del estudio o investigación. En el caso en el que el investigador maneje la metodología estadística de manera integral será posible planear antes de la obtención de datos una estrategia general de análisis. Por desgracia, en la mayoría de los casos, el análisis estadístico se diseña una vez que los datos se han obtenido, lo cual muchas veces demerita la calidad de la investigación en general.

Elaboración de un reporte

El trabajo estadístico termina con la elaboración de un reporte o informe en el cual se debe presentar la descripción del problema, la metodología de obtención y análisis de datos, así como los resultados y las conclusiones. La tarea de diseñar y elaborar un reporte requiere una clara comprensión tanto del problema como del proceso que se siguió para su solución.

En este sentido, el manejo de los conceptos clave de la estadística es fundamental, sobre todo en lo que se refiere a la descripción de la metodología de obtención y análisis de datos, así como en la presen-

tación y discusión de los resultados. El análisis de los resultados, una vez realizado, debe ser plenamente justificado y los resultados deben presentarse de manera apropiada. Por lo general se recomienda diseñar y elaborar sólo unos cuantos cuadros, tablas y gráficos. No hace falta presentar todo lo que se hizo, sino sólo seleccionar lo más relevante, lo relacionado de manera directa con las preguntas que dieron origen a la investigación o estudio. Por otro lado, la discusión de los resultados debe incluir los aspectos estadísticos pero también aspectos del marco de referencia del problema. Debe tratar de darse una explicación de los resultados y no sólo hacer una recapitulación de los mismos.

Para escribir reportes de análisis estadísticos no hay en la literatura más que recomendaciones generales, aunque recientemente se está abordando ya con mayor profundidad el tema (Spurrier, 2002). En este sentido, una práctica consciente propiciará, sin duda, la adquisición de las habilidades que se requieren para hacerlo de manera adecuada.

Con seguridad, es posible decir que una investigación o estudio no se ha terminado hasta que se publica y difunde. El reporte de la investigación es la prueba de fuego para el investigador, ya que es allí donde concurren muchos de los problemas propiciados por la mala conducción de algunos pasos en el desarrollo de la investigación. La apropiada organización y correcta administración de los pasos y fases producirá materiales fundamentales para elaborar un reporte satisfactorio; sin embargo, también se requiere un esfuerzo de síntesis y un manejo de la comunicación escrita en el estilo técnico. La síntesis de los resultados y un hábil esfuerzo de diseño, revisión repetida y un justo manejo del estilo, producen, en general, reportes favorables.

Con un adecuado reporte de investigación es inmediata y relativamente sencilla la preparación de una ponencia para un foro o congreso. También es inmediata la construcción de un artículo científico.

Muchas de las formas específicas de reportes y escritos científicos están determinadas por convenciones aceptadas, que son diferentes según el área de conocimiento y hasta la disciplina; por tal motivo es difícil tratar los puntos involucrados de manera muy particular. El investigador debe estudiar a fondo y en su contexto disciplinario estos temas.

Comentarios adicionales

En la actualidad, con la disponibilidad de las facilidades computacionales, la aplicación de la metodología estadística requiere una compenetración con los principios fundamentales de esta disciplina más que con los aspectos operativos de las técnicas, ya que rara vez un investigador debe hacer cálculos; por todo esto, el énfasis debe ser puesto en el cuándo usar una técnica o procedimiento, qué condiciones debe cumplir el problema bajo estudio para que la aplicación de la técnica sea adecuada y, sobre todo, cómo interpretar los resultados que se obtienen. Un aspecto adicional que debe ser garantizado es la instrumentación de la técnica a partir de un paquete estadístico.

Como observación final, se debe decir que la metodología estadística se adapta al proceso de diseño y realización de la investigación, por lo que su particularidad en términos de qué y cómo, en mucho está definida por el problema objeto de estudio.

El proceso general de la aplicación de la metodología estadística requiere necesariamente de un nivel de compenetración en el problema en cuestión, además de la comprensión cabal de los conceptos clave de la estadística. El dominio de los conceptos clave de la metodología estadística por parte del investigador es fundamental, ya que esto permitirá una correcta comunicación con la consiguiente rápida comprensión del problema y diseño de la estrategia para resolverlo. Es decir, para el investigador es fundamental una buena cultura estadística independientemente de que muchas veces necesite recurrir a un asesor. Más aún, una sólida cultura estadística le permitirá recurrir al estadístico de manera oportuna.

4. EL DISEÑO DE ESTUDIOS DE MUESTREO

Marco conceptual básico

En cualquier estudio estadístico resulta muy importante definir la población objetivo, que siempre existe y es a la que se refieren las conclusiones del estudio. También se le llama población de referencia.

La población de muestreo sólo existe en los llamados estudios de muestreo y es la población de la que se obtiene la muestra. El marco de muestreo es un elemento que se requiere para realizar las selecciones probabilísticas; se trata de un listado de los elementos que conforman la población de muestreo.

La muestra constituye un conjunto de unidades de estudio seleccionadas de la población de muestreo mediante una técnica manejada por el investigador. Este procedimiento puede ser probabilístico o no probabilístico.

En general, se debe recordar que el proceso de inferencia o inducción sigue una serie de pasos invariables. En un estudio estadístico hay una población objetivo; sin embargo, puede suceder que no se cuente con una población de muestreo, como sucede en los estudios experimentales y observacionales.

En el caso de los estudios de muestreo, de la población seleccionada se saca la muestra, que es el conjunto de individuos o unidades de estudio a las que se aplican los procesos de medición, de los que se obtienen los datos que posteriormente permiten hacer los análisis y, a partir de los resultados, construir los juicios, que son las conclusiones del estudio.

Tipos de estudio de muestreo

Es fundamental la distinción de los tipos de estudio de muestreo que hay porque ellos van a definir críticamente las características del diseño; por ejemplo, si se está hablando de un sondeo, lo que se pretende es hacer una exploración de la población objetivo respecto de ciertas variables; con frecuencia se refieren a aspectos de opinión relacionados con el impacto que tiene la publicidad. También se utilizan los sondeos en los estudios de mercado para hacer segmentaciones.

En los sondeos, la población de referencia es amplia y difícil de delimitar. Una población de muestreo para estos casos es difícil de determinar y también muy costoso obtener el marco de muestreo, con lo que se dificulta la utilización de los esquemas probabilísticos, pero dado que el objetivo es exploratorio o descriptivo, lo que se hace es referir a esquemas metodológicos sencillos y económicos. En los sondeos, la muestra se obtiene a través de métodos que no requieren el marco de muestreo.

Algunos ejemplos típicos de sondeo son:

- Estudios de opinión política o preferencia electoral
- Estudios de impacto de publicidad o cambio de presentación de productos
- Estudios de preferencia de marcas

El tipo de estudios de muestreo para propósitos descriptivos presenta mayores exigencias metodológicas. Puesto que su objetivo es caracterizar con cierta precisión y confiabilidad una estimación del total, del promedio o de una proporción de la población de muestreo, se les denomina también estudios enumerativos. Para este tipo de análisis es fundamental contar con una población de muestreo bien delimitada cuyas unidades estén identificadas, es decir, se requiere contar con un marco de muestreo que ante todo sea confiable y actualizado; en este contexto se utilizan esquemas de selección probabilística y los procedimientos de los que se hace uso para las inferencias son los que se conocen como procedimientos de inferencia para poblaciones finitas. Algunos ejemplos

de estudios de muestreo para propósitos descriptivos son los que se presentan a continuación:

- Determinación de hábitos de estudio en una población estudiantil particular
- Estudios de confiabilidad del padrón electoral en México
- Estudios de efectividad de procesos de gestión de créditos de Infonavit
- Estudios de tarjetahabientes en una tienda departamental

Por otro lado, los estudios para inferencia analítica no tienen como propósito la estimación de características de la población de muestreo; en este tipo de análisis el investigador orienta sus intereses a estimar o establecer parámetros en una relación causa-efecto, para lo cual utiliza un modelo estadístico. A la población de referencia u objetivo, que por lo regular es más amplia que la población de muestreo, se le denomina superpoblación, y al modelo que caracteriza la relación causa-efecto se le llama modelo superpoblacional. Como el investigador está interesado esencialmente en la relación causa-efecto, en este tipo de estudios la muestra es sólo el medio para obtener los datos e importa mucho la población objetivo y el modelo superpoblacional. Para hacer el análisis de los datos en estos estudios se emplean los métodos y procedimientos de la modelación estadística.

Son ejemplos de este tipo de estudios:

- Efecto de los hábitos de estudio en el rendimiento escolar
- Efecto del nivel socioeconómico en los hábitos alimenticios
- Inversión y empleo en la pequeña empresa mexicana

En este tipo de estudios no interesa tanto la población de la que se toma la muestra como caracterizar y hacer inferencias sobre la relación causa-efecto.

Determinación del tamaño de la muestra

En investigación, con frecuencia se pregunta cómo saber cuántas unidades de estudio deben conformar la muestra para que sea suficiente en términos de los requerimientos de información, garantizando la representatividad de la población de muestreo. Para determinar el tamaño de la muestra se precisa de algunos aspectos como tener definiciones y poseer cierta información, lo que con frecuencia es ignorado por los investigadores. Así, al determinar el tamaño de la muestra juegan un papel muy importante la definición de la variable de interés y la estimación de la varianza para esa variable.

El investigador debe tener una variable de interés y poseer información de cómo se comporta esa variable en la población bajo estudio; si no tiene este elemento no puede calcular el tamaño de la muestra. También debe saber el objetivo de inferencia y cuál es el tamaño de la población de muestreo. Asimismo, debe determinar cuál es la precisión y cuál es la confiabilidad que va a exigir en sus estimaciones. Otro elemento importante es la estructura de la población de muestreo, es decir, si está conformada en estratos, si las unidades de estudio están agrupadas en conglomerados, etcétera. En el Anexo 6 se presenta mayor información al respecto.

Diseño muestral probabilístico

A continuación se describen los diseños probabilísticos básicos.

1. *Muestreo aleatorio simple*. Población homogénea de tamaño N . En el proceso de selección aleatoria, cada elemento tiene la misma probabilidad de ser seleccionado en la muestra, lo que se garantiza a través de una rifa simple o seleccionando números aleatorios de entre 1 y N , a partir de una tabla o con la ayuda de una calculadora. Aquí el marco es el listado de la población de muestreo con unidades numeradas de 1 a N .
2. *Muestreo aleatorio estratificado*. Población de muestreo compuesta por varios grupos bien identificados a los que se les llama estra-

tos. Para seleccionar una muestra estratificada de tamaño N , se procede de la siguiente manera.

a. Se calcula el tamaño de la muestra.

b. Se distribuye el tamaño de la muestra entre los estratos. Cuando se tiene el tamaño de la muestra para cada estrato se hace una selección aleatoria simple en cada uno de ellos, esto es, como si se estuviera haciendo L (el número de estratos) selecciones diferentes, es decir, cada estrato se trata como si fuera una población diferente.

3. *Muestreo por conglomerados.* Las unidades del estudio aparecen agrupadas usualmente en pequeños grupos que se llaman conglomerados. A veces no se puede contar con una lista de todos los individuos pero sí es posible tener una lista de los conglomerados. En este esquema se denomina N al número de conglomerados. Por ejemplo, en una clase los estudiantes están organizados por grupos, los grupos son los conglomerados y las unidades de estudio son los estudiantes. Si se quiere elegir una muestra de estudiantes, lo que podríamos hacer es una selección aleatoria primero de los grupos y después, en cada uno de los grupos, elegir a los estudiantes. De esta manera, la muestra total o la muestra de estudiantes será la suma de los estudiantes seleccionados en cada uno de los grupos; en otras palabras, el tamaño de la muestra será el número de unidades de estudio que se obtenga de todos los conglomerados seleccionados.

Nótese que aquí hay dos tamaños de muestra por determinar: cuánto es n y cuánto es m , si n es el tamaño de muestra igual para cada conglomerado o bien cuánto es n_1, n_2, \dots así hasta n_m . Entonces, hay que hacer determinaciones del tamaño de muestra en dos etapas (este es un procedimiento que no se revisará aquí, pero que se puede encontrar en Rao, 2000).

4. *Muestreo sistemático.* Hay muchas situaciones o circunstancias donde las unidades de estudio aparecen ordenadas en filas, gavetas, expedientes o surcos, o a veces aparecen en el tiempo. Una manera de aprovechar el orden para seleccionar la muestra es haciendo una selección sistemática; para esto se debe especificar un tamaño

del grupo en esta población; es decir, la secuencia total de elementos se divide en secuencias o grupos. Por ejemplo, si se tiene una fila en un banco, se pueden formar grupos de 10 clientes; los grupos tienen asociado el tamaño, de manera que si el tamaño es k , el tamaño total será $N=nk$. Así, por lo regular, se selecciona un número aleatorio entre los primeros k ; por ejemplo, suponiendo que se hace la selección de un número aleatorio y se obtiene el 7, esto quiere decir que se va a encuestar al cliente número 7 y después al número 14, a continuación al número 21 y así sucesivamente. La selección aleatoria del primer individuo está determinando sistemáticamente la muestra, porque en cada uno de los grupos se va a hacer la selección en el mismo lugar de orden.

Lo más frecuente es que se tengan que combinar estas ideas para hacer el diseño del muestreo, es decir, puede ser que se tenga una población de conglomerados, por lo que primero se deberá seleccionar una muestra de conglomerados en esta población y después escoger dentro de cada conglomerado una muestra sistemática, etc. Esto quiere decir que a veces será necesario utilizar esquemas combinados.

Otros diseños muestrales

Existe también el muestreo por juicio. En éste hay un conocedor de la población de muestreo al cual se le pide que construya una muestra representativa; por ejemplo, en el salón de clase el maestro es quien conoce bien a sus alumnos; se le podría decir: selecciona seis estudiantes de manera que tu grupo esté representado en términos de sus hábitos de estudio. Con base en su conocimiento, el maestro puede decir qué alumnos pueden conformar una muestra representativa del salón.

A veces el muestreo se hace por conveniencia; independientemente de ello hay que cumplir con ciertos procedimientos. Lo que se debe aceptar es que por razones de disponibilidad de tiempo, de recursos, etc., se hace una selección que podría ser cuestionada y para esto se debe contar con argumentos de defensa.

A todos estos esquemas que utilizan procedimientos de selección –que no son ajenos al investigador– se les llama procedimientos de selección sesgados, pues existen criterios que están determinando la selección y porque en cierta medida no es una selección que depende de factores externos al investigador, sino que puede haber un sesgo introducido por él.

Pasos para el diseño de un estudio de muestreo

Finalmente, es necesario revisar cuáles serían los pasos para el diseño de un estudio de muestreo. En primer lugar, es fundamental tener bien establecidos los objetivos, es decir, qué se persigue al realizar este estudio de muestreo, esto es, debe haber una definición y determinación precisa de la población objetivo, de la población de muestreo y de la unidad de estudio; y debe haber una definición clara de instrumentos y de procesos de medición. Por ejemplo, cuando se va a hacer una encuesta de opinión, usualmente se requiere de un cuestionario y es muy importante que se tomen criterios y procedimientos adecuados para elaborarlo; entre otras cosas, hay necesidad de hacer una prueba piloto. Esto se recomienda siempre porque a veces no se tiene información sobre las posibilidades o cambios de las variables que se van a estudiar. La prueba piloto también sirve para diseñar la estrategia del trabajo de campo y para revisar el cuestionario, entre otras tareas.

Una vez que se ha realizado el proceso de muestreo, se procede a la obtención de los datos, al análisis de los mismos y a la elaboración del reporte.

Comentarios adicionales

Lo que distingue los diseños de muestreo de los otros tipos de estudios estadísticos es que tienen una población objetivo; la clave para identificar un estudio de muestreo está en definir y delimitar con cierta precisión la población a estudiar.

El diseño de la muestra establece cómo obtener el colectivo de estudio, es decir, da respuesta a la pregunta de cuántas unidades contiene el estudio y cuáles son concretamente las que se van a medir.

En el Anexo 6 se presenta una introducción al muestreo, que ayudará al estudiante a tener una guía más precisa sobre los detalles técnicos.

5. ESTUDIOS OBSERVACIONALES

Un estudio observacional se realiza sin manipular las variables independientes. Consiste en observar los fenómenos tal y como se dan en su contexto, obteniendo datos bajo la consideración de esta situación, para después analizarlos. En los estudios observacionales no hay condiciones a las cuales se expongan las unidades de estudio ni procedimiento controlado para seleccionarlas. En general, el investigador no tiene control ni de la selección ni en la manipulación de los factores, sólo observa y registra datos para después analizarlos.

En los experimentos el investigador construye una situación a la que son expuestas las unidades experimentales, que consiste en aplicar un tratamiento que es una condición o estímulo bajo determinadas circunstancias, para después evaluar los efectos de la aplicación. Por decirlo de una manera, en un experimento se construye una realidad; en un estudio observacional sólo se observan las unidades de estudio en su contexto. En este tipo de estudios, las variables independientes ya han ocurrido por lo que no es posible manipularlas, es decir, el investigador no tiene control directo sobre ellas, sólo las observa y mide sus efectos. Los diseños de estudios observacionales pueden clasificarse en transversales y longitudinales, y pueden también ser descriptivos, exploratorios o correlacionales/causales. Cuando un estudio es longitudinal, interesa el estudio de la evolución de un colectivo en el tiempo e identificar la tendencia y observar los cambios.

Los estudios transversales son aquellos en los cuales se recolectan datos en un solo momento, es decir, en un instante único en el tiem-

po, con el propósito de describir variables y analizar su incidencia e interrelación; por ejemplo, determinar el nivel de escolaridad de los empleados de un sindicato o investigar el estado de salud física y emocional de las personas que ingresan a un hospital. En estos ejemplos hay un conjunto de casos que se someten a medición.

Los diseños transversales pueden ser exploratorios, que se utilizan para una investigación inicial. Por lo general se aplican a problemas nuevos o poco conocidos y pueden describir a uno o varios grupos caracterizados por niveles de factores independientes. Muchos estudios en ciencias sociales son transversales exploratorios. Los típicos “estudios de casos” que realizan los médicos responden a esta lógica.

Por otro lado, los estudios transversales descriptivos tienen como objetivo indagar, dentro del enfoque cuantitativo, la incidencia y los valores en los que se manifiestan una o más variables. Su procedimiento consiste en medir o ubicar un grupo de personas u objetos en una variable o concepto y proporcionar su descripción; por lo tanto, son estudios puramente descriptivos, y cuando se establecen hipótesis, también son descriptivos. Estos estudios nos presentan un panorama del estado de uno o más grupos de personas, objetos o indicadores en determinado momento; por ejemplo, un investigador que desea describir el nivel de empleo en tres ciudades (Mérida, Mexicali y Sinaloa) o describir la vida de los niños huérfanos de tres barrios de la Ciudad de México que viven en la calle.

Los estudios transversales correlacionales/causales sirven para describir la relación entre dos o más categorías, conceptos o variables en un momento determinado, a veces únicamente en términos correlacionales, otras en términos de relación causa-efecto –razones por las que se manifiesta una categoría, una variable, un suceso o un concepto (causales)–, pero siempre en un momento específico. Por lo tanto, los diseños correlacionales/causales pueden limitarse a establecer relaciones entre variables sin precisar sentido de causalidad ni pretender analizar relaciones de origen. Cuando se limitan a relaciones no causales se fundamentan en ideas o hipótesis correlacionales, y cuando buscan evaluar este tipo de relaciones se basan en ideas o hipótesis causales.

Los estudios observacionales longitudinales permiten obtener datos a través del tiempo en determinados puntos o periodos para hacer

inferencia respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias. Tales puntos o periodos se especifican, por lo común, en el enfoque cuantitativo y se van determinando conforme avanza el estudio; por ejemplo, un investigador que desea analizar cómo evolucionan los niveles de empleo durante cinco años en una ciudad o uno que busca observar cómo se desarrolla una comunidad indígena en varios años con la llegada de la computadora e internet a sus vidas.

Los diseños de investigación longitudinales se dividen en longitudinales de tendencia y de evolución de grupo. Los primeros son para analizar cambios a través del tiempo (en categorías, variables, conceptos o sus relaciones) dentro de alguna población en general; por ejemplo, una investigación para analizar cambios en la actitud hacia el aborto en una comunidad; dicha actitud se mide o se recolectan datos en varios puntos en el tiempo (anualmente o en periodos no establecidos durante 10 años) y se examina su evolución a lo largo de esta etapa.

Por otro lado, los estudios longitudinales de evolución de grupo examinan cambios en el devenir del tiempo en subpoblaciones o en grupos específicos. Su atención son las cohortes o grupos de individuos vinculados de alguna manera.

Finalmente, los estudios longitudinales de panel son parecidos a los de evolución de grupo, sólo que el mismo grupo de sujetos es medido u observado en todos los tiempos o momentos; por ejemplo, una investigación que observa anualmente, durante cinco años, los cambios de actitudes de un grupo de ejecutivos en relación con un programa para elevar la productividad.

Las principales áreas de aplicación de los estudios observacionales son las de las ciencias médicas, principalmente la epidemiológica, las ciencias sociales, la ecología y las ciencias de la conducta, pero también la economía, la administración y las áreas de los negocios, donde se tienen sistemas de información que cada vez es más urgente explotarlos para la toma de decisiones.

Los estudios observacionales transversales y/o longitudinales se denominan a veces seudoexperimentales o cuasiexperimentales, en el sentido de que producen datos en estructuras similares a los estudios experimentales pero no se realizan los mecanismos de aleatorización

correspondientes. En ese contexto, los procesos de modelación e inferencia estadística se deben conducir bajo esta consideración, que se refleja fundamentalmente en aspectos como el tamaño de muestra y la potencia de las pruebas.

6. LOS ESTUDIOS EXPERIMENTALES

Introducción

El propósito de este capítulo es dar una guía básica para elaborar adecuadamente protocolos de investigación experimental. Primero, se revisan algunos conceptos elementales sobre principios de la experimentación estadística y luego los llamados diseños experimentales básicos: el diseño completamente al azar, el de bloques completos al azar y el de cuadrados latinos. Posteriormente se presenta el tema de diseño de tratamientos, que es otro elemento importante en la planeación experimental. Se revisan los temas de experimentos factoriales completos, las series experimentales 2^k y 3^k y, muy brevemente, el tema de experimentos en fracciones; asimismo, se muestra la serie de pasos que se deben seguir al planear una investigación experimental.

Conceptos básicos

Un experimento es una investigación donde se manipulan ciertos factores o variables con el objeto de determinar las interacciones que existen entre ellos. Cada nivel en que se aplica una variable se llama tratamiento; y éste se aplica a la unidad de estudio que en el caso de los estudios experimentales se llama unidad experimental y es donde se observan una o varias respuestas. Regularmente, al tratamiento a aplicar se le denomina variable independiente; es decir, el tratamiento es

una combinación de los niveles de ciertos factores en estudio mientras que una unidad experimental es aquella a la que se le aplica el tratamiento y sobre la que se mide la respuesta.

Durante el experimento se trata de establecer una relación causa-efecto a partir de la observación del efecto del tratamiento sobre la variable dependiente, que regularmente es la respuesta.

Para realizar un experimento estadístico, antes que otra cosa se debe tener la definición de los factores o tratamientos a ensayar, así como la variable dependiente o respuesta a medir. Se debe contar con las unidades experimentales, saber cuántas y cuáles son y tener un plan experimental que implica establecer un procedimiento de aleatorización: saber cuántas veces se va a repetir cada ensayo y la serie de elementos de manipulación previa a la aplicación de los tratamientos sobre las unidades experimentales, lo que se denomina control local.

La experimentación científica tiene un conjunto de fases invariables. En primera instancia hay un conjunto de preguntas que están asociadas a la o a las hipótesis de investigación que permiten formular un problema en términos de un modelo que plantea la relación causa-efecto y se traduce a un modelo estadístico.

El diseño estadístico establece cómo realizar el experimento y cómo obtener los datos, pero también proporciona elementos importantes a considerar en el análisis estadístico, en la interpretación de los resultados y en la formulación de recomendaciones o nuevas hipótesis.

El colectivo de estudio, en el caso de una investigación experimental, es el conjunto de unidades experimentales; la aleatorización y el control local constituyen dos ejes en la planeación del experimento e indican las actividades y procedimientos a seguir para desarrollarlo.

¿Por qué se realizan experimentos? Simplemente porque se necesita estimar el efecto de los tratamientos. Supóngase que se desea saber cuál es el efecto de tomar aspirinas cuando duele la cabeza. El tratamiento sería tomar aspirinas; la unidad de estudio, una persona; y la respuesta es la medición sobre una variable que caracterizará el dolor de cabeza. El efecto del tratamiento, es decir, el efecto de tomar aspirina sería la diferencia en el dolor de cabeza cuando no se toma el analgésico y cuando sí. En una unidad de estudio este efecto no se puede

estimar porque o bien tomamos aspirina o bien no la tomamos; no es posible saber cuál es la diferencia en una unidad experimental, por tal motivo se requiere la repetición y entonces se generan dos poblaciones, una que sí recibe tratamiento y otra que no. La diferencia en la tendencia central de estas dos poblaciones es lo que se llama el efecto del tratamiento, el cual sólo puede estimarse a través de los resultados de un experimento.

Diseños experimentales comunes

El diseño experimental más simple es el Diseño Completamente al Azar, donde se cuenta con g tratamientos, donde g es un número mayor o igual que dos. Estos tratamientos se aplican a grupos que se forman aleatoriamente con las unidades experimentales. Una vez que se determinan los g tratamientos con precisión se consiguen e identifican unidades experimentales que serían $n \times g$, donde cada grupo tendría n unidades. Acto seguido, se realiza una rifa en las primeras unidades para formar el grupo 1, luego las segundas para formar el grupo 2 y así sucesivamente; después se asignan los tratamientos a estos grupos.

En el Diseño en Bloques Completos al Azar hay una operación de control local sobre las unidades de estudio, la cual se llama bloqueo. Las unidades de estudio se dividen en b bloques; estas unidades se agrupan de acuerdo con un factor, tratando de que las unidades entre sí sean homogéneas y que los grupos sean diferentes. Se supone que el factor de bloqueo induce variabilidad en la respuesta y que se pretende controlar el efecto de este factor; por tal motivo, siempre hay que definir cuál es el factor que permite hacer el bloqueo. En cada bloque se tienen tantas unidades experimentales como tratamientos, es decir, si hay cinco tratamientos cada bloque deberá tener cinco unidades experimentales y en cada bloque se realiza una rifa de esas cinco unidades para definir qué tratamiento recibirá cada cual.

El Diseño en Cuadrado Latino o Cuadro Latino, como también se le llama, permite asignar g tratamientos con g repeticiones; esto determina el aspecto de cuadro latino: el número de tratamientos es igual

al número de repeticiones, entonces lo que se tiene es un conjunto de unidades experimentales bloqueadas por dos criterios. Los pasos son: 1) determinar los g tratamientos; 2) tener el cuadrado con las unidades experimentales bloqueadas en las dos direcciones, un factor fila y un factor columna; 3) asignar un cuadrado latino, que es un arreglo de letras latinas a estas unidades de estudio. Los cuadros latinos aparecen tabulados en libros de diseños experimentales (Mead, 1988) y esencialmente hay una serie que se llama los cuadrados básicos, que se utilizan para realizar una permutación aleatoria de filas y columnas, y de esta manera: 4) determinar el tratamiento que se le asigna a cada una de las unidades en cada renglón y en cada columna, por ejemplo, un cuadrado 3×3 , donde cada una de las letras latinas se repite una vez en cada uno de los renglones y una vez en cada una de las columnas. Una permutación aleatoria sería hacer una rifa de los números 1, 2 y 3, es decir, sacar aleatoriamente el primero, después el segundo y después el tercero y esto determinaría una permutación del orden. Supóngase que sale 3, 2, 1, eso querría decir que las filas quedarían en ese orden; lo mismo se hace para las columnas y estas permutaciones aleatorias mantienen las características del arreglo: cada letra aparece una sola vez en cada renglón y en cada columna. Entonces la aleatorización se hace sobre la base de las permutaciones aleatorias de los cuadrados.

Planes factoriales

Se ha revisado cómo asignar los tratamientos a las unidades experimentales, ya sea homogéneas o bloqueadas, en una dirección o en dos direcciones. Sin embargo, es necesario establecer cómo conformar los tratamientos. Existe un tema en diseños experimentales llamado diseño de tratamientos, y también un esquema denominado esquema factorial completo el cual implica que se ensayan tantos tratamientos como combinaciones de todos los niveles de todos los factores a estudiar; por ejemplo, si el factor A tiene tres niveles (A0, A1 y A2) y el factor B tiene dos niveles (B0 y B1), el C tiene cuatro niveles (C1, C2, C3 y C4), ¿cuántos diferentes tratamientos se pueden formar con

estos niveles de estos factores? Se pueden formar $3 \times 2 \times 4$, o sea, 24 tratamientos que serían todas las combinaciones de los niveles de los diferentes factores.

Dentro de los experimentos factoriales completos destacan las series 2^k , donde se ensayan dos niveles que se identifican genéricamente como el nivel bajo y el nivel alto de cada uno de k factores; por ejemplo, 2^3 sería un factorial donde se tiene del factor A dos niveles, del factor B dos niveles y del factor C dos niveles; los tratamientos que produciría serían ocho.

Debe ser claro que un tratamiento define las combinaciones de las diferentes dosis de cada factor que lo conforma; así, entonces, las series 3^k son utilizadas con bastante frecuencia; aquí cada factor tiene identificados tres niveles genéricos: bajo, medio y alto; por ejemplo, un 3^2 produciría nueve tratamientos.

A veces k es grande; es decir, el número de factores es grande, digamos 6, 7 u 8. Cuando se tienen series 2^k o 3^k con $k > 5$, entonces se cuenta con un número de tratamientos muy difícil de trabajar en la práctica; por ejemplo, si se tienen 64 tratamientos, ensayar esto en un cuadrado latino implicaría 64×64 unidades de estudio, que serían muchísimas; en esas circunstancias se puede ensayar sólo una fracción de los tratamientos, es decir, no todos los tratamientos sino, por ejemplo, la mitad o la cuarta parte para los casos de los factoriales 2^k o bien terceras partes o novenas partes para los factoriales 3^k ; obviamente cuando sólo se ensaya una fracción de tratamientos hay una serie de efectos que no se pueden estimar. Para una introducción a esta temática el lector puede ver el capítulo XVI de Mead (1988).

¿Cuáles son las fases de un plan experimental? En un plan experimental, antes que otra cosa, hay que hacer la determinación de objetivos; después, la definición de factores, niveles, factores de bloqueo y variables; luego la determinación de instrumentos y procesos de medición hasta que se llega a la determinación del diseño experimental, que fundamentalmente es la metodología de diseño de un estudio experimental; una vez que se realiza el experimento se obtienen los datos; después vendrían dos actividades finales que son el análisis de datos y la elaboración del reporte, donde se confinan las conclusiones y recomendaciones.

Ejemplo

Un ejemplo ayudará a ilustrar los conceptos que se han revisado. Considérese un experimento en biotecnología de plantas; una de las cosas que hacen los biotecnólogos es evaluar el efecto de diferentes hormonas de crecimiento sobre la formación de tejido de diferentes plantas; aquí se está hablando de una especie de coníferas y se supone que se tienen dos hormonas de crecimiento, que usualmente son sustancias que poseen propiedades químicas, bioquímicas fundamentalmente, que inducen la formación de tejidos; a la primera la llamaremos la hormona A. Asíumase una serie de recomendaciones en la literatura que determinan cuál es la concentración mínima que se debe utilizar y cuál es la concentración máxima, que son dos niveles del factor A; en este caso hay diferencia del efecto entre estos dos niveles en la formación de tejido, querría decir que hay un efecto de la hormona sobre la formación de tejidos; en el caso de la segunda hormona, llámese B, no hay ninguna recomendación, pero el investigador tiene cierto conocimiento de que lo mínimo que se le puede poner a la combinación es 0.01 mililitros, y lo máximo es 0.1. Esto obviamente tendrá que ser sustentado sobre una revisión de antecedentes en el marco del proyecto de investigación. En esta circunstancia, se tendrán seis tratamientos, si hay tres niveles fijados tomando el mínimo, el máximo y un nivel intermedio; supóngase que el investigador desea estimar la curva de respuesta sobre estos niveles de la hormona B. Para la hormona B se tiene nivel alto y nivel bajo; la combinación de estas diferentes dosis de las hormonas produce los tratamientos. El objetivo de este experimento es evaluar el efecto de las hormonas A y B sobre la formación de tejido; los objetivos particulares serían estimar el efecto de las hormonas A y B así como su interacción, es decir, la forma en que conjuntamente están induciendo la respuesta.

Otro propósito del investigador es ordenar las combinaciones de las diferentes hormonas de acuerdo con los efectos; algo así como saber cuáles son las mejores combinaciones y cuáles son las peores.

El plan experimental es un factorial 3×2 . La variable respuesta es el volumen del tejido que se obtiene después de cierto tiempo; este

volumen se mide a través de un lector óptico. Se decide realizar este experimento mediante un diseño completamente al azar con cinco réplicas. El número de repeticiones en los experimentos es usualmente un número pequeño; cuando se evalúan variables cuantitativas usualmente es menor de 10; la unidad experimental sería una caja donde se pondría tejido esterilizado en condiciones de humedad y luz controladas; después se aplicarían los tratamientos y pasado cierto tiempo se mediría la respuesta en cada una de las 30 cajas.

Lo que se tendría que hacer para conducir el plan experimental es asignar los tratamientos a las cajas Petri, garantizando su homeogeneidad; luego ubicarlas en cámaras de reproducción de tejido. A continuación, procede la vigilancia durante el tiempo establecido, la medición de volumen y después la elaboración de la base de datos, el análisis de datos y la elaboración del reporte.

Comentarios adicionales

A continuación, una serie de conclusiones respecto a los diseños de estudios experimentales.

En este tipo de estudios siempre hay implícita una hipótesis, que se plantea en términos de una relación causa-efecto.

Tanto en el diseño como en el análisis de los datos de un estudio experimental se tiene necesidad de un modelo para describir la relación causa-efecto; tal modelo se traduce a un modelo estadístico, siempre requerido para el análisis formal de los datos en los estudios experimentales.

El tamaño de muestra requerido, es decir, el número de repeticiones es en general un número pequeño que usualmente está entre 3 y 10; esto, siempre que las respuestas sean cuantitativas.

Estos son los elementos importantes, los básicos, que se deben manejar para hacer el planteamiento apropiado de un protocolo que describe una investigación experimental; obviamente, de acuerdo con el área de trabajo, existen mayores particularidades en las que se deberá profundizar.

7. LA VERSIÓN FINAL DEL PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

Cronograma de actividades

Aquí se establece la programación precisa de las actividades y los tiempos en que se realizarán. Con él se pretende que el investigador presente la planeación de su investigación considerando las etapas de la misma así como el tiempo en que se desarrollarán y los productos que debe obtener de las mismas.

Para diseñar un cronograma de actividades se deben considerar tres aspectos importantes en la presentación del formato:

- Actividad
- Tiempo
- Producto

Cabe hacer notar que la definición detallada y precisa de la actividad a realizar, así como la especificación concreta del producto a obtener, son fundamentales para una adecuada programación y estrictamente necesarias para realizar una evaluación de avances en el marco del curso o simplemente para dar seguimiento al desarrollo del proyecto.

Para establecer la programación en el tiempo se recomienda elaborar un Diagrama de Gantt tomando como unidad de tiempo una semana.

Estilos para preparar las referencias

La preparación de la lista de documentos (libros, artículos, trabajos recepcionales, etc.) y otros materiales, como páginas de internet, que se hayan citado en el texto del protocolo es una tarea que se pide desarrollar con mucho cuidado. Es necesario garantizar que todos los materiales citados aparezcan en la lista y que el estilo se cuide escrupulosamente.

El modelo general para elaborar las referencias del protocolo es el de:

- *Autor (Año). Título, Fuente.*
Para presentar los diferentes casos de documentos, desarrollamos a continuación una serie de ejemplos ficticios.
- *Libro*
KRAZANOWSKI, S. (1990). *Mitos de la Investigación Científica*, Bru-guera Editores, México.
- *Libro editado*
MARTÍNEZ-MORALES, M. y G. M. Sánchez-Méndez (eds.) (1992). *La divulgación científica en Veracruz*, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.
- *Artículo en libro*
OJEDA, M. M. (1992). "La cultura estadística", en Martínez-Mora-les y Sánchez-Méndez (eds.). *La Divulgación Científica en Veracruz*, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México, pp. 12-45.
- *Artículo en revista*
SMITH, T. M. F., L. Shi and K. Wang (1999). "Improving biased esti-mators", *Biometrika*, 57(1), 18-33.
- *Trabajo recepcional*
VELÁZQUEZ-GONZÁLEZ, R. M. (1988). *El Dengue Hemorrágico*, Tesis de Licenciatura en Medicina, Facultad de Medicina, Universi-dad Veracruzana, Veracruz, Veracruz, México.

- *Documento no publicado*
SALINAS-TAGLE, R. (1993). *La Idea de Dios en los Popolucas*, texto de una conferencia, versión para los asistentes, Facultad de Filosofía, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.

Como puede observarse, el primer autor se escribe por apellidos y la o las iniciales del nombre. Los autores latinos usualmente usan los dos apellidos unidos por un guión, aunque hay quienes usan sólo el apellido paterno.

En la referencia deben enunciarse todos los autores, no es válido escribir *et al.*, y colaboradores u otros.

- *Página Web*
Hoy en día gran cantidad de citas que se hacen tienen como fuente la información que se encuentra en la web. Para preparar las citas éstas se indican como si el autor fuese la dirección de la página. Por ejemplo: <http://www.doxmatic.com/EE/articulos.mv> (2001). *Historia de la Estadística*, Estudios Estadísticos.

En la cita en el texto, el nombre de la página Web hace las veces del nombre del autor.

Note que para el caso de libros y documentos únicos, el tipo de letra en itálica (o negrita) debe ponerse en el título, que se escribe con mayúsculas en las palabras principales (vea cómo está escrito "Mitos de la Investigación Científica"). En cambio, para los artículos en revistas o libros se resalta la fuente (el nombre de la revista o el libro) y el título se escribe con minúsculas (vea cómo está escrito "La cultura estadística").

Anexos

Son materiales informativos que se presentan al final del protocolo y sirven de apoyo a la exposición general del mismo. Incluyen elementos complementarios que se consideran estrictamente necesarios.

Tabulaciones

Gráficos

Fotos

Cuestionarios

Mapas

Diagramas y esquemas, etcétera

BIBLIOGRAFÍA

- ACKOFF, R. *The Design of Social Research*. University of Chicago Press, Chicago, USA, 1953.
- BATANERO, C. (ed.). *Training Researchers in the Use of Statistics*. International Statistical Institute, Voorburg, The Netherlands, 2001.
- BEHAR, R. *Contribuciones para Mejorar el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Estadística*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España, 2001.
- BLAXTER, L., C. Hughes y M. Tight. *¿Cómo se hace una Investigación?*, Gedisa, Barcelona, España, 2000.
- CHATFIELD, C. *Problem Solving: A Statistician's Guide*. Second Edition, Champman and Hall, London, UK, 1995.
- CHRISTENSEN, L. B. *Experimental Methodology*. Second Edition, Allyn and Bacon, Boston, USA, 1980.
- CREME, P. y M. R. Lea. *Escribir en la Universidad*. Gedisa, Barcelona, España, 2000.
- DEL AMO, J. *La Creatividad en la Ciencia*. Marova, Madrid, 1979.

- HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R., C. Fernández-Collado y P. Babtista-Lucio. *Metodología de la Investigación*. McGrawHill, México, 1995.
- JOAQUÍN-SEVERINO, A. *Metodología del Trabajo Científico*. Cooperativa Editorial Magisterio, Santa Fe de Bogotá, Colombia, 2000.
- KAI-CACHO, A. E. "El aprendizaje significativo como elemento de cambio personal", *Enseñanza e Investigación en Psicología*. 6 (2), 2001, 271-280.
- KELINGER, F. N. *Multiple Regresión in Behavioral Research*. Holt, Rinehart and Wiston, New York, USA, 1973.
- MILLAR, D. C. *Handbook of Research Design and Social Measurement*. 3a. Edition, Longman, New York, USA, 1977.
- OJEDA, M. M. and H. Sahai. "A multidisciplinary graduate level project-based programme in applied statistics", *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 34 (1), 2003, 57-63.
- RODRÍGUEZ ESTRADA, M. *Manual de Creatividad*. 2a. reimpresión, Trillas, México, 1993.
- ROJAS-SORIANO, R. *Guía para Realizar Investigaciones Sociales*. (6a. ed.), UNAM, México, 1981.
- SAVIN-BADEN, M. *Problem-based Learning in Higher Education: Untold Stories*. Open University Press, London, UK, 2000.
- SCHEAFFER, R. L. "Statistical bridges", *Journal of The American Statistical Association*. 97, 457, 2000, 1-7.
- SPURRIER, J. D. *The Practice of Statistics: Putting the Pieces Together*. Duxbury Press, New York, USA, 2002.
- YURÉN-CAMARENA, M. T. *Leyes, Teoría, Modelos*. Trillas, México, 1980.

ANEXOS

ANEXO 1

FORMATO PARA LA ELABORACIÓN DE PROTOCOLOS

UNIVERSIDAD VERACRUZANA

TALLER DE ESTADÍSTICA PARA LA INVESTIGACIÓN I

PROTOCOLO

Espacio para el título del proyecto

Nombres de quienes lo elaboraron
Filiación (Entidad, Región)

Mes

Introducción

Deberá ser una sección que incluya la descripción del marco conceptual, los antecedentes y la situación problemática o problema que se aborda, terminando con la justificación del proyecto. No debe exceder de tres cuartillas. Debe incluir las citas a los trabajos significativos sobre el tema. Se recomiendan al menos 10 citas.

Objetivos

En esta sección se debe presentar, en dos subsecciones, el objetivo general y la lista de los objetivos particulares.

Metodología

Esta sección contendrá tres partes: la de aspectos generales, el diseño estadístico y el análisis estadístico, describiendo con precisión para qué se utilizará cada técnica.

Cronograma

Se presentará en una tabla que describa el tiempo (en semanas), la actividad y el producto.

Referencias

Utilizando el estilo Harvard, se deberán listar al menos diez referencias significativas para el proyecto.

Anexos

Se pueden agregar todos los anexos que se consideren necesarios para evaluar mejor el protocolo (cuestionario, instrumento, mapa, diagramas, etcétera).

Estructura del protocolo

1. Introducción
2. Objetivos
 - 2.1 Objetivo general
 - 2.2 Objetivos particulares
3. Metodología
 - 3.1 Aspectos generales
 - 3.2 Diseño estadístico
 - 3.3 Análisis estadístico
4. Cronograma
5. Referencias
6. Anexos
 - 6.1 Anexo 1
 - 6.2 Anexo 2

Formato para evaluación de protocolos del Taller de Estadística en la Investigación

Escala de evaluación:

1 = Deficiente

2 = Cumple pero debe mejorarse

3 = Suficiente

<i>Concepto</i>	<i>Evaluación</i>
1. La introducción inicia con un marco conceptual amplio, pero ubica al lector en la perspectiva del problema.	
2. La introducción contiene una revisión suficiente de antecedentes.	
3. El problema se plantea con precisión y haciendo referencia a datos relevantes.	
4. El proyecto se justifica sólidamente y se hace referencia a los impactos en los resultados.	
5. La redacción es apropiada y permite una lectura fluida.	
Total asignado a introducción	
6. El objetivo general es claro y la redacción ubica al lector en el propósito central del proyecto.	
7. Los objetivos particulares son precisos y claramente operacionalizables.	
8. Los objetivos particulares son suficientes para cumplir cabalmente el objetivo general.	
9. La redacción de los objetivos particulares es apropiada y permite evocar actividades concretas de metodología.	
Total asignado a objetivos	
10. Los aspectos generales de la metodología están redactados claramente.	
11. El diseño estadístico se declara de manera precisa y concisa.	
12. El diseño estadístico establece todos los elementos en el orden apropiado y haciendo referencia a fuentes bibliográficas, cuando procede.	
13. La estrategia de análisis estadístico se bosqueja de forma apropiada, identificando claramente los análisis iniciales y los definitivos.	

<i>Concepto</i>	<i>Evaluación</i>
14. La estrategia de análisis de datos abarca completamente el cumplimiento de los objetivos particulares.	
15. Los análisis estadísticos enunciados establecen con claridad los qué, para qué y cómo.	
16. En los análisis estadísticos se hacen citas precisas cuando procede.	
Total asignado a metodología	
17. El cronograma plantea con precisión las actividades a realizar y los productos a obtener.	
18. La programación es suficientemente detallada y completa.	
19. La asignación de tiempos es realista y adecuada.	
Total asignado a cronograma	
20. La lista de referencias es completa y redactada de acuerdo con el estilo.	
21. Las referencias son relevantes y significativas al proyecto.	
22. La lista de referencias sustenta la fortaleza teórica y la importancia práctica del proyecto.	
Total asignado a referencias	
23. Los anexos son relevantes y están apropiadamente presentados.	
24. Los anexos son suficientes.	
Total asignado a anexos	
25. La portada es adecuada.	
26. El título es descriptivo, conciso y adecuado.	
27. La tipografía utilizada es apropiada.	
28. La redacción del documento permite una lectura fluida y estimulante.	
Total asignado a estructura y forma general	

ANEXO 2

REACTIVOS DE MÉTODOS ESTADÍSTICOS

Nombre: _____

Diga si las siguientes proposiciones son verdaderas (V) o falsas (F).

1. Las unidades de estudio son el conjunto de objetos, individuos o entidades bajo investigación
2. A las variables de estudio también se les llama unidades de estudio.....
3. Todos los datos que se obtienen de las variables son de naturaleza cualitativa
4. Para hacer un análisis estadístico de los datos puede ser suficiente tener 15 datos
5. La estadística se encarga fundamentalmente del análisis de los datos
6. El diseño estadístico nos permite elaborar gráficos y otros análisis
7. La metodología estadística puede ser vista como parte del método científico
8. El diseño estadístico me dice qué datos, cuántos y cómo obtenerlos
9. El proceso de medición no es parte de la metodología estadística
10. Las escalas de medición son redundantes cuando los datos son muchos
11. El colectivo de estudio es siempre finito
12. Los únicos tres tipos de estudios estadísticos son: observacionales, mixtos y de muestreo

13. La estadística es la disciplina que se encarga de la captación, manejo y presentación de información numérica
14. La cultura estadística permite que se entiendan juicios basados en números, en porcentajes e índices pero, sobre todo, permite que se comprenda que estos juicios son relativos a colectivos
15. Los estudios experimentales son aquellos en los que el investigador agrupa las unidades de estudio mediante un mecanismo no aleatorio y asigna un tratamiento para cada grupo.....
16. Los estudios observacionales son aquellos en los que el investigador escoge las unidades y sólo observa las características de interés
17. En estadística, de manera muy genérica, lo que se mide se llama variable y al resultado de la medición en una unidad de estudio se le llama dato
18. Las características o conceptos que se miden en las unidades de estudio se denominan variables y se clasifican, por su naturaleza, en continuas o discretas
19. La estadística ayuda en el proceso de investigación en todas sus fases
20. Las medidas de tendencia central resumen los datos en un valor central alrededor del cual se distribuyen todos los datos del conjunto
21. Las medidas de dispersión son: la media, la varianza, la desviación estándar y el coeficiente de variación

Contesta brevemente

1. Conceptualiza la estadística.

2. ¿Cuáles son las fases de aplicación de la metodología estadística?

3. ¿Cómo se define el diseño estadístico?

4. ¿Cuál es el propósito último de la estadística?

5. ¿Qué es una estrategia de análisis de datos?

6. ¿Cómo ayuda la estadística a la investigación?

7. ¿Qué es un análisis de datos?

8. Conceptualiza cultura estadística.

9. ¿Por qué la estadística puede ser vista como una herramienta metodológica?

10. ¿En qué se usa la estadística para la preparación del reporte de investigación?

11. ¿Cómo se describe la fase del análisis de datos?

12. ¿Cuándo termina el proceso de análisis de datos?

13. ¿Cómo se relacionan los objetivos particulares con las técnicas de análisis de datos en el proyecto de investigación?

14. ¿Por qué se puede decir que la estadística es como un instrumento?

15. ¿Cuál es el mayor valor que tiene la estadística?

16. ¿Por qué es importante tener presentes los principios y conceptos estadísticos desde el inicio de un trabajo de investigación?

17. ¿Cuáles son las escalas de medición?

18. ¿Cuáles son los tipos de variables?

Marca la opción correcta

1. Es sobre la que se mide y se obtiene un dato.

- Unidad de estudio Media Medida de dispersión
-

2. Es el objetivo central de la estadística.

- La media y la varianza Obtener datos y analizarlos Elaborar juicios sobre colectivos
-

3. Es el paso inicial de la metodología estadística.

- Planteamiento del problema Obtención de datos Captura de datos
-

4. Cuando un proyecto de investigación requiere estadística se denomina.

- Muestreo Factual Deductivo
-

5. El análisis estadístico ayuda a

- Obtener datos Contestar preguntas de investigación Elaborar gráficos
-

6. La metodología estadística no es

- Una rama de las matemáticas Útil en la investigación Diseño estadístico, análisis de datos y presentación de resultados
-

7. Son estadísticas

- La media y la varianza poblacionales El mínimo y el máximo Las unidades de estudio
-

8. Son juicios sobre el colectivo de estudios.

- Las conclusiones estadísticas La media y la varianza Los tipos de errores estadísticas
-

ANEXO 3

HACIA UNA NUEVA PEDAGOGÍA: EL ENFOQUE BASADO EN PROYECTOS PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE DEL DISEÑO ESTADÍSTICO

*Mario M. Ojeda
Margarita Caballero
Edgar Morales
Norma V. Galeana*

Introducción

Se ha venido reportando como parte de la problemática actual de la educación el hecho de que los esfuerzos que se realizan están principalmente enfocados a las metodologías para enseñar más que para entender y actuar en el cuánto y de qué forma se aprende. Se dice que el problema está en que el enfoque se orienta más a la enseñanza que al aprendizaje (Behar, 2001), destacándose una urgente necesidad de diseñar y aplicar procesos de innovación educativa en todos los ámbitos (Rivas-Navarro, 2000).

La psicología del aprendizaje, en el marco de una nueva pedagogía (Mayor *et al.*, 1993; Beltrán, 1993), se distingue por buscar esquemas, enfoques y modelos que garanticen el aprendizaje significativo, permanente y que produzcan habilidades y actitudes para que el estudiante siga aprendiendo (aprender a aprender). Para tal fin, se han promovido estrategias que se orientan a que el rol del estudiante sea más activo, más participativo, más en el contexto de sus problemas, trabajando en equipo (aprendizaje cooperativo).

Hay varias materias que enfrentan serias dificultades por los bajos niveles de aprendizaje de los estudiantes (Rodríguez-Rebustillo y Bermúdez-Sarguera, 2001; Defior-Citola, 1996; Harlen, 1994), entre las que destacan las relacionadas con las matemáticas (Resnick y Ford, 1981) y particularmente la estadística (Barahona, 1997; Garfield, 1995). Para resolver esta situación los especialistas en educación estadística y los estadísticos (Moore, 1997; Sahai *et al.*, 1997) han recomendado una serie de medidas:

1. garantizar que la estadística se valore por su utilidad para resolver problemas reales;
2. garantizar el aprendizaje de conceptos clave y principios más que enfatizar en fórmulas y procedimientos (menos matemáticas y menos algoritmos);
3. promover el apropiado uso de los métodos y técnicas en una amplia variedad de actividades científicas y profesionales; e
4. incorporar los adelantos tecnológicos e instruccionales para garantizar el desarrollo de competencias.

Uno de los enfoques que se ha utilizado para mejorar los niveles de aprendizaje de la estadística es el planteamiento basado en proyectos, que ha sido incorporado ampliamente en cursos de estadística de diverso nivel y modalidad (Anderson y Sungur, 1999; Kvam, 2000; Starting, 1997) y sus ventajas, desventajas y resultados son conocidos. Esto ha permitido que se diseñen estrategias generales y particulares para mejorar la efectividad de los cursos con este enfoque (Ojeda y Sahai, 1995; Ojeda y Sosa, 2001).

Diseñar un curso con el enfoque basado en proyectos consiste en que todas las actividades y los contenidos se planean para que los participantes elaboren y desarrollen un plan (Gagné y Briggs, 1976). Se utiliza el esquema de conferencias o clases magistrales para transmitir la información clave, de manera organizada y en forma sucinta. Estas conferencias se articulan con actividades prácticas que se desarrollan por equipos de hasta tres participantes para propiciar el aprendizaje cooperativo. Tanto las conferencias como las actividades prácticas se apoyan con un material de estudio que incluye la información de las conferencias y los lineamientos generales para realizar y desarrollar el proyecto. Tanto en las conferencias como en el material de estudio se incluyen ilustraciones con proyectos que constituyen los referentes de forma y contenido para que, por una suerte de imitación, los participantes realicen su diseño. En este sentido se propicia el aprendizaje por transferencia (Postic, 1996; Beltrán, 1996).

La Universidad Veracruzana incluye en su programa de trabajo 2009-2013 (uv, 2009) la promoción de la investigación entre los docen-

tes para que se lleve a los cursos como un instrumento que propicie el aprendizaje significativo y la formación intelectual que se promueve en el marco del Modelo Educativo Integral y Flexible (uv, 2009). En este contexto, la estadística, como una metodología para el diseño y realización de investigaciones factuales, es fundamental; es parte integral del proceso de investigación tanto en la realización del protocolo y en la obtención y análisis de datos como en la elaboración del informe.

La uv cuenta con cinco regiones universitarias donde se distribuyen alrededor de 57 000 estudiantes y más de 6 000 profesores. Como parte de las políticas de desarrollo académico (uv, 2009) tiene en operación un programa de capacitación que promueve cursos y talleres en sesiones presenciales y a través de un sistema de videoconferencias interactivas. Las actividades de este programa se desarrollan principalmente durante los periodos intersemestrales, en los meses de enero, febrero y junio de cada año.

Para dar una capacitación y lograr que los profesores de la uv desarrollen proyectos asociados a sus cursos con la participación de los estudiantes, se llevó a cabo un curso-taller de Estadística en la Investigación, que tuvo el propósito de promover el correcto uso del diseño estadístico en la elaboración de protocolos de investigación, utilizando un modelo simple que pudiese ser transferido a las aulas. Se planteó el reto de cambiar la visión de la estadística como una metodología útil en la fase de diseño de proyectos y no sólo como una herramienta para el análisis de datos.

El propósito de este trabajo es el de evaluar los resultados de esta modalidad de capacitación que se diseñó utilizando el enfoque basado en proyectos. Se describe el diseño pedagógico del curso-taller y se analizan los resultados considerando dos encuestas, una al inicio y otra al final, y los proyectos entregados por los participantes como requisito para la acreditación. Al final se apuntan algunos comentarios y conclusiones.

Estructura del curso-taller

El diseño de las actividades, el tiempo de dedicación, así como los contenidos cubiertos se presentan en la Tabla 1.

Las videoconferencias se desarrollaron utilizando materiales preparados en transparencias. A cada uno de los participantes le fue entregada una antología con la descripción del programa, los materiales de las presentaciones, una monografía sobre diseño estadístico y un artículo (Ojeda, 1994) que versa sobre la importancia de la estadística en la investigación.

Después de la tercera videoconferencia se formaron equipos de hasta tres participantes para desarrollar el protocolo, una vez revisados los ejemplos en la segunda sesión presencial. Durante esta actividad se contó con asesoría por parte de los monitores, que fueron previamente capacitados para realizar actividades presenciales, de coordinación y apoyo a los grupos formados en cada una de las regiones universitarias. A partir de un borrador que cada equipo logró desarrollar durante el curso-taller se definió una estrategia para brindar asesoría a través de internet, la cual se realizó durante el mes subsecuente, y cada equipo mantuvo comunicación para la mejora y ajustes del protocolo.

Tabla 1. Descripción de actividades y contenidos del programa del curso-taller

<i>Actividad</i>	<i>Título</i>	<i>Contenido</i>	<i>Tiempo</i>
Videoconferencia 1	La metodología estadística en el proceso de investigación	<ul style="list-style-type: none"> • Conceptualización de la estadística; Fases de la investigación y metodología estadística en general; Aspectos básicos del diseño estadístico; Elaboración del reporte; Conclusiones 	1 hora
Sesión presencial	Conceptos clave en el diseño estadístico	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño estadístico; Clasificación de estudios estadísticos; Muestreo de poblaciones; Diseños experimentales; Estudios observacionales; Tamaño de muestra 	2.5 horas
Videoconferencia 2	Lineamientos para elaborar protocolos de investigación	<ul style="list-style-type: none"> • Partes fundamentales del protocolo; Redacción de objetivos; Traducción a objetivos estadísticos; Elementos para describir adecuadamente el diseño estadístico; Elementos para describir adecuadamente el análisis estadístico; Otros elementos del protocolo; Ilustración 	1 hora
Sesión presencial	Revisión de ejemplos de protocolos	<ul style="list-style-type: none"> • Protocolo de un estudio observacional; Protocolo de un estudio experimental; Protocolo de un estudio muestral 	2.5 horas
Videoconferencia 3	La estadística descriptiva univariada y multivariada	<ul style="list-style-type: none"> • Un poco de historia; Estadística exploratoria; Las seis reglas en el análisis de datos; Estrategias de análisis de datos en el proceso de investigación; Análisis univariados y bivariados; Análisis comparativos; Análisis multivariados; Conclusiones 	1 hora
Sesión presencial	Elaboración de protocolos con supervisión	<ul style="list-style-type: none"> • Delimitación del problema; Antecedentes; Justificación 	2.5 horas
Videoconferencia 4	La estadística inferencial paramétrica y no paramétrica	<ul style="list-style-type: none"> • Escalas de medición; Prueba Ji cuadrada; Análisis de correspondencias 	1 hora
Sesión presencial	Elaboración de protocolos con supervisión	<ul style="list-style-type: none"> • Metodología; Cronograma de actividades; Referencias 	2.5 horas

Implantación del curso-taller

El curso-taller fue promovido ampliamente por primera vez durante la primera quincena de julio de 2001. La distribución de los académicos de las cinco regiones de la Universidad Veracruzana que se inscribieron (participantes) y de aquellos que realizaron todas las actividades planeadas se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Distribución de los participantes en el taller por región

<i>Región</i>	<i>Total de participantes</i>	<i>Participantes incluidos en la evaluación</i>
Coatzacoalcos-Minatitlán	86	39
Córdoba-Orizaba	89	33
Poza Rica-Tuxpan	45	36
Veracruz	77	40
Xalapa	70	30
TOTAL	367	178

Al inicio del taller, a cada uno de los participantes le fue aplicada una encuesta y al finalizar el curso, otra. Las variables registradas en estas encuestas se presentan en la Tabla 3. En cada cuestionario se hicieron cuatro preguntas; se extrajeron los datos generales de los participantes del cuestionario inicial; las preguntas iniciales se codificaron con PREG_I y las finales con PREG_F; cabe mencionar que a estas codificaciones se les adjuntó un número que indica la pregunta a la que se refiere. La pregunta abierta, que establece lo que el académico entiende por estadística, pretende medir el cambio de concepto de esta disciplina. Estas preguntas fueron categorizadas utilizando un esquema de revisión de todas las respuestas y definiendo una escala de categorías ordenadas (0 = concepto difuso, 1 = concepto limitado, 2 = concepto amplio pero impreciso, 3 = concepto amplio y preciso), según lo que se emitió por escrito.

Tabla 3. Descripción de variables en el estudio

<i>Nombre</i>	<i>Descripción de la variable</i>	<i>Categorías</i>
REGIÓN	Región universitaria de adscripción del académico	1. Coahuila-Coahuila 2. Córdoba-Orizaba 3. Poza Rica-Tuxpan 4. Veracruz 5. Xalapa
N_PERSONAL	Número de personal	Numérica
EDAD	Edad en años cumplidos	Numérica
SEXO	Sexo del docente	1. Femenino 2. Masculino
AÑOSDOC2	Años de dedicarse a la docencia	1. A lo más 9 años 2. Entre 10 y 20 años 3. Al menos 21 años
ARE_PROF	Área de profesión del docente	1. Ingeniería y Técnica 2. Ciencias Adminis. y Sociales 3. Ciencias de la Salud y Biológicas 4. Otros
MAX_EST_	Máximo grado de estudios	1. Licenciatura 2. Especialización 3. Maestría 4. Doctorado
PREG_I_1	¿Ha tenido experiencias en proyectos de investigación?	0. Sí 1. No
PREG_I_2	¿Cuántos cursos de estadística ha tomado?	0. Ninguno 1. Uno 2. Dos 3. Tres o más

<i>Nombre</i>	<i>Descripción de la variable</i>	<i>Categorías</i>
PREG_I_3	Describe brevemente lo que entiende por estadística.	1. Concepto difuso 2. Concepto limitado 3. Concepto amplio pero impreciso 4. Concepto amplio y preciso
PREG_I_4	¿Qué tanto requiere en su trabajo académico de las técnicas y métodos estadísticos?	1. Poco o casi nada 2. Sólo en ocasiones 3. Frecuentemente 4. Todo el tiempo
PREG_F_1	Describe brevemente lo que entiende por estadística.	1. Concepto difuso 2. Concepto limitado 3. Concepto amplio pero impreciso 4. Concepto amplio y preciso
PREG_F_2	De acuerdo con sus intereses académicos y de investigación, ¿qué tan útil le será en el futuro la metodología estadística?	1. Poco 2. Regular 3. Mucho
PREG_F_3	De acuerdo con sus expectativas, ¿cómo evaluaría el taller?	0. Deficiente 1. Regular 2. Bien 3. Muy bien
PREG_F_4	¿Estaría interesado en continuar formándose en el uso de la metodología estadística?	0. No 1. Sí
COMENTAR	Otros comentarios	Abierta
CAL_PROT	Calificación del protocolo	0. Deficiente 1. Regular 2. Bien 3. Muy bien
CAMBIO	Cambio del concepto de estadística (antes y después)	0. No mejoró 1. Mejoró

Análisis estadísticos

Se realizaron análisis básicos de frecuencias y porcentajes para las variables categóricas, con la finalidad de explorar univariadamente la totalidad de las distribuciones en estudio. La variable edad, de naturaleza continua, fue analizada a través de un histograma y obtención de la media y desviación estándar con el propósito de estudiar la asociación entre las variables que caracterizan al académico (SEXO, PREG_I_2, AÑOSDOC, MAX_EST_, ARE_PROF, REGION y PREG_I_1)* y el efecto del curso-taller en el concepto de estadística que expresaron (CAMBIO)*,¹ por un lado, y por el otro, con el desempeño logrado en la elaboración del protocolo (CAL_PROT).*

Para evaluar la significancia en el cambio observado en el concepto de estadística, antes y después del curso-taller, se aplicó la prueba de McNemar.

Finalmente, para evaluar de manera conjunta las asociaciones entre las variables que en los análisis previos resultaron significativas, se realizó un análisis de correspondencia múltiple.

Resultados

El curso-taller tuvo una respuesta muy importante en las cinco regiones universitarias, pero hay que reconocer que el porcentaje de aquellos que cumplieron con todas las actividades planeadas (49%) no resultó satisfactorio.

En cuanto a las características de los participantes, estuvo equilibrada por sexo; la edad más frecuente estuvo entre 46 y 52 años con una distribución aproximadamente normal; los años de antigüedad fueron de más de 20 años para 45% y entre 10 y 20 años para 32%, notándose una baja participación de académicos de poca experiencia.

* Consultar Tabla 3. Descripción de variables.

Por otro lado, en cuanto a su área de trabajo, notamos una mayor participación del área técnica y de las ingenierías (40%), seguida por el área biológica y de ciencias de la salud (38%), y el resto provino de carreras de administración, contaduría, etcétera.

Respecto al nivel de estudios, la mayoría sólo reportó licenciatura (46%) aunque 40% dijo contar con el nivel de maestría, 12%, de especialización y una mínima participación (1%) con el nivel de doctorado.

En lo que se refiere a la experiencia previa de los participantes en proyectos de investigación, 7 de cada 10 dijeron que sí han realizado actividades de este tipo.

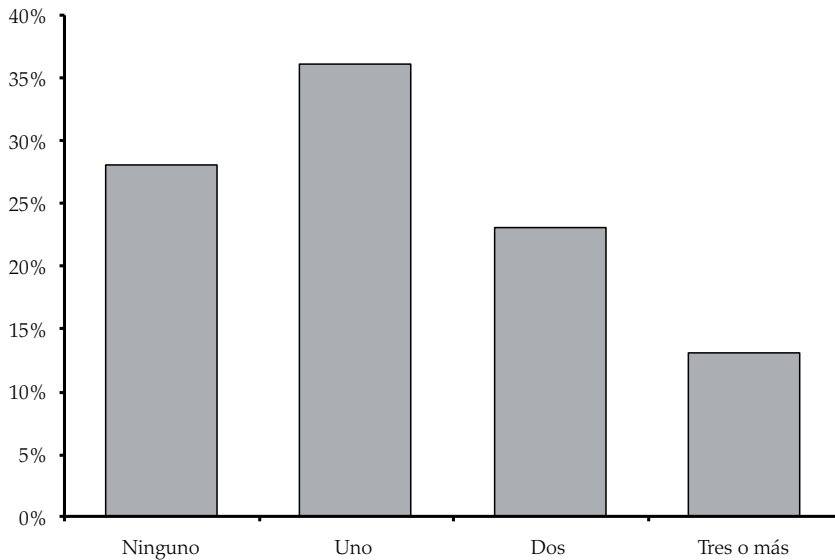


FIGURA 1. Gráfico de barras representando el número de cursos previos de estadística

En la Figura 1 se muestra la distribución del número de cursos previos de estadística, mostrándose que 7 de cada 10 han tomado al menos uno; sin embargo, el concepto de estadística al inicio del curso-taller

resultó en 80% limitado a caracterizar la estadística relacionándola con el análisis de los datos o bien declarando un concepto difuso. A pesar de esto, 6 de cada 10 declararon necesitar de la metodología estadística frecuentemente o siempre, en el contexto de su trabajo académico.

En lo que se refiere al desempeño en la elaboración del protocolo, 3 de cada 10 resultaron deficientes y otros 3 sólo alcanzaron la categoría de regular (ver Figura 2).

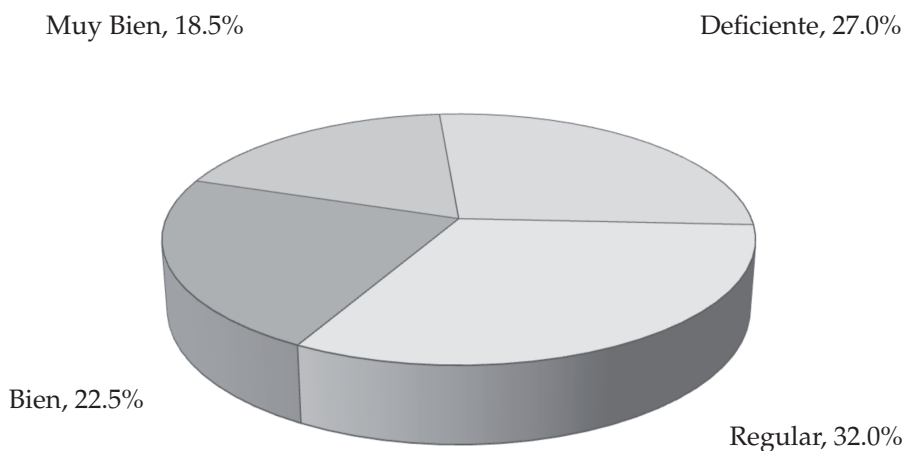


FIGURA 2. Gráfico circular de la distribución del desempeño en la elaboración del protocolo

El resultado más importante del taller nos indica que hubo un cambio significativo en las distribuciones de la forma como se conceptualiza la estadística, evolucionando de manera importante de un concepto difuso a un concepto limitado y, en menor medida, de un concepto limitado a un concepto amplio, aunque esto se dio en un porcentaje bajo de participantes, aproximadamente 2 de cada 10 (ver Tabla 4). La prueba de McNemar detectó significancia estadística ($p = 0.025$).

**Tabla 4. Distribución del concepto de estadística
(antes y después del curso-taller)**

<i>Concepto antes</i>	<i>Concepto después</i>			<i>Totales renglón</i>
	<i>Con. dif.</i>	<i>Con. lim.</i>	<i>Con. amplio</i>	
Con. dif.	10	25	1	36
Porcen. renglón	27.78%	69.44%	2.78%	
Con. lim.	3	76	23	102
Porcen. renglón	2.94%	74.51%	22.55%	
Con. amplio	2	8	29	39
Porcen. renglón	5.13%	20.51%	74.36%	
Totales	15	109	53	177*

Cuando se cruzaron las variables de características del participante con sus resultados en el cambio de concepto, no se detectó asociación alguna, pero en el desempeño evaluado por el protocolo entregado se encontraron asociaciones con el máximo grado de estudios ($p = 0.014$), región de procedencia ($p \leq 0.001$) y experiencia docente ($p = 0.025$).

Las asociaciones múltiples nos arrojaron una caracterización por regiones donde Veracruz se destaca por desempeños deficientes en la elaboración del protocolo, a pesar de que hay una alta frecuencia de participantes con maestría y doctorado y experiencia docente entre 10 y 20 años. Poza Rica, por otro lado, destaca por la frecuencia de excelentes protocolos aunque el nivel de estudios predominante es la especialidad (ver Figura 3).

* Se tuvo un caso de no respuesta.

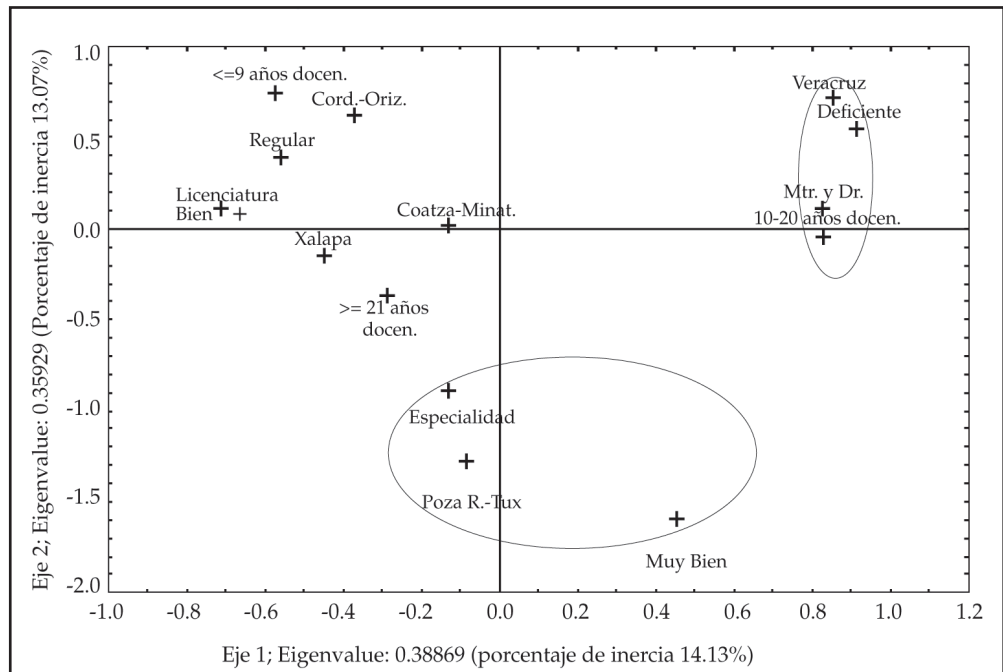


FIGURA 3. Mapa de correspondencia múltiple

Conclusiones y discusión

Los resultados obtenidos permitieron identificar que el número de cursos previos de estadística y el grado de estudios no influyeron en el concepto de estadística al inicio del curso-taller, ya que la mayoría de los participantes aportó un concepto difuso o limitado. Esto es coincidente con lo que han señalado diversos autores, como lo cita Behar (2001), en el sentido de que la enseñanza tradicional de la estadística resulta poco efectiva.

Considerando que uno de los propósitos del curso-taller fue cambiar la visión de la estadística como una metodología útil en la fase de diseño de proyectos, la evaluación permitió conocer la existencia de cambios significativos en los participantes. Esto reafirma lo ya expuesto por Anderson y Sungur (1999), Startking (1997) y Kvam (2000),

acerca de que el enfoque basado en proyectos mejora los niveles de aprendizaje de la estadística en general; sin embargo, no se deben sobrevalorar los impactos, ya que desde la perspectiva de los objetivos y metas los resultados están lejos de ser satisfactorios.

En este sentido, debemos aceptar que la evidencia sobre el desempeño en la escritura de los protocolos nos indica que se tiene que reforzar el diseño del taller y garantizar mayor asesoría a los participantes. Posible medida a considerar en el futuro será diseñar una página web (León y Parr, 2000) con diferentes elementos que ayuden al trabajo independiente, como ilustraciones en línea, señalando errores frecuentes, guías didácticas, etcétera.

Algo que se logró, indudablemente, fue elevar la motivación por el aprendizaje del diseño y análisis estadístico en el contexto del proceso de investigación, ya que casi la totalidad de los participantes declaró desear que se continúe con el taller hasta la fase de escritura del reporte, pasando por la fase de análisis de los datos. En este sentido, se logró derribar una importante barrera, como lo menciona Defior-Citoler (1996), referente a la motivación y a la disposición para abordar las actividades que producen el aprendizaje.

Respecto al contexto en el que se desenvuelven los participantes, se logró avanzar en la promoción de una cultura académica que considera al proceso de investigación como un instrumento valioso para la formación de los estudiantes. En este sentido, el modelo de protocolo revisado permitirá una gradual transferencia del enfoque basado en proyectos a las aulas universitarias.

En lo que se refiere a la organización del taller, se requiere, en futuras ediciones, incrementar el número de monitores y elevar su capacidad de asesoría, ya que la mayoría de las sugerencias de mejora va en ese sentido.

Finalmente, un aspecto a analizar con mayor profundidad es lo referente a las diferencias entre regiones, que posiblemente se deba a efectos de factores confundidos, como por ejemplo la competencia diferente de los monitores.

Referencias

- ANDERSON, J. E. and E. A. Sungur. "Community service statistics projects", *The American Statistician*, 53, 1999, 132-136.
- BARAHONA, C. "Biometrical Education: Problems, Experiences and Solutions". Camacho, J. (ed), *Biometric Education: Problems, Experiences and Solutions*. International Biometric Society Network for Central America and the Caribbean, 1997, 43-61.
- BEHAR, R. Aportaciones para la Mejora del Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Estadística. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España, 2001.
- BELTRÁN, J. *Procesos, Estrategias y Técnicas de Aprendizaje*. Síntesis, Madrid, 1996.
- DEFIOR-CITOLER, S. *Las Dificultades de Aprendizaje: un Enfoque Cognitivo*. Ediciones Aljibe, Granada, España, 1996.
- GAGNÉ, R. M. y L. J. Briggs. *La Planificación de la Enseñanza: Sus Principios*. Trillas, México, 1976.
- GARFIELD, J. "How students learn statistics?", *International Statistical Review*. 63, 1995, 25-34.
- HARLEM, W. *Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*. 2a. ed., Ediciones Morata, Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid, 1994.
- KVAM, P. H. "The effect of active learning methods on student retention in engineering statistics", *The American Statistician*. 54, 2000, 136-140.

- LEÓN, R. V. and W. C. Parr. "Use of course home pages in teaching statistics", *The American Statistician*. 54 (1), 2000, 44-48.
- MAYOR, J., A. Suengas y J. González-Marqués. *Estrategias Metacognitivas: Aprender a Aprender y Aprender a Pensar*. Síntesis, Madrid, 1996.
- MOORE, D. S. "New pedagogy and new content: The case of statistics", *International Statistical Review*. 65, 1997, 123-165.
- OJEDA, M. M. "La importancia de una buena cultura estadística en la investigación", *La Ciencia y el Hombre*. 17, 1994, 143-152
- OJEDA, M. M. and H. Sahai. "A General proposal for teaching undergraduate statistics service courses", *Proceeding of the ASA Section on Statistical Education*, pp. 311-316, American Statistician Association, Alexandria, Virginia, USA, 1995.
- POSTIC, M. *Observación y Formación de los Profesores*. 2a. ed., Ediciones Morata, Madrid, 1996.
- RESNICK, L. B. and W. W. Ford. *The Psychology of Mathematics for Instruction*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey, 1981.
- RODRÍGUEZ-ROBUSTILLO, M. y R. Bermúdez-Sarguera. *Psicología del Pensamiento Científico*. Pueblo y Educación, La Habana, Cuba, 2001.
- SAHAI, H., R. Behar and M. M. Ojeda. "A reformulation of the problem of statistical education: A learning perspective", Camacho, J. (ed), *Biometric Education: Problems Experiences and Solutions*. International Biometric Society Network for Central America and the Caribbean, 1997, 75-106.

STARTKINGS, S. "Assessing students projects", Gal and Garfield (eds.), *The Assessment Challenge in Statistics Education*. IOS Press, Amsterdam, 1997.

UNIVERSIDAD VERACRUZANA. *Consolidación y Proyección Hacia el Siglo XXI*, Xalapa, Ver., México, 1998.

———. *Nuevo Modelo Educativo para la Universidad Veracruzana*. Xalapa, Ver., México, 1999.

ANEXO 4

LA IMPORTANCIA DE UNA BUENA CULTURA ESTADÍSTICA EN LA INVESTIGACIÓN

Mario Miguel Ojeda^{*3}

Introducción

Se ha hecho un mito la dificultad de aprender a usar la metodología estadística en la conducción de las investigaciones fácticas. Una de las razones es que la mayoría de los textos de metodología hacen creer que el investigador debe manejar procedimientos aritméticos relativos a la obtención de estadísticas descriptivas o a la implementación de procedimientos inferenciales y de modelación estadística. Desde luego que esta aspiración va más allá de las exigencias reales de cultura estadística que se requiere en el contexto de una investigación basada en la obtención, análisis e interpretación de datos para proveer sus resultados, pero no considera los aspectos conceptuales, de lógica y principios, sobre la importancia, el valor y la utilidad del método estadístico y las técnicas y procedimientos particulares de la estadística. El advenimiento de la computadora y la proliferación de los paquetes estadísticos junto con una creciente oferta de asesoría estadística por parte de especialistas está haciendo que exista un mayor acuerdo entre investigadores y expertos de estadísticas sobre qué elementos debe incluir una adecuada cultura estadística para un investigador en ciencias factuales. En este trabajo presentamos una aproximación a una serie de conceptos relativos a los elementos de una adecuada cultura estadística, moderna, con énfasis en el uso de la asesoría estadística. En el primer apartado presentamos una visión panorámica de las fases del proceso de investigación en las que se requiere de conocimientos sobre los principios y usos de los métodos estadísticos; se puntualiza el tipo y la forma de uso de

* M. M. OJEDA. "La importancia de una cultura estadística en la investigación", *La Ciencia y El Hombre*, núm., 17 (mayo-agosto), 1994, pp.143-152.

los conocimientos requeridos. En el segundo apartado se presentan las fases del método científico y las fuentes de datos. En el apartado tres se caracterizan los tipos de diseños estadísticos. El proceso de análisis de datos considerando el uso de la computadora se discute brevemente en el apartado cuatro. En el apartado cinco se hace énfasis en la importancia de la cultura estadística en la elaboración del reporte de investigación. Se incluye una breve conclusión en el apartado sexto.

Este trabajo constituye una primera aproximación a un conjunto de problemas detectados desde la óptica del consultor estadístico (ver Ojeda, 1990) y plantea la necesidad de un análisis mayor incluyendo más ilustraciones. Esa tarea es una consecuencia de esta línea de desarrollo que el autor ha venido abordando recientemente.

Investigación y cultura estadística

En términos muy simples, se dice que la estadística es la disciplina que se encarga de la captación, manejo y presentación de información numérica que, de acuerdo con algún objetivo mayor, en el contexto de una investigación o estudio se requiere. Según tan simple concepción, podemos decir que la estadística puede encontrar cabida en los más diversos campos de las actividades humanas: en las empresas apoya los procesos de toma de decisiones basados en información; en el gobierno se requiere para apoyar la descripción de múltiples fenómenos sociales y económicos; y se encuentra estrechamente vinculada a los procesos de investigación científica en casi todas las disciplinas, especialmente en las ciencias factuales. De esta última función de la estadística mencionaremos algunos aspectos.

Los investigadores de las más diversas áreas requieren de una cultura estadística en cinco fases fundamentales de su trabajo: 1) en la revisión de los resultados de investigaciones relativas al tema de interés; 2) en la delimitación de los objetos de investigación y en la planeación del trabajo investigativo; 3) en la obtención de los datos pertinentes; 4) en el análisis y la interpretación de los resultados, y 5) en la elaboración del reporte de la investigación. Todos los inves-

tigadores que basan sus avances de investigación en la obtención de datos, manejo de datos e interpretación de información, requieren del método estadístico y de su lógica para proceder adecuadamente en sus búsquedas de nuevos conocimientos. Y no se está pidiendo que el investigador sea un conocedor de los procedimientos estadísticos, de las técnicas estadísticas y de los métodos estadísticos particulares, eso es ya una obligación que dejaríamos a los estadísticos. Pero sí es necesario, y deberíamos decir estrictamente necesario, que se cuente con una cultura estadística, la que, para ser precisos, debe permitirle al investigador: 1) entender que todos los procesos de toma de datos son también de medición en los que hay que definir con precisión la característica a medir y la forma e instrumento para hacerlo; 2) comprender con claridad que la estadística permite, con base en los datos, describir colectivos, identificar patrones en los colectivos y estudiar comportamientos atípicos de individuos, pero con referencia al comportamiento del colectivo al cual el individuo pertenece; por tal motivo es muy importante caracterizar con precisión el colectivo al que se está haciendo referencia. En este sentido, es de vital importancia destacar que los colectivos generalmente son muestras de poblaciones mayores, algunas difíciles de caracterizar o de ubicar específicamente, por lo que se hace estrictamente necesario: 3) entender que los procesos de inferencia estadística son inducciones, juicios que van de lo particular a lo general y por tanto están sujetas a incertidumbre, la cual a través de la estadística puede ser evaluada en términos probabilísticos. Si se aceptan estos puntos resulta inmediato que la cultura estadística permite: 4) comprender y actuar en consecuencia respecto al hecho de que el método estadístico exige una planeación detallada de la investigación en cuanto a: qué datos se requieren, cómo se obtendrán, qué resultados esperamos de éstos cuando al procesarlos se conviertan en información, y qué tanto avanzaremos en nuestro conocimiento sobre el fenómeno que estamos estudiando.

Respecto a esto último debemos recalcar que la estadística no hace que las malas investigaciones se conviertan en buenas por el simple hecho de analizar los datos con algún método novedoso o potente; las investigaciones son malas o buenas por sí mismas, dependiendo de su

profundidad, de sus objetivos, de su importancia, pero sobre todo de su adecuada planeación y cuidadoso desarrollo.

La cultura estadística permite que se entiendan juicios basados en números, porcentajes e índices, pero sobre todo permite que se comprenda que estos juicios son relativos a colectivos. De esta manera, los investigadores que posean una adecuada cultura estadística serán diestros en la interpretación de los resultados de los diferentes análisis, en la construcción de tablas que resuman los hechos sobresalientes como resultado de las investigaciones y en el diseño, elaboración e interpretación de representaciones gráficas. Todas estas destrezas le permitirán al investigador llevar las conclusiones estadísticas a conjeturas y a conclusiones extra-estadísticas, las cuales a su vez darán origen a nuevas investigaciones, y así sucesivamente. Con todo lo dicho, queda claro que para tener una adecuada cultura estadística no hace falta ser conocedor de las técnicas y procedimientos particulares de esta ciencia; basta con conocer sus principios, sus objetivos y algunas técnicas de carácter fundamentalmente descriptivo, que nos permitan el manejo básico de la información numérica. Por lo demás, una adecuada cultura estadística nos debe inducir, de una manera rápida, a identificar, en el contexto de nuestro trabajo investigativo, los problemas que requieren de la asesoría de un especialista en estadística, para turnarlos oportunamente. Aquí tenemos que decir que una buena formación como investigador, en el sentido de conocer a profundidad la metodología de la investigación que se está abordando, generalmente lleva a realizar una consulta con un especialista en estadística desde la misma fase de la planeación del trabajo investigativo, es decir, desde la elaboración del protocolo.

Es muy desalentador para la cultura científica en general la gran proporción de investigadores que no tienen una mínima cultura estadística requerida para las tareas de definición, planeación, desarrollo y presentación de resultados de investigaciones. Con bastante frecuencia estos investigadores recurren al estadístico para que les analice sus datos cuando su investigación ya está transitando hacia un rotundo fracaso.

Método científico y fuentes de datos

En las investigaciones o estudios que para obtener sus resultados se basan en datos, se dice que es necesaria una planeación estadística. Para planear estadísticamente una investigación se deben establecer con claridad algunos aspectos relativos al protocolo de dicha investigación o estudio; entre estos aspectos debemos señalar:

- a) Las motivaciones y antecedentes de la investigación o estudio
- b) Los objetivos generales, particulares y adicionales
- c) Las hipótesis de trabajo y las variables involucradas
- d) Las variables operativas y los procedimientos y escalas de medición
- e) El procedimiento y las fuentes de obtención de los datos
- f) El análisis de los datos
- g) La interpretación de resultados y la elaboración del informe

Estos aspectos ordenados particularizan diversas versiones de la secuencia de pasos que a veces se da en llamar los pasos o fases del método científico.

Las investigaciones fácticas se pueden proveer de datos de dos tipos de fuentes: 1) primarias o directas, y 2) secundarias o indirectas. Estas últimas contienen información que fue generada con propósitos generales, no específicamente que respondan sólo a los objetivos de la investigación o estudio. Ejemplo de estas fuentes son los archivos o bases de datos de información periódica de las organizaciones o empresas; los datos de encuestas y censos publicados son otro ejemplo de fuentes secundarias.

Hay una gran cantidad de investigaciones o estudios en los que se desea obtener conclusiones sobre ciertas relaciones causa-efecto que son susceptibles de información directa, pero que también requieren hacer uso de información de archivos o expedientes. Por ejemplo, los pedagogos están interesados en estudiar cómo ciertos factores –nivel cultural y económico de la familia, hábitos de estudio del alumno, rendimientos anteriores, etc.– afectan el rendimiento escolar en un periodo dado. Aquí es necesario diseñar instrumentos para captar información

directa de la familia, pero también se tiene que revisar información en el expediente del alumno. Es claro que una combinación de uso de fuentes de información, primarias y secundarias, nos daría datos suficientes para el estudio. Otro ejemplo análogo se da con las investigaciones sobre algún padecimiento en particular en las que se considera un colectivo de casos; para cada uno de ellos se revisa el expediente clínico además de hacer una serie de mediciones sobre las variables de interés primario que pueden ser resultados de análisis clínicos o tal vez diagnósticos basados en un reconocimiento del paciente.

Por otro lado, hay una gran cantidad de investigaciones o estudios en los que se requiere la obtención directa de datos. Por ejemplo, para obtener información acerca de la opinión de un grupo social sobre las políticas de gobierno, no hay otra forma de conseguir los datos que la de evaluar esta opinión directamente. Otro ejemplo es una investigación referente a la efectividad de fórmulas de fertilización sobre el rendimiento de cierto cultivo. Aquí habría de ensayarse la aplicación de estas fórmulas de fertilización y medir los rendimientos observados directamente. Al segundo caso se le identifica como una investigación que requiere de un diseño experimental (investigación experimental), mientras que al primero se le denomina como una situación que requiere de muestreo de encuestas (investigación por muestreo de encuestas).

En general, los tipos de estudios que se basan en la obtención de información de fuentes directas cuentan con una gran credibilidad, ya que se considera que tanto en los experimentos como en las encuestas el investigador puede controlar la obtención de los datos, mientras que en los estudios de fuentes indirectas los datos se han tomado generalmente con propósitos más generales y muchas veces los controles que se aplican basados en el modelo lineal se pueden usar en general en la investigación comparativa. Adelante precisaremos detalles al respecto.

Caracterización de los estudios basados en la obtención de información directa

En todos los estudios de información directa contamos con un conjunto de unidades a las que llamaremos población de unidades de observación. Esta población, denotada por $U = \{U_1, U_2, \dots, U_N\}$, es una población finita, homogénea de acuerdo con ciertas características del estudio, digamos ABCD, pero heterogénea sobre otras características, digamos EFGH..., que no se consideran relevantes para el estudio.

Por ejemplo, en el estudio de la opinión de los ciudadanos sobre las políticas de gobierno, U es el conjunto de las personas mayores de cierta edad (A), que viven en el área gobernada (B), que están en posibilidades de opinar (C), etc., los que son diferentes por sus preferencias culturales (E), historia personal (F), etcétera.

Hay otras características que concurren en los elementos de U , digamos W_1, W_2, \dots, W_l de manera variable, que desde la perspectiva de los objetivos de la investigación podrían o no estar influyendo sobre las respuestas Y_1, Y_2, \dots, Y_q , que son las variables de interés central en la investigación. Y finalmente hay una serie de variables X_1, X_2, \dots, X_p , que serían las variables causa o explicatorias de la respuesta. Las variables X y las variables Y se derivan de la hipótesis de trabajo de la investigación. A las variables W se les llama covariables y también pueden, algunas de ellas, fungir como variables de clasificación de las unidades U para formar subpoblaciones. El esquema siguiente ilustra, en general, la situación.

$$\left. \begin{array}{c} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_p \end{array} \right\} \rightarrow U(W_1, \dots, W_l) \rightarrow \left\{ \begin{array}{c} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_p \end{array} \right.$$

La relación causa-efecto a estudiar es $X \rightarrow Y$. En general, los valores de cada X pueden ser o estar asignados a las unidades U por un proceso controlado por el investigador o por un proceso en el que no pueda intervenir.

En el ejemplo de las fórmulas de fertilización, cada fórmula es una combinación de valores de X , que son los componentes de la ecuación, y cada fórmula es asignada a U en un proceso controlado por el investigador. En el caso del estudio de opinión sobre las políticas de gobierno, las X podrían ser el nivel de estudios, la filiación política, etc., las cuales están dadas en las unidades U . Otro aspecto central en los estudios de observación directa es la forma como el investigador determina U , que puede ser seleccionada por el investigador de una población mayor mediante un proceso controlado por él o bien puede estar dada por un proceso de selección que le es ajeno.

Smith y Sudgen (1988) plantean una clasificación de estudios estadísticos con base en el control que el investigador ejerce en la selección de U y con base en la asignación de las combinaciones de valores de X a las que se llama genéricamente tratamientos. La tabla siguiente presenta tal clasificación, en la que se identifican los experimentos y los estudios de muestreo y donde también se ubican los estudios de observación, en los que ni se controla la selección de las unidades ni la asignación de los tratamientos a éstas.

<i>Asignación de Tratamientos</i>	<i>Selección de unidades</i>	
	<i>Controlada</i>	<i>No controlada</i>
Controlada	Estudios combinados (Experimentos-Muestreo)	Experimento
No controlada	Muestreo	Estudios observacionales

Los ejemplos que hemos venido manejando son casos de estudios de muestreo y estudios experimentales, respectivamente. Para mayor información sobre este tipo de estudios puede verse Ojeda (1988) y Ojeda (1994).

Ejemplos de estudios combinados son los siguientes:

Un experimento agrícola en el que las unidades experimentales son grandes parcelas usa el muestreo para medir de manera más precisa el rendimiento en cada parcela. Las restricciones de costos y tiempo para la medición de datos son dos razones importantes para usar combinadamente estas técnicas de generación de información directa. El otro caso se presenta en los estudios de mercadotecnia, en los que se selecciona una muestra de consumidores de cierto artículo; acto seguido, sobre esta muestra se diseña un experimento para medir el efecto de, por ejemplo, el cambio de envoltura en el producto.

Los estudios observacionales son comunes en el área de ciencias médicas, ya que en este contexto se trabaja con voluntarios o con casos que presentan las características de interés para la investigación. Los estudios de casos y controles y los de cohorte son ejemplos comunes. Cabe destacar que el término observacional proviene del hecho de que el investigador no puede ejercer ningún control ni sobre la selección de las unidades del colectivo a estudiar ni sobre la asignación de los tratamientos.

Se hace notar que la clasificación presentada no está exenta de controversias; nosotros la tomamos como referencia para centrarnos sobre la definición de las principales situaciones que requieren de análisis estadístico a través de modelos.

También debemos tener en cuenta que muchos estudios observacionales, a veces referidos como pseudoexperimentos, son susceptibles de ser analizados con la metodología estadística propia de la experimentación, esto fundamentalmente por razón de que con algunas suposiciones adicionales se pueden adaptar dichos modelos a la situación particular. Sin embargo, debemos tener precauciones especiales, las cuales se comprenderán después de haber estudiado los diseños experimentales.

La experimentación es un método de investigación cuyo reconocimiento es muy alto en las más diversas disciplinas. Permite, en general, producir datos sobre el efecto de distintos tratamientos evaluados en la respuesta de las unidades experimentales. La experimentación basada en principios estadísticos tiene su origen en la agronomía debido a que Fisher, el estadístico inglés, patentó gran parte de los principios y la filosofía de la experimentación estadística, con base en los trabajos que reali-

zó en la estación experimental de Rothamsted, en las décadas de los años veinte y treinta del siglo xx. Sin embargo, la experimentación estadística pronto se adaptó a diversas áreas y disciplinas científicas. En la actualidad se realizan experimentos estadísticos para probar la efectividad de nuevos medicamentos, contrastar diferentes fórmulas de fertilización, seleccionar nuevas prácticas de cultivos, probar resistencia de variedades, identificar y cuantificar la influencia de diferentes factores sobre la producción en las industrias, diseñar nuevos productos y para verificar su efectividad en el campo, en condiciones de uso. Así que muchos avances en la medicina, la ingeniería, la agricultura y hasta en las ciencias de conducta, tienen mucho que ver con los resultados de experimentos.

El experimento, como un método para producir la observación de relaciones causa-efecto en condiciones controladas, resulta un instrumento de investigación que produce resultados rápidos, a bajos costos y con un rango de validez de amplitud predecible. Los principios estadísticos han contribuido sustancialmente para darle al experimento y a la experimentación en general estas cualidades. Ojeda (1988) presenta una visión introductoria al diseño y análisis de experimentos.

Análisis de datos, computadoras y estadísticos

Una vez que los datos han sido obtenidos, ahora con la disposición de la computadora, el investigador se debe aplicar a la tarea de analizarlos hasta producir la información susceptible de interpretación para obtener las conclusiones. Para iniciar esta frase, es importante que se cuente con el apoyo de un conocedor del diseño de base de datos. Si para estos momentos no se ha consultado a un estadístico, es preferible esperar a contar con un asesor que se responsabilice de tareas como la codificación de datos y de crear un archivo susceptible de explotación estadística. Es muy grave e indica una inadecuada cultura estadística que se piense que una computadora dotada de un paquete estadístico puede suplir a un asesor estadístico. En este sentido, en el contexto del análisis de datos, debe quedar claro que el profesional de la estadística realiza tareas como las siguientes:

- 1) Diseña una base de datos de acuerdo con las necesidades de análisis de la investigación, identificando información relevante y redundante.
- 2) Verifica la calidad de los datos y supervisa que la edición y captura de los mismos se realice con el mínimo de errores.
- 3) Selecciona el paquete estadístico apropiado a las necesidades de análisis planteadas por la investigación.
- 4) Realiza exploraciones y análisis preliminares a fin de producir una serie de resultados básicos para realizar una tarea descriptiva del colectivo que produjo los datos.
- 5) Diseña una estrategia de análisis definitivo acorde con las necesidades informacionales y objetivos de la investigación.
- 6) Implementa –apoyado en los adelantos metodológicos y computacionales de la estadística– un análisis estadístico acorde con los requerimientos de la investigación.

Muchos investigadores que han adquirido en su formación profesional algunas nociones de estadística y de computación, que implican el conocimiento de algún paquete estadístico, que no de una cultura estadística adecuada, proceden a realizar lo que piensan es el análisis de los datos de su investigación. Cuando obtienen los listados de salida del paquete computacional se topan con la sorpresa de que no saben interpretarlos y entonces recurren al estadístico. La concepción que tienen de la metodología estadística es muy limitada y, sobra decirlo, bastante inadecuada. Es muy probable que el método usado no haya sido seleccionado adecuadamente o que no se haya verificado el cumplimiento de las condiciones necesarias para aplicarlo. En estos casos cualquier estadístico recomienda empezar de nuevo, lo que a veces puede implicar incluso volver a hacer una captura o reedición de los datos. Por supuesto, esto redundará en pérdida de tiempo, esfuerzo y recursos.

Algunos investigadores se prejuician mucho respecto a la necesidad de usar un método estadístico particular y van a buscar la asesoría de un estadístico para que les implemente el análisis, a veces simplemente porque han tomado como modelo algún artículo de investigación en el que se usa ese método. Esto es muy común entre los investigadores

novicios o entre aquellos que carecen de una formación metodológica sólida. Con frecuencia sucede que los objetivos particulares de la investigación discrepan levemente de los reportados en el artículo y eso es suficiente para que el análisis estadístico cambie sustancialmente. Debe recordarse siempre que los análisis estadísticos se subordinan a los objetivos de la investigación y, por lo tanto, a veces no resulta necesaria la implementación de un método sofisticado. A muchas investigaciones de naturaleza exploratoria les basta con el uso de técnicas descriptivas para cumplir con las necesidades informacionales. Hacer algo más podría redundar en sólo curiosidades estadísticas, las cuales, desde luego, pueden interesar a los estadísticos y no tendrían por qué agobiar a un investigador con una adecuada cultura estadística.

Estadística y elaboración del reporte escrito

La elaboración del reporte de la investigación es, sin duda, el talón de Aquiles de una gran porción de investigadores. Si elaborar el protocolo implica una mente clara y ordenada en torno al problema y los alcances de la investigación, la elaboración del reporte requiere además del dominio de un oficio el de la precisión escrita con lógica y claridad. El reporte debe ser un escrito organizado, con partes componentes bien destacadas y definidas –frecuentemente se aceptan: introducción, métodos y materiales, resultados y discusión– y con un lenguaje poco literario pero directo y contundentemente claro.

Cuando el investigador no está bien asesorado o carece de experiencia en el oficio puede caer en la tentación de no saber reportar con suficiente claridad y brevedad los materiales y métodos usados en la investigación. Esta es la columna vertebral del reporte y puede dar paso a enjuiciar negativamente los resultados de la investigación, que pueden ser valiosos. Cabe destacar que una adecuada comunicación del estadístico con el investigador, basada en una sólida cultura estadística del segundo, debe producir un buen resultado en la redacción de esta sección.

Pero quizá donde es más urgente la presencia del estadístico es en la elaboración de la sección de resultados. Con frecuencia los investiga-

dores piensan que todos los resultados de los análisis estadísticos son importantes y opinan que se deberían hacer todas las gráficas posibles.

Los cánones ordenan, sin embargo, que una buena sección de resultados sea escueta, precisa y compacta. Hay que presentar los datos representativos y lo más digeridos posible. La manía de poner todo no prueba que se dispone de información ilimitada, sino que se carece de capacidad de discriminación. La inadecuada cultura estadística puede orillar al investigador a romper con la asesoría del estadístico una vez que se tienen resultados de los procesamientos y una mediana interpretación de los mismos. La buena cultura estadística debería implicar una colaboración estrecha para discutir y seleccionar lo relevante, para diseñar cuadros y gráficas apropiadas, de modo que se pueda, en un mínimo de espacio, constatar los resultados de la investigación. Sobra decir que el estadístico, en una colaboración estrecha, puede darle gran calidad a la sección de resultados en el reporte.

Las conclusiones de una investigación fáctica son de dos tipos: estadísticas y extraestadísticas. La discusión de resultados implica comprender con claridad lo que se concluye de los análisis estadísticos. El estadístico debe leer y aprobar lo que se escriba en esta sección porque a pesar de una compenetración amplia con los resultados el investigador puede caer en la tentación de extrapolar, aludiendo a los resultados estadísticos, más allá de lo posible. Es claro que existe la posibilidad de elaborar conclusiones extraestadísticas, que pueden ser conjeturas que darían origen a nuevas investigaciones, pero esto debe quedar perfectamente claro en la redacción.

Conclusiones

La estadística es, sin lugar a dudas, una herramienta imprescindible para las investigaciones fácticas. Los investigadores deben tener una cultura estadística que les permita establecer un contacto oportuno y mantener una colaboración permanente con el especialista en estadística. No es necesario que sean expertos en el manejo de tales o cuales técnicas, por el contrario, basta que conozcan los principios, los usos po-

tenciales, las limitaciones y las ventajas de las técnicas y procedimientos estadísticos. Pero más importante que todo esto es que conozcan y valoren la metodología y los conceptos estadísticos en cada una de las fases de la investigación. Sólo de esta forma serán capaces de aceptar la necesidad de consultar a un especialista.

Referencias

- MÉNDEZ, I. Modelos estadísticos lineales en la investigación comparativa. Texto de conferencia dictada en el XXIII Congreso Nacional de Matemáticas, Guanajuato, Gto., 1990.
- OJEDA, M. M. *El muestreo clásico y el análisis de datos de encuestas*, Div. Tec., Fac. de Estadística, UV, 1994.
- . “Notas sobre la consultoría estadística”, *Ciencia*. Vol. 42, 1991, pp. 13-20.
- . *Aspectos básicos del diseño estadístico de experimentos*, Textos Universitarios, UV, 1998.
- SMITH, T. M. F. and R. A. Sugden. “Sampling and assignment mechanisms in experiments, survey and observational studies”, *Int. Stat. Rev.* Vol. 56(2), 1998, pp. 165-80.

ANEXO 5

EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO COMO ELEMENTO DE CAMBIO PERSONAL

Ana Estela Kai Cacho¹

Resumen

El aprendizaje significativo se refiere al proceso de enseñanza-aprendizaje que ocurre en todos los ámbitos de las relaciones interpersonales en los cuales existen núcleos de personas que dan y reciben elementos cognitivos y emocionales creándose así un ambiente educativo permanente en donde se aprende por iniciativa propia. Si se entiende el aprendizaje como un complejo proceso activo de carácter social que influye en el desarrollo integral de la persona para que pueda interactuar de manera competente en su entorno, entonces puede asumirse que ese carácter activo sólo puede concretarse cuando el individuo actúa de manera consciente y libre respondiendo a sus necesidades relacionales y de actualización personal. Para acceder a este tipo de aprendizaje es necesaria la presencia cálida y dispuesta de un facilitador que, dependiendo de las circunstancias, puede ser el padre, el maestro, el líder religioso, social o comunitario, el cual acompaña y motiva el aprendizaje de nuevas formas de enfrentar las dificultades de toda índole mediante la incorporación de nuevos conocimientos y actitudes.

Indicadores: Aprendizaje significativo; Sentimientos; Pensamiento; Valores; Facilitador; Significados.

¹ Instituto de Psicología y Educación, Universidad Veracruzana. Artículo publicado originalmente en *Enseñanza e Investigación en Psicología*, vol. 6, núm. 2 (julio-diciembre), 2001.

ABSTRACT

The significant learning talks about the process of teaching-learning that occurs in all the scopes of the interpersonal relations where nuclei of people exist who give and receive cognitive and emotional elements, being created, therefore, a permanent educative atmosphere in where it is posible to learn by personal initiative. If learning is understood like a very complex active process of social character that influences the integral development of the person, so that he/she may interacts in a competent way with his/her surroundings, then is possible to assume that this active character only may be concretized when the individual, in a conscious and free manner, acts responding to its relational necessities. In order to be able to accede to this kind of learning, the presence of a facilitator is necessary; depending on the circumstances, he/she could be the parent, teacher, or the religious, social or communitarian leader, who motivate the learning of new forms of facing the difficulties incorporating new knowledge and attitudes.

Keywords: Significant learning; Feelings; Thoughts; Values; Facilitator; Meaning.

Conceptualizando el aprendizaje significativo

En el aprendizaje significativo se combinan lo lógico e intuitivo, el intelecto y las sensaciones, el concepto y la experiencia, las ideas y el significado (Rogers, 1991). Este tipo de aprendizaje, que se basa en experiencias significativas, se puede definir como aquel que se sustenta en los conocimientos previos que tiene la persona y que le permiten integrar nueva información a aquella con la cual ya cuenta. Así, resulta más fácil comprenderla, es decir, puede encontrar el sentido de integrarla a una nueva estructura mental como parte de un conocimiento más actualizado y amplio.

Las experiencias significativas están relacionadas más bien con las oportunidades que las personas tienen de aprender, con base en sus necesidades, expectativas e intereses, ya que así es posible propiciar

la curiosidad y el deseo de saber y hacer pues se constituye en un reto que les permite plantearse metas concretas y alcanzables y lograr una mejor convivencia como individuos autónomos y responsables de sí mismos y de su entorno (Del Valle, 1999).

Desde la perspectiva de la Comisión Jaques Delors para la UNESCO sobre la Educación para el Siglo XXI (1999), aprender significativamente es adquirir los instrumentos de la comprensión de nuestro entorno, es aprender a hacer para poder influir eficiente y efectivamente sobre él, es aprender a vivir juntos para participar y cooperar con los demás en todas las actividades humanas, es aprender a *ser* mediante un proceso fundamental que recoge e interioriza todos los elementos anteriores profundizándolos significativamente para asumirlos de manera consciente en la vida diaria.

El aprendizaje significativo de Ausbel (1978) se interpreta como un proceso de relación con sentido entre las nuevas ideas y las que la persona posee. El facilitador que propicia este proceso es el mediador que facilita la relación. Tal aprendizaje es la incorporación sustantiva, no arbitraria ni verbalista, de nuevos conocimientos en la estructura cognitiva mediante un esfuerzo deliberado de relacionar los nuevos conocimientos con conceptos ya existentes en la mente de la persona (Novak y Gowin, 1988). Si la conexión del nuevo aprendizaje es arbitraria o, mejor dicho, no se integra mediante la comprensión, se producirá tan sólo la memorización de un aprendizaje condenado al olvido.

Desde esta visión, todo aprendizaje significativo supone memorización comprensiva y, por otra parte, asegura la funcionalidad de lo aprendido de modo que se adapte a nuevas situaciones futuras, lo que será posible si una vez descubiertos los conocimientos actuales y sobre la base de éstos se orienta la adquisición de nuevos conceptos que se traducen en actitudes y comportamientos.

Rogers (1994a) manifiesta que lo cognitivo y lo afectivo-experencial se unen para que el hombre aprenda como una persona completa, con un aprendizaje unificado en todos los niveles humanos y con una clara conciencia de esos diferentes aspectos.

El aprendizaje significativo (integral) tiene un gran número de elementos cognitivos (el intelecto trabaja a su máximo), de elementos afec-

tivos (curiosidad, emoción, pasión) y posee elementos experienciales (cuidado, autodisciplina, confianza en sí mismo, emoción por el descubrimiento); por lo tanto, es un conocimiento con *sentimientos*, por lo que se requiere de un cambio de actitud en cuanto al aprendizaje, ya que generalmente sólo se le relaciona con lo académico e intelectual como si el mundo afectivo fuera innato y nada se pudiera hacer por ello. En muchas ocasiones las emociones, desde este presupuesto, se disfrutan o se padecen en la intimidad del ser sin que se expresen, sugiriendo que articular los sentimientos es un signo de debilidad y no de humanidad (Negroni, 1997).

El enfoque centrado en la persona tiene una posición bien definida en cuanto al aprendizaje significativo el cual, para Rogers (véase Negroni, 1997), sólo puede ser significativo si se crean condiciones tales que generen una atmósfera especial en la cual se desarrolle efectiva y activamente este proceso; una atmósfera en donde las personas no se sientan amenazadas en su *sí mismo* y, por lo contrario, se muevan en un ambiente cálido, afectuoso y seguro.

Bajo estas características, el aprendizaje significativo es un proceso activo en el que las personas se relacionan con los conocimientos, es constructivo pues a través de él se edifica una realidad personal, es significativo porque la persona construye significados, es decir, estructuras cognitivas organizadas y relacionadas sustancialmente con los conocimientos ya existentes, o sea, la persona construye su realidad atribuyéndole sentidos y significados ("Aprendizaje e intervención psicopedagógica", 1997).

Para que tenga lugar tal tipo de aprendizaje es necesario tener en cuenta el conocimiento previo de las personas. Si no existen conocimientos con los que se relacionen los conocimientos que se reciben es imposible realizar un aprendizaje significativo. Por lo tanto, aprender significativamente supone modificar los esquemas de conocimiento y reestructurar, revisar, ampliar y enriquecer las estructuras cognitivas existentes.

Ausbel (1978) afirma que el aprendizaje significativo exige, en primer lugar, que el contenido sea potencialmente significativo y que las personas tengan la voluntad de aprender significativamente. Si la información

compartida no tiene una estructura significativa, no es posible producir un aprendizaje significativo; lo mismo sucede si las personas con las cuales se comparte no tienen disposición favorable a aprender significativamente, relacionando lo nuevo con lo almacenado en la memoria.

Además de contenidos, los individuos pueden adquirir procesos que son la verdadera actividad interna del aprendizaje y que les lleva a *aprender a aprender*. Dicho modo de aprendizaje conduce a la autonomía personal y al aprendizaje autorregulado y autónomo que se crea a partir de la construcción de significados, lo que implica a la persona en su totalidad (“Aprendizaje e intervención psicopedagógica”, 1997).

Las características del aprendizaje significativo son, según Mancillas (1997), las siguientes:

- Parte de la iniciativa propia que lleva a la búsqueda, descubrimiento, comprensión y acción para el logro de metas personales.
- Tiene una implicación personal, un significado pleno para quien busca aprender.
- Involucra a la persona tanto cognitiva como afectivamente.
- No se presenta sólo en algún aspecto de la persona sino que se relaciona y relaciona a todos los aspectos humanos: conductas, actitudes, sentimientos, pensamientos, etcétera.
- Es evaluado por la propia persona, quien identifica si está satisfecha o no.

La significación es la esencia del aprendizaje significativo, lo que da lugar a la búsqueda, al cambio y nace desde el interior de la persona sin ser impuesto ni determinado.

En este proceso de aprendizaje significativo el facilitador tiene un papel muy importante ya que es a través de sus actitudes que lo favorece y motiva generándose en el interior de las personas cambios de conducta; tales actitudes son la autenticidad o congruencia, la estimación, aceptación y confianza; la comprensión empática y la comunicación de estas actitudes, para ser percibidas por los demás.

El facilitador del aprendizaje significativo

Teniendo en cuenta estas actitudes, la tarea del facilitador (padres, maestros, líderes religiosos, sociales o comunitarios) (Rogers, 1994b) sería la de proporcionar un clima psicológico adecuado que propicie el desarrollo de la responsabilidad en la vivencia del proceso de aprendizaje. Para que el facilitador pueda establecer ese clima psicológico es necesario que tenga seguridad en sí mismo y en sus relaciones interpersonales, de tal manera que deposite su confianza en la capacidad de los demás para aprender por sí mismos. Si ocurre lo anterior, entonces es muy probable que existan los siguientes aspectos que son indispensables para orientar el aprendizaje significativo:

- El facilitador comparte con la(s) persona(s) la responsabilidad del proceso de aprendizaje.
- Proporciona elementos de aprendizaje de su experiencia personal.
- Asegura que cada persona desarrolle una forma de aprendizaje particular y de acuerdo con sus propias necesidades y recursos.
- Propicia un clima facilitador del aprendizaje y aprender unos de otros.
- Fomenta la continuidad en el proceso de aprendizaje (aprender a aprender cómo se desea saber).
- Favorece el desarrollo de la autodisciplina para llegar a las metas trazadas.
- Motiva que la persona autoevalúe el grado e importancia del aprendizaje.

El aprendizaje bajo estas condiciones tiende a ser más profundo, avanza a un ritmo más rápido y penetra más en la vida de los individuos.

Gómez del Campo (1995) describe la experiencia de aprender significativamente como *experiencia abierta de aprendizaje*, entendiéndose como una situación en la que las personas involucradas se reúnen para crear un clima de relaciones de igualdad que facilita el desarrollo de un ambiente de aprendizaje, que a su vez promueve el crecimiento integral de los

participantes, tendiendo a la congruencia en cuanto al reconocimiento y expresión de sus sentimientos y a la adquisición de nuevas conductas.

Una persona que experimenta el aprendizaje significativo sigue un proceso que se encuentra determinado por los hechos que se van suscitando en las relaciones interpersonales y que muchas veces, según Gómez del Campo (1995), son irracionales y desafían toda interpretación y conceptualización; sin embargo, existen hechos que a continuación se describen y que ocurren generalmente al interior de la persona y la relación:

- *Atracción inicial.* Es el deseo de aprender surgido de un sano grado de insatisfacción. Hay una búsqueda personal por comprender o descubrir aspectos de la realidad interna o externa surgiendo así el deseo de responder a interrogantes propias.
- *Expresión positiva superficial.* Entusiasmo y optimismo que parten de la necesidad de presentar una imagen positiva de sí mismo, razón por la cual el individuo se esfuerza por exhibir sus habilidades facilitadoras respondiendo positivamente a los demás.
- *Primeros riesgos.* En esta fase hay una expresión indirecta de sentimientos presentes que conllevan reacciones negativas, expresión que es favorecida por el clima de confianza que se acrecienta, facilitando la expresión libre de lo que se siente y se piensa.
- *Confusión, conflicto y expresión abierta de los sentimientos que apremian a la persona.* La libertad y seguridad experimentadas conducen a la expresión abierta de los sentimientos, ideas y demás, provocando conflictos, confusiones personales y de relación. Sin embargo, el encuentro de la persona con la imagen que tiene de sí misma, con sus valores y sentimientos, le permite conocer y explicar lo que es y lo que quiere ser. Dichos significados personales, que se expresan ante otras personas como confianza, calidez, aceptación, respeto, confrontación y colaboración, la facultan en forma personal para mirarse a sí misma en todos sus aspectos y conocerse más en sus propias percepciones y simbolizaciones.
- *Exploración de resistencias.* Los conflictos y confusiones que no son clarificados crean resistencias al cambio, por lo que es necesario explorar tales resistencias, lo que genera inseguridad y duda y

provoca reacciones de desaliento y frustración. El primer deseo ante tales emociones es abandonar el esfuerzo, lo cual muchas veces no se expresa sino que sólo se lleva a la práctica. La aceptación y percepción del facilitador, su autenticidad y la comprensión que manifieste en esta etapa, permitirán romper con los miedos a la apertura, a la reflexión y a la elección libre y consciente para proseguir o no en el aprendizaje y exploración de sí mismo.

- *Superación de la crisis.* Cuando el deseo de poner un alto a este proceso se expresa, se hace un nuevo compromiso y se plantean objetivos y caminos para alcanzarlos. En este momento las personas resignifican su autoconstructo y expresan los procesos que les llevan a tal resignificación como una mayor autoaceptación, comprensión empática de sí mismas y acercamiento a la realidad total de su *mí mismo*, es decir, a su congruencia; ello les permite reafirmar sus nuevas definiciones y actitudes.
- *Expresión creativa y profunda.* El proceso continuo de autorreflexión y autoconocimiento lleva al descubrimiento de nuevas insatisfacciones que se enfrentan con una actitud nueva que libera las capacidades constructivas y facilitadoras, haciendo que el ambiente de aprendizaje sea cada vez más rico y estimulante. Las dificultades siguen existiendo, pero se manejan de una forma más positiva y productiva.

Para llevar a cabo este proceso es necesaria la presencia de un facilitador que tenga en cuenta, según Rogers (1994b):

- a) Que no se puede enseñar a otra persona sino sólo facilitar su aprendizaje.
- b) Que sólo se puede aprender significativamente lo que es percibido como enriquecedor del propio yo y que mantiene la imagen de estima que cada uno tiene de sí mismo.
- c) Que una atmósfera amenazante genera una experiencia de miedo y un aprendizaje rígido e inflexible; en cambio, una atmósfera aceptante y estimulante produce una experiencia placentera y un aprendizaje flexible y abierto.

- d) Que un ambiente educativo es más eficaz para promover un aprendizaje integral si se reducen las amenazas a la imagen que las personas tienen de sí mismas y se facilita y motiva una captación creciente, diferenciada de la experiencia.

Al respecto, Moreno (1993) manifiesta que existen aprendizajes llenos de sentido personal y significado para quien o quienes están involucrados en el mismo, siendo el aprendizaje significativo el que tiene ese sentido y valor, el cual puede ser asimilado, integrado y relacionado con otras experiencias y conocimientos. Este aprendizaje incluye las emociones y los sentimientos además de diversos aspectos intelectuales, psicomotores, éticos y/o sociales. El mismo Moreno señala que se trata de un aprendizaje estrechamente vinculado con la vida de quien aprende y que da más importancia a la experiencia presente que al pasado o futuro. El proceso que emerge de un tipo de aprendizaje así lleva a las personas a *aprender a aprender*, lo que implica reconocer el estilo personal para aprender solo y con otros, identificar los elementos que promueven el propio aprendizaje y detectar aquellos que lo dificultan, ser capaz de influir propositivamente para hacer que ocurran las condiciones y el ambiente propicio para el aprendizaje y saber cómo aprender de y en las distintas experiencias de la vida.

Ventajas de aprender significativamente

Este proceso, independientemente de que sirve para lograr un aprendizaje significativo de contenidos, propicia y requiere el desarrollo de la iniciativa, la participación, la confianza personal y el pensamiento propio, integrando de la misma manera los aspectos afectivos y experienciales.

Es el significado la parte esencial del aprendizaje significativo, entendiéndose éste, según Ausbel (1978), como “el contenido cognoscitivo diferenciado que evoca en una persona o grupo de personas un símbolo o grupo de símbolos específicos después de aprendida cualquiera de estas expresiones”. Tal significado potencial es de índole personal puesto que

es el resultado de la interacción de las estructuras cognoscitivas sustanciales de la persona con la expresión simbólica que se aprende. La citada interacción constituye el significado de la expresión simbólica recién aprendida, la cual se evocará en lo sucesivo cuando se presente, convirtiéndose así en un aprendizaje significativo que llega a ser claro, diferenciado y perfectamente articulado por la conciencia para la persona.

Desde el enfoque centrado en la persona (Rogers, 1995) se puede observar que están ocurriendo aprendizajes significativos cuando las personas muestran cambios en la percepción, la aceptación y confianza en sí mismas, mayor cercanía entre su estado actual y lo que quieren llegar a ser, una percepción más flexible, objetivos más realistas un cambio constructivo de sus características de personalidad y una mayor aceptación de los demás.

De acuerdo con Mancillas (1997), los procesos de aprendizaje significativo y de cambio necesitan como eje una necesidad interna de resolución o de conocimiento de algún aspecto de sí mismos o del mundo externo; cuando dicho cuestionamiento se dirige hacia uno mismo, el proceso puede resultar agradable o angustiante, amenazante y doloroso, siendo todos estos caminos diferentes formas de crecimiento.

Conclusiones

El aprendizaje significativo, como una herramienta para lograr el cambio a través de la adquisición consciente y libre de nuevos conocimientos, favorece la creación de ambientes adecuados para el crecimiento y desarrollo óptimo de la persona. Es mediante esta forma de aprender que se *aprehende* la autenticidad a partir del autoconocimiento profundo que construye la historia personal con base en las propias necesidades, valores y experiencias, lo que le da a la vida un significado más congruente y satisfactorio ya que parte de la reflexión y de la decisión personal para cambiar y mejorar. Los conocimientos nuevos que se integran al individuo, basados en las vivencias pasadas como cimiento de aquéllos, permiten la estabilidad y seguridad emocional e intelectual, dándole un valor especial y único a la vida personal sean cuales

sean las experiencias vividas y los conocimientos adquiridos que pasan a ser el mejor y más importante eslabón que une el antiguo y nuevo estilo de vivir en cuanto que involucran tanto los aspectos cognitivos como afectivos, esto es, a la persona en su totalidad.

Favorecer el aprendizaje significativo como padres, maestros o líderes de cualquier índole, representa un reto y un compromiso íntimo y profundo en virtud de que se requieren características especiales que no aparecen de súbito, sino que tienen que ser desarrolladas con paciencia y habilidad. Quien asuma la responsabilidad de facilitar un tipo así de aprendizaje tendrá que creer en la persona como alguien capaz de desarrollar positivamente su potencial, siempre y cuando encuentre un ambiente cálido y afectuoso para ello; reconocerá que cada quien aprende de manera personal de acuerdo con sus propias necesidades, capacidades y resistencias; estará consciente de que al motivar el aprendizaje en los demás está aprendiendo de sí mismo y de ellos, pues la apertura y la comunicación de sus emociones y vivencias le harán posible estar en contacto permanente con su interior.

En conclusión, facilitar el aprendizaje significativo y aprender significativamente es un continuo que siempre tiene un comienzo y que nunca termina.

Referencias

“Aprendizaje e intervención psicopedagógica”. *Revista de la Universidad de Cajamarca* (Perú). 1997. www.uns.edu.pe/aprendi.htm.

AUSBEL, D. P. *Psicología educativa: un punto de vista cognitivo*, Trillas, México, 1978.

COMISIÓN JAQUES DELORS. *Aprendizaje significativo en el INDEHU*. 1999. www.cosapidata.com.pe/empresas.

DEL VALLE, J. *En qué consiste aprender*. 1999. www.senuedic.edu.pe/psicología.

- GÓMEZ DEL CAMPO E., J. F. "La experiencia abierta al aprendizaje", J. Lafarga y J. F. Gómez del Campo E. (eds.), *Desarrollo del potencial humano: Aportaciones de una psicología humanista*. Vol. 2, Trillas, México, 1995, pp. 269-283.
- MANCILLAS, B. C. El desarrollo humano de las mujeres: un modelo centrado en la persona. Tesis de maestría, Universidad Iberoamericana, México, 1997.
- MORENO, L. S. *Guía de aprendizaje participativo: orientación para estudiantes y maestros*, Trillas, México, 1993.
- NEGRONI, A. A. *Reflexiones sobre la educación media: un aporte desde el enfoque centrado en la persona del Dr. Carl Rogers*. Memorias del XI Congreso Metropolitano de Psicología. Buenos Aires, 1997. www.psient.com.ar/apoa.
- NOVAK, J. D. y D. B. Gowin. *Aprendiendo a aprender*. Martínez Roca, Madrid, 1998.
- ROGERS, C. *Libertad y creatividad en la educación en los años ochenta*, Paidós Educador, Madrid, 1991.
- . "¿Aprendizaje? Sentimientos e ideas", J. Lafarga C. y J. F. Gómez del Campo E. (eds.), *Desarrollo del potencial humano: Aportaciones de una psicología humanista*. Vol. 3, Trillas, México, 1994a, pp. 255-261.
- . *El poder de la persona*, El Manual Moderno, México, 1994b.
- . "Algunas observaciones acerca de la organización de la personalidad", J. Lafarga C. y J. F. Gómez del Campo E. (eds.). *Desarrollo del potencial humano: Aportaciones de una psicología humanista*. Vol. 3, Trillas, México, 1995, pp. 62-83.

ANEXO 6

INTRODUCCIÓN AL MUESTREO

Introducción

Cuando se va a tomar una muestra hay que contestar dos preguntas: 1) cuántos elementos muestrear y 2) cómo seleccionarlos. El segundo problema se resuelve con un esquema de muestreo, es decir, con un método que lleve a obtener un subconjunto de los elementos de la población de muestreo, y el primero indica cuál es el mínimo de elementos que se requiere para lograr un propósito específico de inferencia con una precisión y confiabilidad establecidas.

En general, los esquemas de muestreo se dividen en aleatorios y no aleatorios. Ambos métodos pueden producir buenas muestras aunque la aleatoriedad es un elemento que se valora específicamente con aprecio. En el caso de los estudios enumerativos se recomienda usar los esquemas aleatorios. Recuérdese que en este caso se conoce N , el tamaño de la población de muestreo.

En estas notas breves se describen los principales esquemas de muestreo aleatorio y algunos procedimientos prácticos y rápidos para calcular el tamaño de muestra. También se incluyen algunos comentarios sobre muestreo no probabilístico y al final hay una sección con recomendaciones para el diseño del cuestionario.

Censos y muestras

En la siguiente tabla se comparan algunos aspectos relacionados con los censos y las muestras.

<i>Censo</i>	<i>Muestra</i>
• Costoso	• Un bajo costo
• Muchos recursos humanos	• Pocos recursos humanos
• Organización compleja	• Organización sencilla
• Gran duración en la obtención y análisis de la información	• Obtención y análisis de la información en un corto periodo de tiempo
• Resultados precisos	• Resultados muy precisos

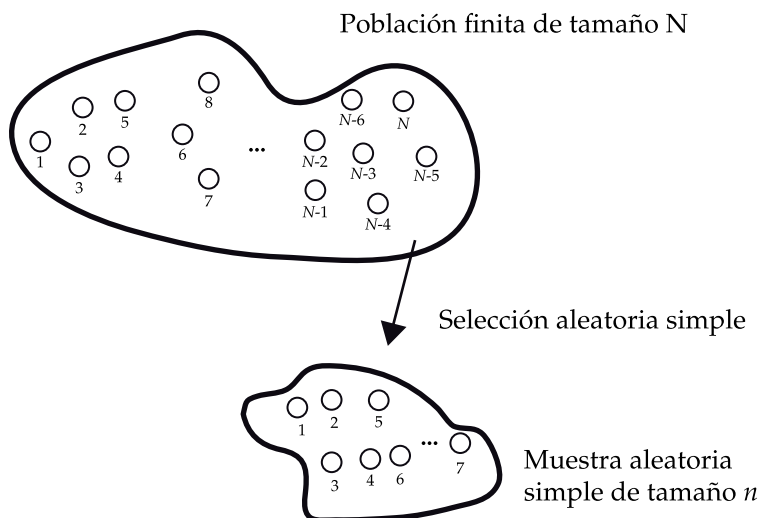
Planeación de una encuesta

La realización de una encuesta requiere de la implementación de una metodología cuidadosamente diseñada. Se recomienda siempre tomar en cuenta los siguientes aspectos para el desarrollo de una encuesta por muestreo.

- Establecimiento de objetivos
- Definición de la población objetivo
- Obtención del marco muestral
- Seleccionar el diseño o esquema de muestreo
- Determinar los métodos de medición
- Diseñar y probar el instrumento de medición
- Seleccionar y adiestrar a investigadores de campo
- Prueba piloto
- Organización del trabajo de campo
- Organización del manejo de datos
- Análisis de datos
- Elaboración de un reporte

Muestreo aleatorio simple

En este esquema se supone que se tiene una población homogénea de tamaño N , lo cual es poco frecuente en problemas reales. La idea es darle a cada elemento la misma probabilidad de salir electa en la muestra, lo que se garantiza a través de una rifa simple o seleccionando n números aleatorios de entre 1 y N a partir de una tabla o con la ayuda de una calculadora. Estos números nos indicarán cuáles elementos se deben de elegir y observar. Para hacer esta rifa se debe tener un listado de los elementos de la población de muestreo que se denomina marco.



Muestreo aleatorio estratificado

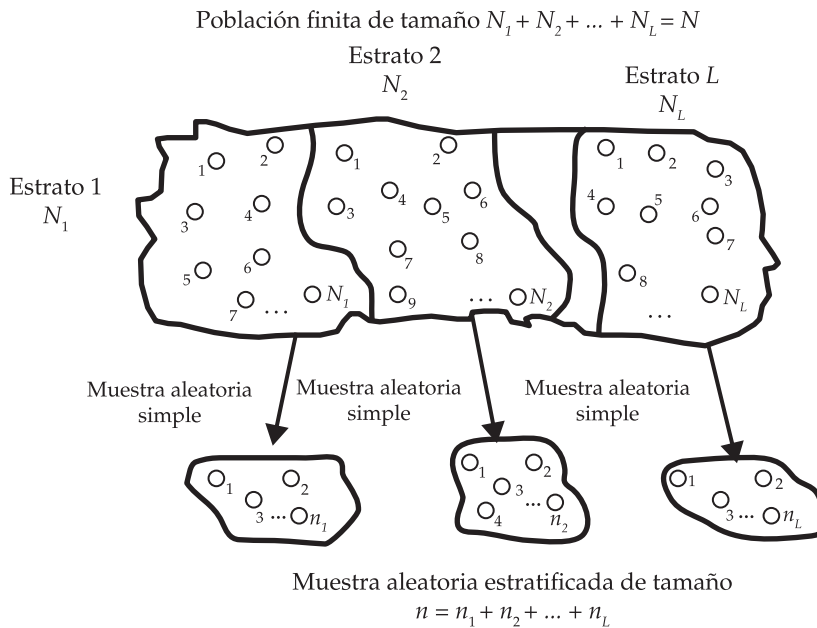
En los problemas reales es más frecuente tener una población estratificada, es decir, una población de muestreo compuesta por varios grupos bien identificados a los que se llama estratos. Los individuos pertenecen

a uno y solamente uno de los estratos. Para seleccionar una muestra estratificada de tamaño n procedemos de la siguiente manera: sea $N = N_1 + N_2 + \dots + N_L$, donde N_h = número de elementos o unidades en el estrato h -ésimo. Determinamos n y lo distribuimos en los L estratos; por ejemplo, mediante asignación proporcional, es decir,

$$n_h = \frac{N_h}{N} n.$$

Cabe hacer notar que hay otras formas de hacer la asignación, una de las cuales se trata en la sección final de este anexo.

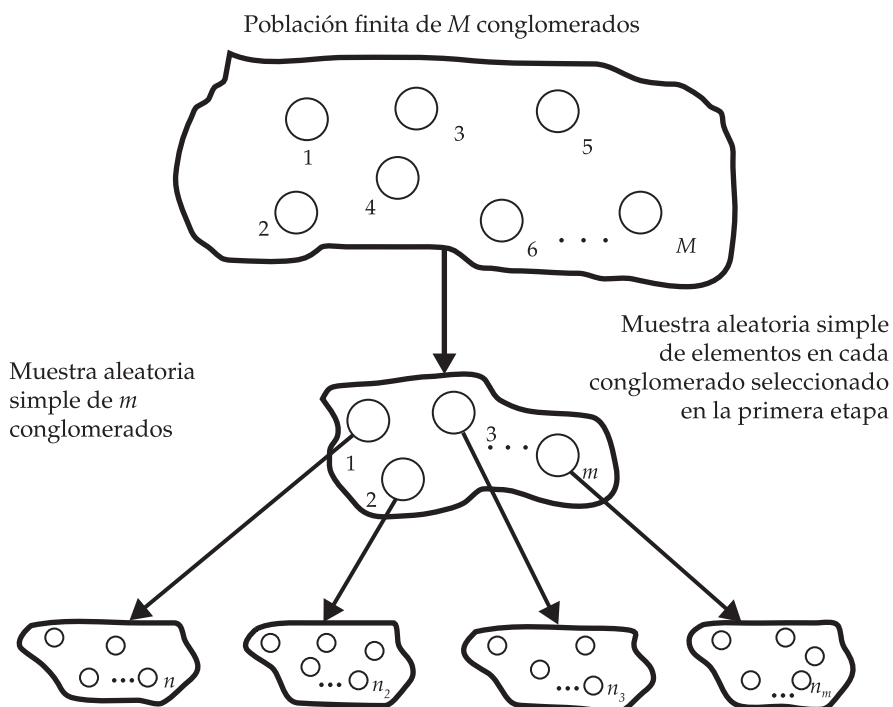
Una vez determinado n_h se procede a realizar un muestreo aleatorio simple en cada estrato.



Muestreo por conglomerados

A veces es muy costoso obtener un marco de unidades elementales, pero estas aparecen naturalmente en pequeños grupos llamados conglomerados. Si podemos obtener un listado de conglomerados, sea $1, 2, \dots, M$ el marco de conglomerados. En este contexto es posible seleccionar una muestra de unidades básicas en dos etapas:

1. Primero se selecciona una muestra de m conglomerados usando muestreo aleatorio simple.
2. De cada conglomerado seleccionado obtenemos un marco de las N_i unidades $i = 1, 2, \dots, m$.
3. Seleccionamos una muestra aleatoria de tamaño $n_i, i = 1, 2, \dots, m$, de cada uno de los conglomerados.

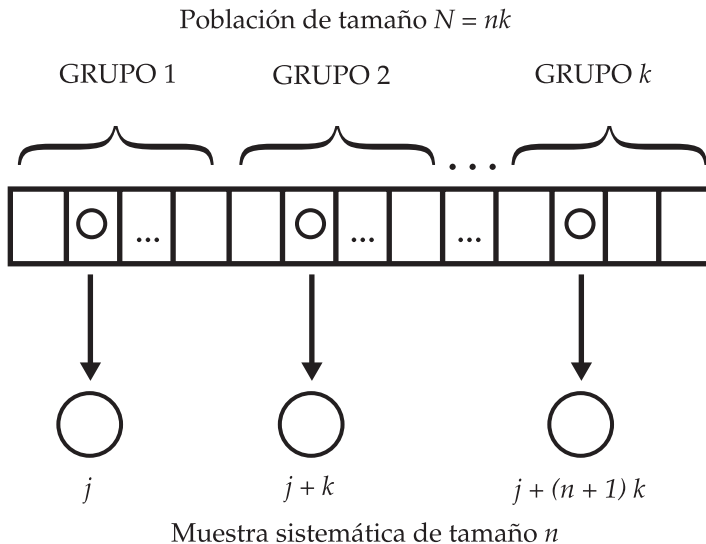


Así, la muestra total será de tamaño $n = n_1 + n_2 + \dots + n_m$. La forma de determinar n_i para cada conglomerado puede ser hecha por separado o bien determinar n y después distribuirla sobre los m conglomerados, usando, por ejemplo, asignación proporcional.

Muestreo sistemático

Algunas poblaciones aparecen ordenadas físicamente, en filas, gavetas, etc., o bien en el tiempo. Una manera de aprovechar el orden para elegir una muestra es haciendo una elección sistemática. Para esto, el total N de la población debe dividirse en n grupos, cada uno de tamaño k ; así $N = nk$. Entonces, de los primeros k elementos se selecciona uno aleatoriamente. El resto de los elementos de la muestra se obtiene sistemáticamente tomando siempre el elemento $j + ik$, donde j es el lugar elegido entre los primeros k e $i = 1, 2, \dots, (n-1)$.

Hay que considerar que si la población tiene un comportamiento cíclico la muestra puede ser poco representativa.



Otros esquemas aleatorios

Con mucha frecuencia, en la práctica resulta necesario combinar varios esquemas. Así, es posible tener un muestreo estratificado y por conglomerados que en la segunda etapa utilice el procedimiento sistemático. En general, las características de la población y el problema bajo estudio darán los elementos que permitan confeccionar el plan de la forma más adecuada.

Muestras no aleatorias

Hay una idea muy distorsionada sobre las muestras aleatorias. Estas no son necesariamente más representativas, incluso una muestra puede ser muy mala. Las muestras aleatorias únicamente garantizan que en promedio se obtendrán muestras con pocos sesgos de elección propiciados por las preferencias del que está eligiendo. En la medida en que se tenga conocimiento de la población es posible, con métodos no aleatorios, seleccionar muestras adecuadas y bastante representativas.

Si hay un experto de la población bajo estudio podría proponer una muestra *a juicio* que garantice representatividad. Esta muestra no necesita ser muy grande para proporcionar información de buena calidad. Dado que proviene del buen juicio de un experto podría ser cuestionada, pero la probada experiencia es garantía de buena información en muchas situaciones.

Otra forma de construir una muestra es a través de cuotas, establecidas en términos de algunas variables que definen representatividad. Estas cuotas se les establecen a los trabajadores de campo y encuestadores y ellos arbitrariamente eligen las unidades específicas que pertenecerán a la muestra. Aquí se deben establecer criterios específicos para que el sesgo de la elección se disminuya. En la medida que se garantice esto y se definan variables para lograr representatividad, la muestra tendrá mayor calidad.

Para hacer un análisis estadístico no es estrictamente necesario obtener una muestra aleatoria de las unidades que se van a medir. De

hecho, la inferencia estadística se puede construir bajo el supuesto de que las variables a ser medidas son aleatorias, lo cual es el supuesto que justifica el planteamiento de un modelo estadístico.

En la mala ortodoxia estadística se sobrevalora el proceso de aleatorización. En este planteamiento se sostiene una opinión más liberal al respecto.

Tamaño de muestra

La determinación del tamaño de muestra es un tema que ha dado origen a mucho trabajo investigativo por parte de los estadísticos. Dado que el tamaño de muestra depende de muchos factores, varias soluciones teóricas enfrentan dificultades prácticas o restricciones de costo. Los factores más importantes que deben tomarse en cuenta para la determinación del tamaño de muestra son:

- 1) La o las variables a medir
- 2) La variabilidad en la población
- 3) El tamaño de la población
- 4) Los objetivos de inferencia

Una manera muy simple de determinar el tamaño de una muestra es cuando podemos fijar el interés en una sola variable y el objetivo de inferencia es estimar por intervalo a la media. Así, el tamaño de muestra se obtendrá usando la fórmula:

$$n_o = \frac{\sigma^2 Z_{(\alpha/2)}^2}{\epsilon^2},$$

donde Z es un valor de tablas que determina un nivel de significancia o confianza (90% $Z = 1.65$; 95% $Z = 1.96$; 99%, $Z = 2.34$); σ^2 es la varianza de la población que se puede sustituir por una estimación adecuada

obtenida de estudios previos o de la encuesta piloto y es la precisión con la que se desea obtener la estimación.

Por ejemplo, suponga que se desea estimar el tiempo promedio que se tardan los almacenes regionales de una zona determinada en entregar una requisición a las tiendas; asuma que se tienen 560 tiendas (N) y que de una muestra piloto de 10 tiendas obtuvimos que $\bar{x} = 5.3$ días con una desviación estándar $s = 1.3$; suponga que se desea una estimación tan precisa que el error es cinco décimas de día. Así, si fijamos una confianza del 95% se tendría:

$$n_o = \frac{(1.3)^2 (1.96)^2}{(0.5)^2} \approx 26.$$

Nótese que si se eleva el nivel de precisión de la estimación, por ejemplo fijando $\varepsilon = 0.1$, se tendría:

$$n_o = \frac{(1.3)^2 (1.96)^2}{(0.1)^2} \approx 650;$$

dado que este número es más grande que el tamaño de la población, eso llevaría a realizar un censo. En general la n_o se corrige usando el tamaño de la población de la siguiente forma:

$$n = \frac{n_o}{1 + \frac{n_o}{N}}$$

Para el ejemplo se tendría:

$$\text{a) } n = \frac{26}{1 + \frac{26}{560}} \approx 25$$

$$\text{b) } n = \frac{650}{1 + \frac{650}{560}} \approx 300$$

Nótese que la corrección por finitud afecta los tamaños de muestra grandes, pero no cambia sustancialmente a tamaños de muestra pequeños.

Estas fórmulas se pueden aplicar para el caso en el que se interese estimar una proporción, es decir, al caso en el que la variable de interés sea dicotómica (“pasa”, “no pasa”, “éxito”, “fracaso”, etcétera.)

Así:

$$n_o = \frac{Z_{(\alpha/2)}^2 p(1-p)}{\varepsilon^2},$$

donde p es la proporción estimada de una muestra piloto u obtenida de un estudio previo.

Tamaño de muestra para poblaciones estratificadas

Para calcular el tamaño de muestra para una población estratificada, se puede proceder calculando un tamaño de muestra para cada estrato, lo que implicaría contar con información sobre la varianza de cada estrato o bien calculando un tamaño de muestra global y después haciendo una distribución sobre los estratos. El segundo procedimiento resulta más práctico y barato, pero la asignación del tamaño de muestra para cada estrato puede hacerse sólo en dependencia del tamaño del mismo. Si se

cuenta con información sobre la variabilidad en cada estrato es posible utilizar una asignación o distribución del tamaño de muestra utilizando la fórmula:

$$n_h = \frac{n N_h \sigma_h}{\sum_{k=1}^L N_k \sigma_k}$$

donde N_h , n_h y σ_h son el tamaño de la subpoblación, de la muestra y la desviación estándar, correspondientes al estrato h -ésimo. Para variables dicotómicas tenemos que:

$$\sigma_h = \sqrt{p_h (1 - p_h)}$$

Por ejemplo, considere que se requiere estimar la proporción actual de productos que tienen una baja demanda en las tiendas. Si se tienen 700 productos clasificados en tres tipos distintos, no se tendría que revisar todos los archivos de ventas. Se podría realizar un muestreo estratificado por tipo de artículo, lo que reduciría el tiempo del estudio y elevaría la precisión. De datos históricos se conoce que 112 productos tienen problema de baja demanda, lo cual se muestra junto con información adicional en la tabla siguiente:

<i>Tipo</i>	<i>N_h</i>	<i>Detectados con demanda baja</i>	<i>P_h</i>	$\sigma_h = \sqrt{p_h(1-p_h)}$	<i>nh</i>
A	200	58	0.29	90.75	66
B	370	16	0.04	72.50	53
C	130	38	0.29	58.99	43
Total	700	112	0.16	222.24	162

De esta forma, si se desea estimar la proporción global actual de productos con baja demanda, con una precisión de $\varepsilon = 0.05$ y con una confianza de 95%, se tendría:

$$n_o = \frac{(1.96)^2 (0.16)(0.84)}{(0.05)^2} \approx 206$$

$$n = \frac{206}{1 + \frac{206}{700}} \approx 160$$

Ahora, ¿cómo distribuir la muestra? Para contestar esta pregunta se tiene que:

$$n_1 = \frac{(160)(200) \sqrt{(0.29)(0.71)}}{222.24} \approx 66$$

$$n_2 \approx 53$$

$$n_3 \approx 43$$

Diseño del cuestionario

De acuerdo con la experiencia que han tenido algunos investigadores que se han dedicado a esta área, han surgido una serie de sugerencias para el diseño del cuestionario que pueden ser de gran utilidad a fin de evitar errores graves. Aunque estas reglas son útiles, la calidad del cuestionario depende de la capacidad y criterio del investigador, quien debe ser creativo para darle el toque final.

Los pasos para el diseño del cuestionario se presentan a continuación:

1. Consideraciones preliminares
2. Decidir sobre el contenido de preguntas
3. Decidir sobre el formato de respuesta
4. Decidir sobre la formulación de preguntas
5. Decidir sobre la secuencia de las preguntas
6. Decidir sobre las características físicas
7. Llevar al cabo una prueba preliminar, una revisión y una copia final

En las consideraciones preliminares se establecen los objetivos de investigación y se enumeran las necesidades de información. El diseño del cuestionario está influenciado por las características del grupo de encuestados. Mientras más heterogéneo sea el grupo de encuestados más difícil será realizar un cuestionario para todo el grupo. Generalmente el cuestionario debe realizarse de tal manera que lo puedan comprender todos los encuestados, hasta el menos capaz.

Antes de que se diseñe el cuestionario, el investigador debe tener una lista de todas las necesidades de información y una definición clara del grupo de encuestados. Las preguntas que se incluirán deben surgir de tal lista. En términos generales, no se deben incluir preguntas innecesarias, aunque, en ocasiones, es conveniente incluir al inicio del cuestionario preguntas de relajación, preguntas intermedias, si es que esto ayuda a facilitar la colaboración del encuestado.

El contenido de las preguntas tiene que ver con la habilidad o buena voluntad del encuestado para proporcionar información, la que cuando es mucha no se puede recopilar con exactitud, ya sea porque el encuestado no está bien informado o porque es olvidadizo. Hay que tomar en cuenta tal aspecto.

Una vez que se han analizado los problemas que trae consigo el contenido de las respuestas, se debe de analizar el tipo de preguntas que van a utilizarse, y que pueden ser de respuesta abierta, de elección múltiple o dicotómica. En los reactivos de respuesta abierta los encuestados tienen la libertad de contestar lo que ellos piensen que es lo correcto, con sus propias palabras; este tipo de interrogantes ocasiona

una gran cantidad de dificultades en su procesamiento, por lo que se deben tratar de disminuir al máximo. La ventaja de este tipo de cuestionamientos es que permiten que se expresen las actitudes generales y pueden ser de gran ayuda para interpretar las preguntas más estructuradas. Además de que dan confianza y logran propiciar la cooperación del encuestado para que conteste preguntas más específicas y estructuradas, son muy importantes como introducción en una entrevista.

Algunas veces se utilizan preguntas precodificadas con el fin de aprovechar las ventajas de los reactivos abiertos y disminuir las desventajas en tiempo y costo. Una pregunta precodificada es de elección múltiple. En las preguntas de elección múltiple el encuestado debe elegir una respuesta de una lista suministrada en el cuestionario. El entrevistado puede elegir una o más alternativas de las que se le presenten. Estas interrogantes eliminan muchas de las desventajas de las preguntas abiertas, sin embargo, por lo general se requiere un estudio exploratorio con base en preguntas abiertas para poder desarrollar alternativas de respuesta; otra desventaja es que este tipo de preguntas tiende a parcializar la información de acuerdo con el orden en que se dan las alternativas de respuesta al encuestado.

Las preguntas dicotómicas sólo presentan dos posibles respuestas: "sí" o "no", "cierto" o "falso", etc. Las ventajas que tienen estas interrogantes son las mismas que las preguntas de elección múltiple. Los entrevistadores consideran que las preguntas pueden administrarse con rapidez y facilidad, que es menos probable que se presente una parcialidad por parte del entrevistador y además son más fáciles de codificar y analizar. Pero también tienen sus desventajas: existe el riesgo de suponer que los encuestados enfocan el tema de interés en términos dicotómicos cuando en realidad tienen deseos de opinar acerca del tema o están indecisos sobre qué respuesta elegir en muchos casos. Se puede analizar la posibilidad de incluir una respuesta neutral, lo que hace que sea de elección múltiple.

Se deben formular las preguntas de manera que los encuestados las entiendan clara y rápidamente y, de esta manera, se puedan obtener los resultados deseados. Existen nueve pautas que debe considerar el investigador para diseñar las preguntas.

1. Utilizar palabras sencillas, es decir, adecuadas al vocabulario de los encuestados.
2. Utilizar palabras claras, que tienen un solo significado para todos los encuestados.
3. Evitar preguntas que sugieran la respuesta ya que éstas son una clave sobre qué respuesta debe contestar el encuestado. Por lo general estas preguntas reflejan el punto de vista del investigador o de las personas que toman las decisiones.
4. Evitar preguntas tendenciosas. Una pregunta parcializada incluye palabras o frases que sugieren un sentimiento de aprobación o desaprobación.
5. Evitar alternativas implícitas. Es conveniente especificar claramente las alternativas de respuesta; si se utilizan alternativas explícitas éstas deben estar donde les corresponde, ya que si el número de alternativas es grande o complejo, las que están a lo último tienden a ser más elegidas.
6. Evitar suposiciones implícitas, esto es, al formular un cuestionario deben hacerse explícitas las suposiciones para evitar que la respuesta tienda hacia implicaciones lógicas propiciadas por haber hecho la pregunta de manera que los supuestos queden implícitos.
7. Evitar cálculos, es decir, las preguntas no deben diseñarse de tal manera que los encuestados realicen cálculos.
8. Evitar preguntas de doble respuesta, por ejemplo: “¿Cuántas veces compra y come huevo a la semana?” Cuando la pregunta incluye la letra “y” el investigador debe de analizarla muy bien para ver si no incluye dos respuestas.
9. Considerar el marco de referencia, que nos indica la óptica bajo la cual el encuestado contempla la realidad de la pregunta.

ÍNDICE

Prólogo	7
Presentación	9
1. El taller de estadística para la investigación	13
El taller de estadística para la investigación	13
Introducción	14
Objetivos	14
Enfoque	15
Esquema general	15
2. La elaboración del protocolo	17
La investigación en los programas educativos.....	17
Elementos que integran un protocolo de investigación (el modelo).....	19
La idea, primer paso para la elaboración del protocolo	21
Planteamiento del problema	27
El marco conceptual	31
Estilos para citar.....	34
Comentarios adicionales.....	36
3. La metodología estadística en el proceso de investigación	39
Introducción	39
Colectivos, descripciones e inferencias.....	41

Medición: obtención de datos	47
Análisis estadístico	49
Elaboración de un reporte	53
Comentarios adicionales.....	55
4. El diseño de estudios de muestreo	57
Marco conceptual básico.....	57
Tipos de estudio de muestreo	58
Determinación del tamaño de la muestra	60
Diseño muestral probabilístico	60
Otros diseños muestrales.....	62
Pasos para el diseño de un estudio de muestreo	63
Comentarios adicionales.....	63
5. Estudios Observacionales.....	65
6. Los estudios experimentales.....	69
Introducción	69
Conceptos básicos.....	69
Diseños experimentales comunes	71
Planes factoriales.....	72
Ejemplo	74
Comentarios adicionales.....	75
7. La versión final del protocolo de investigación.....	77
Cronograma de actividades	77
Estilos para preparar las referencias	78
Anexos	79
Bibliografía.....	81
Anexos	83
1. Formato para la elaboración de protocolos.....	85
2. Reactivos de métodos estadísticos.....	91

3. Hacia una nueva pedagogía: el enfoque basado en proyectos para mejorar el aprendizaje del diseño estadístico	95
4. La importancia de una buena cultura estadística en la investigación.....	113
5. El aprendizaje significativo como elemento de cambio personal	127
6. Introducción al Muestreo.....	139