

Roberto Hernández Sampieri

# FUNDAMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Sergio Méndez Valencia

Christian Paulina Mendoza Torres

Ana Cuevas Romo

*Fundamentos de investigación* es una obra concebida para asignaturas, seminarios o talleres de investigación y tesis impartidos en instituciones públicas y privadas, en particular aquellas enfocadas en competencias como los institutos tecnológicos y politécnicos, y en cursos del sector productivo.

En esta obra se explican las diversas etapas del proceso de investigación: desde la idea hasta el reporte de resultados, pasando por la indagación como una secuencia integral, sencilla y accesible a cualquier estudiante, centrándose en las perspectivas cuantitativa y cualitativa. El texto parte de la premisa de que el proceso de investigación es fundamental para la toma de decisiones que el universitario afrontará cotidianamente en su vida profesional.

**Características:**

- Ejemplos de investigaciones sobre temas específicos de las ingenierías y la gestión empresarial.
- Centro de Recursos en Línea, en donde profesores y alumnos encontrarán más ejemplos, un programa estadístico, ampliación de temas y manuales de estilos de publicaciones:

[www.mhhe.com/latam/hernandez\\_fi1a](http://www.mhhe.com/latam/hernandez_fi1a)

Mc  
Graw  
Hill  
Education

978-607-15-1395-3

00000  
9 786071 513953

EAN



Síguenos en  
@mhelatam



Encuéñtranos en  
mhelatam



You Tube

Visítanos en  
McGraw-Hill Latam

Compra en línea  
[www.mheducation.com.mx](http://www.mheducation.com.mx)



# **FUNDAMENTOS DE INVESTIGACIÓN**

**Roberto Hernández Sampieri**

Universidad de Celaya

**Sergio Méndez Valencia**

Universidad de Guanajuato

**Christian Paulina Mendoza Torres**

Universidad de Celaya

Universidad Tecnológica Laja Bajío

**Ana Cuevas Romo**

Universidad de Celaya



México • Auckland • Bogotá • Buenos Aires • Guatemala • Londres  
Madrid • Milán • Montreal • Nueva Delhi • Nueva York • San Francisco  
San Juan • Santiago • Sao Paulo • Sidney • Singapur • ST. Louis • Toronto

*Director General de Latinoamérica:* Fernando Valenzuela

*Director General México y Caribe:* Adrián Bravo

*Directora de contenido y producción Latinoamérica:* Clara Andrade

*Gerente de prensa:* Hans Serrano

*Editora de desarrollo Sr.:* Marcela Rocha

*Supervisor de producción:* Juan Manjarrez

*Arte y diseño:* José Palacios

## FUNDAMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Primera edición

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida, ni en todo ni en parte, ni registrada en o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea mecánico, fotocopiado, electrónico, magnético, electroóptico o cualquier otro, sin el permiso previo y por escrito de la editorial.



DERECHOS RESERVADOS © 2017 respecto a la primera edición por  
McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Edificio Punta Santa Fe

Prolongación Paseo de la Reforma 1015, Torre A, Piso 16

Colonia Desarrollo Santa Fe, Delegación Álvaro Obregón

C.P. 01376, Ciudad de México

Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, Reg. Núm. 736

ISBN: 978-607-15-1395-3

4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 DRK 23 22 21 20 19 18

Impreso en México

*Printed in Mexico*

Impreso en DRUKO INTERNATIONAL S.A de C.V.

*Printed by DRUKO INTERNATIONAL S.A. de C.V.*

# Dedicatorias

## *Dedicatorias:*

A Dios, nuestros padres y familias.

## *Agradecimientos*

Al licenciado Raúl Nieto Boada, presidente del Consejo Directivo; al licenciado Carlos Esponda Morales, director general de la Universidad de Celaya, y a la doctora Martha Aguilar Trejo, rectora de la Universidad de Celaya.

# Contenido

|                                                                                                                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Acerca de los autores .....                                                                                                                                          | ix        |
| Introducción .....                                                                                                                                                   | xii       |
| <b>Unidad 1 El papel de la investigación en el desarrollo profesional .....</b>                                                                                      | <b>2</b>  |
| Importancia de la investigación para la sociedad, las naciones,<br>las empresas y los individuos .....                                                               | 6         |
| Consejos de investigación para ser mejor profesional<br>y buscar empleo .....                                                                                        | 10        |
| <b>Unidad 2 La investigación científica y el desarrollo tecnológico .....</b>                                                                                        | <b>16</b> |
| La investigación científica y el desarrollo tecnológico .....                                                                                                        | 18        |
| ¿A qué se le considera investigación científica? .....                                                                                                               | 20        |
| ¿Cuáles son los conceptos básicos de la investigación científica? .....                                                                                              | 21        |
| ¿Cuál es el proceso general de investigación? .....                                                                                                                  | 22        |
| <b>Unidad 3 La idea. El nacimiento de un proyecto de investigación .....</b>                                                                                         | <b>26</b> |
| La idea de investigación .....                                                                                                                                       | 28        |
| ¿Qué detona una idea para investigar?, ¿cuáles son las fuentes de ideas<br>para una investigación? .....                                                             | 28        |
| ¿Cómo y dónde surgen las ideas de investigación? .....                                                                                                               | 29        |
| ¿Cómo son las ideas iniciales de investigación? .....                                                                                                                | 30        |
| ¿Qué es necesario para adentrarse y profundizar en la idea de investigación? .....                                                                                   | 30        |
| Investigación previa de los temas .....                                                                                                                              | 31        |
| Criterios para generar ideas .....                                                                                                                                   | 32        |
| Recomendaciones para desarrollar ideas y comenzar una investigación .....                                                                                            | 32        |
| <b>Unidad 4 El planteamiento del problema de investigación:<br/>    objetivos y preguntas de investigación, justificación<br/>    y viabilidad del estudio .....</b> | <b>38</b> |
| El planteamiento del problema de investigación .....                                                                                                                 | 40        |
| Ejemplos de errores frecuentes al plantear problemas de investigación .....                                                                                          | 46        |
| <b>Unidad 5 Elaboración del marco teórico .....</b>                                                                                                                  | <b>56</b> |
| Elaboración del marco teórico: revisión de la literatura<br>y construcción de una perspectiva teórica .....                                                          | 58        |
| ¿Qué método seguir para organizar y elaborar el marco teórico? .....                                                                                                 | 64        |

|                                                                                                     |                                                                                            |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Unidad 6</b>                                                                                     | Definición del alcance de la investigación y formulación de la hipótesis del estudio ..... | 72  |
| ¿Qué son los alcances de investigación? .....                                                       | 74                                                                                         |     |
| ¿En qué consisten los estudios exploratorios? .....                                                 | 75                                                                                         |     |
| ¿En qué consisten los estudios descriptivos? .....                                                  | 76                                                                                         |     |
| ¿En qué consisten los estudios correlacionales? .....                                               | 77                                                                                         |     |
| ¿En qué consisten los estudios explicativos? .....                                                  | 78                                                                                         |     |
| ¿Una misma investigación puede incluir diferentes alcances? .....                                   | 79                                                                                         |     |
| ¿Cuál de los cuatro alcances es el mejor? .....                                                     | 80                                                                                         |     |
| ¿Qué son las hipótesis y cuál es su relación con los alcances de investigación? .....               | 81                                                                                         |     |
| ¿En toda investigación debemos plantear hipótesis? .....                                            | 81                                                                                         |     |
| ¿En una investigación cuántas hipótesis se formulan? .....                                          | 81                                                                                         |     |
| ¿Las hipótesis son siempre verdaderas? .....                                                        | 81                                                                                         |     |
| ¿Qué son las variables? .....                                                                       | 82                                                                                         |     |
| ¿De dónde surgen las hipótesis? .....                                                               | 82                                                                                         |     |
| ¿Qué características debe tener una hipótesis? .....                                                | 83                                                                                         |     |
| ¿Qué tipos de hipótesis se pueden establecer? .....                                                 | 84                                                                                         |     |
| ¿Cuántas hipótesis se deben formular en una investigación? .....                                    | 86                                                                                         |     |
| ¿Qué es la prueba de hipótesis? .....                                                               | 86                                                                                         |     |
| ¿Qué ocurre cuando no se aporta evidencia en favor de las hipótesis de nuestra investigación? ..... | 87                                                                                         |     |
| ¿Deben definirse las variables de una hipótesis como parte de su formulación? .....                 | 87                                                                                         |     |
| <b>Unidad 7</b>                                                                                     | Concepción o elección del diseño de investigación .....                                    | 94  |
| Un apunte previo .....                                                                              | 96                                                                                         |     |
| ¿Qué son los diseños de investigación? .....                                                        | 97                                                                                         |     |
| Diseños de investigación cuantitativa .....                                                         | 98                                                                                         |     |
| Diseños cuantitativos no experimentales .....                                                       | 107                                                                                        |     |
| ¿Qué son los diseños de investigación cualitativa? .....                                            | 114                                                                                        |     |
| ¿Cuáles son los diseños de la investigación cualitativa? .....                                      | 117                                                                                        |     |
| <b>Unidad 8</b>                                                                                     | Selección de la muestra .....                                                              | 126 |
| ¿En una investigación siempre tenemos una muestra? .....                                            | 128                                                                                        |     |
| ¿Qué es una muestra? .....                                                                          | 128                                                                                        |     |
| ¿Cuál es el proceso para seleccionar una muestra? .....                                             | 129                                                                                        |     |
| Determinación de la unidad de análisis o muestreo .....                                             | 129                                                                                        |     |
| Delimitación de la población o universo .....                                                       | 130                                                                                        |     |
| Elección de la estrategia de muestreo adecuada .....                                                | 131                                                                                        |     |
| Muestras probabilísticas .....                                                                      | 132                                                                                        |     |
| Muestreo no probabilístico .....                                                                    | 136                                                                                        |     |
| <b>Unidad 9</b>                                                                                     | Recolección de los datos .....                                                             | 142 |
| ¿En qué consiste la fase o etapa de recolección de los datos? .....                                 | 145                                                                                        |     |
| Validación de las variables del estudio, tipos y medición .....                                     | 148                                                                                        |     |
| Instrumentos de recolección de los datos .....                                                      | 155                                                                                        |     |
| Codificación y registro o captura de los datos .....                                                | 170                                                                                        |     |
| Probar los instrumentos (pruebas piloto y calibración) .....                                        | 173                                                                                        |     |

|                                                                                                                                                    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Versión final .....                                                                                                                                | 174 |
| Capacitación del personal .....                                                                                                                    | 174 |
| Obtener autorizaciones o permisos .....                                                                                                            | 174 |
| Aplicación de instrumentos .....                                                                                                                   | 174 |
| Organizar los datos recolectados y prepararlos para el análisis .....                                                                              | 175 |
| ¿Qué características debe cubrir todo instrumento o sistema<br>de recolección de los datos? .....                                                  | 176 |
| <br> <b>Unidad 10</b> Análisis de los datos .....                 |     |
| ¿Qué implica el análisis de los datos? .....                                                                                                       | 184 |
| Análisis cuantitativo .....                                                                                                                        | 185 |
| Análisis cualitativo .....                                                                                                                         | 217 |
| <br> <b>Unidad 11</b> Elaboración del reporte de resultados ..... |     |
| ¿Por qué es importante que se conozca mi investigación? .....                                                                                      | 234 |
| ¿Qué apartados contiene un reporte de resultados de una investigación? .....                                                                       | 235 |
| ¿Cómo expongo mi proyecto de investigación? .....                                                                                                  | 245 |
| Referencias .....                                                                                                                                  | 249 |
| Créditos .....                                                                                                                                     | 255 |
| Índice .....                                                                                                                                       | 259 |

# Acerca de los autores

## Roberto Hernández Sampieri

Licenciado en Comunicación y diplomado en Consultoría (Universidad Anáhuac), maestro en Administración (Instituto de Estudios Universitarios), doctor en Administración (Universidad de Celaya) y Doctor Honoris Causa por la Universidad César Vallejo, la Universidad Peruana Los Andes y la Universidad Andina del Cusco.

Autor de diversas obras en el campo de la investigación, entre otras: *Metodología de la investigación* (seis ediciones), *Metodología de la investigación para bachillerato*, *Metodología de pesquisa* (tres ediciones) y *Manual de investigación epidemiológica* (McGraw-Hill). Además, se le han publicado decenas de artículos en revistas científicas, capítulos de libros y otros textos.

Actualmente es director del Centro de Investigación y coordinador académico del doctorado en Administración de la Universidad de Celaya, así como miembro del Sistema Nacional de Investigadores de México (CONACYT).

## Sergio Méndez Valencia

Licenciado en Comercio Internacional, maestro y doctor en Administración (Universidad de Celaya). Realizó estudios posdoctorales en el Tecnológico Nacional de México.

Ha sido profesor e investigador en diferentes universidades mexicanas, impartiendo principalmente materias de investigación.

Ha participado como ponente y conferencista en diversos congresos y eventos internacionales en Latinoamérica. Igualmente ha publicado múltiples trabajos en revistas científicas y capítulos de libros, además de otras obras.

Desde 2013 es miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

Al presente colabora como profesor de tiempo completo y funge como coordinador de la Maestría en estudios empresariales en el Departamento de Finanzas y Administración de la División de Ciencias Sociales y Administrativas del Campus Celaya-Salvatierra de la Universidad de Guanajuato.

## Christian Paulina Mendoza Torres

Licenciada en Comunicación, maestra en Administración y doctora en Administración (Universidad de Celaya).

Ha impartido cursos y conferencias de investigación en diversos países de América Latina y España. Ha sido miembro del Comité Científico de varias revistas, entre ellas: *Estudios en Ciencias Sociales y Administrativas*, de la Universidad de Celaya; *TZHOECOEN*, de la Universidad Señor de Sipán SAC, y *Archivos Hispanoamericanos de Sexología*, del Instituto Mexicano de Sexología.

Es coautora de la obra *Metodología de la investigación para bachillerato* (McGraw-Hill) y coautora del Centro de Recursos en Línea de *Metodología de la investigación*, 6a. edición, de Hernández-Sampieri y colaboradores (McGraw-Hill) y revisora de su versión en smart-book. Se le han publicado distintos capítulos de libros, artículos y otras obras.

En la actualidad, labora en la Universidad de Celaya como docente e investigadora en el doctorado en Administración y apoya en docencia e investigación en la Universidad Tecnológica Laja Bajío.

### Ana Cuevas Romo

Maestra en Investigación Social (University of Limerick), licenciada en Ciencias de la Comunicación (Universidad de Celaya) y doctora en Educación (Universidad Marista de Guadalajara).

Ha desarrollado investigación para organizaciones a nivel local, nacional e internacional. Facilitadora en talleres y cursos de investigación, análisis de datos cuantitativos y cualitativos en diversas instituciones de educación superior. Ha escrito distintas obras, capítulos de libros y artículos de investigación.

Actualmente es coordinadora de investigación de la Universidad de Celaya y editora de la revista arbitrada e indexada *Estudios en Ciencias Sociales y Administrativas* de la Universidad de Celaya (ECSAUC).

# Introducción

*Fundamentos de investigación*, para instituciones tecnológicas, es una nueva obra especialmente concebida para las asignaturas, seminarios y talleres de investigación impartidos en organizaciones públicas y privadas educativas de esta naturaleza.

El texto pretende fortalecer las competencias investigativas de los estudiantes para que su aprendizaje de todas las otras materias les resulte aún más integral y significativo. Asimismo, busca proporcionarles herramientas de investigación que puedan aplicar en su futura vida profesional y, así, sean capaces de transformar la realidad positivamente, contribuyendo al progreso de la sociedad del conocimiento y la resolución de problemas prácticos.

Se trata de un libro sumamente actualizado y didáctico que se apega al temario para la asignatura Fundamentos de investigación, del sistema de enseñanza tecnológica, pero, desde luego, se puede adaptar a otros cursos de investigación de universidades e institutos tecnológicos, politécnicos y similares.

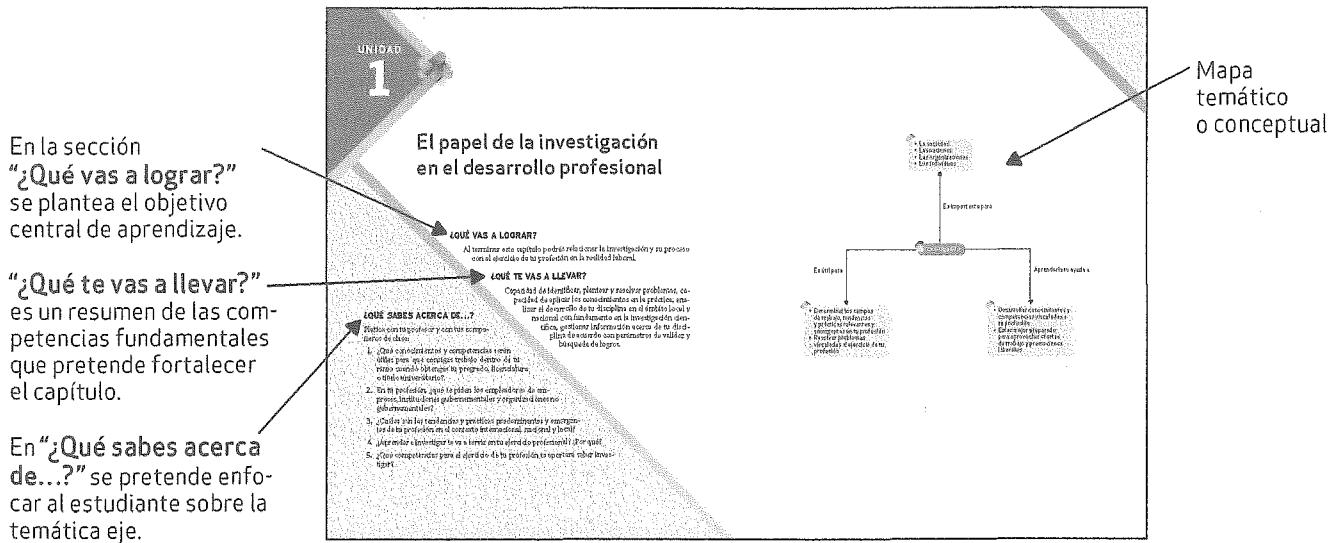
Inicia con dos capítulos para contextualizar la temática en cuestión. El primero, "El rol de la investigación en el desarrollo profesional", que resalta y ejemplifica la importancia de la misma para el ulterior ejercicio de la gestión laboral. El segundo, "La investigación científica y el desarrollo tecnológico", define el conocimiento científico y los conceptos básicos vinculados con este, así como la relación entre ciencia y tecnología.

Posteriormente, presenta las unidades o temas de acuerdo al proceso de investigación científica, el cual inicia con una idea, continúa con el planteamiento de un problema de investigación, la revisión de la literatura y la construcción de una perspectiva teórica, la definición del alcance del estudio, el establecimiento de hipótesis, la concepción e implementación del diseño de investigación, la selección de la muestra, la recolección de los datos y su análisis, y la elaboración del reporte de resultados.

En este proceso, y ello constituye una innovación en la literatura de metodología en español, se abordan la investigación cuantitativa y cualitativa para disciplinas tecnológicas.

## Estructura de la obra

Cada unidad está ordenada de forma que el lector obtenga el máximo de su estudio con esta obra, por lo que se estructura de la siguiente manera:



En la sección  
"¿Te interesa?"  
se presenta un caso  
para enmarcar los  
contenidos subsecuentes  
y motivar su lectura.

**“¿Qué aprendí?”,** en la cual se hace un resumen personal y reflexivo, y puede ser la base de los exámenes que el profesor genere.

**¿Hay más? Donde se recomiendan espacios accesibles para el alumno que desee profundizar su conocimiento y ampliar la información.**

Por otro lado, hay que enfatizar que el texto parte de la premisa de que el proceso de investigación es fundamental para la toma de decisiones que el universitario afrontará cotidianamente en su vida profesional. La investigación no solamente es indispensable para producir teorías que nos ayuden a conocer el universo en el que vivimos y explicar toda clase de fenómenos, sino que también nos sirve para cuestiones aparentemente simples como decidir cuál maquinaria es la mejor opción de compra analizando variables como rendimiento, costo-beneficio, productividad, etc., o qué prácticas concretas conducen al mejor desempeño de la empresa; hasta para evaluar y mejorar un proceso de producción o calidad, efectuar diagnósticos organizacionales, detectar las necesidades del mercado, conocer y desarrollar al recurso humano, experimentar con procesos, materiales y sustancias, así como fórmulas, ejercer el liderazgo en funciones de mando y otras muy diversas acciones.

*Fundamentos de investigación* ha sido probado en diversas instituciones educativas de México y varios países de América Latina, lo que ha permitido optimizar su pedagogía y diseño.

Cuenta con una página web o Centro de recursos en línea, en el que los profesores y alumnos encontrarán ejemplos de estudios, un programa estadístico, ampliación de temas y manuales de estilos de publicaciones.

## Esquema de competencias

A lo largo de la obra se colocan las competencias a las que van dirigidas los contenidos del libro, y con el doble propósito de no interrumpir el flujo de la lectura y evitar redundancia, estas se muestran de manera gráfica con diferentes símbolos bajo el siguiente esquema.



Capacidad de análisis, síntesis y abstracción.



Analizar el desarrollo de su disciplina en el ámbito local y nacional, con fundamento en la investigación científica.



Capacidad de comunicación oral y escrita.



Capacidad crítica y autocritica.



Habilidades de investigación.



Capacidad para trabajar en equipo.



Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.



Compromiso ético.



Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.



Comprender la investigación como un proceso de construcción social con fundamento en las normas de la investigación documental.



Habilidad en el uso de tecnologías de información y comunicación.



Gestionar información acerca de su disciplina de acuerdo a parámetros de validez previamente establecidos.



Liderazgo.



Aplicar herramientas formales de comunicación oral y escrita en la investigación documental.



Iniciativa y espíritu emprendedor.



Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).



Capacidad para gestionar y formular proyectos.



Búsqueda de logro.

Los autores esperan que el libro contribuya a introducir al alumno en el fascinante mundo de la investigación y sea un valioso instrumento para ayudar al docente en su importante tarea de preparar a los futuros profesionales de las áreas tecnológicas.

# El papel de la investigación en el desarrollo profesional

## ¿QUÉ VAS A LOGRAR?

Al terminar este capítulo podrás relacionar la investigación y su proceso con el ejercicio de tu profesión en la realidad laboral.

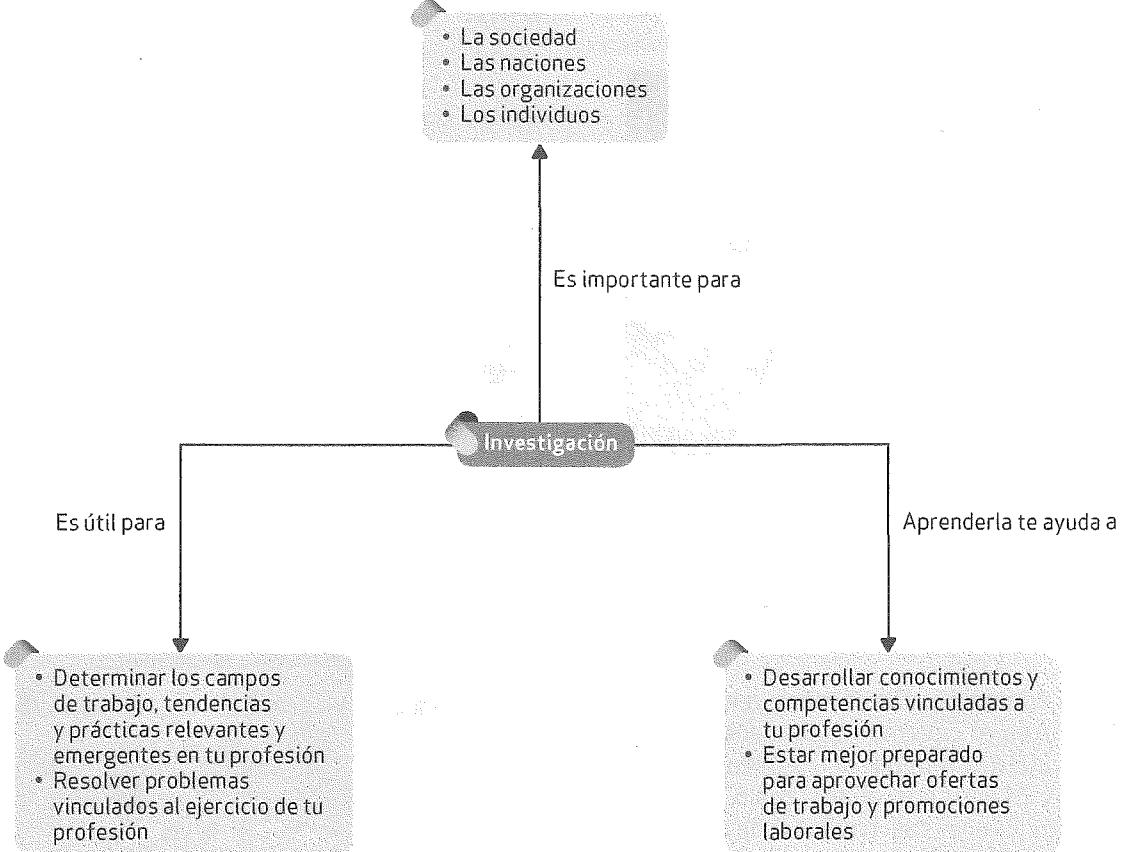
## ¿QUÉ TE VAS A LLEVAR?

Capacidad de identificar, plantear y resolver problemas, capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica, analizar el desarrollo de tu disciplina en el ámbito local y nacional con fundamento en la investigación científica, gestionar información acerca de tu disciplina de acuerdo con parámetros de validez y búsqueda de logros.

## ¿QUÉ SABES ACERCA DE...?

Platica con tu profesor y con tus compañeros de clase:

1. ¿Qué conocimientos y competencias serán útiles para que consigas trabajo dentro de tu ramo cuando obtengas tu pregrado, licenciatura o título universitario?
2. En tu profesión, ¿qué te piden los empleadores de empresas, instituciones gubernamentales y organizaciones no gubernamentales?
3. ¿Cuáles son las tendencias y prácticas predominantes y emergentes de tu profesión en el contexto internacional, nacional y local?
4. ¿Aprender a investigar te va a servir en tu ejercicio profesional? ¿Por qué?
5. ¿Qué competencias para el ejercicio de tu profesión te aportará saber investigar?



## ¿TE INTERESA?

De acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2014 y 2015) la perspectiva mundial de empleo se continuará deteriorando en los próximos cinco años. Al finalizar 2014, más de 201 millones de personas estaban desempleadas y se espera que en 2015 esta cifra aumente tres millones, y al menos otros ocho millones hacia 2019.



● Las medidas económicas impuestas para afrontar la crisis en España han deteriorado las condiciones laborales, lo que ha dado lugar a múltiples protestas. Aquí miles de personas colapsaron Madrid el 31 de enero de 2015. © Pedro Rufo/Shutterstock.com

Desafortunadamente, los jóvenes, en particular las mujeres, sufren el desempleo de manera desproporcionada. En 2014, alrededor de 74 millones de personas entre 15 y 24 años buscaban trabajo. "La tasa de desempleo de los jóvenes casi triplica la de los adultos" (OIT, 2015, p. 3) y este hecho resulta común a todas las regiones del mundo, pero es más notable en países con economías emergentes como los latinoamericanos.

Paradójicamente, las empresas no encuentran "talento" para ocupar los empleos que ofrecen, en especial en niveles con funciones de mando (coordinadores, supervisores, gerentes, directivos, etc.). En una investigación hecha en 2014 entre 37 000 altos ejecutivos de 42 países por la empresa de reclutamiento y tercerización de personal Manpower, 36% de los directivos dijeron que tenían problemas para localizar talento (media mundial), y esta tendencia ha aumentado desde 2009. En Perú es de 67%; en Argentina y Brasil, 63%; Panamá, 58%; Colombia, 57%; Costa Rica, 51%; Guat-

temala, 46%, y México, 44% (Manpower, 2014). El problema aqueja incluso a naciones desarrolladas, como Japón (81%), Alemania (40%) y Estados Unidos (40%). Lo más grave es que hay vacantes que no se pueden ocupar a pesar de tener candidatos para el puesto. Tan solo en México, de acuerdo con una encuesta efectuada por el Centro de Investigación para el Desarrollo (CIDAC, 2014), en 2014 la tasa de ocurrencia fue de 26 por ciento.<sup>1</sup>

Las razones de lo anterior son diversas, destacando las siguientes: falta de habilidades técnicas, escasez de competencias, insuficiencia de candidatos adecuados y falta de experiencia (Manpower, 2014, y CIDAC, 2014). Entre los puestos más difíciles de cubrir se encuentran los de ingenieros en general (segundo lugar) y directivos (sexto lugar).

 ¿Qué conocimientos y competencias están solicitando las empresas e instituciones? Empleados autónomos, capaces de trabajar bajo presión y de generar resultados positivos en circunstancias adversas, así como con destrezas para analizar información y tomar decisiones son las cualidades que las compañías buscan en los candidatos (CIDAC, 2014, y Moreno, 2010).



● En la mayoría de las organizaciones actuales son muy valoradas las habilidades de trabajo en equipo y comunicación.



En México, de acuerdo con la Encuesta de Competencias Profesionales 2014, las áreas, capacidades y habilidades generales más valoradas y reconocidas son: tra-

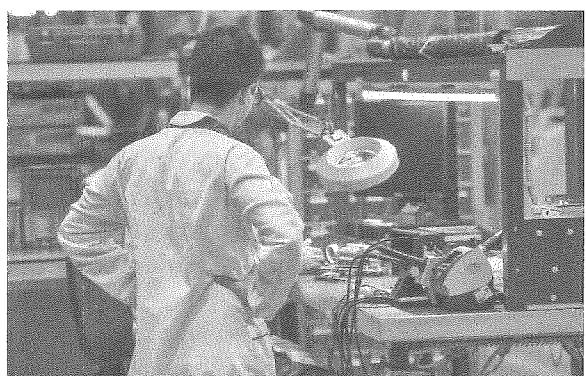
<sup>1</sup> Se realizaron 1 556 entrevistas a 499 empresas con al menos 50 empleados de los sectores económicos más importantes en las 32 entidades del país.

◆ Tabla 1.1 Competencias específicas más valoradas por área de la organización y competencia general.

| Recursos humanos                                                      | Finanzas y contabilidad                                                          | Producción y operaciones                                                         | Mercadotecnia y ventas                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Innovación</b>                                                     | <b>Innovación</b>                                                                | <b>Innovación</b>                                                                | <b>Innovación</b>                                                             |
| Detección de oportunidades de mejora en productos y procesos (31.93%) | Detección de oportunidades de mejora en procesos y producto (26.67%)             | Detección de oportunidades de mejora en procesos y producto (31.33%)             | Detección de nuevas oportunidades de negocio (24.71%)                         |
| Generación de nuevas ideas (20.62%)                                   | Generación de nuevas ideas (18.97%)                                              | Generación de nuevas ideas (20.88%)                                              | Generación de nuevas ideas (21.24%)                                           |
| Detección de nuevas oportunidades de negocio (18.4%)                  | Implementación de nuevos proyectos (17.95%)                                      | Implementación de nuevos proyectos (16.06%)                                      | Implementación de nuevos proyectos (18.53%)                                   |
|                                                                       | Generación de nuevas ideas (18.97%)                                              | Importación o adaptación de prácticas de otros sectores (11.24%)                 | Detección de oportunidades de mejora en procesos y producto (16.99%)          |
|                                                                       | <b>Operación y logística</b>                                                     | <b>Operación y logística</b>                                                     | <b>Operación y logística</b>                                                  |
|                                                                       | Administración, planeación y pronóstico de inventarios (28.21%)                  | Administración, planeación y pronóstico de inventarios (17.67%)                  | Administración, planeación y pronóstico de inventarios (28.57%)               |
|                                                                       | <b>Cuantitativo: estadístico</b>                                                 | <b>Cuantitativo: estadístico</b>                                                 | <b>Cuantitativo: estadístico</b>                                              |
|                                                                       | Conocimiento y manejo básico de probabilidad (38.46%)                            | Conocimiento y manejo básico de probabilidad (30.12%)                            | Conocimiento y manejo básico de probabilidad (30.5%)                          |
|                                                                       | Conocimiento y manejo básico de estadística descriptiva (19.49%)                 | Conocimiento y manejo básico de estadística descriptiva (23.69%)                 | Conocimiento y manejo básico de estadística descriptiva (23.17%)              |
|                                                                       | <b>Cuantitativo: análisis de datos</b>                                           | <b>Cuantitativo: análisis de datos</b>                                           | <b>Cuantitativo: análisis de datos</b>                                        |
|                                                                       | Saber buscar datos (41.54%)                                                      | Saber buscar datos (36.55%)                                                      | Saber buscar datos (46.33%)                                                   |
|                                                                       | Generar tablas, gráficas, ideas y recomendaciones a partir de los datos (18.97%) | Generar tablas, gráficas, ideas y recomendaciones a partir de los datos (17.67%) | Generar tablas, gráficas, ideas y recomendaciones a partir de los datos (17%) |
|                                                                       | Construcción de bases de datos (20.51%)                                          | Construcción de bases de datos (15.26%)                                          | Construcción de bases de datos (14.29%)                                       |

jo en equipo, liderazgo, herramientas de comunicación, mercadotecnia, eficiencia, innovación, cultura general, imagen personal, ingeniería, operaciones, análisis de datos y estadística o elementos cuantitativos (CIDAC, 2014). En lo relativo a competencias específicas, en la tabla 1.1 se muestran las más relevantes por área de la empresa y competencia genérica (en negritas) que están vinculadas a la investigación (entre paréntesis se indica el porcentaje de empresas que la señalaron como la más importante).

Como se aprecia, aprender a investigar implica desarrollar conocimientos y competencias que tendrán que ver con el ejercicio de tu profesión y numerosas tareas de las distintas áreas de las empresas. Más adelante



◆ La investigación tiene aplicación en cualquier puesto en que te desempeñes como profesional.

regresaremos a este punto para ampliarlo. Por ahora, reflexiona según el puesto o el trabajo que te gustaría desempeñar cuando termines tus estudios, y respon-

de: ¿para qué me va servir aprender a investigar? Luego, puedes comentarlo en grupo con tus compañeros de clase y el profesor.



## Importancia de la investigación para la sociedad, las naciones, las empresas y los individuos



La investigación siempre ha sido trascendente para la sociedad. En primer término, la mayor parte de los descubrimientos, inventos y tecnologías son producto de la investigación, como el proyector de cine, el nailon, el marcapasos, la aspiradora, el motor de combustión, el teléfono celular o móvil, el CD, la electricidad, las computadoras, las naves espaciales, los medicamentos y vacunas, los cohetes, juguetes de todo tipo y prendas de vestir.



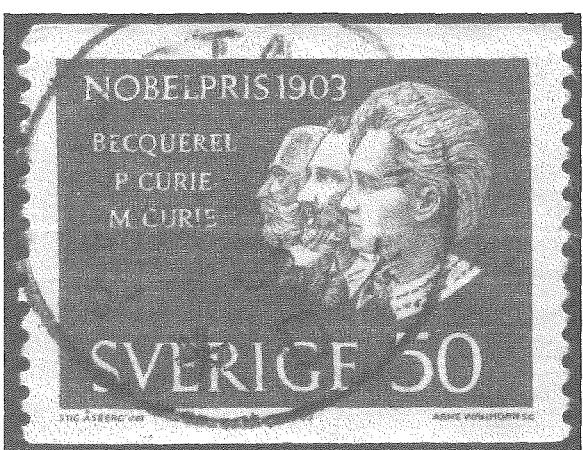
Como consecuencia de la experimentación y otras formas de indagación se dominaron el fuego, la rueda y el arco constructivo, así como los procesos industriales. También surgieron las organizaciones y se averiguó la historia del Universo y la Humanidad, desde las primeras civilizaciones. Asimismo, hemos podido conocer desde nuestra propia estructura mental y genética, hasta cómo plantar una sonda en un cometa a millones de kilómetros de la Tierra. Aun ciertos descubrimientos hechos "por accidente" fueron posibles debido a que

se produjeron mientras se estaba estudiando sistemáticamente algún fenómeno. Un ejemplo es la radiactividad, que descubrió Henri Becquerel cuando analizaba la fluorescencia y la fosforescencia.

En la investigación se abordan temas como las relaciones personales (amistad, noviazgo y matrimonio, por ejemplo), la violencia, los programas de televisión, el trabajo, las enfermedades, las elecciones presidenciales, los deportes, las emociones humanas, la manera de vestirnos, la familia y otros.

El acto de investigar es natural en los seres humanos. ¿Qué es lo primero que hace un bebé al nacer? Comienza a explorar su entorno. Identifica patrones, investiga sonidos y percepciones visuales.

La investigación es fundamental para los países. Hay una estrecha relación entre la inversión económica en investigación científica y desarrollo tecnológico con la riqueza de los países (*Muy Interesante*, 2014).



En 1903, el científico Henri Becquerel compartió el premio Nobel de Física por su descubrimiento de la radiactividad espontánea.

En términos generales, las naciones que son económicamente más productivas invierten más en estos rubros. Por el contrario, los gobiernos que destinan menos recursos dependen más de los procesos y tecnologías foráneas y deben importarlas. Cuando el dinero invertido en investigación y desarrollo (IyD) es superior al 1% del producto interno bruto (PIB)<sup>2</sup> se produce un desarrollo mucho mayor (*Muy Interesante*, 2014, p. 72). ¿Por qué en América Latina compramos autos japoneses, estadounidenses y europeos, y no mexicanos, colombianos, bolivianos, peruanos o dominicanos? Lo mismo pasa con teléfonos celulares, reproductores de MP3 o aviones.

<sup>2</sup> El PIB (producto interno bruto) expresa el valor monetario de la producción de bienes y servicios de demanda final de un país (o una región) durante un periodo determinado (normalmente un año; Wikipedia, 2015). Es lo que valen todos los bienes y servicios de un país.

Entre los países que invierten más en investigación científica y desarrollo tecnológico están Finlandia, Dinamarca, Singapur, Japón, Suecia, Corea del Sur, Estados Unidos, Austria, Alemania y Suiza (todos con cifras superiores al 2.5% del PIB); en contraste con las naciones latinoamericanas que invierten menos de 1% (excepto Brasil) (*Muy Interesante*, 2014, pp. 72-73). En conjunto, Estados Unidos, China, Japón y la Unión Europea aportan 78% del total de los 1.6 billones de dólares invertidos en IyD a nivel mundial (*Muy Interesante*, 2014, p. 73).

Si queremos ser países más ricos, con índices de bienestar social mucho mayores y balanzas comerciales más favorables, debemos generar mayor IyD.

Para las compañías, la investigación es también de vital importancia. Las organizaciones más innovadoras, las más competitivas y las de mayor solidez económica son las que invierten más en investigación científica y desarrollo tecnológico. Veamos algunos datos. De acuerdo con la Comisión Europea (2014), las inversiones en IyD por parte de las empresas de la Unión Europea crecieron 2.6% en 2013, pese al entorno económico adverso. En tanto, la media mundial en ese mismo año fue de 4.9% (en Estados Unidos fue de 5% y en Japón de 5.5%). Durante 2014, el monto en este rubro por parte de las compañías fue de 647 billones de dólares (9 billones más que el año anterior) (Fortune, 2015).

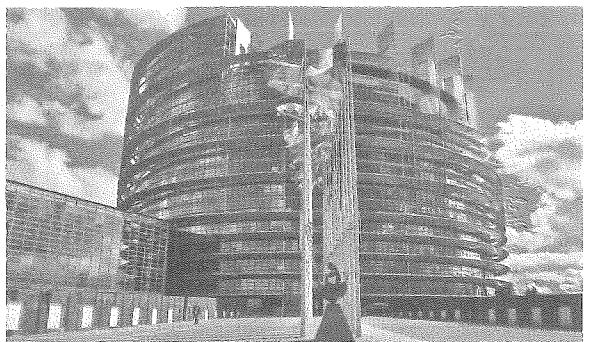
Quien piense que las organizaciones privadas no dedican presupuestos considerables a la investigación, está muy equivocado. Si la investigación no fuera útil, ¿por qué invierten tanto? Desarrollo empresarial e investigación científica van de la mano.

Según *Fortune* (2015) las 10 empresas que más destinaron recursos a IyD fueron Volkswagen, Samsung, Intel, Microsoft, Roche, Novartis, Toyota, Johnson and Johnson, Google y Merck. Otras con altos montos son IBM, Daimler (Freightliner y Mercedes Benz), Nokia, Panasonic y Sony (Duarte, 2013). ¿Las conoces? ¿Por qué crees que invierten en investigación? (puedes discutirlo con tus compañeros).

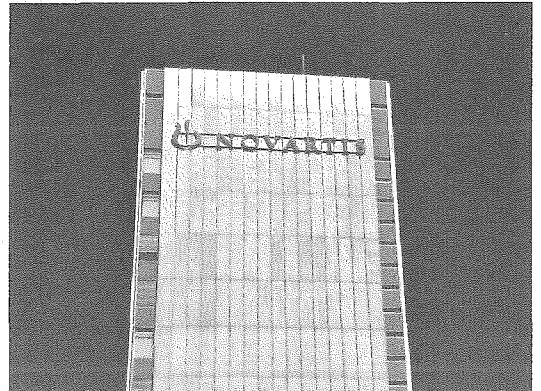
Las compañías que no han innovado o no invierten lo suficiente en investigación y desarrollo se meten en serios problemas de competitividad y a veces desaparecen. Tal fue el caso de Kodak, empresa que durante décadas fue líder en el mercado de la fotografía y el video, pero a finales de 2010 dejó de cotizar en la Bolsa de Valores de Nueva York y se declaró en bancarrota. Entre 2014 y 2015 emprendió una reestructuración de su negocio y volvió a invertir en IyD. Así, produjo su primer teléfono inteligente, un dispositivo Android que incorpora una cámara de 13 megapixeles con flash LED y una serie de herramientas que permiten editar o retocar a detalle las imágenes tomadas (TechBloGeek, 2015). Al ver su página electrónica se entiende que la investigación y el desarrollo son su apuesta para salir de la crisis (Kodak, 2015).

Ahora bien, al estudiante universitario, ¿para qué le sirve aprender a investigar?

En estos tiempos de competencia y globalización, un egresado que no tenga conocimientos de investigación se encontrará en desventaja frente a otros colegas (de su propia institución y de otras universidades de todo el mundo), ya que cada una de las instituciones educativas se esfuerzan por diferenciar a sus alumnos del resto y ponen mayor énfasis en la investigación (con el fin de formar mejor a sus estudiantes y prepararlos para ser más competitivos, además de obtener acreditaciones y vincularse a otras universidades e institutos). No saber respecto a los métodos de investigación equivale a rezagarse.



Edificio del Parlamento Europeo, lugar donde se toman muchas decisiones de inversión en IyD.



De manera sistemática, las compañías farmacéuticas invierten cantidades millonarias en IyD de nuevos productos.



Por otro lado, hoy no es posible imaginar muchos trabajos sin mencionar la investigación. ¿Es posible imaginar a un gerente de mercadotecnia en cuya área no se efectúe investigación de mercados? ¿Cómo sabrían sus ejecutivos y trabajadores lo que sus clientes demandan? ¿Cómo conocerían su posición en el mercado? Realizan investigación por lo menos para estar al tanto de sus niveles de ventas y de participación en el mercado.



● “¿Acaso nos podemos figurar a un ingeniero civil que pretenda construir un edificio, un puente o una casa sin que lleve a cabo un estudio del suelo?”

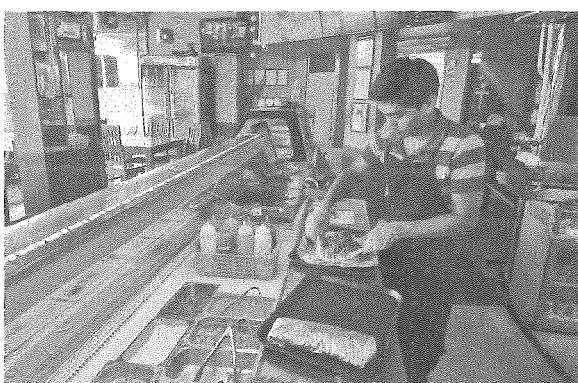
¿Acaso nos podemos figurar a un ingeniero civil que pretenda construir un edificio, un puente o una casa sin que lleve a cabo un estudio del suelo? Tiene que hacer una investigación de lo que requiere el cliente que le encargó la construcción.

Podemos concebir a un cirujano que no haga un diagnóstico preciso de su paciente antes de operarlo? Cualquier médico tiene que saber interpretar datos de laboratorio y correlacionarlos con la entrevista a los pacientes y sus observaciones. O bien, a un ingeniero que trabaja en el departamento de seguridad industrial que no deba llevar a cabo sistemáticamente estudios de riesgos.

Y es factible implantar un sistema o proceso de calidad sin saber de investigación? Seis Sigmas cualquier modalidad de ISO, el Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (APPCC), los modelos Iberoamericano y Europeo de Excelencia de la Gestión, Malcolm Bridge, etc., requieren conocer y aplicar elementos del proceso de investigación, como el planteamiento del problema, la prueba de hipótesis y la recolección y análisis de datos.

Todo profesional, para serlo en toda la extensión de la palabra, requiere investigar. Quizá haya mercadólogos, ingenieros y administradores que trabajan sin investigación; pero seguramente su trabajo es muy deficiente.

Incluso para constituirse como emprendedor o aun para iniciar un pequeño negocio se requiere investigación. Por ejemplo, si alguien va a abrir un restaurante, necesita indagar el tamaño del mercado, la competencia directa e indirecta en la zona (cuántos establecimientos hay, cuántos clientes tienen, por qué los prefieren, cuánto gastan por persona, qué ventajas competitivas ofrecen, si han cerrado algunos y por qué, cuál es su ciclo de vida), los gastos de operación, los costos y beneficios y el margen de utilidad, los factores críticos de éxito, el precio ideal de venta y un sinfín de cuestiones.



● Un buen emprendedor sabe que antes de establecer un negocio es necesario realizar una investigación sobre cuánto invertirá, la competencia del rubro, qué ventajas ofrecerá, etcétera.

En un estudio realizado durante abril de 2015 en una bolsa internacional de trabajo en línea y tres locales, se analizaron 600 ofertas para cubrir vacantes en puestos con funciones de mando en las áreas de ingeniería y ciencias administrativas,<sup>3</sup> que requieren competencias relacionadas con la investigación y su aprendizaje. Veamos algunos ejemplos en la tabla 1.2.



La mayoría de las ofertas de empleo para ejecutivos requieren conocimientos de estadística, técnicas analíticas, diagramas de flujo y planteamiento de problemas, así como la capacidad de análisis y de síntesis.

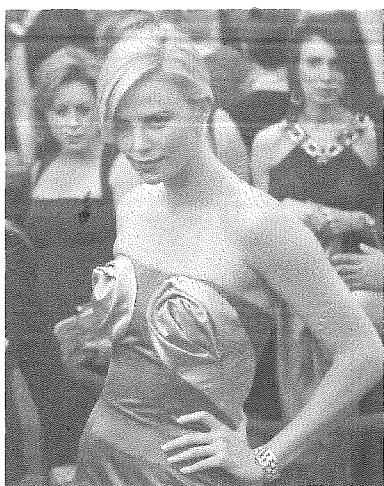
<sup>3</sup> La bolsa internacional es OCC Mundial (2014) y las locales, OCC México, OCC Colombia y el Colegio de Ingenieros de Chile. Se saturaron categorías y tendencias. De haber seguido con más ofertas, se hubiera encontrado prácticamente lo mismo.

 **Tabla 1.2** Ejemplos de puestos que requieren competencias vinculadas a la investigación.<sup>4</sup>

| Puesto o equivalente                                                                                        | Competencias del perfil asociadas con la investigación                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Director o gerente de proyecto ( <i>project manager</i> ) o ingeniero de proyectos                          | Análisis de problemas y toma de decisiones<br>Análisis e interpretación de datos                                                                                                                                                                                     |
| Ingeniero de procesos                                                                                       | Análisis de tiempos y movimientos<br>Mapeo de procesos<br>Entrevistas a usuarios<br>Análisis de documentación y procesos administrativos<br>Análisis de resultados<br>Investigación de mejores prácticas<br>Análisis de datos y solución de problemas                |
| Ingeniero de producto                                                                                       | Análisis de problemas y toma de decisiones                                                                                                                                                                                                                           |
| Gerente, jefe, coordinador, líder o supervisor de calidad, manufactura esbelta, mejora continua y similares | Análisis y toma de decisiones mediante herramientas de calidad (Kaisen, Seis Sigma)<br>Análisis de viabilidad de los nuevos productos<br>Diseño y elaboración de instrumentos de medición<br>Elaboración de reportes e informes<br>Análisis de tiempos y movimientos |
| Ingeniero en el área calidad                                                                                | Investigación (evaluación, monitoreo), seguimiento y resolución de las desviaciones<br>Evaluación (monitoreo) de procesos, sistemas y cambios<br>Evaluación de personal<br>Análisis y soluciones de problemas de calidad                                             |
| Supervisor, superintendente, gerente de producción, manufactura                                             | Análisis de problemas de calidad y productividad<br>Detección de áreas de oportunidad para la mejora continua                                                                                                                                                        |
| Ingeniero industrial                                                                                        | Análisis de manufactura esbelta ( <i>lean manufacturing</i> ), control de procesos, tiempos y movimientos, cuellos de botella o saturación y flujos de producción                                                                                                    |
| Gerentes, ejecutivos, directivos de planeación                                                              | Analizar e interpretar las necesidades de los clientes<br>Elaboración de parámetros y control de procesos                                                                                                                                                            |
| Ejecutivos, gerentes de ventas                                                                              | Análisis de ventas, resultados financieros y mercados                                                                                                                                                                                                                |
| Gerente, jefe de servicios generales                                                                        | Investigación de cotizaciones                                                                                                                                                                                                                                        |
| Director, gerente, ejecutivo de mercadotecnia                                                               | Investigación de mercados<br>Identificación de las especificaciones de los productos que el cliente solicita                                                                                                                                                         |
| Gerente de alimentos                                                                                        | Análisis físicoquímicos y microbiológico en plantas de alimentos                                                                                                                                                                                                     |
| Ingeniero bioquímico                                                                                        | Análisis de problemas y toma de decisiones<br>Análisis e interpretación de datos<br>Instrumentación                                                                                                                                                                  |

<sup>4</sup>Se incluyeron solamente los puestos más representativos (con por lo menos 20 menciones) y las competencias que citaron al menos 50% de los solicitantes.

Ocurre lo mismo en el caso de los analistas (de inventarios, información, sistemas, de mercado, procesos, compras, minería de datos, seguimiento o control, cobranza, fiduciario, cuentas, contabilidad).



● Llevamos a cabo investigación incluso en nuestra vida cotidiana, por ejemplo, cuando nos gusta un artista.



● Todo nuevo producto tiene detrás un fuerte fundamento en distintas investigaciones.



## Consejos de investigación para ser mejor profesional y buscar empleo<sup>5</sup>

Como hemos visto, capacitarse en investigación es prepararse para ser un mejor ingeniero civil, químico, biomédico, mecánico, electrónico, eléctrico, en mecatrónica, industrial, en sistemas de información, administrador, contador público, licenciado en turismo, mercadólogo y cualquier otra profesión. Además, tener habilidades para investigación y aplicarlas te ayudará a: *a)* conocer la historia, desarrollo y estado actual de tu profesión; *b)* determinar cuáles son los ámbitos de tu carrera y las tendencias y prácticas tanto predominantes y nuevas en el contexto internacional, nacional y local (*¿cuáles son los inventos, adelantos tecnológicos y tendencias vanguardistas, empresas, instituciones educativas y organizaciones gubernamentales y no gubernamentales que se relacionan con mi campo profesional?*), y *c)* mantenerte actualizado de manera permanente.



¿Cómo puedes hacerlo? Haz tu investigación cotidiana: lee diariamente sobre temas propios de tu disciplina (revisión de la literatura). Además de los libros que lleves en tus cursos

La investigación se utiliza también en la vida diaria. Por ejemplo, cuando nos parece atractiva una persona, o nos gusta un actor o actriz, indagamos todo lo que podemos sobre ella. ¿Está en una relación? ¿Qué le gusta? ¿Cuáles son sus aficiones? ¿Quiénes han sido sus parejas? ¿Cuál es su situación personal actualmente? En realidad, son preguntas de investigación.

De la misma manera, en el entorno laboral los empleados de todos los niveles efectúan indagaciones de largo alcance que requieren la aplicación rigurosa del proceso de investigación o llevan a cabo diversos estudios para integrarlos y tomar decisiones. Por ejemplo, para crear una vacuna contra un nuevo virus es necesario primero revisar la literatura (evaluar todas las investigaciones publicadas sobre el tema y comprender el virus: cuál es su estructura genética, qué lo activa, cómo se transmite, qué efectos tiene sobre el organismo), establecer hipótesis respecto a las posibles respuestas de las preguntas anteriores, realizar experimentos, recolectar y analizar datos, y sacar conclusiones. Asimismo, cuando se va a diseñar y fabricar un nuevo producto se realizan investigaciones de mercado (tamaño del mercado, competencia, necesidades y requerimientos de los clientes), análisis de capacidad de producción y especificaciones de calidad, de procesos, tiempos y movimientos, pruebas de producto y otros más. Esto aplica a un nuevo automóvil, hotel, equipo televisivo y prácticamente cualquier producto.

En otras situaciones se lleva a cabo investigaciones de corto y mediano alcance para ciertas decisiones y desarrollos. Por ejemplo, cuando se va a comprar nueva maquinaria es indispensable comparar las alternativas, revisar las pruebas hechas a cada una, efectuar simulaciones y tomar la decisión que se considere la más adecuada. O bien, cuando se presentan problemas de calidad debemos investigar las causas y emprender las medidas correctivas. Esto aunado a los estudios que efectúan las propias áreas de investigación de las empresas.

<sup>5</sup>Por cuestiones de espacio se citan apenas algunas direcciones de internet, pero mediante un motor de búsqueda con el nombre de una revista u organización se localiza la dirección electrónica.

universitarios, comienza por las revistas académicas y profesionales o técnicas especializadas, electrónicas e impresas. Las publicaciones virtuales agrégalas a tus listas de "favoritos". En inglés hay una lista casi infinita. Pregunta a tus profesores.

También revisa permanentemente las publicaciones científicas de las bases de referencias internacionales; por ejemplo, Abstracted Business Information (ABI/Inform) (ciencias administrativas y negocios), Academic Search Premier (EBSCO) (múltiples disciplinas), Accounting and Tax Database (contaduría), Biological Abstracts (ciencias biológicas), Biomedical Reference Collection (ciencias biomédicas), BioOne (bioquímica), Civil Engineering Abstracts (ProQuest) (ingeniería civil), Engineering Plus Database (ingenierías), Fuente Académica (EBSCO) (múltiples disciplinas), IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), Pharmaceutical News Index (ProQuest), SAGE Journal (múltiples disciplinas en dos secciones: Life and Biomedical Sciences y Materials Science and Engineering), Science Direct (Elsevier), SpringerLink, Taylor and Francis, Wiley Interscience (Blackwell), REDALYC (Red de Revistas Científicas de América Latina y El Caribe, que abarca también a España y Portugal), Latindex (todas estas últimas de varias disciplinas) y otras más. También es bueno consultar las publicaciones del ministerio de ciencia y tecnología de cada país (en México, está el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Conacyt).

Asimismo, participa en encuentros y foros presenciales y virtuales de tu licenciatura y especialidad, y si puedes, inscríbete en una o más asociaciones (muchas tienen capítulos o ramas para estudiantes). La importancia de lo anterior es que puedes conocer directivos y empleados de organizaciones en las que te interesa trabajar y establecer una red de contactos a través de ellos.

Lee sobre las empresas de tu campo en las que tienes interés en trabajar. Trata de entender cuáles son sus productos y servicios, quiénes sus clientes, cuáles son las unidades del negocio y qué lugar ocupan en el sistema de industrias de tu región.

Averigua cuáles son las universidades vanguardistas en tu ramo y revisa sus páginas. Esto ayuda a entender nuevas tendencias y prácticas.

Por ejemplo, un estudiante de ingeniería química debe consultar páginas electrónicas como las de la Red Latinoamericana de Química ([http://www.relaq.mx/RLQ/sociedades\\_quimicas\\_la.html](http://www.relaq.mx/RLQ/sociedades_quimicas_la.html)) y sus bases de datos mundiales, la Asociación Petroquímica y Química Latinoamericana (APLA) (<http://www.apla.com.ar/>) y la Federación Latinoamericana de Asociaciones Químicas (FLAQ), además de las asociaciones, sociedades, colegios e institutos de su país (tan solo en México hay 17 organizaciones básicas, como la Asociación Nacional de la Industria Química y El Colegio Nacional de Ingenieros Químicos y de Químicos, y en Chile destaca entre otras la Sociedad Chilena de Química), y particularmente las entidades que se dedican a la investigación en el ramo. Como ejemplo destacado tenemos la Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química (AMIDIQ), en cuyo sitio (<http://www.amidiq.com/inicio.htm>) es posible descargar las memorias de sus encuentros nacionales, que incluyen estudios y trabajos en áreas como energía, catálisis, polímeros, biotecnología, termodinámica, simulación y control, alimentos e ingeniería de procesos).

También hay que revisar páginas internacionales, como la del Instituto Estadounidense de Ingenieros Químicos ([http://tryengineering.org/lang/spanish/links\\_societies\\_detail.php?society=12](http://tryengineering.org/lang/spanish/links_societies_detail.php?society=12)) o la Institution of Chemical Engineers (organización con sedes en Rugby, Londres y otras urbes y a la cual están afiliados miles de profesionales de más de 120 países), y revistas generales (como la *Revista Mexicana de Ingeniería Química, Ingeniería, Investigación y Tecnología* y el *Chemical Engineering Journal*) y las que correspondan a su especialidad (por ejemplo, si le interesan los materiales, publicaciones como *Chemistry of Materials* y *Advances in Polymer Science*).

Un alumno de ingeniería industrial no puede prescindir de las páginas de la Asociación Latinoamericana de Estudiantes e Ingenieros Industriales y Afines y el Instituto de Ingenieros Industriales ([http://arisecenter.eng.fiu.edu/iie\\_latino/](http://arisecenter.eng.fiu.edu/iie_latino/)), específicamente el capítulo de su

país. Si estudia en México, además tiene que conocer los sitios electrónicos de la Asociación Mexicana de Ingenieros Industriales, el Colegio Nacional de Ingenieros Industriales y el Instituto Mexicano de Ingenieros Industriales y de Sistemas. Además, debe leer continuamente la revista *Manufactura* (<http://www.manufactura.mx/recursoshumanos>) y otras como *Journal of Operations Management*, *Production and Operations Management* e *International Journal of Industrial Organization*.

Un administrador puede comenzar en páginas de las asociaciones internacionales de su campo, además de organizaciones educativas como la Asociación Internacional para la Educación en Administración (AACSB) y de su propia nación (por ejemplo, en México la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Contaduría y Administración), y revisar los números que publiquen revistas como *Contaduría y Administración* (México), *Administrative Science Quarterly* y *Academy of Management Journal* y *Harvard Business Review* en español.

No hay que olvidar las fuentes especializadas. Por ejemplo, mientras escribíamos estas líneas nos suscribimos gratuitamente a varias revistas de temas muy particulares, como *Equipment World*, que cubre información sobre aspectos económicos, industriales y de productos de construcción.

Si te interesa el tema de la calidad, es ineludible visitar las páginas de la American Society for Quality (ASQ) y la American Society for Quality Control (ASQC), incluyendo el capítulo para tu país, así como de la International Association for Information and Data Quality y Sigma-Aldrich. En México, el Instituto para el Fomento a la Calidad y el Premio Nacional de Calidad, entre otros.

Cuando vayas a pedir trabajo a una compañía, indaga todo sobre ella y su sector. Así causarás una excelente impresión en el reclutador y en quienes te entrevisten. Esto también es investigación.

Además, saber de investigación en tu ramo también facilita la comunicación con científicos y especialistas. La investigación será muy útil para distintos fines: crear nuevos sistemas y productos, resolver problemas de toda clase, detectar mercados, diseñar soluciones y hasta evaluar si has cometido algún error.

## ¿QUÉ APRENDÍ?



💡 Una herramienta muy útil en la investigación actual son los motores de búsqueda en internet.

1. Comienza una exploración en internet usando motores generales de búsqueda como Google, Bing, Ask, Yahoo!, y contesta las preguntas.

Luego evalúa tus respuestas y la de un compañero en foro de realimentación con tu grupo y tu profesor.

- a) ¿Cuáles son las tres asociaciones nacionales más importantes en tu profesión? Por ejemplo, por tamaño (afiliados, empresas e individuos), antigüedad, cobertura (regiones donde tiene presencia), vinculación (otros organismos nacionales e internacionales con los cuales mantiene una relación formal), impacto (avances tecnológicos, aportaciones concretas e inventos en los últimos tres años). Si nada más hay una o dos, cerciórate de que sea así.
- b) Menciona al menos tres asociaciones internacionales fundamentales en tu profesión y una latinoamericana.
- c) ¿Hay alguna asociación nacional, latinoamericana o internacional de estudiantes de tu carrera?
- d) ¿Qué revistas técnicas en inglés son confiables y relevantes para tu profesión? ¿Cuáles en español?

ñol? Encuentra por lo menos 10 en inglés y cinco en español.

- e) ¿Qué revistas científicas o académicas (arbitradas e indexadas) en inglés y en español pueden ser útiles? Anota por lo menos cinco en cada lengua.
- f) A nivel mundial, ¿qué empresas son líderes en el sector donde te interesaría trabajar? Menciona al menos tres y contesta: ¿Cuál es su misión? ¿Cuáles son sus productos y patentes principales? ¿Qué estructura organizacional tiene? ¿Actualmente hay vacantes? ¿Para qué puestos? ¿Qué conocimientos, competencias, habilidades y equivalentes solicitan? Haz lo mismo con una compañía nacional.
- g) ¿Cuáles son los campos de trabajo, tendencias y prácticas más referidas actualmente en tu profesión? (Menciona al menos cinco de cada rubro).
- h) ¿Cuáles son los campos de trabajo específicos, tendencias y prácticas nuevas más referidas en tu profesión? (Menciona al menos tres de cada rubro).

Ejemplos de campos de trabajo específicos: logística inversa en la industria de la construcción, implantación de sistemas de gestión de la calidad en plantas automotrices, planeación estratégica para empresas hoteleras, aplicación de nuevas tecnologías de información a la manufactura de prendas de vestir.

Entre las tendencias generales comunes a diferentes profesiones citemos las siguientes: énfasis en re-



La investigación es necesaria para resolver problemas de producción, reducción de costos, logística, etc., que se presentan en las fábricas.

sultados y competitividad, compromiso por la mejora continua, ética de trabajo, alianzas estratégicas con proveedores y optimización de procesos de compra.

Ejemplos de prácticas concretas son: implantar Kaizen en círculos o equipos de calidad, utilizar Seis Sigma para el control de procesos, definir políticas de calidad en el sistema principal de administración, utilizar un sistema innovador de construcción modular en madera, capacitar a los mandos intermedios en liderazgo y habilidades de comunicación interpersonal, aplicar el modelo del portafolio de Markowitz para realizar inversiones en la Bolsa de Valores.

  - 2. Imagínate que ya trabajas en una empresa y que te enfrentas con los siguientes problemas:

- a) Un proceso de producción o manufactura tiene costos muy altos que deben reducirse sin afectar la calidad del producto.
- b) La maquinaria que se utiliza para la fabricación del producto es obsoleta, así que es preciso comprar máquinas nuevas y más eficientes (también puede ser un equipo de construcción o de laboratorio).
- c) La productividad de los trabajadores ha menguado porque están desmotivados, lo que afecta la competitividad de la empresa.
- d) Tu empresa te pide sugerencias de nuevos mercados.

¿Cómo investigarías para resolver esos problemas? En equipos de cinco compañeros, analicen los problemas y respondan a la pregunta de cada caso. Comenten con el profesor y el resto del grupo.

3. Encuentra y entrevista a un profesional que cubra los siguientes requisitos: a) que haya egresado de tu misma carrera, b) que ocupe una posición que te interesaría y c) que trabaje en una empresa donde te gustaría laborar. Por ejemplo, puedes preguntarle: ¿Cuáles son los campos de trabajo, tendencias y prácticas actuales más relevantes en la profesión? ¿Qué conocimientos, competencias y habilidades considera que debe tener un profesionista exitoso como él? ¿Qué sugiere para ser un mejor profesionista? ¿Cómo aplica la investigación en su trabajo? Graba la entrevista y transcribe lo que comente y destaque. Compártela con tu profesor y compañeros.

## ¿HAY MÁS?

Si quieres ampliar las ideas y temas de investigación, te recomendamos:

- AMAZON. Búsqueda de libros sobre tendencias en tu profesión, en: <http://www.amazon.com/>
- Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química (AMIDIQ). Memorias (desde 2003), Recuperado de <http://www.amidiq.com/memorias.htm>
- Asociación Latinoamericana de Estudiantes e Ingenieros Industriales (2015), en <http://www.aleiiaf.net/>
- Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Contaduría y Administración (2015). Recuperado de <http://www.anfeca.unam.mx/>
- Barreto, B. P. (2015). *Nuevas tendencias de la ingeniería administrativa*. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos75/nuevas-tendencias-ingenieria-administrativa/nuevas-tendencias-ingenieria-administrativa.shtml>
- EngNet (Engineering Network) (2015). *Free trade magazine subscriptions and technical document downloads*. Recuperado de <http://engnetglobal.tradepub.com/>

- Hernández, R., Méndez, S. y Mendoza, C. P. (2014). *Online learning center*. Recuperado de [http://noveilla.mhhe.com/sites/000001251x/information\\_center\\_view0/](http://noveilla.mhhe.com/sites/000001251x/information_center_view0/).
- Jiménez, H., Botello, J. E., Navarrete, J. L. y Martínez, G. M. (2013). Las competencias profesionales en la ingeniería bioquímica. *Pistas Educativas*, 101, 303-315. Recuperado de <http://pistaseducativas.itc.mx/wp-content/uploads/2013/06/27-JIMENEZ-PE-101-303-315.pdf>.
- Manpower (2010). *Aprendiendo a aprender: Una forma de enfrentar la escasez de talento*. México, Manpower. Recuperado de [http://buenaspracticas.stps.gob.mx/buenaspracticas/administrador/lecturas/pdf/escasez\\_de\\_talento\\_2010.pdf](http://buenaspracticas.stps.gob.mx/buenaspracticas/administrador/lecturas/pdf/escasez_de_talento_2010.pdf).
- Massachusetts Institute of Technology (MITME-CHE) (2015). *Research in mechanical engineering*. Recuperado de <http://meche.mit.edu/research/>
- Universidad Nacional Autónoma de México (2015). Facultad de Ingeniería: División de Ingeniería Mecánica e Industrial. *Enlaces*. Recuperado de <http://www.ingenieria.unam.mx/industriales/enlaces.html>.

## GLOSARIO

**Competencias profesionales** Capacidades que implican diferentes aptitudes, conocimientos y habilidades con respecto a un ámbito laboral.

**Prácticas** Acciones en las que se aplican ciertos conocimientos.

**Tendencia** Predisposición o dirección para lograr un fin. Es predecible y duradera.

# La investigación científica y el desarrollo tecnológico

## ¿QUÉ VAS A LOGRAR?

Al terminar este capítulo fortalecerás tu comprensión del conocimiento y la investigación científica y lo aplicarás en tu vida profesional y personal en general y en tus trabajos de investigación en específico.

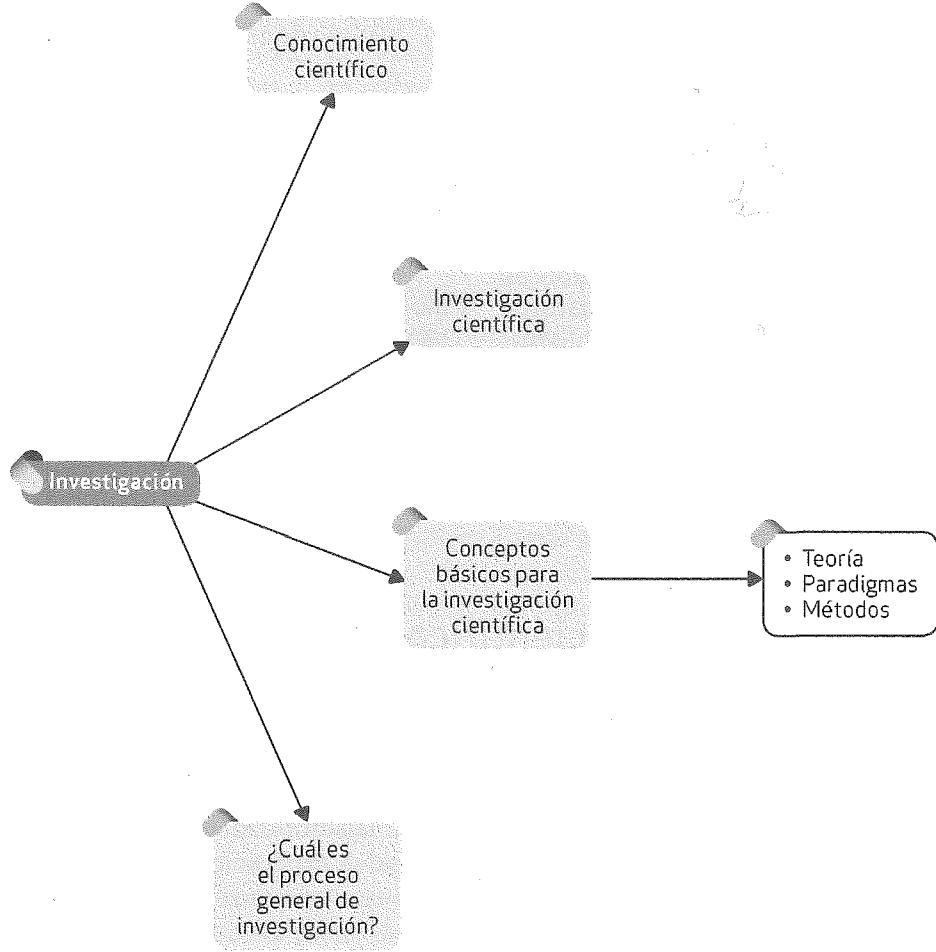
## ¿QUÉ TE VAS A LLEVAR?

Capacidad crítica y autocrítica; comprensión de la investigación como un proceso de construcción social con fundamento en las normas de la investigación documental; capacidad de análisis, síntesis y abstracción, y habilidades de investigación.

## ¿QUÉ SABES ACERCA DE...?

Reflexiona y comenta con tu profesor y compañeros de clase.

1. ¿Qué se considera como conocimiento científico?
2. ¿Qué diferencia hay entre el conocimiento científico y el conocimiento obtenido por experiencias personales?
3. ¿Cómo debe realizarse una indagación para ser considerada investigación científica?
4. ¿Cuál es el proceso general de la investigación científica?



## ¿TE INTERESA?

Si en este momento tu profesor de la materia te pregunta si te gustaría ser científico, tal vez respondas que no. Quizá prefieres ejercer como profesional en una empresa, organización, negocio propio y no te interesa hacer carrera en la investigación científica. Entonces, ¿para qué aprender a hacer investigación científica si no vas a ser investigador? Analicemos los siguientes casos:

- La persona encargada del reclutamiento en una empresa *decide* cambiar las pruebas psicológicas validadas científicamente que se usan para evaluar a los candidatos como parte del proceso de selección y las suple con un cuestionario corto de preguntas que sugieren sus superiores (que son expertos en producción, mantenimiento, ingeniería) porque *creen* que son más apropiadas. Entonces aplica este nuevo cuestionario a los candidatos, y al evaluar sus respuestas se encuentra con información interesante pero que no le aporta lo que necesita saber.

- Un padre de familia lee en las redes sociales un artículo en el que se señala que las vacunas causan autismo en los niños, y *decide* no vacunar a sus hijos. En seguida, comparte el artículo con sus contactos de las redes sociales y esta *creencia* se difunde en Estados Unidos, al grado de que muchos padres de familia no vacunan a sus hijos. En 2014, un brote de sarampión en Disneylandia hace que el número de contagios sea el más alto de los últimos 15 años.

Si en lugar de fiarse de meras creencias en estos dos casos se hubieran tomado las decisiones con razonamientos críticos y sopesando el rigor científico del conocimiento, seguramente los resultados habrían sido diferentes.

Se ve así la importancia de que todos, nos dedicuemos a la ciencia o no, conozcamos las características básicas del conocimiento científico para evaluar de manera crítica los conocimientos en los que basamos nuestras decisiones.



## La investigación científica y el desarrollo tecnológico

### ¿Qué es el conocimiento científico?

Desde hace 25 siglos los filósofos han reflexionado sobre la posibilidad, el origen y la esencia del conocimiento humano, el cual sigue siendo objeto de análisis. El conocimiento puede clasificarse en empírico o vulgar, basado en la autoridad, científico y filosófico. Los dos primeros son aquellos para los cuales no se piden explicaciones ni demostraciones racionales rigurosas, ya que el conocimiento empírico es el que cada persona adquiere por experiencia, por ejemplo, saber conducir un auto. Por su parte, el conocimiento basado en la autoridad es el que las personas aceptan porque confían en quien se los transmitió, por ejemplo, una celebridad pública o una autoridad religiosa. En cambio, el conocimiento científico y el filosófico solamente son aceptados en la medida en que aportan evidencias producidas por una actividad sistemática de investigación y análisis.

Para ser aceptado, el conocimiento científico debe estar basado en evidencias sólidas que hayan sido generadas por medio de un método sistemático y riguroso, y que hayan sido reconocidas por la comunidad académica especializada. Por ejemplo, si una joven universitaria mexicana quiere saber qué actividades realizan otros jóvenes universitarios en su tiempo libre, no es suficiente con que suponga que realizan actividades como las que ella y sus amigos, sino que tiene que emprender una investigación científica; por ejemplo, puede revisar los resultados de la Encuesta Nacional de la Juventud, la cual se realiza cada cinco años en una muestra representativa de mexicanos y tiene todo el rigor científico necesario para que los resultados sean confiables.

De las características del conocimiento científico señaladas por Bunge (1980) son especialmente significativas las siguientes:

- **Fáctico**, porque parte de la realidad (de los hechos) y vuelve a ella.
- **Analítico**, porque descompone sus objetos de estudio para distinguir sus elementos e interdependencias sin perder de vista su totalidad.
- **Especializado**, porque se divide en sectores.
- **Claro y preciso**, porque evita, en la medida de lo posible, la vaguedad, la inexactitud y la superficialidad.
- **Comunicable**, porque no es inefable; no es privado, sino público.
- **Verificable**, porque sus conjeturas son puestas a prueba. Independientemente de los criterios que los filósofos hayan estipulado (trátense de los principios de verificación o confirmación de los neopositivistas, o del principio falsacionista de Karl Popper) o de la perspectiva socio-histórica de Thomas Kuhn, la validez del conocimiento científico está sujeta a pruebas.
- **Metódico**, porque los investigadores saben lo que buscan y planean la manera de encontrarlo.
- **Sistemático**, porque *no* es un agregado de informaciones inconexas, sino un sistema de ideas conectadas lógicamente entre sí. Como en la analogía de Popper (1980), el conocimiento científico es como una red lanzada para apresar (racionalizándolo y dominándolo) lo que llamamos *mundo* o *universo*.
- **Legal**, porque busca y aplica leyes naturales y sociales.
- **Explicativo**, porque procura responder al porqué de los fenómenos.
- **Predictivo**, porque trasciende al pasado y al presente intentando adelantarse a lo que pueda ocurrir en el futuro.
- **Abierto**, porque es refutable, porque no es definitivo. Como apunta Wartofsky (1973), el conocimiento científico es una presunta verdad que puede o no ser confirmada.
- **Útil**, porque busca resultados coherentes con la realidad para aplicarlos en provecho del ser humano y su entorno.

Algunas de estas características son reconocidas también por la Asociación para el Avance de la Ciencia (Association for the Advancement of Science, 1990), a saber:

- La ciencia exige evidencias.
- La ciencia es una mezcla de lógica e imaginación, pues los científicos no trabajan solamente con datos y teorías bien formuladas, sino que con frecuencia solo cuentan con hipótesis tentativas sobre la forma en la que pueden ser los hechos, y aunque el uso de la lógica y el examen detallado de las evidencias son necesarios, en general no son suficientes para el avance de la ciencia.
- La ciencia explica y predice.
- La ciencia no es autoritaria (es decir, admite la posibilidad de sus propios errores).
- Los científicos tratan de identificar y evitar prejuicios. Al enfrentarse con una declaración preguntan qué evidencias la respaldan; las evidencias pueden estar prejuiciadas por el modo de elegir, registrar o interpretar los datos, ya que su nacionalidad, sexo, origen étnico, edad o convicciones políticas de los científicos pueden inclinarlos por una interpretación u otra. Estos prejuicios no pueden evitarse por completo, pero los científicos están interesados en conocer sus posibles fuentes y la



• Todo científico sabe que su trabajo es una mezcla de lógica e imaginación.

manera en que pueden influir en su quehacer, por lo que están lo más alerta posible en su propio trabajo y en el de sus colegas, para lo cual es muy importante el trabajo en equipo y la realimentación de sus miembros, así como de la comunidad científica en general.



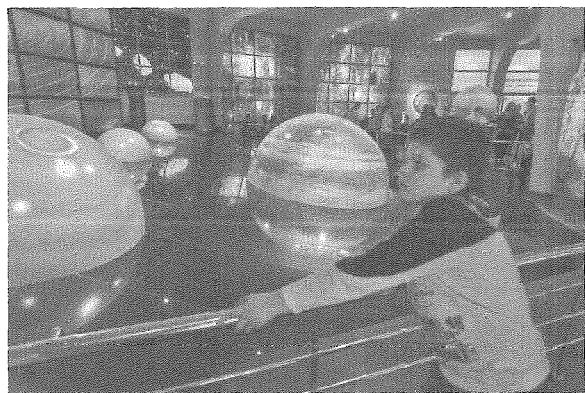
## ¿A qué se le considera investigación científica?

La palabra "investigación" viene del latín *investigatio* (su sinónimo es *inquisitio*, es decir, preguntar o interrogar), y la palabra "ciencia" viene del latín *scientia* (saber que tiene su propia garantía de validez, es decir, saber demostrado). Así, la investigación científica es una indagación o búsqueda sistemática de conocimientos que pueden ser comprobados y que tienen que ver con todo lo que sucede (desde las partículas elementales<sup>1</sup> hasta el estudio del Universo; de lo que sucede en el cuerpo humano al análisis de las relaciones sociales).

Las personas siempre investigan: ¿Cuándo se va a presentar tu cantante favorito? ¿En qué ciudad? ¿A qué hora? Al buscar las respuestas a esas preguntas (en internet, en periódicos o en revistas) estamos investigando. La investigación científica es muy parecida, solo que requiere conocimientos y la aplicación de ciertos procedimientos, métodos y técnicas que cualquiera puede aprender.

La investigación científica es sistemática, empírica y crítica. Que sea "sistemática" implica que hay una disciplina para realizar la investigación y que no se dejan los hechos a la casualidad. Que sea "empírica" denota que se recolectan y analizan datos. Que sea "crítica" quiere decir que se evalúa y mejora de manera constante. Puede ser más o menos controlada, más o menos flexible o abierta, más o menos estructurada, pero nunca caótica y sin método.

La investigación científica es la actividad por medio de la cual se construye el conocimiento científico y gracias a la cual avanzan las ciencias. Algunos científicos comparan el conocimiento con una cebolla: cada nuevo descubrimiento y teoría es una capa más de la cebolla que se logra pelar para poder llegar al interior. Es necesario comenzar por las capas superficiales, que son los primeros descubrimientos o teorías de un fenómeno. Después se requiere pelar las siguientes capas, una por una, cada vez de forma más precisa y acertada, cada una perfectible. De este modo, se puede entender a la investigación científica como la manera de pelar nuevas capas de la cebolla, es decir, de perfeccionar teorías y conocimientos anteriores con innovaciones y descubrimientos que, idealmente, hacen cada vez más preciso el conocimiento.



El proceso investigativo siempre inicia con una pregunta. Por ello, es importante incitar la curiosidad de los niños proporcionándoles experiencias que les permitan cuestionarse.

La investigación científica busca dar respuesta a las preguntas y problemas del mundo natural y social. Hay preguntas que son más generales y abstractas, y otras que son más específicas y situadas en un contexto único. Así, la investigación científica se clasifica en dos tipos: básica y aplicada.

La *investigación científica básica* es la que tiene interrogantes más generales y abstractas y aspira a generar conocimiento mediante la formulación de teorías. Sus resultados ayudan a comprender mejor el mundo que nos rodea.

La *investigación científica aplicada*, en cambio, hace preguntas enfocadas en solucionar problemas específicos de un tiempo y un lugar o en generar desarrollo tecnológico. Por lo regular se basa en teorías que han sido resultado de investigación básica, solo que, como su nombre lo indica, se pone a prueba la aplicación de esa teoría en un

<sup>1</sup>Las que a la fecha son consideradas como los constituyentes básicos de la materia.

aspecto en concreto y sus resultados son útiles para ser implementados.

El quehacer científico comprende hipótesis o conjeturas, evidencias, ciertas técnicas de recolección de datos, registros sistemáticos de observaciones y conclusiones a las que han llegado los investigadores y protocolos para la presentación de informes, lo que contribuye al continuo intercambio de conocimientos y descubrimientos. Por eso hay cierto acuerdo respecto de lo que se considera una investigación científica. Ciertamente, no es fácil describir o definir a la investigación científica, porque no siempre se hace lo mismo y en el mismo orden, pero hay procedimientos y técnicas comunes que le dan un carácter distintivo.



• La mayoría de los avances en electrónica y robótica son resultado de la investigación científica aplicada.

## ¿Cuáles son los conceptos básicos de la investigación científica?

Hay cierto acuerdo en los conceptos básicos usados en investigación científica, como teoría, ley, paradigma y método. Comprender los términos utilizados en la comunidad académica es importante para realizar investigación científica y comunicar los resultados. Vamos a estudiarlos a continuación.

Primero, el concepto de *teoría*, el cual se puede resumir como una explicación final o conocimiento integral que ayuda a comprender situaciones, eventos y contextos (Babbie, 2009). Es un conjunto de proposiciones vinculadas lógicamente y apoyadas por un conjunto sustancial de evidencias, capaces de explicar por qué y cómo ocurre un fenómeno, es decir, de proporcionarle un sentido, además de que sienta las bases para futuras indagaciones.

Por otro lado, en el contexto de la ciencia los *paradigmas* son un conjunto de suposiciones respecto al mundo que proporciona un marco filosófico para estudiarlo. Los paradigmas más representativos en la historia de la ciencia han sido el *positivismo*, *postpositivismo*, *constructivismo* y *pragmatismo*.

Finalmente, los *métodos de investigación* son los distintos caminos propuestos para hacer investigación y lograr el conocimiento científico considerado como válido. Los principales métodos de investigación son el deductivo, el inductivo y el iterativo.



- *Método deductivo (cuantitativo)*. Es el método en el cual los investigadores parten de proposiciones generales o más universales para llegar a una afirmación particular. Este método se utiliza principalmente en las ciencias formales (como las matemáticas y la lógica) y se fundamenta en el razonamiento. Así, por ejemplo, si se parte de las premisas “todo X es Y” y “A es X”, se concluye que “A es Y”.
- *Método inductivo (cuantitativo)*. Es el método en el cual los investigadores parten de los hechos particulares o concretos para llegar a conclusiones generales. Este método se utiliza principalmente en las ciencias fácticas (naturales o sociales) y se fundamenta en la experiencia. Las entrevistas con asesinos seriales, caso por caso, para llegar a ver si hay o no patrones comunes que guían su comportamiento delictivo, son ejemplo de investigaciones que utilizan este método, pues a partir de las respuestas de individuos específicos obtienen conclusiones más generales. También podemos pensar en un bacteriólogo que quiere saber cuál es la temperatura a la que



• Las investigaciones sobre fenómenos naturales se basan en indagaciones en campo producto de la experiencia.

- se reproduce más rápidamente cierto organismo y observa distintos cultivos a temperaturas diferentes. Aunque sea un método muy usado en la ciencia no quiere decir que lleve a conclusiones infalibles, pues en la mayoría de las investigaciones es imposible que todos los casos particulares puedan ser estudiados, lo cual quiere decir que queda la posibilidad de casos en los cuales no se aplica esa conclusión.
- *Método iterativo (mixto)*. El avance de la ciencia se ha debido, en parte, a la complementariedad de los métodos deductivo e inductivo, pues las conclusiones generales que se derivan utilizando el primer método pueden ser puestas a prueba utilizando el segundo. Por eso los métodos mixtos se han consolidado en la comunidad científica. También se les llama investigación integrativa, multimétodos, métodos múltiples, estudios de triangulación e investigación mixta; y representan procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación que implican la recolección y el análisis integrado de datos cuantitativos y cualitativos, para realizar inferencias y entender mejor el fenómeno que se estudia (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2008).

## ¿Cuál es el proceso general de investigación?



Así pues, la investigación científica sigue un proceso sistemático para recolectar evidencias que después se analizan para responder las preguntas del estudio y generar nuevos conocimientos científicos. Si bien es cierto que hay diversos paradigmas y métodos de investigación, es cierto también que la indagación científica sigue un proceso general de investigación. En este libro se explica dicho proceso general de investigación y sus fases, que cumplen con el requisito del rigor científico y que pueden ser adaptadas a los objetivos de cada trabajo de investigación. Las fases son las siguientes:

- Idea o tema
- Planteamiento del problema de investigación
- Desarrollo del marco teórico
- Alcance del estudio
- Hipótesis
- Diseño del estudio
- Selección de la muestra
- Recolección de los datos
- Análisis de los datos
- Elaboración del reporte de investigación
- Presentación del reporte de investigación

En los siguientes capítulos se abordarán los fundamentos de cada fase y se revisarán algunos ejemplos aplicados.

Es importante que como profesional conozcas estas fases para que, aunque tal vez no te dediques a la ciencia, puedas consultar y comprender el conocimiento científico en tu área de especialización para evaluar de manera crítica la pertinencia y confiabilidad de sus resultados.

### EJEMPLOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

#### Reducción del consumo de energía

El estudio con el que se quiere determinar si el uso de controladores adaptativos de luz artificial reduce el consumo de energía, analizando el caso de dos hospitales en Europa, es una investigación científica aplicada que genera nuevos conocimientos útiles para re-

solver un problema, en este caso, el gasto de energía en hospitales. Los resultados tienen que estar fundamentados sólidamente en evidencias y análisis rigurosos para que hagan una aportación que sirva a los hospitales y la sociedad en general.

### Colonias de abejas productoras de miel

La investigación realizada con el objetivo de analizar la relación entre los elementos del paisaje y el éxito de las colonias de abejas productoras de miel también es una investigación científica aplicada para resolver un problema específico de una región geográfica y a una población de apicultores. Aun así, los resultados serán de utilidad para la comunidad internacional de apicultores si son transferibles y proporcionan las bases para realizar estudios similares en otras regiones aportando con ello un avance en el conocimiento científico de la producción de miel.

## EJERCICIOS

1. Reflexiona sobre la diferencia entre el conocimiento empírico y el conocimiento científico. Este ejercicio se realiza en tres partes:
  - a) A partir de tu experiencia, lo que has observado a tu alrededor y lo que has escuchado de otras personas, responde las siguientes preguntas: ¿Qué grupo demográfico es el preponderante en tu país, niños, jóvenes, adultos o adultos mayores? ¿Cuál ha sido la evolución demográfica de tu país? Anota tu respuesta.
  - b) Ahora consulta en internet el sitio oficial del instituto u organismo de estadística de tu país y responde las mismas preguntas. ¿Qué grupo demográfico es el preponderante en tu país, los niños, jóvenes, adultos o adultos mayores? ¿Cuál ha sido la evolución demográfica de tu país? Anota tu respuesta.
  - c) Compara tus respuestas y reflexiona: ¿tus apreciaciones personales (es decir, el conocimiento empírico personal y basado en la autoridad) fueron tan precisas como los resultados de las investigaciones científicas realizadas por el instituto de estadística oficial de tu país? ¿Por qué?
2. Observa un comercial en televisión que promueve un producto "milagro", por ejemplo, un aparato para hacer ejercicio mientras estás sentado o una crema para bajar de peso. ¿Las explicaciones proporcionadas acerca del producto y sus supuestos efectos del mismo presentan las características del conocimiento científico? Ahora consulta en una revista científica algún estudio que muestre los resultados de una investigación sobre el mismo tema, por ejemplo, el ejercicio o la reducción de peso. ¿Las explicaciones de estos artículos presentan las características del conocimiento científico? ¿Qué diferencias identificas entre el comercial del producto "milagro" y la investigación del artículo científico? Comenta tus respuestas con tus compañeros y profesor.
3. Navega en la red y localiza un ejemplo de investigación científica básica y uno de investigación científica aplicada en tu área de especialización. Prepara una presentación de los ejemplos para exponer en clase. Incluye la pregunta de investigación de cada estudio, el método seguido y los principales resultados. Recalca las características que hacen que sea investigación básica o aplicada.

## ¿QUÉ APRENDÍ?

Contesta las siguientes preguntas. Luego, evalúa las respuestas de un compañero en foro de realimentación con tu grupo y tu profesor.

1. ¿Cuál es la diferencia entre el conocimiento científico y el conocimiento empírico y basado en la autoridad?

2. ¿A qué se le considera investigación científica?
3. Define los conceptos de teoría, paradigma y método.
4. Explica en qué consiste cada uno de los siguientes métodos de investigación: deductivo, inductivo e iterativo.



## ¿HAY MÁS?



Si quieres ampliar tus conocimientos de la investigación científica te recomendamos:

- Academia Mexicana de Ciencias (2015). Recuperado de <http://www.amc.edu.mx/amc/>.
- ¿Cómo ves? (2015). Revista de divulgación de la ciencia de la UNAM. Recuperado de <http://www.comoves.unam.mx/>.
- Goldacre, B. (2011). *Battling bad science*. En TED Global 2011. Recuperado de <[http://www.ted.com/talks/ben\\_goldacre\\_battling\\_bad\\_science?share=1a10b5b4a5](http://www.ted.com/talks/ben_goldacre_battling_bad_science?share=1a10b5b4a5)>.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a. ed.). México, D.F., McGraw-Hill Interamericana.
- Hernández, R., Méndez, S. y Mendoza, C.P. (2014). *Online Learning Center*. Recuperado de [http://noveilla.mhhe.com/sites/000001251x/information\\_center\\_view0/](http://noveilla.mhhe.com/sites/000001251x/information_center_view0/).
- Milset (2015). *Mouvement International pour le Loisir Scientifique et Technique*. Recuperado de <http://www.milset.org/>.
- Oreskes, N. (2014). *Why we should trust scientists*. En TED Salon NY 2014. Recuperado de [http://www.ted.com/talks/naomi\\_oreskes\\_why\\_we\\_should\\_believe\\_in\\_science?share=1fcc4aea6f](http://www.ted.com/talks/naomi_oreskes_why_we_should_believe_in_science?share=1fcc4aea6f).
- Popular Science (2015). Popular Science. Recuperado de <http://www.popsci.com/>.
- Science Magazine (2015). Science Magazine. American Association for the Advancement of Science. Recuperado de <https://www.sciencemag.org/>.
- Unesco (2015a). Ciencias Naturales. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Recuperado de <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/>.
- Unesco (2015b). Ciencias Sociales y Humanas. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Recuperado de <http://www.unesco.org/new/es/social-and-human-sciences/>.
- Uni Ciencia (2015). Revista de divulgación científica Uni Ciencia. Universidad de Celaya. Recuperado de [http://www.udec.edu.mx/i2012/investigacion/UNI\\_Ciencia.html](http://www.udec.edu.mx/i2012/investigacion/UNI_Ciencia.html).

## GLOSARIO

**Conocimiento científico** Conocimiento generado por un método sistemático y riguroso que explica un fenómeno.

**Estado del arte** Grado o nivel más alto logrado a la fecha en el desarrollo de una ciencia, técnica, proceso, etcétera.

**Investigación científica** Indagación o búsqueda sistemática de conocimientos que pueden ser comprobados y que tienen que ver con todo lo que sucede.

# La idea. El nacimiento de un proyecto de investigación

## ¿QUÉ VAS A LOGRAR?

Al terminar este capítulo concebirás una idea para iniciar un proyecto de investigación relacionado con tu carrera, el cual sugerimos se realice en equipo.

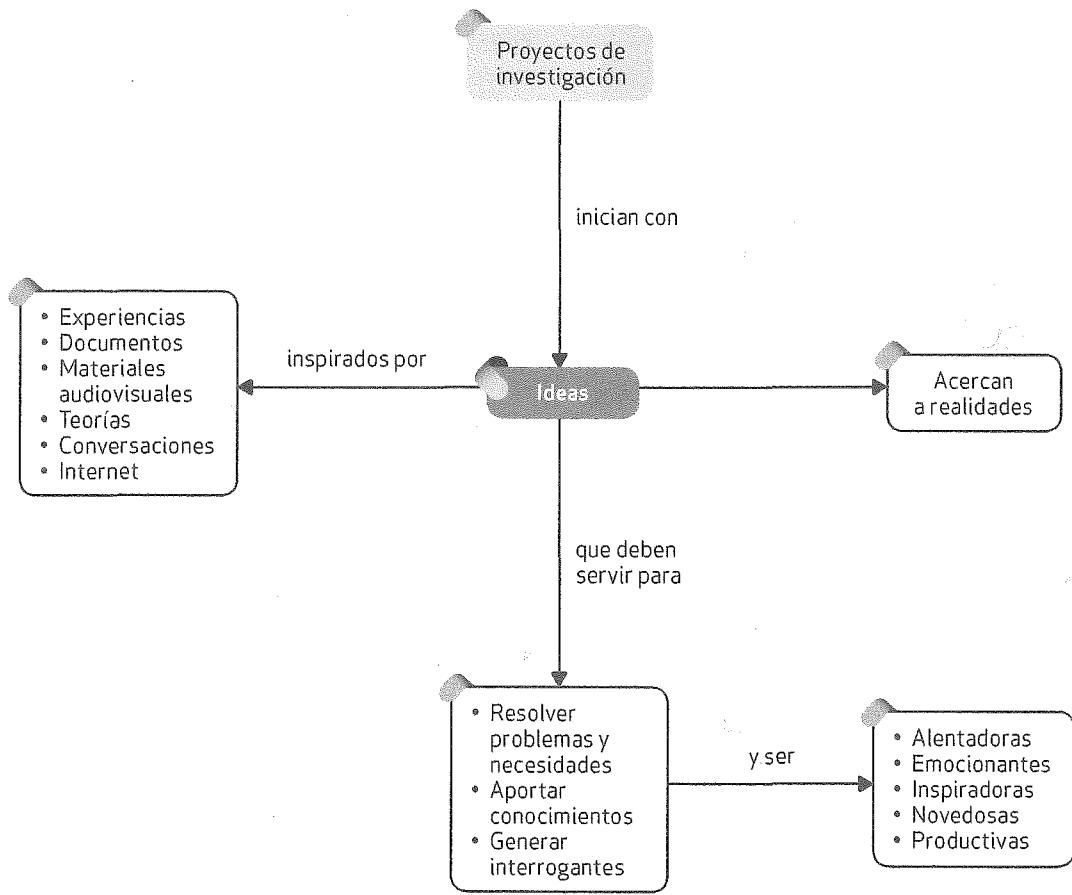
## ¿QUÉ TE VAS A LLEVAR?

Capacidad de análisis, síntesis y abstracción; capacidad para gestionar y formular proyectos; capacidad crítica y autocritica; habilidades de investigación; capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica; capacidad de generar nuevas ideas (creatividad); analizar el desarrollo de su disciplina en el ámbito local y nacional, con fundamento en la investigación científica; aplicar herramientas formales de comunicación oral y escrita en la investigación documental.

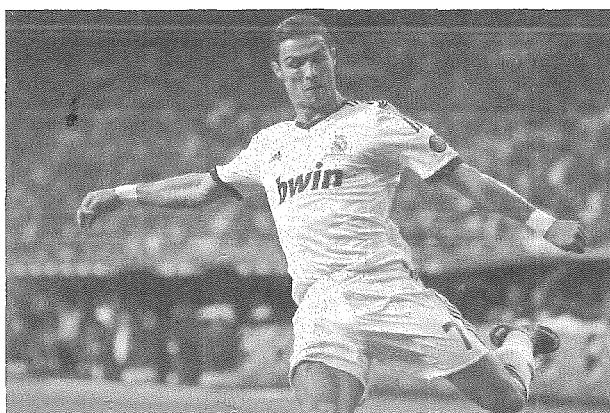
## ¿QUÉ SABES ACERCA DE...?

Platica con tu profesor y con tus compañeros de clase:

1. Piensa en una investigación que haya llamado tu atención. ¿Cómo se originó?
2. ¿Qué hace que una persona o un equipo inicie una investigación?



## ¿TE INTERESA?



El as del balón, Cristiano Ronaldo, fue sujeto de una investigación sobre qué características lo hacen ser tan buen jugador.

Cristiano Ronaldo, conocido como CR7, es considerado de los mejores futbolistas del mundo gracias a su desempeño y sus logros que lo han llevado a batir varias marcas y a obtener títulos, premios y distinciones. En el número 187 de la revista *¿Cómo ves?* (Meza, 2014) se narra que la combinación de habilidades de Cristiano Ronaldo inspiró a un equipo de científicos dirigidos por el doctor Luis Garcés del Instituto de Biomecánica de Valencia para responder a la pregunta: ¿qué características físicas tiene Ronaldo que lo hacen destacar como futbolista?

Así, hicieron diversas mediciones, pruebas y comparaciones. Una consistió en usar un escáner tridimensional (una cabina que obtiene cientos de miles de pun-

tos con rayo láser) para crear un perfil del cuerpo de Cristiano. Con este perfil detectaron que reúne dos cualidades: la primera es que concentra la masa muscular en el tronco y los muslos, lo que le ayuda a realizar movimientos más rápidos usando menos energía que otros futbolistas. La segunda es que por tener piernas más largas y delgadas en relación con la masa de su torso, posee una zancada más amplia y puede tener mayor aceleración.

Los investigadores también probaron su capacidad de esprintar<sup>1</sup> en una prueba de 25 metros en zig-zag en la que Ronaldo compitió con el velocista Ángel Rodríguez. Para medir la velocidad y la agilidad se usó un sistema de sensores infrarrojos y cronómetros. Cristiano Ronaldo completó la pista en 6.35 segundos, mientras que Rodríguez lo hizo en 6.86. Los científicos observaron que por tener el centro de gravedad más alto, Cristiano puede acelerar más hacia los lados.

En cuanto a su metabolismo, Cristiano Ronaldo también tiene características sobresalientes, pues consume hasta 40 kilocalorías por minuto. En una temporada completa de la Liga Española, CR7 "recorre una distancia equivalente a 12 carreras de maratón, con un promedio de 90 esprints por partido y la mayoría a más de 25 km/h" (Meza, 2014, p. 17).

Todo explica la biomecánica del jugador tres veces ganador del Balón de Oro hasta 2015. ¿Cuál crees que fue el origen de esta investigación de la biomecánica de un futbolista? ¿Cómo te imaginas que fue concebida la idea para realizarla? ¿Qué otras investigaciones se podrían hacer al respecto?

## La idea de investigación

### ¿Cómo se originan las investigaciones?

Las investigaciones se originan a partir de ideas. Las ideas constituyen el primer acercamiento a la *realidad, necesidad o problema*.



### ¿Qué detona una idea para investigar?, ¿cuáles son las fuentes de ideas para una investigación?

Las ideas de investigación proceden de numerosas fuentes, como experiencias individuales, documentos (libros, artículos de revistas científicas, notas de periódicos y tesis), materiales audiovisuales (películas y programas televisivos), emisiones radiofónicas, información

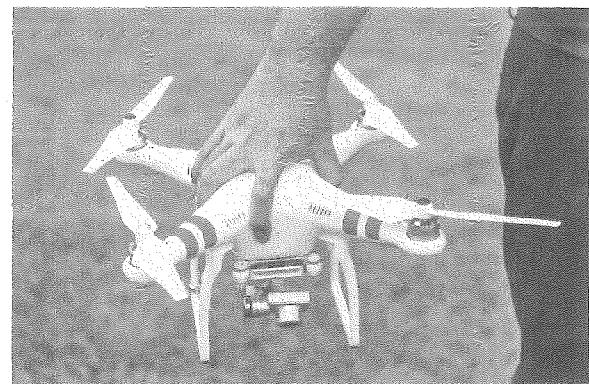
<sup>1</sup> El esprint es la aceleración súbita e intencional que realiza un atleta para alcanzar la máxima velocidad posible y adelantar a sus adversarios.

disponible en internet (en su amplia gama de posibilidades como páginas electrónicas, foros de discusión, redes sociales), conferencias, cursos o materias, teorías, descubrimientos producto de investigaciones, líneas de investigación institucionales, conversaciones, observaciones de hechos, creencias e incluso, intuiciones y presentimientos. Sin embargo, las fuentes que originan las ideas no necesariamente se relacionan con su calidad. El hecho de que un estudiante lea un artículo científico y se le ocurra una idea de investigación no significa que sea mejor que la idea que concibió otro estudiante mientras veía una película o un partido de fútbol de la Copa Libertadores o la *Champions*. Estas fuentes también llegan a generar ideas; por ejemplo, una estudiante de ingeniería industrial que se encuentre haciendo sus prácticas en una cadena de gasolineras puede preguntarse, a partir de las materias sobre calidad que ha cursado y de su experiencia en la empresa, si vale la pena introducir un sistema de gestión de la calidad, si serviría para incrementar las ventas. Lo anterior, la llevaría a reflexionar: "desde luego que vale la pena invertir en un sistema de calidad, eso lo aprendí en mi carrera, y claro que aumenta las ventas". Sin embargo, la practicante sabe que para introducir el sistema deberá probarles con datos a los directivos de la empresa que su plan puede funcionar. Entonces, su idea de investigación consistiría en demostrar que una gasolinera en la que se implanta un sistema de gestión de la calidad logrará mayores ventas que otra que no tiene ese sistema.<sup>2</sup>

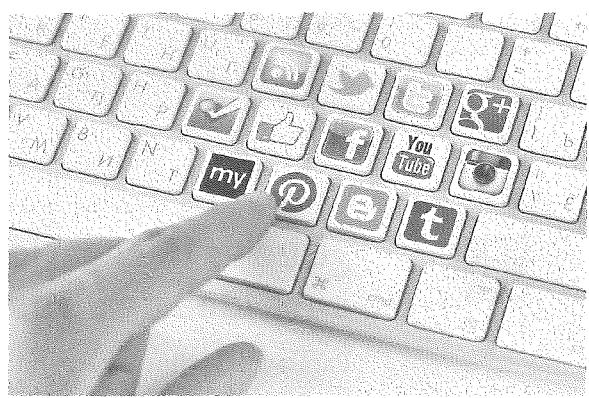
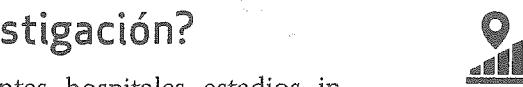
Lo mismo podría suceder en una relación de pareja, los factores que determinan quién gana una elección presidencial, la crisis económica de una nación, los conflictos familiares, los anuncios publicitarios en televisión, las enfermedades de transmisión sexual, los efectos de los medicamentos, los problemas de calidad y productividad de una empresa, los hábitos de los internautas en redes sociales o el manejo de la urbanización.

## ¿Cómo y dónde surgen las ideas de investigación?

Una idea puede surgir donde se congregan grupos (restaurantes, hospitales, estadios, industrias, universidades y otras muchas formas de asociación) pero también al estar viendo la televisión, por ejemplo, esos interesantes programas en los que se explica cómo se erigió un edificio o cómo reconstruyeron un auto viejo. Al ver esas emisiones, alguien podría preguntarse cómo hicieron los constructores para que las estructuras soportaran tanto peso o qué materiales servirían para construir edificios resistentes para la región en la que habito. Asimismo, aparecen ideas al ver una película; por ejemplo, una cinta de ciencia ficción en la que el protagonista lleva un exoesqueleto que le da fuerza: alguno podría pensar en una investigación sobre los elementos y mecanismos para hacer realidad este aditamento. Mientras se navega por internet se producen ideas de investigación, lo mismo que con algún suceso presente de la escuela o la ciudad o en las redes sociales como *Facebook*, *Instagram*, *Skype* o *twitter*. *YouTube* ha dado pie a diversos estudios.



● Los drones son un ejemplo de un resultado de investigación aplicado a algo, que a su vez da origen a otras ideas de investigación.



● Internet y las redes sociales también pueden dar pie a ideas de investigación.

<sup>2</sup>Caso basado en Ramos, Hernández-Sampieri y Méndez (2015).



## • ¿Cómo son las ideas iniciales de investigación?

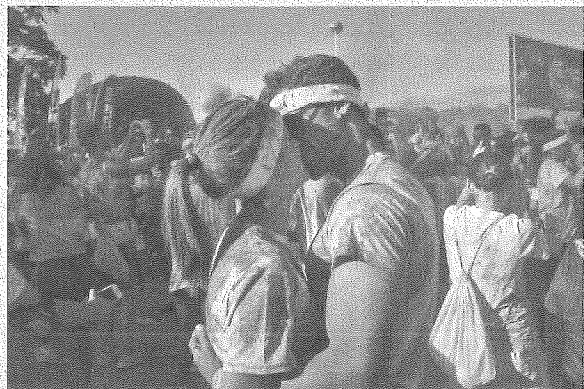
La mayoría de las ideas iniciales son vagas y hay que analizarlas con cuidado para que se transformen en planteamientos precisos y estructurados. Conforme desarrollas una idea de investigación debes familiarizarte con la ingeniería, la administración de negocios o el área a la que pertenece. Veamos un ejemplo.

### EJEMPLO

#### De idea

Un estudiante de nombre Emilio, al pensar sobre las relaciones de pareja puede preguntarse qué aspectos influyen para que una pareja de jóvenes tenga una relación agradable y satisfactoria para ambos, y decide llevar a cabo una investigación de los factores que intervienen en la evolución de una relación. Sin embargo, hasta este momento su idea es vaga y debe especificar diversas cuestiones, como las siguientes:

- Si piensa incluir en su estudio todos los factores que llegan a influir en las relaciones de pareja o solamente algunos.
- Si va a concentrarse en jóvenes de cierta edad o de diversas edades.
- Si estudiará los factores psicológicos, de comunicación o sociales.



- En la investigación sobre la relación de pareja es necesario indagar con expertos en el tema, revisar artículos y libros sobre el tema, etcétera.

Para que continúe su indagación es indispensable que se familiarice con el área de conocimiento. Deberá platicar con investigadores en el campo de las relaciones personales, como psicólogos y psicoterapeutas, leer artículos y libros que hablen de las relaciones de pareja, conversar con quienes se encuentren en una relación, ver documentales y películas educativas, localizar sitios en internet con información útil para su idea y realizar otras actividades similares. Una vez que se haya empapado del tema, se encontrará en condiciones de precisar su idea de investigación.



## • ¿Qué es necesario para adentrarse y profundizar en la idea de investigación?

Para adentrarnos y profundizar en nuestra idea de investigación es necesario revisar estudios, investigaciones y trabajos, especialmente si uno no es experto en el tema. Conocer lo que se ha hecho con respecto a una idea sirve para varios fines:

- *No investigar sobre un tema que ya se haya estudiado tanto y tan a fondo que se conozca completamente* (que se haya generado todo el conocimiento posible). Esto implica que una buena investigación debe ser novedosa, que trate un tema no estudiado, profundice

en uno poco o medianamente conocido o que aporte una visión diferente a un problema aunque ya se haya examinado. Por ejemplo, la administración de los recursos humanos es un tema muy estudiado; sin embargo, si alguien la analiza desde una perspectiva diferente, digamos, las prácticas de las empresas japonesas que se han instalado recientemente en una ciudad, le daría a su investigación un enfoque novedoso.

- *Estructurar más formalmente la idea de investigación y precisarla.* Por ejemplo, un alumno que está realizando una práctica en una empresa restaurantera observa que se ha ido reduciendo la clientela desde que llegó y se interesa en saber por qué. Sin embargo, su idea es confusa, no sabe cómo abordar el asunto. Entonces consulta diversas fuentes bibliográficas (revistas y páginas electrónicas académicas y profesionales sobre estudios de restauranteras, mercadotecnia, calidad y ventas de estos establecimientos), platica con personas que conocen del tema (profesores, consultores, dueños de restaurantes, sus propios jefes y compañeros de trabajo), y reflexiona y analiza sobre su idea. Cuando ha profundizado en el campo de estudio es capaz de esbozar con mayor claridad, precisión y formalidad lo que quiere investigar. Vamos a suponer que decide enfocarse en las fortalezas y debilidades que perciben los clientes actuales y potenciales del restaurante. Ya tiene su idea.
- *Seleccionar la perspectiva principal desde la cual se abordará la idea de investigación.* Aunque los fenómenos, problemáticas y necesidades de investigación sean los mismos, pueden analizarse de distintas formas, según la disciplina y el contexto en el que se enmarque la investigación. Por ejemplo, si las empresas se estudian desde el punto de vista psicológico, el interés se centraría en aspectos como el liderazgo, la motivación en el trabajo, la personalidad de los empleados y sus necesidades. Por otra parte, si se tratan más bien desde una perspectiva de calidad total, la investigación se ocuparía de cuestiones como los procesos de producción, las normas de control y auditoría de la calidad, los sistemas de mejora continua. Si se utilizara primordialmente un enfoque de recursos humanos, la indagación trataría asuntos como la capacitación, la remuneración, los perfiles de los puestos y la normatividad interna. Pero, si se trabajara un encuadre predominantemente mercadológico de las organizaciones, se estudiarían, por ejemplo, aspectos como los procesos de compraventa, la evolución de los mercados y las relaciones entre empresas que compiten en un mercado.

## Investigación previa de los temas

Es evidente que, cuanto mejor se conozca un tema, será más fácil perfeccionar la idea. Desde luego, hay temas que han sido más investigados que otros y, en consecuencia, su campo de conocimiento está mejor estructurado. Estos casos requieren planteamientos más específicos. Podríamos decir que hay:



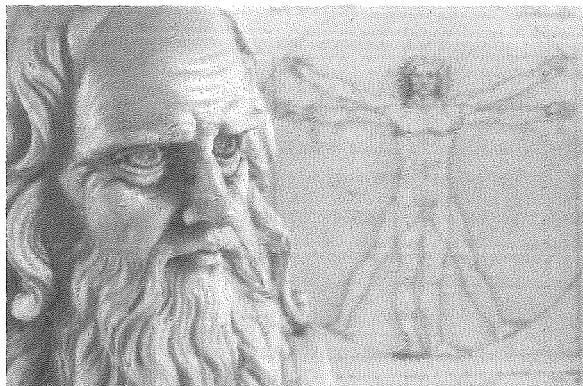
- *Temas ya investigados, estructurados y formalizados*, sobre los cuales es posible encontrar documentos escritos y otros materiales con los resultados de investigaciones anteriores.
- *Temas ya investigados pero menos estructurados y formalizados*, sobre los cuales se ha investigado aunque solo hay algunos documentos escritos y otros materiales sobre esta investigación; el conocimiento puede estar disperso o no ser accesible. De ser así, habría que buscar los estudios inéditos y acudir a medios informales, como expertos, profesores, amigos, etc. Internet (incluyendo sus redes sociales) constituye una valiosa herramienta.
- *Temas poco investigados y no estructurados*, los cuales requieren un esfuerzo para encontrar lo que escasamente se ha investigado.
- *Temas no investigados*.



## Criterios para generar ideas

Algunos inventores famosos han propuesto estos criterios para generar ideas de investigación:

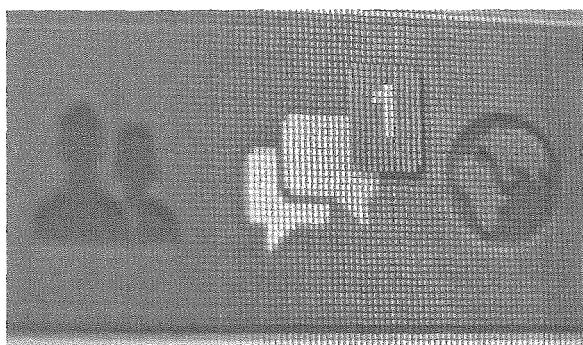
- *Las buenas ideas intrigan y motivan al investigador de manera personal.* Al elegir un tema para investigar, y más concretamente una idea, es importante que nos resulte emocionante, divertida, enriquecedora o necesaria. Es muy tedioso tener que trabajar en algo que no sea de nuestro interés. En la medida en que la idea atraiga al investigador, se comprometerá más con el estudio y estará más dispuesto a salvar los obstáculos que se presenten.
- *Las buenas ideas de investigación "no son necesariamente nuevas, pero sí novedosas".* En muchas ocasiones es necesario actualizar estudios previos o adaptar los planteamientos derivados de investigaciones efectuadas en contextos diferentes o conducir ciertos planteamientos a través de nuevos caminos.
- *Las buenas ideas de investigación pueden servir para elaborar teorías, solucionar problemas y conseguir avances tecnológicos.* Una buena idea puede llevar a una investigación que ayude a formular, integrar o probar una teoría o a iniciar otros estudios que, aunados a la investigación, constituyan una teoría o bien, generar nuevos métodos de recolectar y analizar datos. En otros casos, las ideas dan origen a investigaciones que contribuyen a resolver



El italiano Leonardo Da Vinci personifica la imagen del científico, pues fue un matemático destacado, que aplicó sus conocimientos al realizar invenciones trascendentales en su época.

problemas. Así, un estudio diseñado para analizar los factores que provocaron que una turbina de un avión no cumpliera con las especificaciones sería útil para formular programas dirigidos a resolver retos de la industria por incumplimiento de normas y requerimientos. Descubrimientos, inventos, adelantos tecnológicos y productos han sido resultado de ideas concretadas en proyectos de investigación; por ejemplo, la electricidad, el ADN, la energía nuclear, la aspirina y otros muchos medicamentos, el celular o móvil, la computadora, internet. Muchos descubrimientos "accidentales" en realidad se produjeron porque un investigador estaba experimentando o realizando un estudio.

- *Las buenas ideas generan nuevas preguntas.* Hay que responder preguntas, pero también es preciso plantear otras nuevas. A veces, un estudio genera más preguntas que respuestas, pero siempre aumenta el conocimiento o la tecnología.



Desde sus inicios, internet ha sido un medio para generar redes de comunidades científicas.



## Recomendaciones para desarrollar ideas y comenzar una investigación

Veamos ahora algunas recomendaciones básicas:

- a) Examinar temas más bien acotados, no temas muy generales.
- b) Compartir la idea con amigos y otras personas informadas (de manera personal o en las redes sociales) para obtener otros puntos de vista, datos y referencias.
- c) Meditar y escribir las implicaciones de estudiar la idea, no solamente enunciarla.
- d) Reflexionar sobre la idea para enfocarse en algún aspecto.

- e) Relacionar nuestras ideas y experiencias con la idea de investigación (Lester y Lester, 2012). Por ejemplo, un estudiante de ingeniería que realiza sus prácticas profesionales o estadías en una empresa de manufactura, podría llevar a cabo un estudio sobre las causas de que los operadores no cumplan con las normas de calidad de la compañía, a pesar de que reciben capacitación constante; o bien, alguien que trabaja en un supermercado puede analizar el impacto que tienen los descuentos y promociones en la lealtad de los clientes.

En la tabla 3.1 se encuentran ejemplos que ofrecen Lester y Lester (2012) sobre cómo conectar experiencias personales con la idea de investigación.

Con el propósito de identificar ideas con potencial para ser investigadas y transitar paulatinamente hacia el planteamiento del problema, Lester y Lester (2012) sugieren utilizar preguntas o cuestionamientos. Por ejemplo, un alumno de ingeniería civil que está interesado en investigar si el PET (terefthalato de polietileno) puede utilizarse como ladrillo para construir casas y si su costo es accesible, podría preguntarse para precisar su idea: ¿qué es un material de construcción? ¿Qué materiales pueden utilizarse en la edificación de viviendas? ¿Qué es el PET y cuáles son sus



El reciclado de envases de PET es el producto de investigación para solucionar un problema real.

**Tabla 3.1 Ejemplos de conexiones entre las experiencias y la idea de investigación<sup>3</sup>**

| <b>1. Combinar intereses personales con un campo académico o profesional</b>                           |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Interés personal                                                                                       | Futbol                                                                                                                                                                                                                                           |
| Campo                                                                                                  | Medicina deportiva                                                                                                                                                                                                                               |
| Ideas posibles                                                                                         | "Eficacia de distintas terapias para lesiones musculares de las piernas", "técnicas para operaciones de meniscos"                                                                                                                                |
| <b>2. Considerar problemas o situaciones que te afectan a ti, tu familia y otras personas cercanas</b> |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Interés personal                                                                                       | La educación de los niños (hermanos)                                                                                                                                                                                                             |
| Problema                                                                                               | Bajo rendimiento escolar de niños de escuelas públicas                                                                                                                                                                                           |
| Ideas posibles                                                                                         | "Apoyo de los hermanos mayores en el aprendizaje de sus hermanos", "efecto en el rendimiento escolar al tener un hermano mayor con buen desempeño académico"                                                                                     |
| <b>3. Tomar en cuenta temas científicos de interés personal</b>                                        |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Interés personal                                                                                       | Pozos de riego para el cultivo de leguminosas en el rancho o granja familiar                                                                                                                                                                     |
| Tema científico                                                                                        | Toxinas químicas en aguas subterráneas                                                                                                                                                                                                           |
| Ideas posibles                                                                                         | "Consecuencias del envenenamiento por toxinas químicas presentes en aguas subterráneas", "métodos para eliminar la contaminación de aguas subterráneas por toxinas químicas"                                                                     |
| <b>4. Recordar alguna experiencia y relacionarla con intereses personales para generar una idea</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Interés personal                                                                                       | Uso de redes sociales en internet                                                                                                                                                                                                                |
| Experiencia                                                                                            | Utilización cotidiana de una red específica                                                                                                                                                                                                      |
| Ideas posibles                                                                                         | "Usos y funciones de las principales redes sociales de internet por parte de estudiantes universitarios", "comparar el uso que hacen los estudiantes universitarios de las redes sociales en internet con el uso de los jóvenes que no estudian" |

<sup>3</sup> Adaptado en Hernández-Sampieri et al. (2014) de Lester y Lester (2012, p. 12). Desde luego, son ideas que requieren precisarse.

propiedades? ¿Cómo se puede aprovechar el PET en la construcción? ¿Puede reciclarse para elaborar tabiques o reutilizarse? ¿Qué es más adecuado en cuanto a resistencia estructural, propiedades térmicas, aislamiento acústico y costo? ¿Cumple las normas de construcción para ladrillos, bloques o equivalentes requeridas en el contexto donde se utilizaría?

Siempre se deben tomar notas y las respuestas a ciertas preguntas pueden conducir a otras preguntas hasta tener una idea más clara y precisa de lo que se quiere investigar. Además, el investigador comienza a revisar la literatura básica sobre su tema.

## EJEMPLOS DESARROLLADOS

### La pareja ideal

Identificar los factores que describen a la pareja ideal.

### Introducción de un sistema de gestión de la calidad

Demostrar que una estación de servicio o gasolinera en la cual se implanta un sistema de gestión de la calidad logrará mayores ventas que otra que no tiene el sistema.

### Reducción del consumo de energía

Identificar si el uso de controladores adaptativos de luz artificial reduce el consumo de energía, analizando el caso de dos hospitales en Europa.

### Colonias de abejas productoras de miel

Analizar la relación de la composición del paisaje con el éxito de las colonias de abejas productoras de miel.

### Perfil de egreso esperado de los ingenieros en la industria

La llegada de inversiones en sectores como el automotriz, la aeronáutica y la electrónica abren oportu-

nidades de negocio y proveeduría en países latinoamericanos, como México. Al mismo tiempo, resulta preocupante la falta de personal capacitado para ser más competitivo en estos sectores. Derivado de dicha situación, la dirección de la revista *Manufactura* (2014) se planteó la siguiente idea: preguntar a los empleadores de diversos ramos industriales cuál es la calidad de los ingenieros recién egresados que contratan y qué esperan de ellos.

### Trayectoria de las emprendedoras en México

De acuerdo con estudios del Banco Mundial realizados en 2013 (Fries, González y Rivera, 2014), varias disciplinas económicas y sociales coinciden en que es desigual el acceso a fondos de emprendimiento entre hombres y mujeres, de modo que las mujeres están en desventaja para competir en el sector de las pequeñas empresas en crecimiento. De lo anterior surge la idea de llevar a cabo un estudio para entender la trayectoria de las emprendedoras en México y explorar cuáles son las oportunidades para hacer que el financiamiento, desarrollo de capacidades y recursos públicos estén al alcance de las mujeres.

## EJERCICIOS

- Haz una lluvia de ideas "silenciosa" con tus compañeros. Primero, cada integrante del grupo anota en una hoja de papel su nombre y tres ideas de investigación. Después, entrega su hoja al compañero de la derecha. Leen la hoja que recibieron del compañero y anotan tres nuevas ideas de investigación, ya sean relacionadas con las anteriores o no. Se vuelve a entregar la hoja al compañero de la derecha y se agregan otras tres ideas. Se repite cuantas veces sea necesario y al final se regresa la hoja al autor de las tres primeras ideas, quien lee toda la

lista y define tres ideas de investigación más delimitadas después de haber leído las anteriores.

- Revisa las líneas de investigación o temas que se desarrollen en tu institución y haz una lista de tres ideas de investigación. Comenta con tus compañeros y profesor si son ideas nuevas o novedosas. ¿Se pueden investigar científicamente?
- Lee las noticias de los acontecimientos de tu ciudad relacionados con tu carrera. Comenta con tus compañeros las ideas de in-

vestigación que pudieran generar conocimiento para resolver los problemas actuales o hacer propuestas de mejora.

- Efectúa una revisión de estudios publicados en alguna fuente de información, como pueden ser revistas de divulgación científica, y luego genera con tus compañeros de equipo dos o tres ideas de investigación que puedan continuar las investigaciones revisadas. Comenta con tus compañeros si las ideas serían viables en su entorno inmediato.

- Consulta las bases de datos del instituto nacional responsable de las estadísticas de tu país (INEGI, INE, INEC, DANE, INEI, DEC, INDEC), analiza la información con tus compañeros de equipo y formulen una idea que consideren que sirva para un proyecto de investigación, de acuerdo con las oportunidades o necesidades detectadas en el entorno. Evalúa las ideas que se te hayan ocurrido en los ejercicios de este capítulo siguiendo los criterios estudiados.

## ¿QUÉ APRENDÍ?

- Contesta las preguntas. Posteriormente, evalúa las respuestas de un compañero en foro de realimentación con tu grupo y tu profesor.
  - Anota cinco fuentes de donde puedes obtener ideas para hacer una investigación. ¿Cuáles te parecen más atractivas? ¿Por qué?

- ¿Qué puedes hacer para precisar una idea de investigación?

## ¿HAY MÁS?

Si quieras ampliar sobre las ideas y temas de investigación, te recomendamos:

- Academia Mexicana de Ciencias (2015). Recuperado de <http://www.amc.edu.mx/amc/>
- Academia de Ciencias Morelos (2015). *Proyectos de investigación desarrollados por estudiantes del nivel medio y medio superior*. Recuperado de <http://www.acmor.org.mx/?q=content/proyectos-de-investigaci%C3%B3n>
- Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química. AMIDIQ. Recuperado de <http://www.amidiq.com/inicio.htm>.
- ¿Cómo ves? (2015). *Revista de divulgación de la ciencia de la UNAM*. Recuperado de <http://www.comoves.unam.mx/>
- E-ciencia (1998). Recuperado de <http://www.e-ciencia.com/>
- Encumex (2014). *Énfasis logística*. Recuperado de [www.logistica.enfasis.com](http://www.logistica.enfasis.com)
- Entrepreneur Media (2014). *Soy entrepreneur: Entrepreneur, emprende, crece y triunfa*. Recuperado de: [www.soyentrepreneur.com](http://www.soyentrepreneur.com)
- Foster, T. R. (2002). *101 Métodos para generar ideas: ¿cómo estimular la creatividad?* México, D.F., México: Deusto.

- Grupo Expansión (2014). *Manufactura*. Recuperado de [www.manufactura.mx](http://www.manufactura.mx)
- Harvard Business Review América Latina (2014). Recuperado de [www.hbral.com](http://www.hbral.com)
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a. ed.). México, D.F., México, McGraw-Hill Interamericana.
- Hernández, R., Méndez, S. y Mendoza, C.P. (2014). *Centro de recursos en línea*. Recuperado de [http://novella.mhhe.com/sites/000001251x/information\\_center\\_view0/](http://novella.mhhe.com/sites/000001251x/information_center_view0/)
- HSM Group (2014). Emprendedores e innovación. *Gestión de Negocios*, 12 (12).
- Ideas previas (2012). Recuperado de <http://ihm.ccadet.unam.mx/ideasprevias/preconceptos.htm>
- Instituto Mexicano de Mejores Prácticas Corporativas (2014). *Mejores prácticas corporativas*. Recuperado de: [www.immpc.org.mx](http://www.immpc.org.mx)
- Medina, A. (2007). *Ideas para tener ideas*. Madrid, España: Pearson.
- Unión Panamericana de Asociaciones de Ingenieros (2015). *UPADI*. Recuperado de <http://upadi.com/>. Página web que lista asociaciones nacionales en las ramas de la ingeniería para acceder a sus direcciones y páginas de internet y correos de representantes.

## GLOSARIO

**Fuentes generadoras de ideas de investigación** Elementos, acontecimientos o situaciones que detonan una idea, tema, problemática, fenómeno o aspecto para investigar.

**Idea de investigación** Concepción inicial del investigador basada en percepciones y reflexiones sobre algún fenómeno o aspecto de la realidad que capta la

atención del investigador y que desea estudiar con mayor profundidad.

**Ideas innovadoras** Descubrimiento, invención y novedad en las ideas que detonarán proyectos de investigación.

# El planteamiento del problema de investigación: objetivos y preguntas de investigación, justificación y viabilidad del estudio

## ¿QUÉ VAS A LOGRAR?

Al terminar este capítulo podrás completar con tus compañeros de equipo el siguiente cuadro, en el que se sintetiza el planteamiento de un problema de investigación, teniendo en cuenta los elementos y criterios analizados.

1. Idea
2. Planteamiento del problema
  - 2.1 Objetivos
  - 2.2 Preguntas
  - 2.3 Justificación
  - 2.4 Viabilidad
  - 2.5 Consecuencias de la investigación

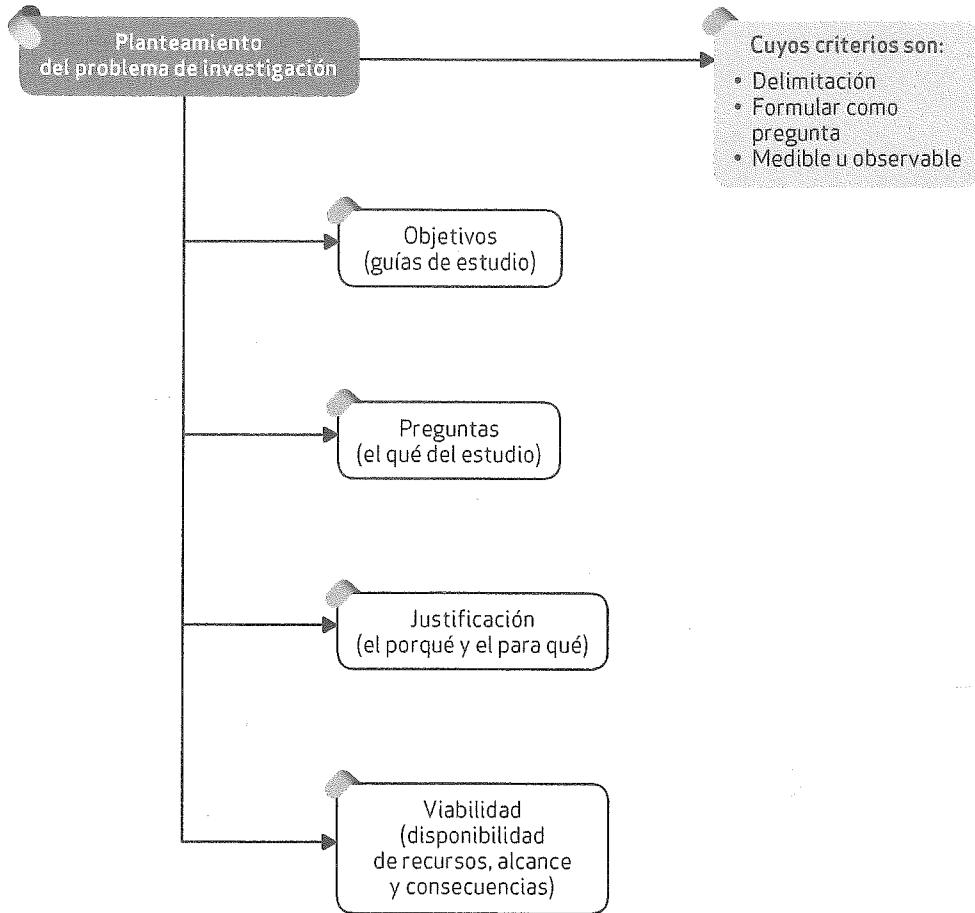
## ¿QUÉ SABES ACERCA DE...?

Comenta con tu profesor y con tus compañeros de clase:

1. ¿Qué es un problema de investigación?
2. ¿Qué debes tener en cuenta para plantearlo?
3. ¿Son todos los problemas de investigación viables?  
¿Por qué?

## ¿QUÉ TE VAS A LLEVAR?

Capacidad crítica y autocrítica, capacidad de análisis, síntesis y abstracción, capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica, capacidad de comunicación oral y escrita, compromiso ético, analizar el desarrollo de la disciplina en el ámbito local y nacional, con fundamento en la investigación científica.



## ¿TE INTERESA?



Al percibir un problema, como lo es la tala ilegal de bosques, un ingeniero investigó sobre cómo solucionarlo.

En 2011, Topher White, un ingeniero que estaba de vacaciones en el bosque tropical en Borneo, se sorprendió al encontrarse con personas que talaban árboles ilegalmente a cinco minutos de distancia de donde estaban los guardias que cuidan precisamente que no hubiera tala. Lo que le asombró es que a tan corta distancia los vigilantes no pudieran escuchar el ruido de la sierra, pero con los sonidos del bosque tan fuertes es difícil para el oído humano distinguir el resonar de una sierra. Esa idea le dio "vueltas" en la cabeza por mucho tiempo, y como ingeniero, pensó en buscar una solución de alta tecnología para evitar la tala ilegal y ayudar a los guardias, pero después concluyó que estando en medio del bosque la forma de resolver el problema debía ser sencilla y fácil de ejecutar. Los métodos usados hasta ese momento para detectar la tala ilegal eran dos: centinelas que recorren las grandes distancias de los bosques protegidos y monitoreo por imágenes satelitales; pero ambos tenían poca capacidad de detección de la tala en tiempo real. Topher comenzó a buscar opciones y a observar el entorno. Se dio cuenta

de que en ese bosque aunque no hay electricidad, sí había muy buena conectividad a internet. Entonces, tuvo la idea de que se podrían utilizar teléfonos celulares usados que detectaran el sonido de las sierras y enviaran una alerta electrónica a los guardias, eso sí sería una solución en tiempo real (Ackerman, 2015). ¿Cómo hacer para que esa solución fuera factible en el bosque tropical y que se pudiese extender para que ayudara a disminuir la tala ilegal? Topher tenía que descubrir la forma idónea de diseñar y construir estos dispositivos, así como de cargarlos de energía en el bosque, donde no hay electricidad y la energía solar es escasa por la sombra de los árboles, además de asegurar que el costo total no fuera excesivo. Se puso a trabajar y dedicó varios años a materializar su propuesta. En sus investigaciones, se propuso responder a las preguntas siguientes:

- ¿Cuál es el sistema operativo idóneo y qué características debe tener el software para captar automáticamente el ruido de las sierras en el bosque tropical y enviar alertas electrónicas?
- ¿Cómo proteger al teléfono de la intemperie en el bosque tropical?
- ¿Cómo captar energía solar en el bosque tropical, donde los árboles cubren la luz?
- ¿Qué especificaciones deben tener los paneles solares y la forma en que se conecten los circuitos con el propósito de optimizar la energía?
- ¿Dónde se compran al mejor precio los paneles solares requeridos?

Al cabo, Topher logró su objetivo y fundó una asociación, la *Rainforest Connection*, que se dedica a difundir este método para detener la tala ilegal en los bosques tropicales del mundo. Su página electrónica es <https://rfcx.org/>.



## El planteamiento del problema de investigación

### ¿Qué es plantear el problema de investigación?

Una vez que se ha concebido la idea de investigación y el científico, estudiante o investigador ha profundizado en el tema, se encuentra en condiciones de plantear el problema de investigación.

En realidad, plantear el problema quiere decir que debes perfeccionar y elaborar más formalmente la idea de investigación.

El paso de la idea al planteamiento del problema puede ser inmediato o muy tardado; depende de cuán familiarizado estés con el tema, la complejidad misma de la idea, la existencia de estudios precedentes, el empeño del investigador y sus habilidades. Seleccionar un tema o

una idea no te coloca inmediatamente en la posición de considerar qué información habrás de recolectar, con cuáles métodos y cómo analizarás los datos que obtengas. Antes, necesitas formular el problema en términos concretos y claros, de manera que sea susceptible de investigarse con procedimientos científicos.

## ¿Cuáles son los criterios para plantear un problema de investigación?

Los criterios para plantear un problema de investigación son los siguientes:

- El problema debe estar formulado mediante objetivos y preguntas claras, concretas y sin ambigüedades. Por ejemplo: ¿qué efecto?, ¿en qué condiciones...?, ¿cuál es la probabilidad de...?, ¿cómo se relaciona... con...? Deben incluirse tanto objetivos como preguntas, porque en el mundo de la investigación, unas veces se piden las preguntas (como en revistas científicas) y otras, los objetivos (en organismos gubernamentales, empresas y organizaciones internacionales). Así que es mejor acostumbrarse desde ahora a incluir ambos elementos.
- El planteamiento debe implicar la posibilidad de recolectar datos empíricos o de la realidad (observaciones, mediciones o evaluaciones). Por ejemplo, si alguien piensa estudiar cuánta energía calorífica tiene el alma, está planteando un problema que no puede probarse empíricamente, pues "el alma" no es observable. Claro que el ejemplo es exagerado, pero nos recuerda que las ciencias trabajan con los aspectos medibles de la realidad.



● El planteamiento de una investigación debe permitir recolectar datos empíricos o de la realidad (observaciones, mediciones o evaluaciones).

## ¿Qué elementos o componentes contiene el planteamiento del problema de investigación?

Los elementos para plantear un problema son básicamente cuatro y están relacionados entre sí: los *objetivos* que persigue la investigación, las *preguntas* de investigación, la *justificación*, la *viabilidad* y las consecuencias del estudio.

### ¿Qué son los objetivos de investigación y qué características deben tener?

En primer lugar, es necesario que establezcas qué pretendes con tu investigación, es decir, cuáles son sus objetivos. Con unas investigaciones se busca, ante todo, contribuir a resolver un problema en especial; en tal caso debe mencionarse cuál es y de qué manera se piensa que el estudio ayudará a resolverlo. En otras, el objetivo principal es probar una teoría o aportar datos (evidencia empírica) a favor de una teoría. Con algunas más se pretende generar ciertos conocimientos.

Los objetivos deben ser alcanzables y estar expresados con claridad (Rojas, 2002). Son las guías del estudio y hay que tenerlos presentes durante todo el desarrollo. Al redactarlos, se utilizan verbos como: "describir", "determinar", "demostrar", "examinar", "especificar", "indicar", "analizar", "estimar", "comparar", "valorar" y "relacionar" respecto a los conceptos o variables incluidas.

Los objetivos tienen que ser congruentes unos con otros.

## EJEMPLO DESARROLLADO

### Investigación de Emilio sobre las relaciones de pareja

Para continuar con el ejemplo del capítulo anterior, diremos que una vez que Emilio se ha familiarizado con el tema encuentra que, según algunos estudios, los factores más importantes son la atracción física, la confianza, la proximidad física, el grado en que cada uno refuerza la imagen personal del otro y la similitud entre ambos (en creencias fundamentales, actividades y valores). Entonces los objetivos de su investigación se podrían plantear de la siguiente manera:

- Determinar si la atracción física, la confianza, la proximidad física, el reforzamiento de la autoestima y la similitud tienen una influencia importante en el desarrollo del noviazgo entre jóvenes (para ser más específico, podrían ser bogotanos<sup>1</sup> o caleños,<sup>2</sup> regiomontanos —en México— o bien, espe-

cificar la ciudad: de Trujillo, Perú, o La Serena, Chile; de cierto rango de edad —digamos, entre 16 y 19 años—, o en un contexto aún más concreto, por ejemplo: jóvenes de esa población y esas edades que asisten a escuelas públicas de estudios superiores).

El desarrollo del noviazgo se entenderá como la evaluación que hacen los novios de su relación, el interés que tienen y su disposición a continuarla.

- Evaluar cuál de los factores tiene mayor influencia en el desarrollo del noviazgo entre jóvenes regiomontanos.
- Analizar si hay o no diferencias entre hombres y mujeres respecto de la importancia atribuida a los factores mencionados.
- Analizar si hay o no similitudes entre las parejas de novios de distintas edades, en relación con la importancia asignada a los factores.

#### Objetivos de investigación:

Señalan lo que se pretende lograr a través de la investigación y deben expresarse con claridad.



En cualquier investigación cabe la posibilidad de que surjan otros objetivos, que se modifiquen los iniciales o incluso que se cambien por otros, según el rumbo que tome el estudio.

### ¿Qué son las preguntas de investigación y qué características deben tener?

Además de definir los objetivos concretos de la investigación, es conveniente plantear el problema por medio de una o varias preguntas. Así se tiene la ventaja de presentarlo de manera directa. Las preguntas representan el ¿qué? de la investigación.

Con frecuencia, las preguntas de investigación se plantean en términos de ¿qué?, ¿por qué? y ¿cómo? (Lewkowicz, 2010; Lavralcas, 2008, y Blaikie, 2003).

No siempre en las preguntas se comunica el problema en su totalidad, con toda su riqueza y contenido. A veces se formula solamente el propósito del estudio, aunque las preguntas deben resumir lo que habrá de ser la investigación. Las preguntas generales tienen que aclararse y delimitarse para esbozar el ámbito del problema y proponer actividades para la investigación (Ferman y Levin, 1979).

Las preguntas demasiado generales *no* conducen a una investigación concreta; por lo tanto, hay que acotar preguntas como las siguientes: ¿Por qué algunos procesos de producción funcionan más que otros?, ¿por qué hay personas más satisfechas con su trabajo que otras?, ¿qué hace exitosa a una empresa?, ¿los medicamentos surten efectos positivos?, ¿cuáles son los efectos de la contaminación?, ¿cómo se relacionan los materiales con la resistencia de las construcciones? Esas preguntas constituyen más bien ideas iniciales que es necesario refinar y precisar para que guíen el comienzo de un estudio. El siguiente es un ejemplo de mala pregunta de investigación.

<sup>1</sup> Gentilicio de los habitantes de Bogotá, Colombia.

<sup>2</sup> Gentilicio de quienes viven en Cali, Colombia.

## EJEMPLO NEGATIVO

### *¿Cuáles son los factores que afectan la calidad de las empresas automotrices?*

Esta pregunta considera un término muy general, "la calidad". ¿Se refiere a la calidad factual del producto, es decir, ¿del automóvil? ¿De todo el vehículo y sus partes? ¿Del cumplimiento de ciertas normas de fabricación? (¿de cuáles?). ¿Del proceso completo de producción, desde la adquisición de los componentes (lo que involucra a los proveedores) hasta el terminado? ¿O bien se trata de la calidad perceptual del producto, esto es, de las necesidades y expectativas de los clientes que compran los vehículos? ¿O acaso se refiere a la calidad en los procesos de manufactura?, ¿defectos de fabricación?, ¿rechazos y reprocesos? ¿Tal vez estamos pensando en el proceso de mejora continua o en la implantación de un sistema como Kaizen o una norma ISO? La calidad abarca también numerosos aspectos de una organización como la planeación (que a su vez es un universo inmenso de temas), el sistema de administración o gestión de esta (políticas de calidad, programas para incrementar la calidad), la operación, la producción, la entrega del producto en las condiciones acordadas, la reducción de la variabilidad, los recursos humanos preparados para alcanzar ciertos estándares y un sinfín de elementos. Además, el término "empresas automotrices" es vago: ¿estamos pensando en armadoras?, ¿en las que producen motores o autopartes? Y sabemos que hay variaciones en los procesos de producción entre diferentes modelos y tipos de automóviles.

Como se aprecia, la relación expresada no lleva a diseñar actividades concretas y pertinentes para desarrollar una investigación, a menos que se piense en "un gran estudio" que analice todas las posibles vinculaciones entre estos términos (calidad y empresas automotrices). Por lo menos, resulta necesario definir qué área específica y qué empresa automotriz. Por ejemplo: ¿qué factores inciden en los errores de montaje final de las carrocerías del vehículo Z-423?<sup>3</sup>

En lugar de estas preguntas generales debemos plantear preguntas más específicas como las que se anotan a continuación:

- ¿Por qué el proceso *a* de la empresa Greengineering permite una mayor producción mensual de microprocesadores que el proceso *b*?
- ¿Cómo se relacionan la satisfacción laboral, la variedad en el trabajo y la comunicación con el jefe en el caso de las empresas industriales con más de mil trabajadores en San José, Costa Rica?
- ¿Cuál de los siguientes procesos (A y B) maximiza la producción de biobutanol a partir de bagazo de caña seco e hidrolizado y en qué condiciones de temperatura y solución de ácido sulfúrico?
- ¿Qué efectos en la calidad del agua, para garantizar la preservación de la fauna y la flora del río Z, pueden provocar los desechos tóxicos que arrojan las empresas industriales de la zona X?<sup>4</sup>

Al igual que con los objetivos, durante el desarrollo de la investigación pueden modificarse las preguntas originales o agregarse otras nuevas.

También debe haber una coincidencia entre los objetivos y las preguntas (en número y redacción); es decir, deben ir en paralelo.

#### Preguntas de investigación:

Orientan a las respuestas que se buscan con la investigación. No deben utilizar términos ambiguos ni abstractos.

<sup>3</sup>Nombre ficticio.

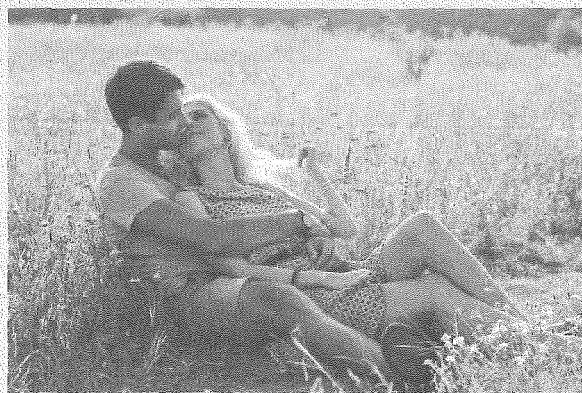
<sup>4</sup>Desde luego, habría que especificar de qué río y zona industrial se trata.

## EJEMPLO

### Investigación de Emilio sobre las relaciones de pareja

En el caso de la investigación de Emilio, las preguntas de investigación que corresponderían a los objetivos serían las siguientes:

- ¿La atracción física, la confianza, la proximidad física, el reforzamiento de la autoestima y la similitud ejercen una influencia significativa en las relaciones de pareja o el desarrollo del noviazgo?  
Ya sabemos que es en cierta clase específica de jóvenes.
- ¿Cuál de estos factores ejerce mayor influencia sobre la evaluación de la relación, el interés de la pareja y su disposición para seguir juntos?
- ¿Existe alguna diferencia por género con respecto al peso que le asignan a cada factor en la evaluación de la relación, el interés que muestran por esta y la disposición a seguir juntos?



- En una investigación sobre las relaciones de pareja, las preguntas deben formularse de acuerdo con sus objetivos.
- ¿La edad está relacionada con el peso asignado a cada factor con respecto a la evaluación de la relación, el interés y la disposición a seguir juntos?

Como podemos observar, las preguntas están relacionadas con sus respectivos objetivos (van a la par).

Ahora bien, con una simple ojeada a los objetivos y preguntas de Emilio nos damos cuenta de que pretende abarcar demasiado en el problema de investigación y, a menos que cuente con muchos recursos y tiempo, tendría que limitar el estudio, por ejemplo, a la similitud. Entonces se preguntaría: ¿La similitud ejerce alguna influencia significativa sobre la elección de la pareja y la satisfacción con el noviazgo?

### ¿Qué otros elementos debemos incluir en el planteamiento del problema?

Además de los objetivos y las preguntas de investigación, es necesario que *justifiques* el estudio mediante la exposición de sus razones (el para qué o porqué del estudio) y demuestres su *viabilidad*. La mayoría de las investigaciones se efectúan con un propósito definido, pues

no se hacen simplemente por capricho de una persona, y ese propósito debe ser lo suficientemente significativo para que justifique emprender el estudio.

## Justificación de una investigación

Para justificar una investigación, se aportan las razones o motivos por los qué es importante o necesario realizarla (debes analizar cuáles son y escribirlos). Diversos motivos justifican una investigación: tal vez ayude a resolver un problema, a construir una nueva teoría o a generar nuevas inquietudes de investigación. Entre los motivos destacan los siguientes:

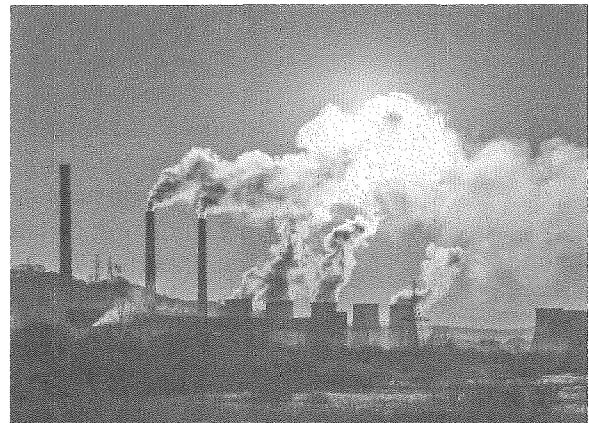
- *Conveniencia o utilidad.* ¿Qué tan conveniente es la investigación?, ¿para qué sirve?, ¿ayuda en algo?
- *Relevancia social.* ¿Cuál es su importancia para la sociedad?, ¿qué alcance o proyección social tiene?
- *Implicaciones prácticas.* ¿Ayudará a resolver algún problema real?, ¿tiene implicaciones para diversos problemas prácticos?
- *Valor teórico.* ¿Con la investigación se llenará algún hueco de conocimiento?, ¿se podrán generalizar los resultados a principios más amplios?, ¿la información que se obtenga puede servir para revisar, desarrollar o apoyar una teoría?, ¿se podrá conocer en mayor medida el comportamiento de una o de diversas variables, o la relación entre ellas?, ¿se ofrece la posibilidad de una exploración fructífera de algún fenómeno?, ¿qué se espera saber con los resultados que no se conociera antes?, ¿se pueden sugerir ideas, recomendaciones o hipótesis para futuros estudios?
- *Aportaciones para la enseñanza.* ¿El estudio sirve para que mis compañeros y yo podamos aprender algo nuevo, reforzar nuestros conocimientos, comprender algo?
- *Utilidad metodológica.* ¿La investigación puede ayudar a crear un nuevo sistema para recolectar o analizar datos?, ¿contribuye a la definición de una variable o relación entre variables?, ¿pueden lograrse mejoras en la forma de experimentar con algo?, ¿propone cómo estudiar mejor algo?

Desde luego, es muy difícil que una investigación dé respuesta a todas estas interrogantes; pero al menos debe cumplir un criterio.

La *viabilidad* de la investigación significa que es posible realizarla en un tiempo determinado y con los recursos disponibles. Es indispensable tener acceso al lugar o contexto donde se realizará la investigación (por ejemplo, un laboratorio o simulador) y a los datos e información que debemos recabar.

## Consecuencias de la investigación

Esto es muy importante. Las investigaciones no pueden dañar a otras personas, a animales ni al medio ambiente. Es una cuestión ética y humana. Recuerda que uno de los fines más importantes de la investigación, además de generar conocimiento, es mejorar nuestras condiciones de vida.



● Toda investigación tiende a resolver problemas, como la contaminación que aqueja a varias ciudades del orbe.



● Es parte de la viabilidad de una investigación el tener acceso al lugar o contexto donde se realizará esta (por ejemplo, un laboratorio o simulador).

## EJEMPLO

### Investigación de Emilio sobre el noviazgo

#### Justificación

Una vez que Emilio limitó su estudio a la influencia de la similitud sobre la elección de la pareja en el noviazgo y la satisfacción dentro de este, su justificación podría ser de esta manera:<sup>5</sup>

De acuerdo con Méndez (2015), una de las preocupaciones centrales de los jóvenes lo constituye la relación con su pareja. Asimismo, 85% de los universitarios dedican un tiempo considerable a pensar en la pareja (Ruiz, 2008). Los problemas de elección e insatisfacción afectan el desempeño académico (Ruiz, 2008). En un estudio de Mendoza (2014) se encontró que los jóvenes de licenciatura o pregrado tienden a elegir parejas que comparten gustos y aficiones. Guerrero y Valadez (2015), en una investigación hecha con estudiantes de ambos géneros, encontraron que las parejas más satisfechas son las que comparten valores. La similitud es un factor que afecta la relación de pareja (Torres, 2015; Ruiz, 2008).

Es importante incluir cifras y citas de otros estudios que señalen la importancia y magnitud del problema del estudio.

La investigación planteada contribuirá a comprender cómo se vincula la variable “similitud” a las variables “elección de la pareja” y “satisfacción en las relaciones de pareja” de los jóvenes (*valor teórico*). Asimismo, los resultados del estudio ayudarán a crear una mayor conciencia entre los consejeros de los estudiantes sobre este aspecto, para que puedan asesorarlos mejor desde el punto de vista socioemocional (*implicación práctica*). Por otro lado, mediante la investigación se desarrollará un método para medir las variables del estudio en el contexto local, pero con aplicaciones a otros ambientes latinoamericanos (*valor metodológico*).



## Ejemplos de errores frecuentes al plantear problemas de investigación

A continuación analizaremos ejemplos de dificultades o errores que suelen presentarse al elaborar el planteamiento. En ocasiones solo se menciona el objetivo del estudio o la pregunta de investigación, y no ambos elementos, con la finalidad de no extender demasiado las explicaciones. Un buen ejercicio a este respecto es que, cuando se muestra el objetivo, redactes la pregunta y viceversa.

1. Términos generales, poco específicos.

Ya abordamos este error, pero es tan común que vale la pena agregar más ejemplos.

**Ejemplo de pregunta inadecuada:** ¿Cuáles serán los aspectos negativos que causan las industrias manufactureras e influyen en la deficiente situación de algunas zonas del país de Colombia?

Esta pregunta, además de estar mal redactada resulta sumamente vaga y necesita delimitarse: ¿qué aspectos negativos? (financieros, calidad, producción, ambientales). Aun así, estos rubros son generales y están compuestos por otros. Por ejemplo, entre los

<sup>5</sup>Por cuestiones de espacio, el ejemplo se ha simplificado y reducido. Lo importante es que se comprenda la forma cómo se justifica una investigación. Los autores citados aquí son únicamente para fines de exemplificación.

temas ambientales, están la contaminación de la atmósfera, fuentes hídricas, suelo. ¿Qué significa "deficiente situación"? Realmente nada, es impreciso. "Las industrias manufactureras", ¿qué tipo de industrias: alimenticias, automotrices, plástico, textiles (y aun se trata de rubros sumamente genéricos)? Asimismo, no indica si se incluirían en el estudio todas las industrias medianas y grandes. Recordemos que los criterios para definir el tamaño de una empresa varían con su giro: comercial, industrial o de servicios.

¿Qué significa "algunas zonas del país"? Resulta ineludible especificar qué estados o provincias abarca (y todavía no es algo acotado). Sería irreal, "fantástico" considerar a Colombia en su totalidad. Apenas los gobiernos nacionales, con todos sus recursos, pueden efectuar censos empresariales. Y aun si se tomara una muestra, el trabajo resultaría titánico.

Veamos más ejemplos de planteamientos con objetivos imprecisos:

- Determinar el efecto económico potencial de la producción agrícola orgánica en el estado de Guanajuato, a partir de sus oportunidades y las demandas de los mercados exteriores.
- Identificar los factores significativos que influyen en el proceso de compostaje de los residuos sólidos orgánicos domésticos.
- Construir y comercializar un prototipo para preparar composta a partir de los residuos domésticos generados por las personas.

En el primer objetivo hay términos tan generales que no nos orientan a un estudio específico. "Efecto económico" puede implicar muy distintas cuestiones. "Producción agrícola orgánica" abarca muy diversos cultivos (café, plátano). "Mercados exteriores", ¿cuáles? El segundo objetivo es bastante vago, al incluir "factores significativos", además de no especificar en qué lugar se hará o con quién, lo cual lo hace aún más impreciso. El tercer objetivo, no es de investigación; en todo caso, puede ser un resultado del estudio.

Otros ejemplos de objetivo vago o muy general:

- Determinar los problemas de producción de las fábricas de calzado. ¿Qué tipo de problemas?, ¿qué fábricas de calzado?, ¿de cualquier tamaño?, ¿de toda variedad de calzado (desde deportivo, casual, para hombres y mujeres de todas las edades de todo el mundo)?

## 2. Objetivos o preguntas dirigidas a una etapa del proceso investigativo y no a todo el proceso.

En ocasiones, los alumnos redactan objetivos o preguntas de investigación que solamente se enfocan en una o unas cuantas etapas y no constituyen guías para una indagación completa.

Examinemos los ejemplos siguientes:

- Medir las fallas potenciales y sus consecuencias, a través del modelo AMEF (análisis de modos y efectos de fallas del proceso) de los proveedores de autopartes en la economía peruana.

Además de resultar impreciso, "medir" no es un objetivo de investigación, sino una actividad de la investigación (recolección de los datos). A veces se llevan a cabo estudios con el objetivo de adaptar, generar o validar un instrumento para medir una o más variables en un contexto específico y no se hacen preguntas de investigación porque serían muy obvias (¿será válido y confiable el instrumento?). El objetivo



● Si se desea investigar sobre algún tema agrícola, es necesario acotar la pregunta lo más posible, o se corre el riesgo de tener un planteamiento impreciso. En este caso se investiga sobre cómo evitar las plagas en las plantas de tabaco.

- puede iniciar como: “construir, generar, adaptar, desarrollar, probar, validar un instrumento”.
- Revisar la forma como ha sido definida la masa de una aeronave o la composición química del café.

A parte de que no se delimita el contexto, la definición de un concepto o variable es parte de la revisión de la literatura o la conceptualización de las variables, que es una actividad que se realiza en toda investigación, pero no un fin en sí misma. Es un objetivo para una tarea específica.

Lo mismo ocurre con objetivos tales como aplicar una cierta prueba estadística, relacionar categorías, recolectar datos, determinar la muestra y otros.

Muy distinto sería el siguiente objetivo: evaluar la composición química de la pulpa de café ensilada a diferentes tiempos de fermentación (Zetina *et al.*, 2014, p. 1455).

### 3. Objetivos o preguntas dirigidas a una consecuencia, entregable, producto o impacto de la investigación. Veamos algunos ejemplos.

- Promover el empleo en la ciudad de Puerto Montt en Chile.
- Crear un programa para analizar datos.
- Incrementar la productividad de una planta que manufactura arneses para aviones comerciales.
- Construir un edificio resistente a megaterremotos de más de 9 en la escala sismológica de Richter.
- Diseñar e implantar plataformas para realizar investigaciones en el área de robótica móvil.
- Motivar a los trabajadores de las pequeñas empresas que se dedican a la orfebrería en el municipio de El Oro, Estado de México.

Estos objetivos son cuestiones que pueden surgir en una investigación (efectos positivos para un grupo, comunidad, país, región e incluso, la humanidad). Y desde luego, finalmente, la investigación en todos los campos del conocimiento se realiza para optimizar nuestras condiciones de vida; pero no son en sí objetivos del estudio, sino productos de (y se incluyen en la justificación). Por ejemplo, el objetivo de investigación del último caso sería: determinar los factores que inciden en la motivación de los trabajadores de las pequeñas empresas que se dedican a la orfebrería en el municipio de El Oro, Estado de México.

En las diferentes áreas del conocimiento se mejoran constantemente los procesos y se crean nuevas tecnologías y productos, fruto de la investigación. En estos casos, el planteamiento implica identificar las variables que inciden en la mejora o avance, y analizar cómo optimizarlas. El objetivo de mejora sería parte de la justificación.

Por ejemplo, Pérez, Arango y Agudelo (2009) realizaron un experimento para determinar el efecto que tienen los siguientes factores: experiencia del operario, tipo de dobladora, y la clase y grosor del material, sobre la longitud y el ángulo de doblado de las piezas de metal producidas.<sup>6</sup>

La investigación se llevó a cabo en una empresa que manufactura láminas para el acabado de ascensores.

Justificación básica (abreviada): en la producción de piezas metálicas, el proceso de doblado es crucial y se efectúa después del corte, siguiendo las rutas de producción de la planta fabril. Las piezas dobladas pasan a procesos posteriores, como el de ensamble por medio de soldadura o pegado estructural.

<sup>6</sup>Este ejemplo fue ligeramente adaptado para los fines de esta obra. Tratamos de ser respetuosos con este importante trabajo. Recomendamos al lector leer el artículo completo, cuya referencia se encuentra en la bibliografía.

De acuerdo con los autores, las piezas de cada proceso se catalogan según cuatro grados de calidad:

Grado 1: Pieza que cumple con las especificaciones.

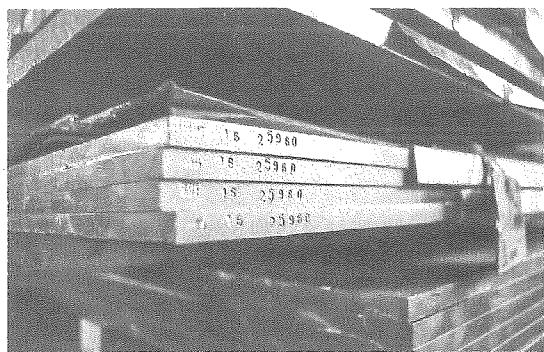
Grado 2: Pieza que no cumple con las especificaciones, pero es útil funcionalmente.

Grado 3: Pieza que no cumple con las especificaciones, pero puede ser reprocesada.

Grado 4: Pieza que no cumple con las especificaciones.

El doblado es el que presenta mayores devoluciones en la planta por fallas de calidad (el que genera el mayor número de piezas grado 3 y grado 4). De hecho, este proceso fue el principal responsable de las devoluciones durante el último año.<sup>7</sup>

Lo anterior repercute en la producción, pues se generan pérdidas de tiempo, económicas y de materia prima. Por ello, debe analizarse las causas de las deficiencias en el doblado que provocan pérdidas y reprocesos.



En la producción de piezas metálicas, las piezas de cada proceso se catalogan según cuatro grados de calidad.

**4. Objetivos o preguntas que no implican una investigación completa (el proceso), sino la obtención de un dato o cierta información.**

Por ejemplo, si establecemos como objetivo: determinar el porcentaje anual de flechas de un modelo automotriz rechazadas por defectos de fabricación en la planta Z.<sup>8</sup> El objetivo precisa la obtención de un dato que para fines de control de calidad es necesario; sin embargo, no orienta hacia una investigación completa (que implique revisión de la literatura, establecimiento de hipótesis, recolección y análisis de los datos y elaboración de un reporte). Se trata más bien de un ejercicio de obtención de información. Sería distinto si el objetivo se centrara en conocer las causas por las que se presenta un alto índice de rechazo de las flechas en la planta en cuestión, para emprender las medidas correctivas pertinentes.

**5. Objetivos o preguntas que son de poco valor como para elaborar toda una investigación.**

Una estudiante presentó el siguiente objetivo para un estudio: "Realizar un sondeo de la carga de materias en las universidades que ofrecen la carrera de ingeniería industrial en la ciudad de Guadalajara, Jalisco, México". Además de que la redacción es incorrecta e imprecisa, y de que "realizar un sondeo" no es un objetivo de investigación, saber cuántas materias comprende el plan de estudios de esa ingeniería en varias universidades de cierta ciudad y su distribución por semestre no es relevante como para llevar a cabo toda una investigación. Puede resultar significativo para una joven que quiere estudiar esa carrera y está en el trance de decidir dónde cursarla, pero nada más.

**6. Objetivos o preguntas que plantean estudios dispersos (en varias direcciones).**

En ocasiones, se esbozan varios objetivos o preguntas que conducen a distintas investigaciones y en varias direcciones. Tal es el caso del siguiente planteamiento:

Objetivos:

- Conocer la satisfacción de los obreros con su jornada laboral.
- Percibir si los obreros consideran justa la remuneración económica que reciben por su trabajo.
- Saber si las condiciones de su ambiente de trabajo son favorables.

<sup>7</sup>Podría incluirse aquí algún dato para explicar por qué es importante y justificable realizar el estudio. Los autores mencionan porcentajes de los avisos de calidad durante tres meses: 27.27% en el mes de enero, 23.40% en febrero y 26.08% en marzo (suponemos que fueron los tres últimos antes del estudio).

<sup>8</sup>Nombre ficticio.



- Un planteamiento de investigación sobre los obreros debe ser acotado en sus términos.

- Analizar si la relación con sus jefes es la adecuada.
- Evaluar los problemas que tienen los obreros en sus matrimonios.
- Determinar el consumo de alcohol de los obreros y su relación con la productividad.

Estos objetivos tienen varios problemas: son imprecisos, generales, su redacción es incorrecta, etc. No se sabe a qué tipo de obreros nos referimos. Varios términos resultan vagos: “percepción de su jornada laboral” (¿respecto a qué?, ¿si es muy larga?, ¿si la hora para el almuerzo es satisfactoria?), “condiciones de su ambiente de trabajo” (¿cuáles?), “favorables” (¿qué es una condición favorable?), “relación adecuada” (¿en cuanto a qué?), “problemas” (¿de qué naturaleza?), “consumo de alcohol” (¿consumir una cerveza es igual a beber varios vasos de vino, tequila o ron?). Pero, además, el planteamiento abarca varias investigaciones: una relacionada con la satisfacción de las condiciones laborales, en la cual habría que especificar cuáles; otra referida a su situación matrimonial, en la que es necesario establecer varias precisiones, y una tercera enfocada en vincular el grado de consumo de alcohol y una medida de productividad individual, pero que también requiere mucha mayor claridad. A veces queremos abarcar tantos aspectos que nos perdemos en demasiados objetivos y preguntas.

## EJEMPLOS DESARROLLADOS<sup>9</sup>

### La pareja ideal

#### Objetivo:

Identificar los factores que describen a la pareja ideal de los jóvenes universitarios celayenses.

#### Preguntas de investigación:

¿Cuáles son los factores que describen a la pareja ideal de los jóvenes universitarios celayenses?

¿Hay diferencias de género en los factores que describen a la pareja ideal entre los jóvenes universitarios celayenses?

#### Justificación:

¿De qué forma los jóvenes universitarios celayenses reconocen si su relación de noviazgo es funcional o disfuncional?, ¿qué bases toman en cuenta para decidir entre seguir adelante y vivir juntos o casarse? O por el contrario, ¿cómo deciden buscar otra pareja? Estas preguntas son por demás interesantes, pero de respuesta complicada. Por ello, en muchos estudios, como los de Hall (2012) y Fletcher y Fitness (1996), los investigadores han tratado de acercarse a las respuestas.

Investigaciones anteriores han demostrado que los juicios o decisiones concernientes a las relaciones de noviazgo están basadas, por un lado, en las expectativas que tiene cada integrante respecto a su pareja y, por el otro, en las percepciones actuales de la relación

(Hall, 2012; Knobloch-Fedders y Knudson, 2009; Fletcher y Thomas, 1996; Rusbult, Onizuka y Lipkus, 1993; Sternberg y Barnes, 1985). Asimismo, los atributos que los individuos asignan a su pareja son importantes al inicio y durante la relación (Holmes y Johnson, 2009; Fletcher et al., 1999).

La presente indagación busca examinar la estructura y función de las relaciones de noviazgo ideales de los jóvenes celayenses, guiada por teorías e investigaciones pasadas que mantienen un diseño con un enfoque cognitivo.

El estudio demuestra que puede ser de provecho, dado que las relaciones de pareja son muy importantes para la vida de las personas (Pearce, Chuikova, Ramsey y Galyautdinova, 2010; Fletcher et al., 1999) y realizar el estudio con un grupo privilegiado y de gran impacto social, como lo son los jóvenes universitarios, hace a esta indagación muy relevante.

#### Viabilidad:

Para que el estudio sea viable se circunscribirá la población o universo a las licenciaturas administrativas de las principales instituciones de educación superior de Celaya.

Con lo anterior la investigación demuestra factibilidad ya que se cuenta con los recursos financieros, materiales y humanos para llevarla a cabo.

<sup>9</sup> Por cuestiones de espacio solamente en un ejemplo se incluyó la viabilidad.

### *Consecuencias de la investigación:*

Con el estudio se conseguirá identificar los factores que describen a la pareja ideal del joven universitario celayense, para alcanzar un mayor entendimiento de las relaciones amorosas que sostiene este importante grupo poblacional en Celaya.

Dado que la investigación presentará sus resultados mediante información agregada y no de manera individual, se respetará la confidencialidad y toda cuestión ética.

### **Introducción de un sistema de gestión de la calidad**

#### *Objetivo:*

Demostrar que dos estaciones de servicio o gasolineras mexicanas en las cuales se implanta un sistema de gestión de la calidad ISO 9001 o propio lograrán mayores ventas que otra en que se introduce ningún sistema de calidad.

#### *Pregunta de investigación:*

¿Las gasolineras en las que se implante un sistema de gestión de la calidad lograrán mayores ventas que otra que no tiene ningún sistema?

Otra forma de interrogar: ¿La introducción de un sistema de gestión de la calidad aumenta las ventas de una gasolinera?

#### *Justificación:*

Mucho se ha cuestionado sobre los resultados tangibles de introducir un sistema de gestión de la calidad en las empresas medianas o pequeñas (López, 2015; Velázquez, 2013). El costo de la iniciativa es considerable; por lo tanto, ¿vale la pena hacer la inversión? Diversos autores señalan al respecto que la relación entre costos y beneficios es favorable (Kelchner, 2015; Reed, Lemak y Mero, 2000; Juran, 1988; Deming, 1982). Como puntualiza Crosby (1979): "la calidad no cuesta"; por el contrario, genera dividendos importantes.

Asimismo, a las gasolineras mexicanas se les solicita una certificación denominada "QUALI" y preferentemente el estándar ISO 9001 (PEMEX, 2012); sin embargo, no todas han podido conseguirla, debido a que hay que destinar importantes recursos económicos y de tiempo. Por ello, se plantea un cuasiexperimento en el cual se establecerá un sistema de gestión de calidad en dos gasolineras y nada en una tercera, que actuará como control. Si el sistema produce un incremento en las ventas que compense los recursos necesarios para implantarlo, valdrá la pena la inversión y otras gasolineras podrían seguir este ejemplo a favor de la calidad, redundando en beneficios para los empresarios, sus empleados y los clientes, ya que un sistema de gestión de la calidad tiene diversos efectos positivos, como un mejor servicio (más rápido y eficaz) y menos desperdicios.

Además, la empresa pública que concesiona las franquicias de las gasolineras tendrá argumentos más

sólidos para exigirles que introduzcan sistemas de calidad, lo que le serviría para uniformar sus normas nacionales.

Como producto del estudio se elaboraría un manual para la gestión de la calidad en gasolineras que incorpore elementos de ISO 9001:2008, porque es menos costoso que el 2012, con cuestiones adicionales del modelo propio y otras documentadas a partir de la revisión de la literatura y los resultados y experiencia del cuasiexperimento.

### **Reducción del consumo de energía**

#### *Objetivo:*

Determinar el potencial de ahorro de energía en dos hospitales en Grecia e Italia mediante el uso de un controlador difuso inteligente de energía artificial.

#### *Pregunta de investigación:*

¿En qué medida el uso de un controlador de energía artificial ahorra energía en dos hospitales en Grecia e Italia?

#### *Justificación:*

Los investigadores (Papantoniou et al., 2014) señalan la urgencia de reducir el consumo de energía en edificios, el cual se estima que es 40% del gasto de energía en todo el mundo (Pérez-Lombard, Ortiz y Pout, 2008). Se puede ahorrar energía en los edificios con técnicas pasivas o activas. Las técnicas pasivas, como el aislamiento de paredes y techos, contribuyen significativamente a la reducción de consumo de energía en calefacción o ventilación. La energía también puede ser economizada con otras técnicas, como ajustar las ganancias internas que afectan su consumo y en tiempo de calor aumentan la temperatura interna, la cual está directamente relacionada con la energía necesaria para el enfriamiento.

La iluminación con LED al mínimo requerido genera ahorros de energía. La eficiencia de esta técnica también depende del comportamiento de los ocupantes del edificio, que en ocasiones disminuyen el potencial de ahorro. Por otro lado, hay nuevos sistemas, como los controladores inteligentes, que pueden ajustar el nivel de luz artificial según los datos recolectados con sensores de iluminación y detectores de ocupación. Sin embargo, la existencia de un ambiente integrado de simulación es muy importante. Por ello, es necesario un método para poner a prueba un controlador difuso inteligente para la operación eficiente de luces artificiales.

### **Colonias de abejas productoras de miel**

#### *Objetivo:*

Modelar el éxito de colonias de abejas melíferas en relación con la composición del paisaje en Ohio, Estados Unidos.

### **Pregunta de investigación:**

¿Cómo se puede modelar el éxito de colonias de abejas melíferas en relación con la composición del paisaje en Ohio en Estados Unidos?

### **Justificación:**

Las abejas forrajeras (*Apis mellifera L.*) se alejan varios kilómetros de su colmena para buscar néctar y polen de las flores del entorno. Desde hace mucho, los apicultores saben que la composición del paisaje es un determinante crítico del éxito de una colonia. Sin embargo, los investigadores Sponsler y Johnson (2015) mencionan no haber encontrado en la literatura científica documentos de esta relación.

### **Perfil de egreso de los ingenieros esperados en la industria**

#### **Objetivo de investigación:**

Identificar la percepción que tienen los empleadores de grandes organizaciones manufactureras de la región central de México respecto a los conocimientos técnicos, competencias suaves y actitudes hacia el trabajo que poseen los egresados de ingenierías de las principales instituciones de educación superior de México y que trabajan en sus empresas.

#### **Pregunta de investigación:**

¿Cuál es la percepción de los empleadores de grandes organizaciones manufactureras de la región central de México respecto a los conocimientos técnicos, competencias suaves y actitudes hacia el trabajo que poseen los egresados de ingenierías de las principales instituciones de educación superior de México y que laboran en sus empresas?

Desde luego, es necesario especificar qué se considera una empresa manufacturera grande [251 o más colaboradores y ventas anuales de más de 250 millones de pesos (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2009)] y de qué regiones del país se trata (Valle de México, San Luis Potosí, Guanajuato y Querétaro). También las instituciones que se tomarán en cuenta (UNAM, IPN, sistémicas nacionales privadas y autónomas estatales) y qué ingenierías (aeronáutica, eléctrica, electromecánica, electrónica, computación e información, minas y metalúrgica, industrial, mecánica y química).

### **Justificación:**

El estudio se efectuará debido a la necesidad de conocer en qué radica la escasez de talento, ya que en México se identifica mano de obra disponible pero no calificada para cumplir la demanda del mercado laboral. De

hecho, en 2014, el nivel de productividad de un mexicano era el mismo que en 1979, comparable con un tercio respecto del de un español y 23% del de un francés, de acuerdo con Flores (2014), asesora de la bolsa de trabajo Manpower.

La industria mexicana requiere y exige egresados en áreas de ingenierías calificados, con un perfil holístico que les permita a las empresas incursionar y fortalecer operaciones en mercados globales, así como generar ideas novedosas y solucionar de manera eficiente problemas que se presenten, no solamente limitarse a trabajos rutinarios.

Por lo anterior, las instituciones educativas públicas y privadas tienen que colaborar estrechamente con el sector industrial para saber qué demanda el mercado laboral de sus egresados y mejorar sus programas académicos y estrategias de enseñanza en un contexto social cambiante, por lo cual se plantea la necesidad de llevar a cabo la investigación.

### **Viabilidad:**

El estudio es factible debido al apoyo de una empresa consultora, la cual se encargará de gestionar el acceso telefónico a los empleadores de diversas empresas y giros industriales del Valle de México, San Luis Potosí, Guanajuato y Querétaro. Para ello, se cuenta con tres fuentes de información: 1) Bases de datos de suscriptores de la revista *Manufactura*, 2) Directorio Industrial Industridata 2013, y 3) Contactos de reclutadores del estudio realizado en el 2013, para comparar los resultados. Se considera que la investigación es factible debido al financiamiento de la editorial de medios Expansión.

### **Trayectoria de las emprendedoras en México**

#### **Objetivos de investigación:**

- Determinar las características de las mujeres que poseen negocios con potencial significativo de crecimiento.<sup>10</sup>
- Identificar los factores que motivan e impulsan a las mujeres en sus emprendimientos.
- Evaluar las prácticas que han conducido al éxito de las empresas de las mujeres emprendedoras.

#### **Preguntas de investigación:**

¿Cuáles son las características de las mujeres que poseen negocios con potencial significativo de crecimiento?

¿Cuáles son los factores que motivan e impulsan a dichas mujeres en sus emprendimientos?

¿Cuáles son las prácticas que han conducido al éxito de las empresas de estas mujeres emprendedoras?

<sup>10</sup> La muestra estará integrada por organizaciones de las ciudades de México, Guadalajara (Jalisco) y Monterrey (Nuevo León), con un total de entre cinco y 200 empleados.

### Justificación:

De acuerdo con Fries, González y Rivera (2014), las mujeres del sector empresarial enfrentan una serie de obstáculos, por lo que se pretende conocer el perfil de las emprendedoras en México para comprender esas barreras y capitalizar las oportunidades de facilitar o mejorar su inserción en el comercio.

Otro motivo para llevar a cabo la investigación fue haber identificado en estudios realizados por Alcántara (2012), Banco Mundial (2013) y Zabludovsky (2013) las posibilidades con las que cuentan las mexicanas para emprender, en comparación con otros países latinoamericanos. La desigualdad representa un obstáculo para el desarrollo empresarial, que coloca a las mujeres en desventaja respecto del acceso a programas que tienen los hombres. A lo anterior se suman elementos de carácter sociocultural, nivel socioeconómico y etnicidad, según lo menciona la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2009). Todo esto repercute en la discrepancia de los servicios básicos, recursos y, por supuesto, las oportunidades para iniciar y prosperar con sus negocios.

Este estudio abarcará varias organizaciones comprometidas a generar y fortalecer el entorno para las

pequeñas empresas en crecimiento lideradas por mujeres mexicanas, con la finalidad de buscar que los recursos públicos y oportunidades de financiamiento privado sean más accesibles y equitativas y contribuir al crecimiento económico del país.

### Viabilidad:<sup>11</sup>

Se considera que la investigación es factible gracias a la experiencia y profesionalismo de las autoras Fries, González y Pesquera, y por el apoyo del equipo de trabajo, el cual se dará a la tarea de contactar a las entrevistadas, así como por la participación y el patrocinio de organizaciones públicas y privadas internacionales, que se encuentran interesadas en promover el potencial del emprendimiento de las mujeres en el entorno mexicano. El financiamiento del proyecto provendrá de un banco mexicano, la Red Aspen de Emprendedoras para el Desarrollo (ANDE) y el Fondo para el Desarrollo de Capacidades, lo cual indica que el proyecto es viable en términos económicos. Sin embargo, puede haber limitantes metodológicas al realizar las entrevistas a profundidad por la certeza de que las participantes responderán de manera clara y honesta.



## EJERCICIOS



1. En el ejercicio 2 del capítulo anterior revisaste las líneas de investigación o temas que se desarrollan en tu institución y de ahí propusiste tres ideas de investigación que discutiste con tus compañeros y docentes. Ahora, reúnete en equipo de tres personas y elijan una de esas ideas de investigación para delimitarla y plantear un problema de investigación. Definan el objetivo y las preguntas de investigación, tracen un bosquejo de la justificación del estudio y un análisis de la viabilidad de realizarlo. Presenten al grupo su propuesta y escuchen los comentarios.
2. Realiza una breve entrevista a algún investigador en tu institución o de alguna otra (puede ser en persona, por teléfono, por correo electrónico, por videollamada o cualquier medio). En la entrevista, pide al experto que te platicue sobre la investigación que está realizando actualmente: ¿Cuáles son los objetivos o preguntas de su estudio? ¿Cuáles son los motivos de su investigación? ¿Cuál es la necesidad, importancia o utilidad de realizar este proyecto? ¿Qué espera obtener con los resultados?
3. Retoma la idea que elegiste en el capítulo 3, y redacta tu planteamiento de acuerdo con los criterios expuestos en este capítulo.

- 3.1 Efectúa una breve revisión de la literatura acerca de tu idea de investigación. Son recomendables las noticias, boletines de estudios elaborados por organizaciones públicas y privadas, así como estadísticas de no más de tres a cinco años de antigüedad. Cuando tengas la información, comienza a redactar tu justificación reflexionando acerca de las oportunidades que representan los datos para responder el para qué y el porqué del proyecto.
- 3.2 Con apoyo de tu maestro, elijan en equipo varios artículos de investigación científica que toquen temas que les interesen. Luego, identifiquen los siguientes elementos: objetivos de investigación, preguntas de investigación y justificación. Al finalizar expongan sus comentarios para compartirlos con el resto de los equipos.
- 3.3 Para indicar la viabilidad de tu investigación, elabora una lista de factores que puedan representar un obstáculo para efectuar tu estudio y otra de los que permitirán llevarlo a cabo sin problemas.

<sup>11</sup> Se plantea en términos futuros para fines de ejemplo, aunque el estudio ya fue realizado.

## ¿QUÉ APRENDÍ?

- Contesta las siguientes preguntas. Posteriormente, evalúa las respuestas de un compañero en un foro de realimentación con tu grupo y tu profesor.
- a) Explica con tus palabras los dos criterios que debes tener en cuenta para plantear correctamente un problema de investigación.
- b) ¿Cuáles son y en qué consisten los elementos del planteamiento de un problema de investigación?
- c) ¿Qué características deben tener esos elementos?
- d) ¿Cuáles son los errores más frecuentes al plantear un problema de investigación?
- En la tabla que se encuentra a continuación, evalúa tu actitud durante las actividades de aprendizaje de este capítulo con la siguiente escala: 0 = nunca; 1 = pocas veces; 2 = generalmente; 3 = siempre.

**Instrucciones:** indica con qué frecuencia realizaste las actividades.

Encierra en un círculo el número que corresponda:

|                                                                                                                    |   |   |   |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|
| 1. Participé activamente en clase y expuse mis dudas y puntos de vista a mis compañeros y profesor.                | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 2. Realicé las actividades de aprendizaje diseñadas para trabajar dentro del aula.                                 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 3. Realicé las actividades de aprendizaje diseñadas para trabajar fuera del aula.                                  | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 4. Compartí mi tiempo, mis ideas y experiencias con mis compañeros de equipo al realizar las actividades en grupo. | 3 | 2 | 1 | 0 |

## ¿HAY MÁS?

- Gilberto, C. (2011). *Errores más comunes que se cometen en la redacción de proyectos y anteproyectos de investigación*. Recuperado de: [http://investigacion.contabilidad.unmsm.edu.pe/archivos/pdf/metodologia\\_investigacion/ERRORES\\_MAS\\_COMUNES\\_EN\\_REDACCION\\_DE\\_TESIS.pdf](http://investigacion.contabilidad.unmsm.edu.pe/archivos/pdf/metodologia_investigacion/ERRORES_MAS_COMUNES_EN_REDACCION_DE_TESIS.pdf)
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*, 6a. ed., México: McGraw-Hill Interamericana.
- Hernández, R., Méndez, S. y Mendoza, C.P. (2014). *Online Learning Center*. Recuperado de [http://novella.mhhe.com/sites/000001251x/information\\_center\\_view0/](http://novella.mhhe.com/sites/000001251x/information_center_view0/)
- Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (2012). *Centro de Recursos para la Escritura Académica*. Recuperado de: [http://sitios.ruv.itesm.mx/portales/crea/planear/como/planteamiento\\_tesis.htm](http://sitios.ruv.itesm.mx/portales/crea/planear/como/planteamiento_tesis.htm)
- Rodríguez, M. M., Pérez, S., Sordo, L. y Fernández, A. (2007). *Cómo elaborar un protocolo de investigación*. Recuperado de: <http://www.elsevier.es/revista-medicina-clinica-2-articulo-como-elaborar-un-protocolo-investigacion-salud-13109118>
- University of Georgia Libraries (2013). *Research Guide*. Recuperado de <http://www.libs.uga.edu/researchguide/index.html>.

## GLOSARIO

**Consecuencias de la investigación** Repercusiones positivas y negativas de un estudio. Atañen al ámbito de la ética de los investigadores. Ninguna investigación debe dañar a los participantes.

**Justificación de la investigación o del planteamiento** Razones o motivos por los cuales es conveniente, pertinente y significativo realizar una investigación (el porqué y para qué llevamos a cabo la investigación).

**Objetivos de investigación** Metas o finalidades de la investigación. Representan el qué del estudio o investigación. Comienzan con un verbo.

**Planteamiento del problema** Presentación del problema que vamos a investigar mediante objetivos y preguntas, justificando su conveniencia e importancia y su viabilidad.

**Preguntas de investigación** Interrogantes que debe responder el estudio o investigación sobre el problema especificado.

**Viabilidad de la investigación** Argumentación de que es factible y realista llevar a cabo la investigación (posibilidad de hacerla en tiempo y forma de acuerdo con los recursos disponibles).

# Elaboración del marco teórico

## ¿QUÉ VAS A LOGRAR?

Al terminar este capítulo elaborarás, en colaboración con tus compañeros de equipo, una perspectiva o marco teórico (vertebrado a partir de un índice general) para investigar el problema que planteaste en el tema o capítulo anterior.

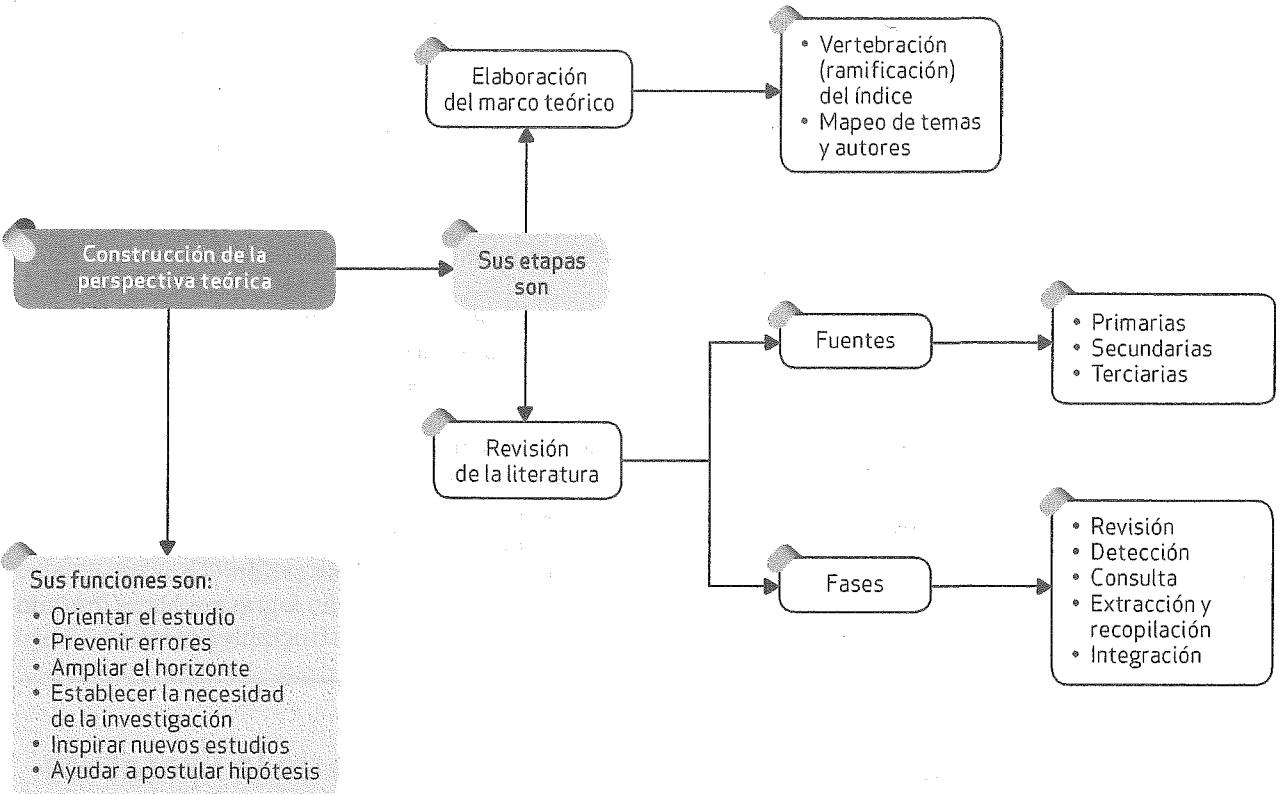
## ¿QUÉ TE VAS A LLEVAR?

Capacidad de análisis, síntesis y abstracción; capacidad de comunicación oral y escrita, habilidad en el uso de tecnologías de información y comunicación; habilidad de investigación; capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica; analizar el desarrollo de tu disciplina en el ámbito local y nacional, con fundamento en la indagación científica; comprender la investigación como un proceso de construcción social con fundamento en las normas de la investigación documental; gestionar información acerca de tu disciplina de acuerdo con parámetros de validez previamente establecidos; aplicar herramientas formales de comunicación oral y escrita en la investigación documental.

## ¿QUÉ SABES ACERCA DE...?

Comenta con tu profesor y con tus compañeros de clase:

1. ¿Qué entiendes por *teoría*?
2. Menciona alguna teoría que te haya ayudado a entender un aspecto de la realidad. Justifica tu respuesta con base en los siguientes cuestionamientos:  
¿Qué fenómenos explica? ¿Consideras que responde de manera satisfactoria a tus inquietudes sobre esa realidad en particular? ¿Por qué?
3. ¿Qué sería conveniente hacer si quisieras saber más sobre estos fenómenos?
4. ¿Son lo mismo *teoría* y *marco teórico*? Explica por qué.



## ¿TE INTERESA?

### ¿Qué es el movimiento de hacedores?

El movimiento de hacedores (*maker*) está conformado por personas que “hacen”, construyen, arman, sus propios objetos al estilo DIY (*Do It Yourself*, o hágalo usted mismo). La comunidad *hacedora* está formada por personas que prefieren hacer desde manualidades hasta robots, desde jardinería hasta drones; desde carpintería hasta impresión en 3D. Abarca programar la cafetera para pedirle, por medio de un mensaje en twitter, que haga un café o conectar un viejo estéreo a través de Bluetooth. El movimiento se apoya en las innumerables oportunidades de compartir en línea lo que hacen y cómo lo hacen con otros usuarios, que entonces lo pueden modificar, mejorar, innovar y volver a compartir. Así se genera un círculo virtuoso de conocimiento compartido e innovación.

En México no es raro escuchar que cuando algo se descompone y no tenemos los recursos para arreglarlo, los suplimos con lo que tenemos a la mano, de ahí que podemos hacer arreglos “con un alambrito y un chicle” como se dice comúnmente. La cultura *hacedora* tiene esa misma premisa: usar el ingenio, la creatividad, las habilidades prácticas y el conocimiento compartido por otros para hacer las cosas.

Los hacedores aprovechan plataformas en internet para consultar tutoriales que explican cómo fabri-



Los hacedores es un movimiento mundial de creadores que producen objetos con materiales de reúso como piezas electrónicas, plástico, silicón y casi cualquier material.

car cualquier objeto y ellos mismos comparten, en nuevos tutoriales, las innovaciones que concibieron.

La esencia del movimiento es elaborar, perfeccionar, rehacer, modificar, compartir el conocimiento y permitir su modificación.

Cuando revises la literatura, para tu trabajo de investigación, seguirás estos mismos principios para conocer lo que ya se ha descubierto y construir por ti mismo las bases de tu investigación.

Si quieres saber más ingresa a <http://hacedores.com/> y a <http://www.instructables.com/>

## Elaboración del marco teórico: revisión de la literatura y construcción de una perspectiva teórica

### ¿El marco teórico es necesario en cualquier investigación?

Siempre es necesario contar con antecedentes para enmarcar nuestro estudio. Es decir, resulta sumamente importante y conveniente que detectes, localices, obtengas y consultes investigaciones previas, libros, artículos y ensayos en revistas científicas, tesis, foros y páginas de internet (pero solamente las que tengan el respaldo de una institución u organismo), materiales audiovisuales (como documentales y películas o programas de radio), testimonios de expertos y todas las fuentes que se relacionen con tu planteamiento del problema de investigación, pero apoyadas invariablemente por una organización profesional o académica.

El marco teórico implica analizar y exponer de una manera organizada las teorías, investigaciones y los antecedentes en general que se consideren válidos y adecuados para encuadrar y orientar el estudio.

### ¿Para qué sirve el marco teórico?, ¿cuáles son sus funciones?

El marco teórico tiene varias ventajas. Citamos aquí las más comunes:

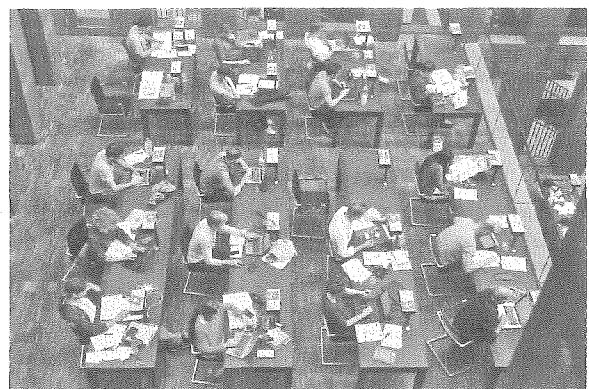
- Ayuda a prevenir errores que se han cometido antes.
- Orienta sobre cómo habrá de realizarse el estudio.

- Apoya para documentar la necesidad de realizar el estudio.
- Lleva al establecimiento de hipótesis o afirmaciones que más tarde habrán de someterse a prueba o ayuda a no establecerlas por razones fundamentadas.
- Provee de un marco de referencia para interpretar los resultados y ubicarlos en el conjunto de conocimientos que se tienen sobre el problema.

## ¿Qué etapas comprende la elaboración del marco teórico?

Usualmente, el marco teórico comprende dos etapas básicas:

- La revisión analítica de la literatura correspondiente.
- El planteamiento del marco teórico.



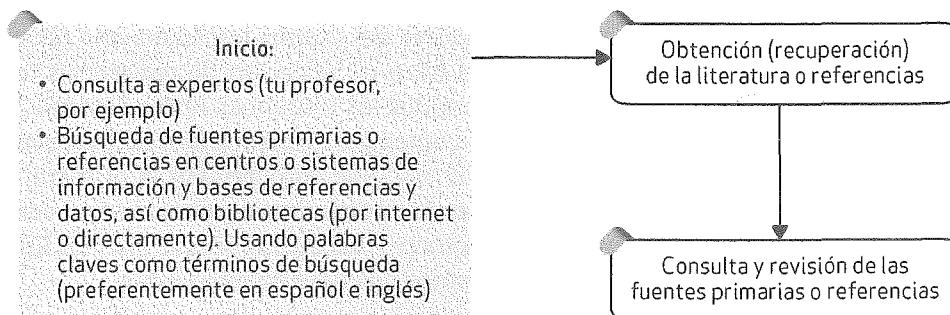
● Es importante que consultes investigaciones previas, libros, artículos y ensayos en revistas científicas, tesis, foros y páginas de internet y, en fin, todas las fuentes que se relacionen con el planteamiento de tu problema de investigación.

## ¿En qué consiste la revisión analítica de la literatura?

La revisión de la literatura consiste en detectar, consultar y obtener la bibliografía (referencias) y otros materiales que sean útiles para los propósitos de tu estudio, de los que se extrae y recopila la información relevante y necesaria para enmarcar el problema de investigación. Esta revisión debe ser selectiva, puesto que cada año se publican miles de artículos en revistas académicas de todo el mundo, así como información en periódicos, libros y otros documentos sobre las diferentes áreas del conocimiento. Debes seleccionar solo las más importantes y recientes, y que además estén vinculadas directamente con el planteamiento del problema de investigación.



Los tres pasos que se dan para revisar la literatura son los que se indican en la figura 5.1.



● Figura 5.1 Pasos en la revisión de la literatura.

Las *fuentes primarias o referencias* son libros, antologías, artículos de publicaciones periódicas, monografías, tesis y dissertaciones, documentos oficiales, reportes de asociaciones, trabajos presentados en conferencias o seminarios, artículos periodísticos, testimonios de expertos, documentales, videogramaciones en diferentes formatos, foros, páginas y sitios en internet, etc. Estas fuentes constituyen la “materia prima” de la revisión de la literatura porque contienen los elementos fundamentales para enmarcar la investigación (definiciones, formas para recolectar datos, los datos en sí, análisis y resultados).

Estas fuentes se encuentran en *los sistemas de información y bases de referencias*. Algunos ejemplos son: Google Académico, Academic Search Premier y Fuente Académica de

### Referencia bibliográfica:

Conjunto de datos que identifican un documento, fuente o publicación o una de sus partes.



EBSCO, Sage Journals, Redalyc, Latindex, Scientific Electronic Library Online (SciELO), Índice de revistas del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), IEE Xplore Digital Library, Science Direct, ASME, Dialnet, Springer Materials, Scopus, Elsevier y Revistas IEE (*Institute of Industrial Engineers*). La mayoría incluye los datos de las referencias bibliográficas y un resumen.

Para encontrar las referencias pertinentes por internet o directamente en bibliotecas necesitas elegir las palabras claves, descriptores o términos de búsqueda, que deben ser distintivos del problema de estudio y se extraen del planteamiento del problema.

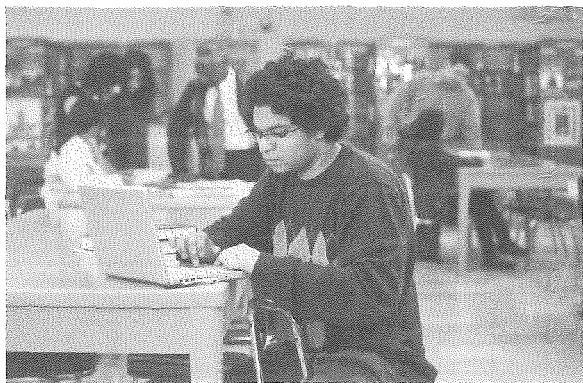


Si los términos son vagos y generales, la consulta dará por resultado muchas referencias e información que no le sirve al planteamiento. En este sentido, las bases de referencias funcionan como los motores de búsqueda públicos de internet (Google, Yahoo, Bing, Baidu, AOL, Ask, Excite). Por ejemplo, si haces una consulta con palabras como “ingeniería”, “industria”, “empresas”, “procesos”, “plantas”, “maquinaria” u “obreros” aparecerán miles de referencias y *te perderás en un exceso de información*. También, debes acudir a una base de referencias apropiada.

Por ejemplo, si pretendes analizar la relación entre la satisfacción en el trabajo y la remuneración o paga de los mineros de Antofagasta, Chile, no consultarías una base de referencias sobre cuestiones de química, como Chemical Abstracts, ni una base de datos con referencias de la historia del arte, sino una base de información con fuentes primarias respecto a la materia de estudio, como Wiley Journals/Wiley Online Library, Sage Journals, EBSCO y ABI/INFORM, que son bases de datos adecuadas para esta investigación. Si vas a comparar procesos químicos en un experimento, debes acudir a la base de referencias correcta: la Royal Society of Chemistry. Si el planteamiento se centrara en “materiales para la construcción de obras civiles”, revisarías en la base de referencias “Structurae”, para ingeniería civil.



Las indagaciones en las bases de referencias pueden ser por frase (en el recuadro de *Búsqueda o Search*) o bien, búsquedas avanzadas (*Advanced Search*), poniendo en cada recuadro una palabra clave. En la búsqueda avanzada se utilizan los operadores del sistema booleano: *and* (en español “y”, para que el filtro de selección de referencias tome las que contengan todos los términos), *or* (en español “o”, para incluir las que contengan al menos uno de los términos) y *not* (en español “no”, que comprendan la primera palabra y no el término que pongamos después de este conector). Con los descriptores y los operadores se fijan los límites de la consulta al banco o la base de referencias.



Una herramienta que ha facilitado mucho la consulta en bases de datos de distintas universidades e institutos especializados es internet.

### EJEMPLO

#### Investigación de Emilio sobre las relaciones de pareja

Para su investigación, ya delimitada a la influencia que puede ejercer la similitud sobre la elección de la pareja y la satisfacción con el noviazgo, Emilio realizaría una búsqueda de artículos de revistas académicas en varias bases de datos iberoamericanas, y encontraría algunas, pero tal vez no suficientes. Entonces, acudiría a bases de datos en inglés (PsychoINFO, Sage Journals, EBSCO, etc.), con términos como “similarity” (similitud), “between” (entre) “partners” (compañero, pero en el sentido de pareja en este contexto) e “interpersonal” (interpersonal) y “relationships” (relaciones). Si su búsqueda la hubiera

hecho en SAGE Journals el 17 de mayo de 2015, abarcando desde enero de 2007, habría obtenido 3 694 artículos y habría seleccionado los que más se vinculen a su planteamiento y son más recientes.

Emilio también encontraría revistas que tratan su planteamiento, como *Journal of Youth & Adolescence*, *Social Psychological and Personality Science* y *Journal of Social and Personal Relationships*, y diversos libros.

Además, sería conveniente que solicitara información a alguna asociación nacional o internacional.

En la figura 5.2 podemos ver la búsqueda de Emilio (con los *términos*) y en la figura 5.3 la primera página de sus resultados (el listado de referencias, del cual elige las más apropiadas).

#### Advanced Search

Advanced searches of SAGE Journals use a signature fielded Boolean system. Use this award-winning search tool to construct a query specifying your terms and their logical relationships using the Boolean operators AND, OR, and NOT. Learn more about advanced searches on SAGE Journals.

The screenshot shows the SAGE Journals Advanced Search page. At the top, there's a search bar with the placeholder "Search". Below it, the "Términos de búsqueda" (Search Terms) section contains three rows of search criteria. Each row has a text input, an operator dropdown (e.g., "and", "or", "not"), another text input, and a "All fields" dropdown. Row 1: similarity and between partners. Row 2: and interpersonal. Row 3: and relationships. There are "Add Row" and "Remove Row" buttons. To the right of the search terms are "Search" and "Clear All Fields" buttons. Below the search terms, there are sections for "Search Within" (with options for "SAGE Journals Available to Me", "All SAGE content", and "My Favorite Journals"), "Select from a list of disciplines", and "Select from a complete list of journals". Further down, there's a "Date Range" section with dropdowns for "Jan" (set to 2007), "through" (set to Nov 2015), and "Fechas o periodo de búsqueda" (Search Dates). At the bottom, there's a "Format Results" section with "Display" set to "Standard Format", "Showing 10 results per page", and sorting by "relevance". There are also "Search" and "Clear All Fields" buttons here. At the very bottom of the page, there's a copyright notice: "Copyright © 2015 by SAGE Publications. About us | Privacy Policy | Terms of Use. Home | Search | Browse | My Tools | Information & Services | Sign In | Contact Us | Help".

Figura 5.2 Términos de búsqueda del ejemplo de Emilio.

## ¿Qué información o contenido se extrae de las referencias?

Una vez seleccionadas las referencias, se revisan cuidadosamente y se extrae la información necesaria para integrarla y preparar el marco teórico. Al respecto, es indispensable anotar los datos completos de identificación de la referencia para incluirlos en la bibliografía del trabajo y para tenerlas en cuenta en la redacción del informe de tu investigación.

Para el propósito de organizar las referencias en la bibliografía del trabajo hay diferentes estilos (Asociación Americana de Psicología o APA, Harvard, Vancouver y otros). Deberás elegir uno para escribir los datos de todas tus referencias, pues se considera incorrecto utilizar diferentes estilos en un mismo trabajo.

En este libro utilizamos el estilo APA y es el que recomendamos, por su uso generalizado.

De las referencias puedes extraer diferentes tipos de información o contenido. Por ejemplo: una o más ideas y cifras, una idea extraída de la referencia más la opinión del investi-

The screenshot shows the SAGE journals search results page. At the top, there are navigation links for Home, Search, Browse, My Tools, Information & Services, and a login section. The main title is "Search Results". Below it, there are two tabs: "Content Results" and "Journal Title Results". The "Content Results" tab is selected, showing a search result for "Similarity and between individuals and partners and interpersonal". The results are listed in a grid format. Each result includes a thumbnail, the title, author(s), journal information, and a "Check Item | Abstract | Full Text (PDF) | References" link. A callout box labeled "Referencias" has arrows pointing to the "References" link under each article's "Check Item" link.

**Interpersonal Liking From Bivariate Attitude Similarity**  
 Johannes Wölticke and Joachim L. Krueger  
*Social Psychological and Personality Science*, July 2010; vol. 1, 3; pp. 214-221.  
 Check Item |  Abstract |  Full Text (PDF) |  References

**Resource Search, Interpersonal Similarity, and Network Tie Valuation in Nascent Entrepreneurs' Emerging Networks**  
 Elka G. Grossman, Helga Yll-Rufo, and Ranjumari Janakiraman  
*Journal of Management*, November 2012; vol. 39, 8; pp. 7760-7787, first published on October 11, 2010  
 ...relationship between interpersonal similarity and tie valuation...deriving from similarity (Braas...)In the dyed partners willing to...gender-based interpersonal similarity was the the...network search between March 2003...  
 Check Item |  Abstract |  Full Text (PDF)

**At the Intersection of Interpersonal Violence, Masculinity, and Alcohol Use: The Experiences of Heterosexual Male Perpetrators of Intimate Partner Violence**  
 Robert L. Peralta, Lori A. Tribe, and Jennifer L. Steele  
*Violence Against Women*, April 2010; vol. 16, 4; pp. 387-404, first published on March 3, 2010

Figura 5.3 Principio del listado de referencias obtenidas en el ejemplo de Emilio.

gador sobre esta idea o alguno de sus aspectos, análisis de una o varias ideas, varias ideas y datos extraídos de una referencia, reproducción textual de una o varias partes de la referencia, resumen de la referencia, uno o varios resultados o conclusiones (en tesis y artículos se le denomina: "discusión").



## ¿Cómo se construye el marco teórico?

Al revisar la literatura, se aprecia que el conocimiento se encuentra en diversos grados de avance, y de eso depende la estrategia. Para abordar este punto, revisemos primero algunos conceptos básicos.

### ¿Qué es una teoría?

Una teoría es un conjunto de proposiciones interrelacionadas para explicar por qué y cómo ocurre un fenómeno. En palabras de Kerlinger y Lee (2002): La teoría constituye un conjunto de constructos (conceptos) vinculados, definiciones y proposiciones que presentan una visión sistemática de los fenómenos al especificar las relaciones entre variables, con el propósito de explicar y predecir los fenómenos. Para Black y Champion (1976) y Blalock (1985) una teoría es un conjunto de afirmaciones vinculadas sistemáticamente que especifican relaciones causales entre variables.

## ¿Cuál es la utilidad de las teorías?

Las teorías cumplen diversos fines, como los siguientes:

- *Explicar hechos, fenómenos o realidades* (por qué, cómo y cuándo ocurre un fenómeno). Un fenómeno puede ser la resistencia al peso de un material de construcción, una reacción química, la motivación de los trabajadores o una enfermedad.
- *Sistematizar o dar orden al conocimiento* sobre un fenómeno o realidad.
- *Predecir*, es decir, hacer inferencias o pronósticos sobre cómo se va a manifestar u ocurrir un fenómeno dadas ciertas condiciones.

## ¿Cuáles son los principales criterios para evaluar una teoría?



- *Capacidad de descripción, explicación y predicción*: Una teoría debe ser capaz de describir, explicar y predecir el fenómeno o realidad a que hace referencia.
- *Congruencia lógica*: Las proposiciones de una teoría deben estar interrelacionadas, ser mutuamente excluyentes (no puede haber repetición o duplicación) y no caer en contradicciones internas o incoherencias.
- *Perspectiva o visión*: Se refiere al grado de generalidad de la teoría. Una teoría posee más perspectiva cuantos más fenómenos explique y más aplicaciones admita.
- *Innovación-inventiva*: Es la capacidad que tiene una teoría de generar nuevas preguntas y descubrimientos.
- *Sencillez*: Es mejor que una teoría sea sencilla; esto no es un requisito, sino una cualidad deseable de una teoría. Las teorías que pueden explicar uno o varios fenómenos en unas cuantas proposiciones, sin omitir ningún aspecto relevante, son más útiles que las que necesitan un gran número de proposiciones.



## ¿Cuáles son las estrategias para construir y organizar el marco teórico dependiendo del conocimiento?



### 1. Teoría completamente desarrollada

Cuando encontramos una teoría capaz de describir, explicar y predecir el planteamiento o fenómeno de estudio de manera lógica, completa, profunda y coherente, la mejor estrategia para elaborar el marco teórico es tomar esa teoría como su estructura. Entonces, tu marco teórico consistirá en explicar la teoría, ya sea proposición por proposición, o en forma cronológica, pero siempre vinculándola a tu planteamiento.

### 2. Varias teorías aplicables a nuestro problema de investigación

Si se descubren varias teorías o modelos aplicables al problema de investigación, podemos elegir una y tomarla como base para el marco teórico (desglosando la teoría o de manera cronológica), o bien se toman partes de algunas o de todas las teorías. En la primera situación, elegimos la teoría que reciba una evaluación más positiva (de acuerdo con los criterios ya vistos para evaluar una teoría) y que se aplique mejor al problema de investigación. En la segunda situación se tomaría de las teorías solo aquello que se relaciona con el problema de estudio.

### 3. Segmentos de teorías (generalizaciones empíricas o cuestiones, interpretaciones, hipótesis o afirmaciones)

A veces no se dispone de teorías y solo se tienen generalizaciones empíricas, es decir, proposiciones que han sido comprobadas en la mayor parte de las investigaciones realizadas. En este caso, el marco teórico se genera incluyendo los resultados y las conclusiones a que han llegado los estudios antecedentes, de acuerdo con algún esquema lógico (de manera cronológica, por variable o concepto de la proposición, o por las implicaciones de las investigaciones anteriores).

Cuando nos encontramos con generalizaciones empíricas, es frecuente organizar el marco teórico según las variables del estudio.

**\*4. Descubrimientos interesantes pero parciales que no se ajustan a una teoría**

Cuando en la literatura descubrimos que no hay teorías ni generalizaciones empíricas, sino solo algunos estudios previos vinculados aproximadamente con nuestro planteamiento podemos organizarlos como antecedentes de forma lógica y coherente, destacando lo más relevante en cada caso y citándolos como puntos de referencia. Se debe ahondar en lo que cada antecedente aporta.

**5. Guías aún no investigadas e ideas relacionadas vagamente con el problema de investigación**

En ocasiones se descubre que se han efectuado pocos estudios en el campo de conocimiento que interesa. Entonces, el investigador tiene que buscar literatura que, aunque no se refiera al problema específico de la investigación, lo ayude a orientarse. Por ejemplo,

supongamos que se trata de analizar la corrosividad atmosférica del cobre y del acero en Villahermosa, Tabasco, México.

Quizá encuentres que no hay ningún estudio al respecto, pero tal vez se tengan investigaciones sobre este fenómeno en otra parte de México o Latinoamérica. Si tampoco ocurre lo segundo, seguramente encontrarás estudios sobre el tema con otro tipo de materiales. Si no fuera así, acudirías a las investigaciones sobre corrosividad atmosférica. Pero si no hubiera ningún antecedente, recurrirías a los estudios generales sobre corrosividad. Sin embargo, casi siempre se cuenta con un punto de partida. Las excepciones en este sentido son muy pocas. Las quejas de que “no hay nada”, “nadie lo ha estudiado”, “no sé en qué antecedentes puedo basarme”, se deben por lo general a una deficiente revisión de la literatura.



Un problema de investigación puede ser analizar la corrosividad atmosférica del cobre y acero en una localidad.



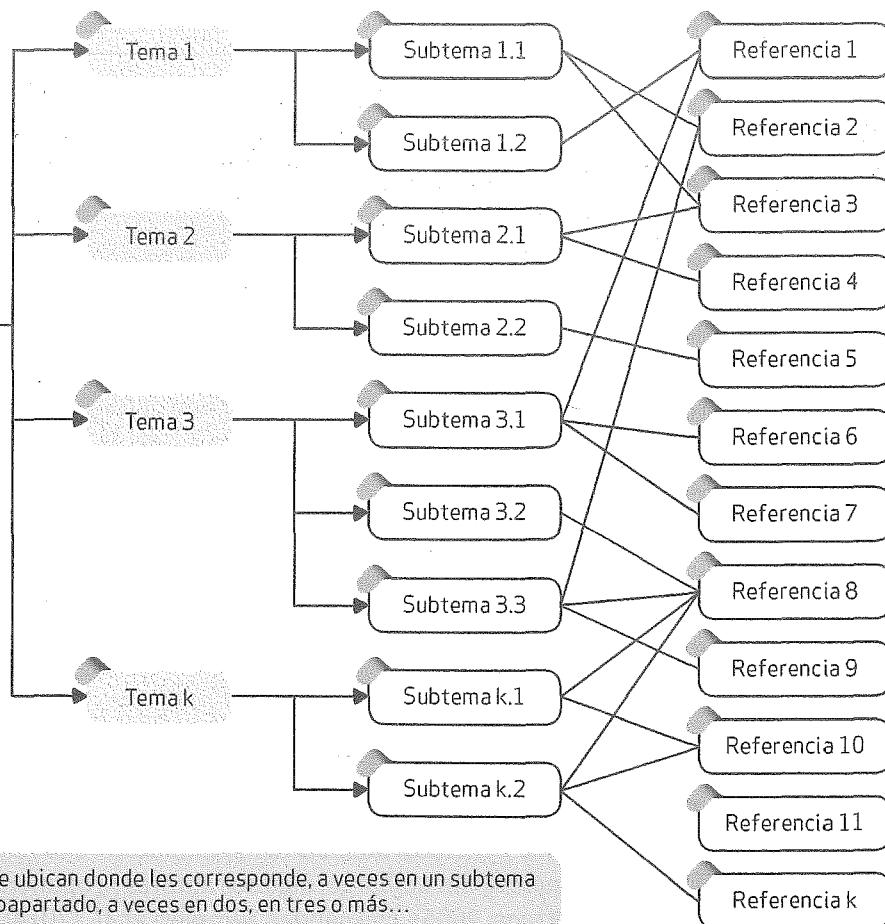
## ¿Qué método seguir para organizar y elaborar el marco teórico?

Una vez que extrajiste de las referencias la información pertinente y de acuerdo con el panorama con el que te encontraste, siguiendo el planteamiento del problema de tu investigación, podrás empezar a elaborar el marco teórico, el cual se basará en la integración de la información recopilada. Un paso previo consiste en ordenar la información según uno o varios criterios lógicos y adecuados al tema de la investigación. Algunas veces se ordena cronológicamente; otras, por subtemas o por teorías, etcétera.

Al nivel de los cursos introductorios, se recomienda el método por índices para elaborar el marco teórico (vertebrado a partir de un índice general). Se desarrolla, en primer lugar, un índice tentativo general del marco y se va perfeccionando hasta que sea sumamente específico. Luego, se escribe y se coloca la información o contenido de las referencias en el lugar correspondiente del esquema. A esta operación puede denominársele “vertebrar” el marco o perspectiva teórica.

Es importante insistir en que el marco teórico no es un tratado de todo lo que tenga relación con el tema general de la investigación, sino que se debe limitar a los antecedentes del planteamiento específico del estudio. Si se refiere al efecto del fuego en las propiedades mecánicas residuales y el rendimiento estructural de vigas de concreto reforzado, la literatura que se revise y se incluya deberá tener relación con el tema; no sería práctico incluir apartados como: “la historia del fuego”, “la mecánica”, “la forma en que se genera el concreto reforzado”, etcétera.

El proceso de “vertebrar” el marco teórico en un índice puede representarse con el siguiente esquema (figura 5. 4).



Las referencias se ubican donde les corresponde, a veces en un subtema o subapartado, a veces en dos, en tres o más...

Figura 5. 4 Índice del marco teórico y ubicación de referencias.

De esta forma se completan los apartados (temas y subtemas) con contenidos extraídos de las referencias pertinentes para cada uno, aunque primero se estructura el índice (la columna vertebral). A continuación se muestra un ejemplo:

### EJEMPLO DE UN ÍNDICE “VERTEBRADO”

Si se plantea la investigación sobre el efecto del fuego en las propiedades mecánicas residuales y el rendimiento estructural de vigas de concreto, después de revisar la literatura se encontrarían diversos temas: 1) características físicas del concreto reforzado, 2) resistencia al fuego de este material, 3) la resistencia al corte, 4) el módulo elástico, etcétera.

Entonces, estos serían los temas y cada uno se ramificaría en subtemas y así sucesivamente, hasta quedar el índice como se muestra a continuación:

### El efecto del fuego en las propiedades mecánicas residuales y el rendimiento estructural de vigas de concreto reforzado

1. Introducción
2. Características físicas del concreto reforzado
  - 2.1 Conductividad térmica
  - 2.2 Capacidad calorífica

- 2.3 Esfuerzo y deformación
- 2.4 Fatiga
- 2.5 Módulos elásticos
- 3. Resistencia al fuego del concreto reforzado
  - 3.1 Momento de flexión residual
    - 3.1.1 Análisis estructural
    - 3.1.2 Análisis térmico
  - 3.2 Resistencia al corte
    - 3.2.1 Comportamiento y modos de falla
    - 3.2.2 Mecanismos de falla por cortante
  - 3.3 Módulo elástico efectivo posterior a la exposición al fuego

Al terminar de compilar el índice, se revisa si está completo, si le faltan apartados o le sobran. Posteriormente, buscamos referencias pertinentes para elaborar el marco teórico. En este punto se integran las referencias donde les corresponde. Sin embargo, si vemos que el estudio puede ser muy extenso, se puede tomar la decisión de especificar más y acotar el problema.



## ¿Cuántas referencias deben usarse para el marco teórico?

El número de referencias del marco teórico depende del planteamiento del problema, el tipo de reporte y el área en que nos situemos, además del presupuesto. Por lo tanto, no hay una respuesta exacta ni mucho menos. Sin embargo, algunos autores proponen una cifra de alrededor de 30 referencias (Mertens, 2005). Hernández Sampieri *et al.* (2014) analizaron varias tesis y dissertaciones, así como artículos de revistas académicas en Estados Unidos y México, y consultaron a varios profesores iberoamericanos, y encontraron los siguientes parámetros: en una investigación de bachillerato o licenciatura para una asignatura, el número puede variar entre 10 y 25; en una tesina, entre 20 y 30, en una tesis de licenciatura, entre 25 y 35. Con todo, deben ser referencias directamente vinculadas con el planteamiento del problema, es decir, se excluyen las fuentes primarias que mencionan indirectamente o de forma periférica el planteamiento, las que no recolectan ni se fundamentan en datos (que son simples opiniones de un individuo).

## EJEMPLOS DESARROLLADOS

### Índices del marco teórico de los ejemplos desarrollados

#### La pareja ideal

1. Contexto de los jóvenes universitarios
2. Estructura y función de los ideales en las relaciones de noviazgo
3. Causas de las relaciones exitosas y el concepto de pareja ideal
4. Teorías sobre las relaciones de noviazgo.
  - 4.1 Teoría sociocognitiva
  - 4.2 Constructos para el conocimiento de las relaciones relevantes de pareja

- 4.2.1 El individuo
- 4.2.2 La pareja
- 4.2.3 La relación
- 4.3 Dimensiones para evaluar las relaciones de pareja
  - 4.3.1 Superficiales e íntimas
  - 4.3.2 Románticas-tradicionales y no tradicionales
- 5. Teoría evolucionista
  - 5.1 Dimensiones de la pareja ideal
  - 5.2 Relaciones cercanas o íntimas
    - 5.2.1 Atractivo físico y social

## Introducción de un sistema de gestión de la calidad

1. La gestión de la calidad
  - 1.1 Definiciones de calidad
  - 1.2 Dimensiones básicas de la calidad
  - 1.3 Aseguramiento y control de la calidad
  - 1.4 Proceso de gestión de la calidad
    - 1.4.1 Planeación de la calidad
    - 1.4.2 Organización de la calidad
    - 1.4.3 Implantación de la calidad
    - 1.4.4 Evaluación de la calidad
2. Modelos de la gestión de la calidad
  - 2.1 Modelo de Deming
  - 2.2 Modelo de Malcolm Baldridge
  - 2.3 Modelo Europeo de Excelencia
  - 2.4 Modelo Shingo Prize
  - 2.5 Modelo Iberoamericano de Excelencia en la Gestión
  - 2.6 Variables que forman los modelos y que tienen que ver con la gestión de la calidad en gasolineras
3. Franquicias de servicio PEMEX
  - 3.1 Características
  - 3.2 Parámetros de operación
  - 3.3 Ventas
4. Certificaciones QUALI ISO para estaciones gasolineras mexicanas
  - 4.1 Certificación del producto
  - 4.2 Certificación de la gestión
  - 4.3 Normas ISO
    - 4.3.1 Definición de la norma ISO 9000
    - 4.3.2 Estructura ISO
    - 4.3.3 Norma ISO 9001:2008.
    - 4.3.4 Implantación y certificación de la norma ISO 9001 para estaciones de servicio
5. Estudios de calidad y productividad de gasolineras en relación con las ventas

## Reducción del consumo de energía

1. Antecedentes
2. Consumo de energía en edificios en Europa
3. Consumo de energía en hospitales
4. Técnicas de ahorro de energía en edificios
  - 4.1 Técnicas para el ahorro de energía de los sistemas de luz artificial
  - 4.2 Análisis de controladores difusos
  - 4.3 Aplicación de los controladores difusos en diferentes sistemas de luz artificial

## Colonias de abejas productoras de miel

1. Características de las abejas melíferas (*Apis mellifera L.*)

- 1.1 Subespecies de las abejas melíferas
- 1.2 Biología y ciclo de vida de las abejas melíferas
- 1.3 Alimentación de las abejas melíferas
- 1.4 Producción de las abejas melíferas
2. Relación entre el paisaje y la apicultura
  - 2.1 Prácticas comunes en la apicultura en relación con el paisaje y la ubicación de las colonias de abejas melíferas
  - 2.2 Estudios exploratorios sobre la relación del paisaje y las colonias de abejas melíferas
  - 2.3 Análisis del paisaje

## Perfil de egreso de los ingenieros esperados en la industria

1. Contexto de las facultades y escuelas de ingenierías manufactureras en México
2. Contexto de los ingenieros del sector manufacturero en México
3. Conocimientos técnicos desarrollados en los programas de estudio
  - 3.1 Definición de conocimientos técnicos en el campo de ingenierías
  - 3.2 Tipos de conocimientos técnicos
4. Competencias "suaves" desarrolladas en los programas de estudio
  - 4.1 Definición de competencias "suaves" en el campo de ingenierías
  - 4.2 Tipos de competencias "suaves" en el campo de ingenierías
5. Actitudes y habilidades hacia el trabajo de los ingenieros manufactureros

## Trayectoria de las emprendedoras en México

1. Contexto de las pequeñas empresas en crecimiento (PEC) en México
  - 1.1 Definición de las PEC
  - 1.2 Características de las PEC
  - 1.3 Progreso de las PEC en los últimos 10 años en México
2. Evolución femenina en el emprendimiento
  - 2.1 Tendencias mundiales del emprendimiento femenino en los últimos 10 años
3. Factores que influyen en el emprendimiento femenino
  - 3.1 Organismos públicos y privados que apoyan el emprendimiento
  - 3.2 Desarrollo de liderazgo, actitud y habilidades
4. Factores que obstaculizan el emprendimiento femenino
  - 4.1 Discriminación: división de igualdad de géneros
  - 4.2 Segmentación por género

## EJERCICIOS

1. Retoma la idea y planteamiento que elegiste en los ejercicios de los capítulos anteriores y busca literatura relevante y actual para conocer qué es lo que se ha investigado acerca de ese tema. Selecciona los 10 artículos, libros, capítulos de libros o informes más importantes y haz la lista de referencias de esas fuentes.
2. De las 10 fuentes de la lista anterior, explora la información y plantea cómo sería el índice tentativo para el apartado de revisión de la literatura.
3. Haz un video de un minuto en el que presentes criterios y sugerencias para identificar fuentes de información válidas, actuales, relevantes y confiables.

## ¿QUÉ APRENDÍ?

1. Toma el siguiente objetivo de investigación y localiza cinco referencias de diferentes tipos de publicación (medios electrónicos, audiovisuales, libros, tesis, etc.) que consideres importantes, con fecha de publicación de no más de cinco años y que se refieran al problema planteado. Despues, llena los datos que se piden en la tabla.

**Objetivo de investigación:** Determinar los factores que inciden en la motivación de los trabajadores de las pequeñas empresas que se dedican a la orfebrería en el municipio de El Oro, Estado de México.

| Apellido paterno de los autores consultados | Año de publicación | Tres temas principales identificados en la referencia relacionados con el objetivo |
|---------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.                                          |                    | 1.<br>2.<br>3.                                                                     |
| 2.                                          |                    | 1.<br>2.<br>3.                                                                     |
| 3.                                          |                    | 1.<br>2.<br>3.                                                                     |
| 4.                                          |                    | 1.<br>2.<br>3.                                                                     |
| 5.                                          |                    | 1.<br>2.<br>3.                                                                     |

2. En equipo de trabajo, completa la siguiente lista de cotejo con criterios que te indicarán si hicieron o no una revisión adecuada de la literatura; en cada uno, marca con una X lo que corresponda.

| Criterio                                                                                                                                   | Sí | No |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
| 1. Acudimos a un par de bancos de datos o referencias, ya sea de consulta manual o por computadora, de una antigüedad máxima de cinco años |    |    |
| 2. Buscamos en directorios, motores de búsqueda y espacios en internet (por lo menos tres)                                                 |    |    |
| 3. Consultamos como mínimo dos revistas científicas (de una antigüedad máxima de cinco años) que suelen tratar el tema de interés          |    |    |

| Criterio                                                                                                                                                                                                                          | Sí | No |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
| 4. Consultamos en algún repositorio de tesis sobre el tema de interés                                                                                                                                                             |    |    |
| 5. Buscamos libros sobre el tema en al menos dos buenas bibliotecas físicas o virtuales                                                                                                                                           |    |    |
| 6. Consultamos a nuestro profesor y a otras personas que sabían del tema                                                                                                                                                          |    |    |
| 7. Si no descubrimos referencias en bancos de datos, bibliotecas, hemerotecas, videotecas y filmotecas, ¿contactamos a alguna asociación científica del área en la cual se encuentra enmarcado nuestro problema de investigación? |    |    |

3. Consulta en internet y elabora un índice de marco teórico para el siguiente objetivo de investigación: Conocer las causas del elevado número anual de rechazos de flechas de un modelo automotriz en la planta Z. Luego, intercambia ese índice con el de un compañero de clase y evalúalo de acuerdo con los criterios vistos en clase. ¿Es mejor que el que tú elaboraste? ¿Por qué?
4. En la tabla que se encuentra a continuación, evalúa tu actitud durante las actividades de aprendizaje de este capítulo con la siguiente escala: 0 = nunca; 1 = pocas veces; 2 = generalmente; 3 = siempre.

Instrucciones: Indica con qué frecuencia realizaste las actividades.  
Encierra en un círculo el número que corresponda:

|                                                                                                                    |   |   |   |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|
| 1. Participé activamente en clase y expuse mis dudas y mis puntos de vista a mis compañeros y profesor.            | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 2. Realicé las actividades de aprendizaje diseñadas para trabajar dentro del aula.                                 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 3. Realicé las actividades de aprendizaje diseñadas para trabajar fuera del aula.                                  | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 4. Compartí mi tiempo, mis ideas y experiencias con mis compañeros de equipo al realizar las actividades en grupo. | 3 | 2 | 1 | 0 |

## ¿HAY MÁS?

- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (2013). Referentes teóricos ¿para qué? Recuperado de: <http://www.conacyt.gob.mx/posgrados/index.php/cursos-en-linea/construye-tu-proyecto?showall=&start=3>
- Consorcio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica (Conricyt, 2012). Acervo editorial. Recuperado de <http://www.conricyt.mx/acervo-editorial/recursos>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a. ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.
- Hernández, R., Méndez, S. y Mendoza, C.P. (2014). *Online Learning Center*. Recuperado de [http://nove.lila.mhhe.com/sites/000001251x/information\\_center\\_view0/](http://nove.lila.mhhe.com/sites/000001251x/information_center_view0/)
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (2012). *IEEE standards style manual*. Recuperado de <https://development.standards.ieee.org/myproject/Public/mytools/draft/styleman.pdf>
- Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (2012). *Buscar y seleccionar fuentes*. Recuperado de [http://sitios.ruv.itesm.mx/portales/crea/buscar/que/revision\\_zotero.htm](http://sitios.ruv.itesm.mx/portales/crea/buscar/que/revision_zotero.htm)
- Rosenzweig, R. (2016). *Zotero*. Recuperado de <https://www.zotero.org/>
- Turner, A. (2009). *English solutions for engineering and sciences research writing: A guide for English learners to publish in international journals*. Recuperado de <http://www.hanyangowl.org/media/textbook/engsciresearchwritingbook.pdf>
- Universidad de Celaya [UniCelaya] (2013, junio 06). Dr. Roberto Hernández Sampieri. El Marco Teórico. [Video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=TH9YF3Y2GDE>

## GLOSARIO

**Desarrollo de la perspectiva teórica** Sustentar teóricamente el estudio, una vez que ya se ha planteado el problema de investigación.

**Generalizaciones empíricas** Proposiciones que han sido comprobadas en la mayor parte de las investigaciones realizadas (constituyen la base de lo que serán las hipótesis que se someterán a prueba).

**Método de vertebración para desarrollar el marco teórico** Consiste en elaborar el marco teórico a partir de índices con temas generales y subtemas específicos.

**Palabras clave** Términos con los cuales iniciamos la búsqueda de referencias. En la mayoría de los artículos de revistas es común incluir las palabras clave al inicio o al final.

**Revisión de la literatura** Consiste en detectar, consultar y obtener libros, artículos, informes y otros materiales útiles para los propósitos del estudio, de los cuales se extrae y recopila información relevante y necesaria para el problema de investigación.

**Teoría** Conjunto de proposiciones interrelacionadas, capaces de explicar por qué y cómo ocurre un fenómeno.

# Definición del alcance de la investigación y formulación de la hipótesis del estudio

## ¿QUÉ VAS A LOGRAR?

Después de analizar los contenidos de esta sección y de hacer la revisión bibliográfica, podrás determinar el alcance del estudio que estás realizando en equipo y expondrás, a tu grupo y profesor, el avance del proyecto (planteamiento del problema, vertebración del índice de tu marco teórico y alcance).

A continuación, hay que redactar la hipótesis de tu investigación. Identificarás sus variables y las definirás teniendo en cuenta los criterios y apoyos teóricos de este capítulo.

## ¿QUÉ SABES ACERCA DE...?

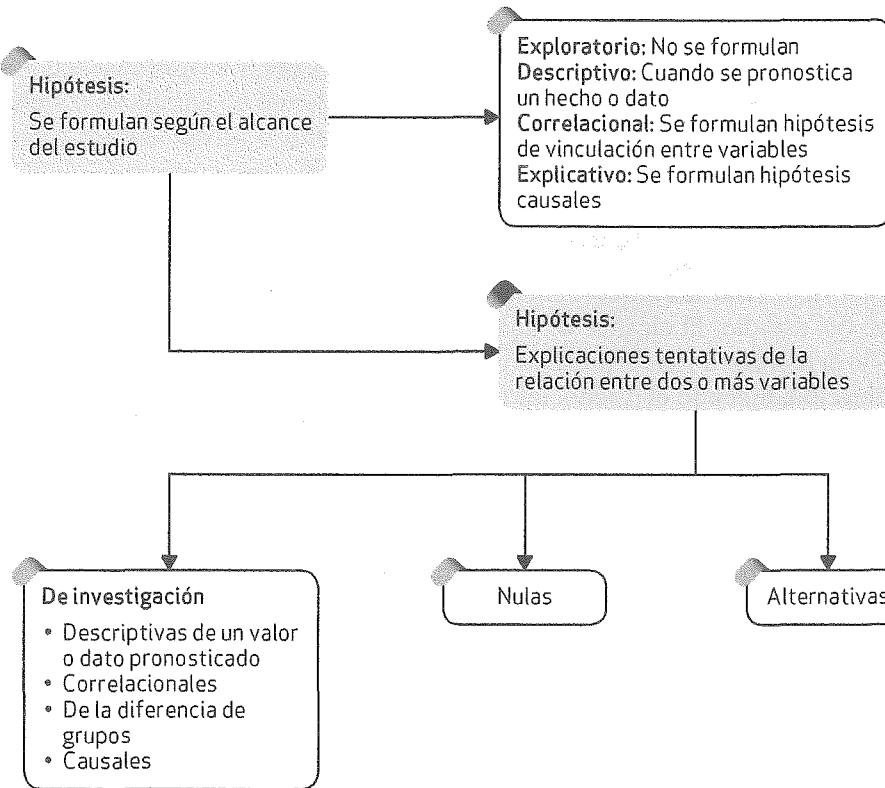
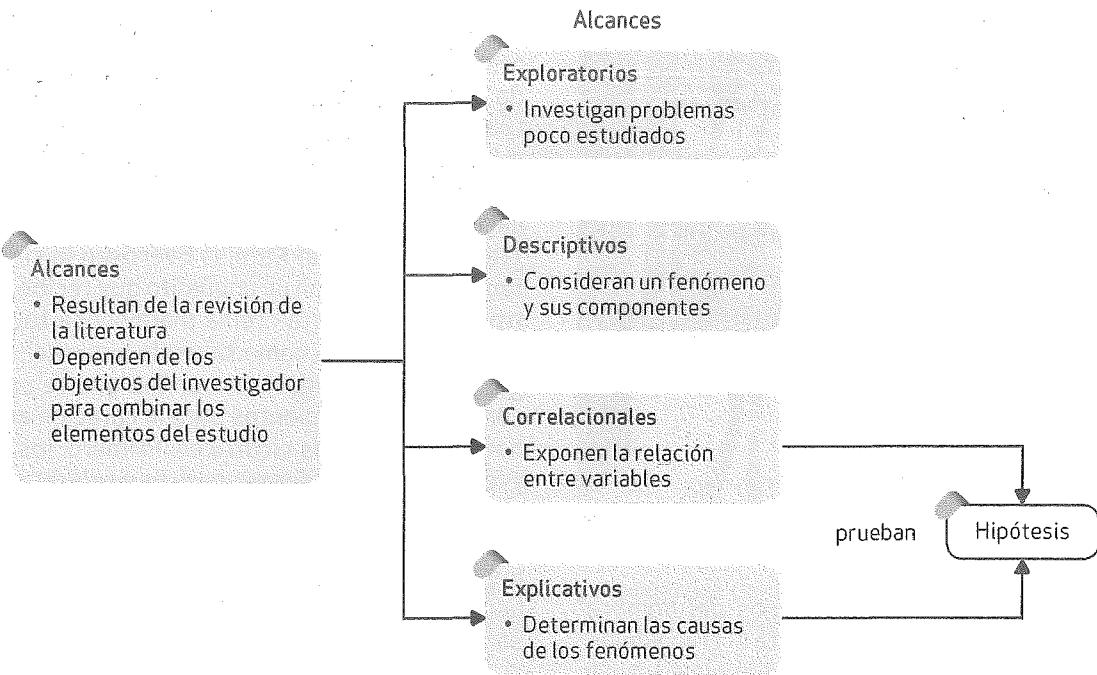
Comenta con tu profesor y con tus compañeros de clase:

1. ¿Qué significa el *alcance* de una investigación o estudio?
2. ¿Las investigaciones que explican un fenómeno son más importantes que las que únicamente lo describen? ¿Por qué?
3. Anota cinco palabras que relacionen con el término “hipótesis”.
4. ¿Cuálquier suposición puede llamarse hipótesis *científica*? ¿Por qué?
5. ¿Para realizar una investigación necesariamente se tienen que plantear hipótesis? ¿Por qué?
6. ¿Las hipótesis son útiles solo si se comprueban? ¿Por qué?

## ¿QUÉ TE VAS A LLEVAR?



Capacidad crítica y autocrítica, capacidad de análisis, síntesis y abstracción, capacidad para identificar, plantear y resolver problemas, capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica, habilidades de investigación.



## ¿TE INTERESA?



Las películas de la saga de *Los juegos del hambre*<sup>®</sup> presentan un futuro en el que contrasta el gran adelanto tecnológico y científico en el Capitolio y la situación precaria en los distritos más alejados.

Pero, aunque es una película de ciencia ficción, la ciencia detrás de *Los juegos del hambre*, como de

otras películas de este género, puede estar inspirada en posibilidades reales de avances científicos actuales o muy próximos (como el filme de 1902 *Viaje a la Luna*, del director francés Georges Méliès). Por ejemplo, cuando Cato hiere de gravedad a Peeta Mellark en la pierna y él se cubre de lodo y se esconde, ¿te acuerdas cómo Katniss Everdeen lo cura casi instantáneamente con un ungüento que recibe de sus "patrocinadores"? Esta crema maravillosa todavía no ha sido desarrollada como tal en la vida real; sin embargo, ya hay investigaciones en las que se experimenta con nuevos tratamientos para la curación avanzada de heridas con menos cicatrices. Primero, los científicos y los laboratorios farmacéuticos exploraron y analizaron los tratamientos existentes, y después los pusieron a prueba.<sup>1</sup> Midieron sus resultados identificando los componentes que mejoran la cicatrización de las heridas. Estos trabajos se encuentran todavía en desarrollo, y se basan en hipótesis como las siguientes:

"El tratamiento X mejora la apariencia de una cicatriz después de una cirugía menor".

"El tratamiento X es aceptablemente tolerado por pacientes después de una cirugía menor".

## ¿Qué son los alcances de investigación?

Al terminar de revisar los antecedentes y de elaborar el marco teórico, conviene visualizar el alcance del estudio. El alcance es una especie de "pivote" entre lo que encontraste en la revisión de la literatura y la formulación de la hipótesis. Del alcance dependerá tu estrategia de investigación, incluido el diseño, los procedimientos y otros elementos.

Los alcances son cuatro: exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo, pero en la práctica, cualquier investigación puede incluir elementos de uno o varios. Más que ser una clasificación, constituyen un continuo de "causalidad" que puede tener un estudio, como se muestra en la figura 6.1.

Los estudios *exploratorios* sirven para preparar el terreno y, por lo común, anteceden a investigaciones con alcances *descriptivos*, *correlacionales* o *explicativos*. Los estudios *descriptivos*, por lo general, son la base de las investigaciones *correlacionales*, las cuales a su vez proporcionan información para llevar a cabo estudios *explicativos*, que ahondan en el entendimiento de su tema y que están muy estructurados. Las investigaciones que se realizan en un campo de conocimiento pueden incluir diferentes alcances en las distintas etapas. Es

<sup>1</sup> Occlleston, N. L. *et al.* (2010). Therapeutic Improvement of Scarring: Mechanisms of Scarless and Scar-Forming Healing and Approaches to the Discovery of New Treatments, en *Dermatology Research and Practice*, 2010. doi: 10.1155/2010/405262.

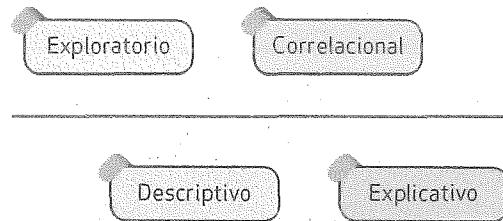


Figura 6.1 Alcances de los estudios.

possible que una investigación se inicie como exploratoria, después puede ser descriptiva y correlacional, y terminar como explicativa.

¿De qué depende que nuestro estudio se inicie como exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo?

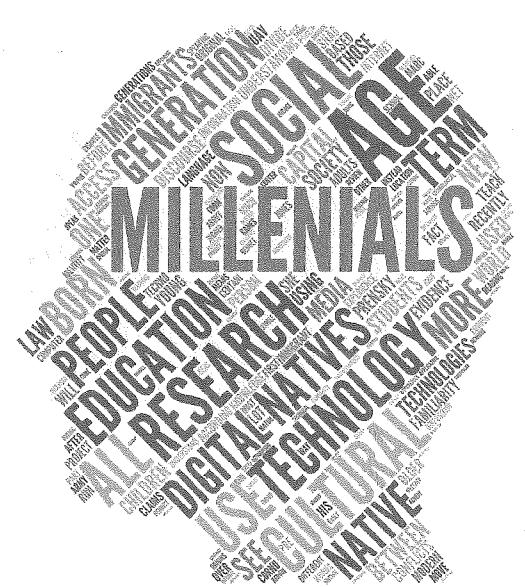
No es fácil saber qué alcance debe tener nuestro estudio, pero podemos decir que básicamente depende de dos factores: el estado del conocimiento sobre el problema de investigación, mostrado por la revisión de la literatura, y de la perspectiva que pretendas dar al estudio.

¿En qué consisten los estudios exploratorios?

Los *estudios exploratorios* se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o que no se ha abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que tan solo hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio, o bien, si queremos indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas.

Es el caso de investigadores que pretendieran analizar fenómenos desconocidos o novedosos: la existencia de agua en estado líquido en Marte; la posibilidad de ofrecer internet desde el espacio a través de un satélite; la manipulación genética de bovinos, cabras y ovejas para conseguir expresar en su leche una gran variedad de proteínas de muy compleja síntesis; la prueba de nanodispositivos médicos que trabajen en el sistema inmunológico para localizar y destruir virus y bacterias; la forma en que ven y viven la vida los *millenials* o la próxima generación, denominada Z; los hábitos de consumo de “los nuevos jóvenes” (personas que tienen de 65 años en adelante); las consecuencias de un nuevo acuerdo transpacífico de cooperación económica. Todos son hechos que propician una gran cantidad de investigaciones exploratorias.

Los estudios exploratorios sirven para familiarizarnos con problemas que no se conocen o de los cuales se sabe poco, obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa respecto de un contexto particular, indagar nuevos problemas, identificar conceptos o variables promisorias, establecer prioridades para investigaciones futuras o proponer afirmaciones y postulados.



• Un fenómeno novedoso a ser estudiado sería cómo conciben la vida los *millenials* o la próxima generación.

## EJEMPLOS

### De estudios exploratorios

En 2015 se concedió el Premio Nobel de Física al japonés Takaaki Kajita y al canadiense Arthur B. McDonald, que descubrieron que los neutrinos, unas partículas subatómicas, contaban con masa. Este hallazgo podría cambiar la comprensión del funcionamiento más profundo de la materia e incluso ser crucial para la visión actual que se tiene del universo. Por ejemplo, podría producirse energía nuclear más avanzada.

Como se observa en el ejemplo, en pocas ocasiones los *estudios exploratorios* constituyen un fin en sí mismos, sino que generalmente determinan tendencias, identifican áreas, ambientes, contextos y situaciones para examinar relaciones potenciales entre variables; o establecen el tono de investigaciones posteriores más elaboradas y rigurosas. Estos estudios se caracterizan por tener un método más flexible y son más amplios y dispersos. Asimismo, implican un mayor riesgo y requieren gran paciencia, serenidad y receptividad por parte del investigador.



### ¿En qué consisten los estudios descriptivos?

Con los *estudios descriptivos* se busca especificar las propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, miden o recolectan datos sobre diversos conceptos (variables), aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno que se investiga. En un estudio descriptivo, el investigador selecciona una serie de cuestiones (que denominamos variables) y después recaba información sobre cada una para representar lo que se investiga (describirlo).



- Los censos nacionales tienen como fin determinar cómo se compone la población de un país en distintos aspectos.

Un censo nacional de población es un estudio descriptivo cuyo propósito es medir una serie de conceptos en un país y momento específicos, como por ejemplo: aspectos de la vivienda (particular o colectiva, tamaño en metros cuadrados, número de pisos y habitaciones, materiales usados en su construcción, si cuenta o no con energía eléctrica y agua entubada, combustible utilizado, tenencia o propiedad de la vivienda, equipamiento, ubicación), información sobre los ocupantes (número, medios de comunicación de que disponen y edad, género, bienes, ingreso, alimentación, lugar de nacimiento, idioma o lengua, religión, escolaridad, ocupación) y otras dimensiones que se consideren relevantes para el censo.

## EJEMPLOS

### De estudios descriptivos

- Un estudio sobre qué tan eficientes y vulnerables son ciertas zonas de cultivo (unidades de riego)<sup>2</sup> en un municipio durante un ciclo agrícola, considerando el área

<sup>2</sup> Áreas geográficas destinadas a la agricultura que cuentan con infraestructura y sistemas de riego de tamaño variable (Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, 2012; Gobierno de Navarra, 2006).

sembrada, el cultivo base (el que tradicionalmente ocupa mayor superficie), otros cultivos principales que se siembran, el rendimiento medio, el volumen cosechado (toneladas), el precio promedio por tonelada, el valor bruto de la producción y la evapotranspiración de los cultivos, así como la eficiencia monetaria en el uso del agua. Simplemente se describen a las unidades de riego en función de las variables mencionadas.

- Una investigación que describiera las empresas de cierta provincia o estado de un sector en particular (por ejemplo, el sector automotriz en Celaya, Guanajuato, México): ¿cuántas son?, ¿qué productos fabrican?, ¿qué procesos realizan?, ¿cuántas personas laboran en ellas?, ¿cuáles son sus cifras de exportación? Sin embargo, el investigador *no* pretende analizar si las empresas con tecnología más automatizada son las más complejas (relacionar tecnología con complejidad) ni decirnos si la capacidad de innovación es mayor en las empresas menos centralizadas (correlacionar capacidad de innovación con centralización).

Los estudios descriptivos son útiles para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación.

En estos estudios, el investigador debe ser capaz de definir, o al menos visualizar, qué medirá (qué conceptos, variables, componentes, etc.) y sobre qué o quiénes recolectará los datos (personas, grupos, comunidades, objetos, animales, hechos, empresas). Por ejemplo, si vamos a medir variables en industrias, es necesario indicar en qué tipos (textil, metal-mecánica, agrícola, automotriz). Si vamos a recolectar datos sobre materiales pétreos, debemos señalar de qué tipos. La descripción puede ser más o menos profunda, aunque en cualquier caso se basa en la medición de uno o más atributos del fenómeno de interés.

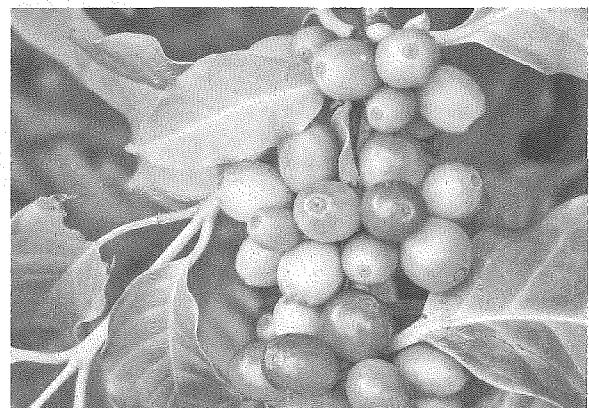
## ¿En qué consisten los estudios correlacionales?



Se emprenden *estudios correlacionales* para conocer la relación o grado de asociación entre dos o más conceptos, categorías o variables en determinado contexto.

Así, los estudios correlacionales pretenden responder a preguntas de investigación como las siguientes: ¿se vincula el clima organizacional con la disposición hacia el aprendizaje en las empresas de determinada región?, ¿la constante exposición al riesgo está asociada a su percepción en los trabajadores de la industria minera peruana?, ¿el sobrepeso de adultos mayores está relacionado con una mayor probabilidad de padecer enfermedades cardíacas?, ¿los campesinos que adoptan más rápidamente una innovación poseen mayor nivel educativo que los campesinos que la adoptan después?, ¿el uso de biofungicidas orgánicos se encuentra correlacionado con una mejora en el proceso de cultivo respecto a la aplicación de pesticidas convencionales? (¿ofrece mayores rendimientos, produce frutos de mayor calidad?).

En ocasiones, solo se analiza la relación entre dos conceptos o variables, pero con frecuencia se ubican en el estudio vinculaciones entre tres, cuatro o más variables. Los estudios correlacionales, al evaluar el grado de asociación entre las variables, miden cada una (presuntamente relacionadas) y después cuantifican y analizan la vinculación.



## EJEMPLOS

### De estudios correlacionales

- Una investigación que analice si las mujeres tienen o no un menor riesgo que los hombres de padecer enfermedades cardiovasculares.
- Un estudio para determinar si el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) se encuentra asociado a la rentabilidad de las PyMEs del sector textil (en un país determinado).

La utilidad principal de los estudios correlacionales es saber cómo se puede comportar un concepto o una variable al conocer el comportamiento de otras variables vinculadas.

Las correlaciones pueden ser positivas (directamente proporcionales) o negativas (inversamente proporcionales). Si es positiva, significa que los casos que muestren altos valores en una variable tenderán también a manifestar valores elevados en la otra variable. Si es negativa, casos con valores elevados en una variable tenderán a mostrar valores bajos en la otra.

### ¿En qué consisten los estudios explicativos?

Los *estudios explicativos* son más que la descripción de conceptos o fenómenos o el establecimiento de relaciones entre variables; más bien, están diseñados para determinar las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables.

## EJEMPLOS

### De estudios explicativos

- Una investigación para analizar las causas por las que ocurrió un accidente aéreo.
- Un estudio que explique el efecto que tiene el consumo de algún alimento adicionado con linaza (como la gelatina) en la disminución de la acidez estomacal.



- Un ejemplo explicativo sería analizar las causas que ocasionaron un accidente aéreo.
- Una investigación sobre cómo un factor genético específico aumenta el riesgo de padecer cierta enfermedad en la edad adulta (por ejemplo, un gen que predisponga a la diabetes mellitus tipo 2 o a un tipo de cáncer).

# ¿Una misma investigación puede incluir diferentes alcances?



Algunas veces una investigación puede caracterizarse como exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa, pero no situarse únicamente como tal. Esto es, aunque un estudio sea en esencia exploratorio, tendrá elementos descriptivos; o bien, un estudio correlacional incluirá componentes descriptivos, y lo mismo ocurre con los demás alcances.

Asimismo, debemos recordar que es posible que una investigación se inicie como exploratoria o descriptiva y después llegue a ser correlacional y aun explicativa, según se verá en el ejemplo que sigue.

## EJEMPLO

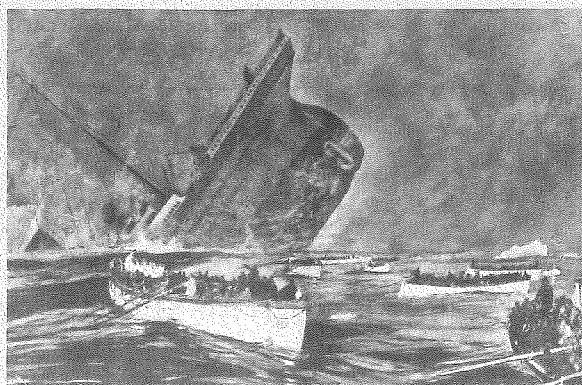
### El hundimiento del *Titanic*

Como sabes, hace más de un siglo, el 10 de abril de 1912, el enorme buque de vapor, bautizado como *Titanic*, inició su viaje inaugural partiendo desde Southampton (Inglaterra) con destino final a Nueva York (Estados Unidos). Cuatro días más tarde, aproximadamente a las 23:40 del 14 de abril, el buque chocó con un *iceberg* al sur de las costas de Terranova y se hundió a las 2:20 de la mañana del 15 de abril. Murieron 1 517 personas y fue uno de los desastres marítimos más terribles en la historia (Davenport-Hines, 2012; Pontes, 2012; Titanic Inquiry Project, 2012).

Los primeros estudios de las causas del hundimiento fueron *exploratorios* y se basaron en entrevistas a supervivientes (entre ellos, la tripulación) y los registros de las llamadas de auxilio en clave, así como documentos que se pudieron recuperar. El 17 de abril de 1912, la White Star Line (línea propietaria del buque) fletó un barco, el *Mackay-Bennett*, que zarpó de Halifax para explorar la zona del desastre e intentar recuperar algunos cuerpos (Eaton y Haas, 2011).

Se llevaron a cabo las investigaciones iniciales a cargo del Senado estadounidense y el Consejo Británico de Investigaciones Comerciales (Titanic Inquiry Project, 2012), que implicaron transcribir todos los testimonios de los testigos.

Los investigadores debieron comenzar con un alcance *exploratorio*, pues tenían muy pocos antecedentes y poseían escasa información, además de que el *Titanic* estaba hundido y no se sabía con exactitud dónde, ni se disponía de la tecnología para llegar a él. Estas indagaciones precursoras sirvieron para *describir* los sucesos (por ejemplo, cuántas personas murieron, de qué nacionalidades y sexo) y *relacionaron* variables (por ejemplo, la falta de botes salvavidas —solamente había lugares para unas 1 176 personas— y el número de muertos). Se concluyó, en términos generales, que la causa había sido el choque con el *iceberg* (*explicativo*). También que no se redujo la velocidad



- Al analizar el hundimiento del *Titanic*, se llevaron a cabo estudios exploratorio y explicativo para explicar la tragedia.

ni se llevó una reunión entre los oficiales para considerar las advertencias. Asimismo, en el puesto de observación había solamente dos vigías. Se aclaró que no había neblina y que no hubo succión o aspiración de la nave (Titanic Inquiry Project, 2012).

Desde luego, surgieron diversas hipótesis sobre otras causas (por ejemplo, que el enorme barco de 46 328 toneladas tenía problemas estructurales; que el acero empleado en su construcción, como en la mayoría de las embarcaciones de la época, poseía impurezas, lo cual provocaba que este material se hiciera quebradizo y, por ende, menos resistente a posibles impactos; que las aguas del Atlántico Norte estaban más frías de lo normal para esa época del año, hecho que también afectó la resistencia del acero) (Titanic Inquiry Project, 2012). Así transcurrieron más de siete décadas.

En 1985 se organizó una expedición submarina para localizar al *Titanic*, patrocinada por la Institución Oceanográfica Woods Hole de Estados Unidos y el Instituto Francés de Oceanografía (Ifremer), dirigida por el doctor Robert D. Ballard. La nave fue encontrada bajo 3 810 metros de agua, a unos 531 kilómetros de la costa de Canadá (Pontes, 2012).

Estudios *explicativos* efectuados a partir de las imágenes submarinas demostraron que el impacto del *iceberg* no cortó las planchas de acero del costado del *Titanic*, sino que simplemente arrancó los remaches que las unían. Al separarse las planchas, se produjo la entrada masiva de agua que causó el hundimiento (Pontes, 2012). Asimismo, se determinó después de varios experimentos que, efectivamente, el acero con el cual se construyó no era tan resistente (particularmente los remaches).

Sin embargo, las *explicaciones* finales y completas sobre las causas del hundimiento y todos los factores que contribuyeron se hicieron después de una serie de estudios encabezados por el cineasta James Cameron, en los cuales diferentes expertos, basándose en la posición de algunos restos (en específico de las dos secciones del doble fondo y de un fragmento de las cubiertas bajo la tercera chimenea) reconstruyeron los últimos momentos del transatlántico combinando información que provenía de los testimonios de los supervivientes con conocimientos de física forense e ingeniería naval. Incluso elaboraron un modelo que es la representación más fiel de lo que ocurrió al *Titanic* (National Geographic, 2012).

El modelo del hundimiento de Cameron indica que el transatlántico se partió sobre el agua desde las cubiertas superiores hasta la quilla (teoría descendente), y es interesante porque se sale un poco de la visión tradicional en dos puntos: el lugar por donde se produce la fractura (adelante de la tercera chimenea) y el ángulo de inclinación que alcanzó antes de partirse (23 grados), intermedio entre los modelos que sostienen que se partió con un ángulo bajo y los que consideran que se partió con un ángulo alto, esto último tal y como el cineasta mostró en su película de 1997 (National Geographic, 2012). En realidad, "no se hundió en sentido vertical".

En 100 años, los estudios sobre el hundimiento del *Titanic* comenzaron como exploratorios y terminaron o concluyeron como causales, con bastante profundidad.

## ¿Cuál de los cuatro alcances es el mejor?

Los cuatro alcances del proceso de la investigación son igualmente válidos e importantes y han contribuido al avance de las ciencias. Cada uno tiene sus objetivos y razón de ser. No debes preocuparte si tu estudio va a ser o iniciarse como exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo; más bien, debes interesarte por hacerlo bien y aportar al conocimiento de un fenómeno.



## ¿Qué son las hipótesis y cuál es su relación con los alcances de investigación?

Las hipótesis son las guías para una investigación o estudio. Indican lo que tratamos de probar y se definen como explicaciones tentativas del fenómeno investigado. Se derivan de una teoría existente, de ahí su relación con los alcances de investigación que, como dijimos, dependen en parte del estado del conocimiento sobre el problema de investigación mostrado por la revisión de la literatura. Las hipótesis deben formularse a manera de proposiciones.

De hecho, estas son respuestas provisionales o suposiciones sobre las preguntas de investigación (Chen, Kingston, Tiemann y Gu, 2010). Las hipótesis representan el centro, la médula o el eje del método deductivo.

## ¿En toda investigación debemos plantear hipótesis?

No, no todas las investigaciones formulan hipótesis. El hecho de que plantees o no hipótesis depende de un factor esencial: el *alcance inicial* de tu estudio. Las investigaciones que establecen hipótesis son *únicamente* aquellas cuyo planteamiento define que su alcance será correlacional o explicativo, o las que tienen un alcance descriptivo, pero que intentan pronosticar una cifra, valor o un hecho. Esto se resume en la tabla 6.1.

● **Tabla 6.1** Formulación de hipótesis dependiendo del alcance de la investigación

| Alcance inicial      | ¿Se formulan o no hipótesis?                                                                                                                                                                   |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Exploratorio         | ✗ No se formulan hipótesis                                                                                                                                                                     |
| Descriptivo          | - Solamente cuando se pronostica un valor (por ejemplo: la tasa de desperdicio, el índice de rotación esperado en un mes determinado, el índice de inflación en un país y periodo específicos) |
| Correlacional        | ✓ Sí se formulan hipótesis correlacionales                                                                                                                                                     |
| Explicativo o causal | ✓ Sí se formulan hipótesis causales                                                                                                                                                            |

## ¿En una investigación cuántas hipótesis se formulan?

En una investigación podemos formular una, dos o varias hipótesis. Esto depende del planteamiento del problema, particularmente del número de preguntas de investigación.

## ¿Las hipótesis son siempre verdaderas?



Las hipótesis no *necesariamente* son verdaderas, pueden o no serlo, y pueden o no comprobarse con datos. Son explicaciones tentativas, no los hechos en sí. Al formularlas, el investigador no está totalmente seguro de que se vayan a demostrar. Una hipótesis es diferente de la afirmación de un hecho o suceso. Si alguien establece la siguiente hipótesis (refiriéndose a una región geográfica específica): "el diseño hidrológico en ingeniería depende del factor estacional", esta puede ser o no comprobada.



● Si alguien establece la hipótesis: "el diseño hidrológico en ingeniería depende del factor estacional", esta puede ser o no comprobada.

En cambio, si una persona sostiene lo anterior basándose en información de los registros hidrológicos en ese país, no establece una hipótesis, sino que afirma un hecho.

En el ámbito de la investigación científica, las hipótesis son proposiciones tentativas acerca de las relaciones entre dos o más variables, y se apoyan en conocimientos organizados y sistematizados. Una vez que se prueba una hipótesis, tiene un impacto en el conocimiento, que puede modificarse y, por consiguiente, es factible que surjan nuevas hipótesis (Williams, 2003).

Las hipótesis pueden ser más o menos generales o precisas, e involucrar a dos o más variables; pero en cualquier caso son solo suposiciones sujetas a comprobación empírica y a verificación en la realidad.

### EJEMPLOS

- “Los procesos de transformación y regeneración de plantas transgénicas producen alteraciones no deseadas en su tamaño, coloración y rendimiento”.
- “A mejor condición física, mayor resistencia del organismo en partidos de futbol”.
- “El índice de cáncer pulmonar es mayor entre los fumadores que entre los no fumadores”.
- “El método de riego superficial es más eficaz que el método de riego subterráneo para la producción de nopal”.

Como se ve, las hipótesis relacionan variables. Observa, por ejemplo, cómo la segunda hipótesis vincula dos variables: “condición física” y “resistencia del organismo en partidos de futbol”.

### ¿Qué son las variables?

Una *variable* es una propiedad o característica de fenómenos, entidades físicas, hechos, personas u otros seres vivos que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse.

Ejemplos de variables son el género, el tamaño de una empresa, la motivación intrínseca hacia el trabajo, el atractivo físico, el aprendizaje de conceptos matemáticos, el tiempo que tarda en manifestarse una enfermedad, la religión, la resistencia de un material, la conductividad eléctrica, la presión arterial, la humedad relativa, el producto interno bruto (PIB), el crecimiento de cierta semilla y el monto de ventas de un producto o servicio.

Tomemos, por ejemplo, la variable *inteligencia*: es posible clasificar a los individuos de acuerdo con su inteligencia, pues varía con las personas.

Las variables adquieren valor para la investigación científica cuando se relacionan con otras variables, es decir, si forman parte de una hipótesis o una teoría.

### ¿De dónde surgen las hipótesis?

Las hipótesis surgen del planteamiento del problema y la revisión de la literatura. Regularmente son las respuestas tentativas a nuestras preguntas de investigación, pero pueden emanar de un postulado de una teoría, del análisis de esta, de generalizaciones empíricas pertinentes a nuestro problema de investigación y de estudios revisados o antecedentes consultados. En la tabla 6.2 se dan ejemplos de hipótesis derivadas de preguntas de investigación.

● Tabla 6.2 Ejemplos de hipótesis surgidas de preguntas de investigación

| Preguntas de investigación                                                                                                                                       | Hipótesis correspondientes                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ¿Cuál de los siguientes medicamentos (A y B) es más efectivo para reducir la presión arterial de pacientes varones de entre 50 y 60 años de la ciudad de Toluca? | "El medicamento A es más efectivo que el medicamento B para disminuir la presión arterial en pacientes varones de entre 50 y 60 años".                                                                                                                                             |
| ¿El clima organizacional tiene efectos en la disposición para aprender de las empresas de la región Laja-Bajío?                                                  | "El clima organizacional afecta la disposición para aprender de las empresas de la región Laja-Bajío".                                                                                                                                                                             |
| ¿Cuáles son las propiedades funcionales de los alimentos acuícolas que se ven afectadas por la concentración de harina de frijol?                                | "El incremento de concentración de la harina de frijol en las dietas tiene efecto sobre el índice de expansión (IE), la densidad aparente (DA), el índice de absorción de agua (IAA), el índice de solubilidad en agua (ISA) y la velocidad de hundimiento (VH) de los alimentos". |

## ¿Qué características debe tener una hipótesis?



1. La hipótesis *debe referirse a una situación "real"*. Solamente se pueden someter a prueba en un contexto específico y definido. Por ejemplo, una hipótesis relativa a una variable relacionada con el cumplimiento de las normas de calidad (digamos, la capacitación) deberá someterse a prueba en una situación real (con la colaboración de organizaciones concretas). En ocasiones, en la misma hipótesis se hace explícita esa realidad (por ejemplo, "los colaboradores de la industria metalmecánica guatemalteca que reciben capacitación sobre las normas de calidad, las aplicarán mejor que los colaboradores que no se capacitan"), y otras veces la realidad se sitúa por medio de explicaciones que acompañan a la hipótesis.
2. *Las variables o términos de la hipótesis deben ser comprensibles, precisos y concretos*. Términos vagos o confusos no tienen cabida en una hipótesis. Así, "calidad", "contaminación ambiental" y "salud de la población" son conceptos generales que deben sustituirse por otros más específicos y concretos (por ejemplo: índice de contaminación del aire o mortalidad de la población).
3. La relación propuesta entre las variables *debe ser clara, lógica y creíble o posible*. Es indispensable que quede clara la forma en que se relacionan las variables, y esta relación no puede ser ilógica. La siguiente hipótesis se encontró en un estudio publicado en 2015: "Las personas que no endulzan su café y prefieren los productos con sabor amargo son más propensas a mostrar signos de psicopatía, narcicismo y sadismo"; pero esta afirmación es inverosímil y no es posible considerarla, pues esos comportamientos son más bien multifactoriales y es poco probable que puedan relacionarse con un aspecto tan relativo como el hábito de endulzar o no una bebida.
4. *Los términos o variables de la hipótesis deben ser observables y medibles, así como la relación planteada entre ellos*, o sea, tener referentes en la realidad. Las hipótesis científicas, al igual que los objetivos y las preguntas de investigación, no incluyen aspectos morales ni cuestiones que no podamos medir. Hipótesis como: "el diablo hace que los malos estudiantes se conviertan en buenos profesionales" o "la libertad de espíritu está relacionada con la voluntad angelical", implican conceptos o relaciones que no poseen referentes empíricos; por tanto, no son útiles como hipótesis para investigar.



● La hipótesis debe referirse a una situación "real".

## ¿Qué tipos de hipótesis se pueden establecer?

Hay diversas formas de clasificar las hipótesis, aunque nos vamos a concentrar en la tipología más común: 1) hipótesis de investigación, 2) hipótesis nulas y 3) hipótesis alternativas.

### ¿Qué son las hipótesis de investigación?

Lo que a lo largo de este capítulo hemos definido como hipótesis, son en particular las hipótesis de investigación (proposiciones tentativas acerca de las posibles relaciones entre dos o más variables). Se les suele simbolizar como  $H_i$  o con números cuando son varias:  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$ , etc., y también se les denomina "hipótesis de trabajo". Todos los ejemplos que hemos visto son de hipótesis de investigación.

A veces las hipótesis plantean relaciones entre variables, sin atribuir una causalidad (tales es el caso de las hipótesis correlacionales); mientras que en otras ocasiones esbozan relaciones de causalidad (hipótesis causales) o diferencia entre grupos, fenómenos o entidades físicas. En la tabla 6.3 se presentan algunos ejemplos.

**Tabla 6.3** Ejemplos de hipótesis de investigación que pronostican un valor, correlacionales, diferencia de grupos y causales.

| Hipótesis                                                                                                                                                                         | Tipo (lo que establecen)                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| "La tasa de desempleo para el segundo trimestre del año próximo en México será de 4.2%".                                                                                          | Descriptiva que pronostica una cifra (variables: "desempleo", personas que no laboran o no tienen empleo, y "tiempo": segundo trimestre del año próximo).                                                                                                       |
| "Quienes logran más altas puntuaciones en el examen de matemáticas tienden a alcanzar las puntuaciones más elevadas en el examen de química".                                     | Correlacional (entre las variables "aprovechamiento en matemáticas" y "aprovechamiento en química", sin atribuir una causalidad).                                                                                                                               |
| "Los docentes del área de Ciencias Básicas del Tecnológico Nacional presentan el síndrome de agotamiento laboral en mayor medida que sus colegas del Departamento de Ingeniería". | De diferencia de grupos (variable en la que se establecen los grupos: "área o departamento"; grupo 1 = docentes del área de Ciencias Básicas, grupo 2 = profesores del Departamento de Ingeniería. Variable de comparación: "síndrome de agotamiento laboral"). |
| "La falta de normas de seguridad en las empresas acereras de Nuevo León provoca accidentes laborales".                                                                            | Causal (una causa, "falta de normas de seguridad", y un efecto, "accidentes laborales").                                                                                                                                                                        |
| "La motivación y la capacitación formal afectan la productividad".                                                                                                                | Causal (dos causas, "motivación" y "capacitación formal", y un efecto, "productividad").                                                                                                                                                                        |



En las *hipótesis causales* a las supuestas *causas* o antecedentes se les conoce como *variables independientes* y a los *efectos o consecuencias* como *variables dependientes*. Únicamente es posible hablar de variables independientes y dependientes cuando se formulan hipótesis causales o hipótesis de la diferencia de grupos (en el ejemplo de la tabla 6.3, pertenecer a determinado departamento o área provoca diferentes valores o puntuaciones en el síndrome de agotamiento laboral).

También debemos considerar a las *variables intervinientes*, que son las que mediatizan o modifican la relación entre las independientes y dependientes. Por ejemplo: "la capacitación en las normas de calidad vigentes en el sector

automotriz, afecta en mayor medida el respeto a los procesos productivos cuando los supervisores están presentes que cuando están ausentes". Así, tenemos una variable independiente ("capacitación en las normas de calidad vigentes") y una dependiente ("respeto a los procesos productivos"), mientras que la variable interviniente es la "presencia de los supervisores durante la capacitación" (presencia o ausencia).

Todas las hipótesis se contextualizan. Es decir, se indica en qué población, contexto o ambiente se someterá a prueba. Por ejemplo: "la motivación y la capacitación formal afectan la productividad" (en empresas mayores de 500 trabajadores que fabrican autopartes, localizadas en la ciudad de Puebla, México).

## ¿Qué son las hipótesis nulas?

Las *hipótesis nulas* son, en cierto modo, el reverso de las hipótesis de investigación. También constituyen proposiciones acerca de la relación entre variables, solo que sirven para refutar o negar lo que afirma su correspondiente hipótesis de investigación. Si la hipótesis de investigación propone: "Los docentes del área de Ciencias Básicas del Tecnológico Nacional presentan el síndrome de agotamiento laboral en mayor medida que sus colegas del Departamento de Ingeniería", la hipótesis nula postularía: "Los docentes del área de Ciencias Básicas del Tecnológico Nacional *no* presentan el síndrome de exhaución por estrés laboral asistencial en mayor medida que sus colegas del Departamento de Ingeniería". Las hipótesis nulas se simbolizan así:  $H_0$ .

Veamos algunos ejemplos de hipótesis nulas en relación con sus hipótesis de investigación.

● Tabla 6.4 Ejemplos de hipótesis nulas con respecto a sus hipótesis de investigación

| Hipótesis de investigación                                                                                                                    | Hipótesis nula (negación de la hipótesis de investigación)                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| "La tasa de desempleo para el segundo trimestre del año próximo en México será de 4.2%".                                                      | "La tasa de desempleo para el segundo trimestre del año próximo en México <i>no</i> será de 4.2%".                                                      |
| "Quienes logran más altas puntuaciones en el examen de matemáticas tienden a alcanzar las puntuaciones más elevadas en el examen de química". | "Quienes logran más altas puntuaciones en el examen de matemáticas <i>no</i> tienden a alcanzar las puntuaciones más elevadas en el examen de química". |
| "A mayor consumo de grasas saturadas se presenta un mayor nivel de colesterol sanguíneo".                                                     | "A mayor consumo de grasas saturadas <i>no</i> se presenta un mayor nivel de colesterol sanguíneo".                                                     |
| "La motivación y la capacitación formal afectan la productividad".                                                                            | "La motivación y la capacitación formal <i>no</i> afectan la productividad".                                                                            |
| "La falta de normas de seguridad en una empresa provoca accidentes laborales".                                                                | "La falta de normas de seguridad en una empresa <i>no</i> provoca accidentes laborales".                                                                |

Al realizar nuestra investigación y obtener los resultados podemos aceptar la hipótesis de investigación y rechazar la hipótesis nula o viceversa.

## ¿Qué son las hipótesis alternativas?

Como su nombre lo indica, son posibilidades alternas ante las hipótesis de investigación y nula: ofrecen otra descripción o explicación distinta. Si la hipótesis de investigación establece: "este automóvil es negro", la nula afirmará: "este automóvil *no* es negro", y podrían formularse una o más hipótesis alternativas: "este automóvil es azul", "este automóvil es verde", "este automóvil es blanco", etc. Cada una constituye una descripción distinta de las que proporcionan las hipótesis de investigación y nula. Las hipótesis alternativas se simbolizan como  $H_a$  y solo

pueden formularse cuando verdaderamente hay otras posibilidades, además de las hipótesis de investigación y nula. De no ser así, no deben establecerse. Veamos un ejemplo.

## EJEMPLO

### De hipótesis alternativa

Si la hipótesis de investigación ( $H_i$ ) es: "Los docentes del área de Ciencias Básicas del Tecnológico Nacional presentan el síndrome de agotamiento laboral en mayor medida que sus colegas del Departamento de Ingeniería".

Y la hipótesis nula ( $H_0$ ) es: "Los docentes del área de Ciencias Básicas del Tecnológico Nacional *no* presentan el síndrome de agotamiento laboral en mayor medida que sus colegas del Departamento de Ingeniería".

Una hipótesis alternativa ( $H_a$ ) sería: "Los docentes del área de Ciencias Básicas del Tecnológico Nacional presentan el síndrome de agotamiento laboral en *menor* medida que sus colegas del Departamento de Ingeniería".



• Una hipótesis alternativa ( $H_a$ ) sería: "Los docentes del área de Ciencias Básicas del Tecnológico Nacional presentan el síndrome de exhaución por estrés laboral en *menor* medida que sus colegas de Ingeniería".

Las hipótesis alternativas, como puede verse, constituyen otras hipótesis de investigación adicionales a la hipótesis de investigación original.

## ¿Cuántas hipótesis se deben formular en una investigación?

Cada investigación es distinta. Algunas contienen gran variedad de hipótesis porque el problema de investigación es complejo (por ejemplo, pretenden relacionar 15 o más variables), mientras que otras contienen una o dos hipótesis. Todo depende del planteamiento del problema de investigación y, concretamente, del número de preguntas de investigación que elaboremos y de las cuales se puedan establecer respuestas tentativas. La calidad de una investigación no necesariamente está relacionada con el número de hipótesis que contenga. En este sentido, se debe tener el número de hipótesis necesarias para guiar el estudio, ni una más ni una menos.

## ¿Qué es la prueba de hipótesis?

Las hipótesis se someten a prueba o escrutinio empírico para determinar si son apoyadas o refutadas por los resultados de la investigación. En realidad, no podemos probar que una hipótesis sea verdadera o falsa, sino argumentar que fue apoyada o no de acuerdo con los datos y análisis obtenidos de nuestro estudio. Desde el punto de vista técnico, no se acepta una

hipótesis a través de una sola investigación, sino que se aportan evidencias a su favor o en su contra. Cuantas más investigaciones apuntalen o respalden una hipótesis, más credibilidad tendrá y, por supuesto, será válida para el contexto (lugar, tiempo y participantes u objetos) en que se comprobó.

## ¿Qué ocurre cuando no se aporta evidencia en favor de las hipótesis de nuestra investigación?



No siempre los datos y resultados apoyan las hipótesis. Pero el hecho de que no aporten evidencias a favor de las hipótesis planteadas de ningún modo significa que la investigación carezca de utilidad. En la investigación, el fin último es el conocimiento y, en este sentido, también los datos en contra de una hipótesis contribuyen al entendimiento del tema del estudio. Lo importante es analizar por qué no se aportaron evidencias a favor de las hipótesis. Siempre deben mencionarse todos los resultados, incluyendo aquellos que contradigan las hipótesis.

## ¿Deben definirse las variables de una hipótesis como parte de su formulación?



Las hipótesis relacionan variables. Al formular una hipótesis, es indispensable definir los términos o variables incluidos, por los motivos siguientes:

1. Para que el investigador, sus colegas, los lectores o usuarios del estudio y, en general, cualquier persona que lea la investigación le confieran el mismo significado a los términos o variables incluidas en las hipótesis.
2. Para asegurarnos de que las variables pueden ser medidas, observadas, evaluadas o inferidas, es decir, que de ellas se pueden obtener datos de la realidad.
3. Para evaluar mejor los resultados de nuestra investigación, porque las variables y no solo las hipótesis, se contextualizan.

Las variables deben ser definidas de dos formas: conceptual y operacional.

## ¿En qué consiste la definición conceptual o constitutiva?



La *definición conceptual* o *constitutiva* es la acordada y validada por una comunidad científica o profesional. Generalmente estas definiciones se encuentran en diccionarios especializados, páginas electrónicas con respaldo institucional y publicaciones (como artículos de revistas académicas y libros).

En la tabla 6.5 se dan ejemplos de definiciones conceptuales.

Estas definiciones son necesarias pero insuficientes para precisar las variables de la investigación, porque no vinculan directamente con "la realidad" o con "el fenómeno". Después de todo, persisten en su carácter de conceptos. Los científicos necesitan definir las variables que se utilizan en sus hipótesis, en forma tal que puedan ser medidas u observadas, comprobadas y contextualizadas. Lo anterior se consigue mediante las definiciones operacionales.



Los científicos necesitan definir las variables que se utilizan en sus hipótesis, en forma tal que puedan ser medidas u observadas, comprobadas y contextualizadas.

**Tabla 6.5 Ejemplos de definiciones conceptuales de variables.**

| Variable                                    | Definición conceptual                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nivel de calidad de producto                | Calidad expresada como la tasa de ocurrencia de unidades defectuosas (ISO, 2015).                                                                                                                                                                                                               |
| Morbilidad                                  | Número de personas que se enferman en un lugar geográfico y periodo determinados (Romero, Hernández, Garay y Hernández, 2015).                                                                                                                                                                  |
| Elasticidad                                 | Propiedad mecánica de un material de deformarse de forma reversible cuando se encuentra sujeto a la acción de fuerzas externas y de recuperar la forma original si estas fuerzas exteriores se eliminan (Atkin y Fox, 1980).                                                                    |
| Clima organizacional                        | Conjunto de percepciones compartidas por los empleados respecto a factores de su entorno laboral (Hernández-Sampieri, 2008).                                                                                                                                                                    |
| Pareja ideal (en las relaciones románticas) | Prototipo de ser humano que los individuos consideran que posee los atributos más valorados por ellos y que representaría la opción perfecta para establecer una relación amorosa romántica e íntima de largo plazo (por ejemplo: casarse o vivir juntos) (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2008). |
| Velocidad                                   | Magnitud física de carácter vectorial que expresa la distancia recorrida por un objeto por unidad de tiempo (Wikipedia, 2012).                                                                                                                                                                  |
| Producto interno bruto                      | Conjunto del valor de todos los bienes y servicios finales producidos en una economía durante un periodo determinado, que puede ser trimestral o anual (Centro de Investigación y Docencia Económicas, 2004).                                                                                   |



## ¿En qué consiste la definición operacional?

Una *definición operacional* constituye el conjunto de procedimientos que describe las acciones que un investigador debe realizar para recibir las impresiones sensoriales, las cuales indican la existencia de un concepto teórico en mayor o menor grado (Reynolds, 1986). En otras palabras, especifica qué actividades u operaciones deben realizarse para medir una variable. La definición operacional nos dice que para recoger datos respecto de una variable, hay que hacer esto y esto otro. Además, articula los procesos de un concepto que son necesarios para identificar sus ejemplos. Veamos algunos ejemplos.

**Tabla 6.6 Ejemplos de definiciones operacionales**

| Variable                           | Definición operacional                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nivel de calidad                   | Aplicación de la norma ISO 3951-5:2006 a las unidades producidas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Morbilidad (hipertensión arterial) | Lectura de la presión arterial sistólica y diastólica mediante un esfigmomanómetro, para compararla con los parámetros clínicos de normalidad por edad.                                                                                                                                                                                                                  |
| Clima organizacional               | Escala Clima-UNI con 73 reactivos para medir las siguientes dimensiones del clima organizacional: moral, apoyo de la dirección, innovación, percepción de la empresa-identidad-identificación, comunicación, percepción del desempeño, motivación intrínseca, autonomía, satisfacción general, liderazgo, visión y recompensas o retribución (Hernández-Sampieri, 2012). |
| Velocidad                          | Velocímetro o pistola radar o láser para lectura de velocidad.                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Temperatura                        | Termómetro.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

Casi siempre se dispone de varias definiciones operacionales de una variable (o formas de operacionalizarla). Por ejemplo, para definir operacionalmente el clima organizacional se cuenta con diferentes cuestionarios o escalas (distintas empresas han elaborado el suyo y en

las bases de referencias podemos encontrar múltiples instrumentos). Para medir el peso del cuerpo humano se puede utilizar una báscula de palanca y plataforma, una báscula electrónica o un escáner corporal.

## EJEMPLOS DESARROLLADOS

### Introducción de un sistema de gestión de la calidad

**Alcance:** Explicativo. Se busca demostrar que la implantación de un sistema de calidad en dos gasolineras incrementa las ventas (vincula la gestión de la calidad con las ventas). En el transcurso de la investigación también puede descubrirse por qué y pasar al plano explicativo.

**Hipótesis:** "Las estaciones de servicio en las cuales se implante un sistema de calidad (ISO 9001 o propio) lograrán mayores ventas que una en la que no se introduzca ningún sistema de calidad".

Asimismo, podría redactarse la siguiente: "Una estación de servicio incrementará significativamente sus ventas mensuales promedio una vez que se implante un sistema de calidad".

### La pareja ideal

**Alcance:** La investigación se inicia como descriptiva, ya que se pretende que los universitarios participantes caractericen mediante calificativos a la pareja y la relación ideales (prototipos), pero al final será correlacional, pues vinculará los calificativos utilizados para describir a la pareja ideal con los atribuidos a la relación ideal. Asimismo, intentará jerarquizar tales calificativos.

**Hipótesis:** Aunque algunos estudios realizados en el campo de las relaciones entre personas y el amor han encontrado factores y atributos para describir tanto a la pareja como a la relación ideal, por ejemplo: Weis y Sternberg (2007) y Fletcher *et al.* (1999), consideramos que han sido hechos en contextos diferentes al latinoamericano, razón por la cual es preferible partir desde una perspectiva exploratoria-descriptiva y no establecer hipótesis respecto a qué factoresemergerán.

### Consumo de energía en hospitales

**Alcance:** Este estudio tiene un alcance de tipo explicativo, ya que se pretende determinar el efecto del uso de un controlador difuso inteligente de energía artificial en el ahorro de energía en dos hospitales.

**Hipótesis:** "El uso de un controlador difuso inteligente de energía artificial reduce el consumo de energía en hospitales".

### Abejas productoras de miel

**Alcance:** Esta investigación tiene un alcance correlacional, ya que busca la relación entre el éxito de las colonias melíferas en Ohio, Estados Unidos, con la composición del paisaje.

**Hipótesis:** "El éxito de las colonias melíferas en Ohio, Estados Unidos, está relacionado con la composición del paisaje".

### Perfil de egreso de los ingenieros esperados en la industria

**Alcance:** Esta investigación tiene un alcance descriptivo y de pronóstico, ya que se quiere detallar la percepción de los empleadores acerca de los conocimientos técnicos, competencias suaves y actitudes hacia el trabajo que poseen los egresados de ingenierías en aeronáutica, eléctrica, electromecánica, electrónica, computación e información, minas y metalúrgica, industrial, mecánica y química.

**H1:** "Las habilidades suaves más demandadas en los egresados de ingenierías serán: comunicación efectiva, trabajo en equipos multiculturales, adaptación al cambio y emprendimiento".

**H2:** "Debido a la propagación de técnicos superiores, estos tienen mayor presencia en las organizaciones y ocupan los puestos que tradicionalmente tienen los ingenieros".

### Trayectoria de las emprendedoras en México

**Alcance:** El estudio tiene un alcance exploratorio, debido a que se planteó como una situación con pocos antecedentes, por lo que se avanzará paulatinamente hasta llegar a un alcance descriptivo para definir las características de las mexicanas emprendedoras, los factores del entorno y prácticas que han permitido el crecimiento de sus empresas.

**Hipótesis:** No se establecieron hipótesis en este estudio debido al enfoque cualitativo con el cual se abordó. Dicho lo anterior, en el capítulo 10 se mencionarán los supuestos que se desprenden de esta investigación.

## EJERCICIOS

- Retoma la idea y planteamiento que elegiste en los ejercicios de los capítulos anteriores, y considerando la literatura más relevante y actual que encontraste acerca de ese tema, define y justifica el alcance que tendría dicha investigación. Posteriormente plantea al menos una hipótesis que pondrías a prueba.
- Consulta alguna revista de divulgación científica e identifica una investigación que ejemplifique el alcance exploratorio, otra el descriptivo, una más el correlacional y una de alcance explicativo. Llena la tabla con una descripción de cada una que explique por qué la clasificaste en ese alcance. Anota la hipótesis principal del estudio, especificando el tipo de hipótesis en el que se clasifica. Finalmente, incluye la referencia del estudio.

| Alcance       | Ejemplo de una investigación de alcance | ¿Por qué está clasificado en ese alcance? | Hipótesis principal del estudio | Tipo de hipótesis | Referencia del estudio |
|---------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------|-------------------|------------------------|
| Exploratorio  |                                         |                                           |                                 |                   |                        |
| Descriptivo   |                                         |                                           |                                 |                   |                        |
| Correlacional |                                         |                                           |                                 |                   |                        |
| Explicativo   |                                         |                                           |                                 |                   |                        |

- En la sección “¿Te interesa?” se describen investigaciones recientes de tratamientos para una mejor cicatrización. Una de las investigaciones tenía la siguiente hipótesis: “El uso de avotermina (TGF β3) mejora la apariencia de las cicatrices en comparación con un placebo”. Sin embargo, en las fases finales de los estudios realizados al respecto, esta hipótesis fue rechazada. Reflexiona y justifica en un párrafo las implicaciones de que la hipótesis de un estudio sea rechazada. ¿Se demerita la calidad del estudio? ¿Representa un avance científico? ¿Por qué?

## ¿QUÉ APRENDÍ?

- Completa la tabla, señalando qué variable identificas y a qué tipo corresponden las hipótesis de la primera columna.

| Hipótesis                                                                                                                                                                                | Variables | Clasificación de la hipótesis |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------------------|
| “La falta de dominio del idioma inglés será la principal limitante para que profesionistas recién egresados sean contratados en niveles de mandos medios en la industria manufacturera.” |           |                               |

| Hipótesis                                                                                                                                                                                         | VARIABLES | Clasificación de la hipótesis |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------------------|
| "Los egresados de ingenierías petroleras y metalúrgicas ganan más que los de ingenierías hidráulicas".                                                                                            |           |                               |
| "La demanda de ingenieros especializados en el diseño de vehículos de motor, barcos y aeronaves se incrementará más de un 10% en los próximos dos años".                                          |           |                               |
| "Los ingenieros con habilidades comerciales tienden a ser más contratados como gerentes senior o de alta dirección" (en Colombia)".                                                               |           |                               |
| "El impulso de las industrias aeronáuticas y automotrices, aunado a la generación de conocimiento tecnológico perfilará a México como un país de diseño en primer plano y en segundo de maquila". |           |                               |
| "A mayor innovación tecnológica, mayor competitividad (en grandes organizaciones agroindustriales de Costa Rica)".                                                                                |           |                               |

## 2. Menciona a qué alcance de investigación corresponden los siguientes estudios.

| Estudio                                                                                                                                                                                                                                                                               | Alcance de investigación |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Un estudio para determinar si el programa de ingeniería en ciencias de la atmósfera implantado en ciertas zonas industriales ha generado alternativas sostenibles para disminuir los rezagos y obtener energía con menor afectación para los ecosistemas naturales.                   |                          |
| Una investigación realizada con reclutadores del sector industrial energético para conocer sus percepciones acerca de las necesidades del mercado laboral, las necesidades de los egresados, los salarios, los programas de inserción de nuevos talentos y carreras organizacionales. |                          |
| Un estudio para comprender el impacto que tienen los programas de impulso a la responsabilidad social corporativa implementados por el Ministerio de Desarrollo Social y Humano en PyMEs de Bogotá sobre el crecimiento del empleo en la región.                                      |                          |
| Una investigación para conocer la aceptación y utilidad de un sistema de pago electrónico implantado en transportes públicos de una comunidad rural.                                                                                                                                  |                          |
| Un estudio para analizar las causas de la contaminación ambiental en la ciudad de Cusco.                                                                                                                                                                                              |                          |

## ¿HAY MÁS?

- Alustiza, J., Salvador, E. y Eguzkiza, A. (2012). ¿Cómo establecer la hipótesis y los objetivos de un proyecto de investigación en Radiología? *Radiología*, 54 (01), 3-8. DOI: 10.1016/j.rx.2011.09.002
- Glen, S. (2014, septiembre 26). *How to state the null hypothesis and alternate hypothesis*. [Video] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=wpJ15y0AeYM&action=share>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a, ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.
- Hernández, R., Méndez, S. y Mendoza, C.P. (2014). *Centro de recursos en línea*. Recuperado de [http://novella.mhhe.com/sites/000001251x/information\\_center\\_view0/](http://novella.mhhe.com/sites/000001251x/information_center_view0/)
- Pájaro, D. (2012). *La formulación de hipótesis*. Recuperado de <http://www.facso.uchile.cl/publicaciones/moebio/15/pajaro.htm>
- Pitchford, L. (2013). *Example of a good hypothesis*. Recuperado de <http://www.marketingexperiments.com/blog/analytics-testing/creating-good-hypothesis.html>

## GLOSARIO

**Definición conceptual** Definiciones de diccionarios o de libros especializados y cuando describen la esencia o las características de una variable, objeto o fenómeno se les denomina definiciones reales.

**Definición operacional** Procedimientos que describen las actividades que un investigador debe realizar para medir una variable.

**Estudios exploratorios** Se realizan cuando el objetivo consiste en examinar un tema poco estudiado.

**Hipótesis** Explicaciones tentativas del fenómeno investigado que se formulan como proposiciones.

**Hipótesis alternativas** Son posibilidades diferentes o "alternas" ante las hipótesis de investigación y nula.

**Hipótesis de investigación** Proposiciones tentativas sobre las posibles relaciones entre dos o más variables.

**Hipótesis nulas** Proposiciones que niegan o refutan la relación entre variables.

**Investigación descriptiva** Busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población.

**Investigación correlacional** Asocia variables mediante un patrón predecible para un grupo o población.

**Investigación explicativa** Pretende establecer las causas de los eventos, sucesos o fenómenos que se estudian.

**Variable** Propiedad que tiene una variación que puede medirse u observarse.

# Concepción o elección del diseño de investigación

## ¿QUÉ VAS A LOGRAR?

Después de haber leído este capítulo, contarás con un panorama general sobre las diversas estrategias que existen para someter a prueba las hipótesis de tu estudio o, en su caso, buscar la información para responder directamente las preguntas de investigación.

A partir de lo anterior, deberás establecer el diseño de investigación más apropiado para resolver tu planteamiento.

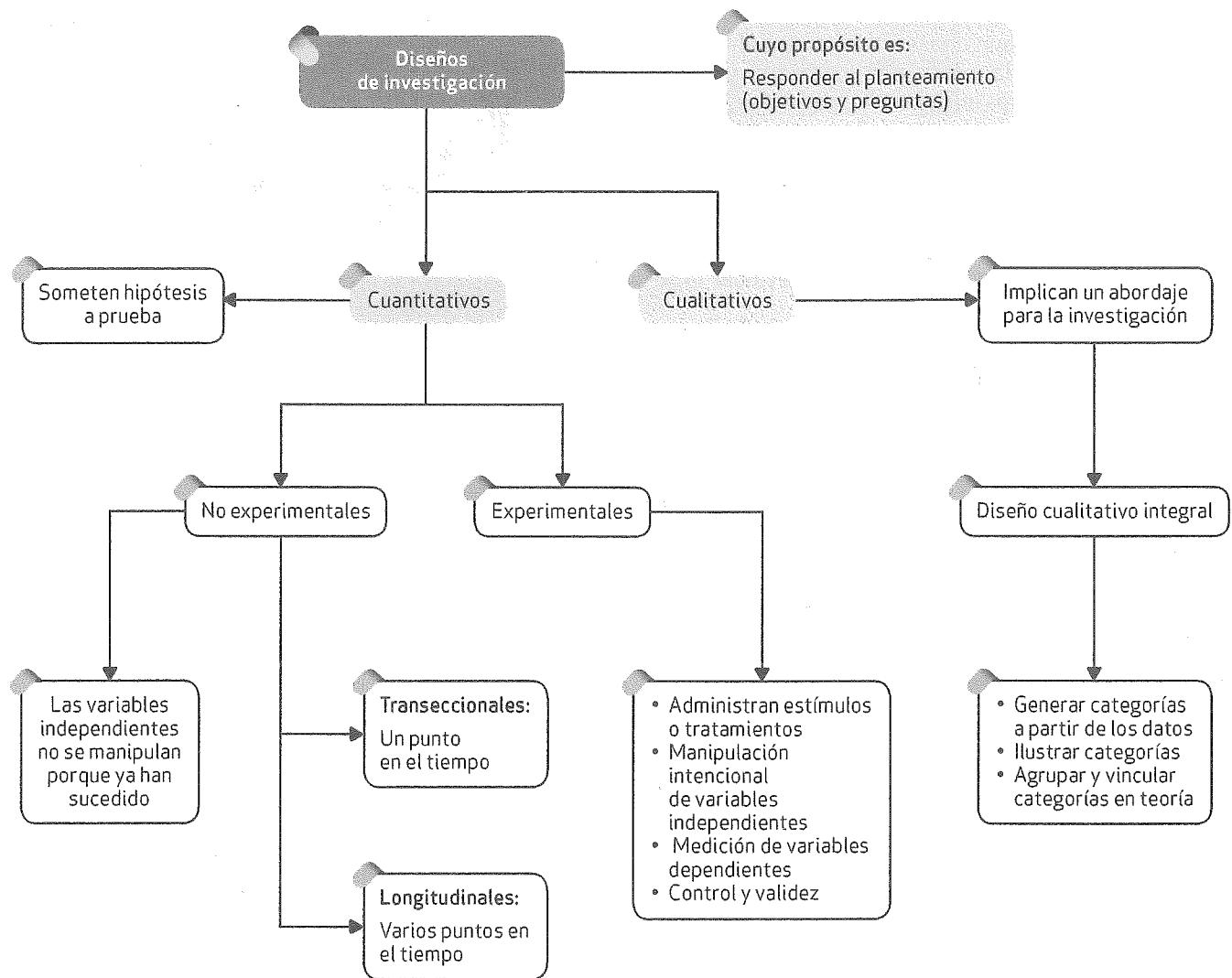
## ¿QUÉ TE VAS A LLEVAR?

### ¿QUÉ SABES ACERCA DE...?

Comenta con tu profesor y con tus compañeros de clase:

1. ¿Qué hace un científico o un investigador para comprobar sus hipótesis?
2. ¿Una investigación es valiosa solo si se hace algún experimento? ¿Por qué?
3. Si una investigación no cuenta con hipótesis, ¿es igual de relevante?
4. En el caso de que para la indagación no se haya formulado una hipótesis, ¿qué queremos resolver?
5. En cualquiera de las dos situaciones anteriores, ¿qué debemos concebir para someter a prueba las hipótesis o intentar resolver las preguntas de investigación?

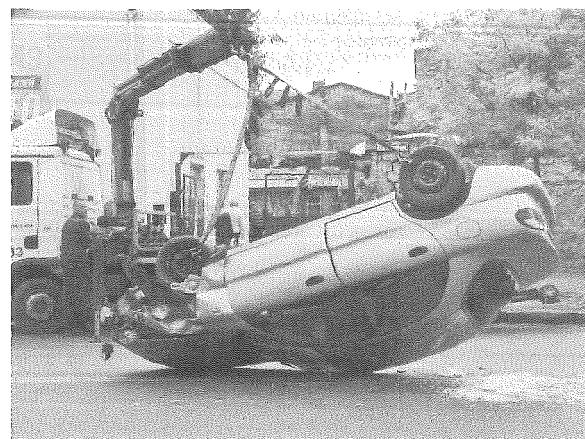
Capacidad para gestionar y formular proyectos, capacidad de análisis, síntesis y abstracción, habilidades de investigación, capacidad crítica y autocrítica, capacidad de generar nuevas ideas (creatividad), analizar el desarrollo de la disciplina en el ámbito local y nacional, con fundamento en la investigación científica.



## ¿TE INTERESA?

La seguridad en los automóviles es un requisito tanto de los automovilistas como de las autoridades e incluso de las compañías aseguradoras. Por esta razón, cada marca de vehículos hace pruebas en las que someten deliberadamente a sus autos a choques para medir los resultados. Hay también un lugar donde las aseguradoras estadounidenses realizan pruebas independientemente de la marca, para comparar y definir una clasificación de los autos más seguros. Se trata del Instituto para la Seguridad en la Carretera (Insurance Institute for Highway Safety, IIHS); ahí hacen todos los días ensayos de impacto con automóviles, lo que le ha ganado el mote de *Laboratorio de Destrozos*. Por ejemplo, un día destruyeron automóviles con un valor de más de tres millones de dólares para evaluar la seguridad de cada modelo.

En este laboratorio se revisan distintas marcas y diferentes modelos de autos, aproximadamente de 50 a 70 verificaciones al año. A los mismos modelos les hacen comprobaciones de diversos tipos de choque. Todos los exámenes se encuentran meticulosamente planeados desde un inicio y se controlan todas las variables involucradas en la colisión para medir los resultados del impacto. En el sitio oficial en internet<sup>1</sup> hay videos de las pruebas de choque, así como videos explicativos, "detrás de las cámaras", que muestran todo lo que implican esos estudios.



● La seguridad en los automóviles es un factor importante en su producción.

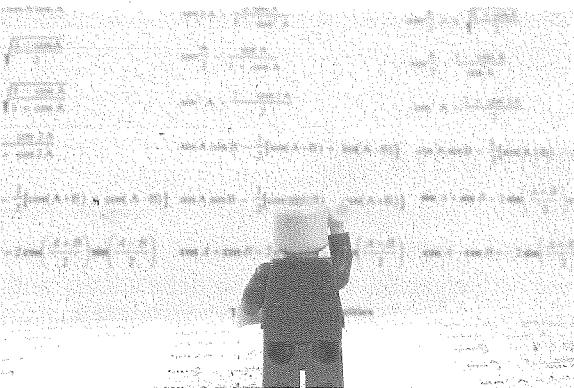
Así como en este laboratorio se planean con anticipación los detalles de cada prueba, en cualquier trabajo de investigación también se concibe de antemano lo que se va a realizar para responder la pregunta de investigación planteada al inicio. A esta etapa se le llama *implementación del diseño y su método*. Dependiendo del enfoque de investigación en el que está basado el estudio, hay distintos diseños acordes para cada investigación, ¿quieres conocer cuáles son? Continúa leyendo...

## Un apunte previo

La idea que hemos tenido los autores para esta obra es ofrecerte diversas herramientas que te ayuden a realizar la investigación de la manera más sencilla posible. Hasta este momento, te hemos mostrado un proceso sin detenernos tanto a pensar en el tipo de datos que necesitarás recolectar ni en la forma de hacerlo. Sin embargo, hemos llegado a una etapa en la que es necesario que diferenciemos entre datos cuantitativos y cualitativos, lo cual nos ayudará a recomendarte el tratamiento adecuado para cada tipo de información que te interese para tu investigación.

A partir de ahora, dividiremos nuestra propuesta en cuantitativa y cualitativa. Por ejemplo, este capítulo está dividido en propuesta cuantitativa y cualitativa; sin embargo, lo presentamos de manera integrada para que, según tu planteamiento, elijas la que mejor te convenga (tal como lo hacemos con las herramientas que requerimos para resolver cualquier problema).

<sup>1</sup> Insurance Institute for Highway Security (2015). *Vehicle Research Center*. Recuperado de: <http://www.iihs.org/iihs/about-us/vrc>.



a) Datos cuantitativos



b) Datos cualitativos

• El enfoque de la investigación se define por el tipo de datos cuantitativos o cualitativos que contenga.

## ¿Qué son los diseños de investigación?

El término *diseño* se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea y responder al planteamiento del problema (Wentz, 2014; Hernández-Sampieri *et al.*, 2014, y Kalaian, 2008).

El investigador utiliza sus diseños para analizar la certeza de las hipótesis formuladas en un contexto en particular o para aportar evidencias respecto de los lineamientos de la indagación (si es que no se tienen hipótesis).

Para clarificar este concepto, hagamos el siguiente ejemplo vinculando etapas anteriores del proceso investigativo. Supongamos que tengo la siguiente interrogante coloquial a la cual consideraré como pregunta de investigación: ¿A Laura le parezco atractivo? ¿Por qué? La hipótesis es: "yo le gusto a Laura porque me mira frecuentemente".

El diseño constituiría la estrategia para confirmar si es o no cierto que le resulto atractivo a Laura (el plan incluiría procedimientos y actividades tendentes a encontrar la respuesta a la pregunta de investigación). En este caso, podría ser: mañana buscaré a Laura después de la clase de matemáticas, me acercaré a ella, le diré que se ve muy guapa y la invitaré a tomar un café. Cuando estemos en la cafetería la tomare de la mano, y si ella no la retira, la invitaré a cenar el siguiente fin de semana. Si acepta, en el restaurante le diré que me gusta y le preguntaré si yo le gusto. Desde luego, puedo tener otra estrategia, como invitarla a una fiesta o ir al cine en lugar de ir a cenar; o bien, si conozco a varias amigas de Laura y yo también soy amigo de ellas, puedo preguntarles si le resulto atractivo. En la investigación disponemos de distintas clases de diseños y debemos elegir uno o varios o trazar nuestra propia estrategia (por ejemplo, invitar a Laura al cine, darle un regalo y ver cómo reacciona).

Si el diseño está concebido cuidadosamente, el producto final de un estudio (sus resultados) tendrá mayores posibilidades de producir conocimiento. Además, no es lo mismo seleccionar un diseño que otro: cada uno tiene sus características, como se verá adelante. No es igual preguntarle directamente a Laura si le gusto que preguntarle a sus amigas; o que en lugar de interrogarla de palabra prefiera analizar su conducta no verbal (cómo me mira, qué reacciones tiene cuando la abrazo o me acerco a ella). Tampoco será lo mismo si le hago la

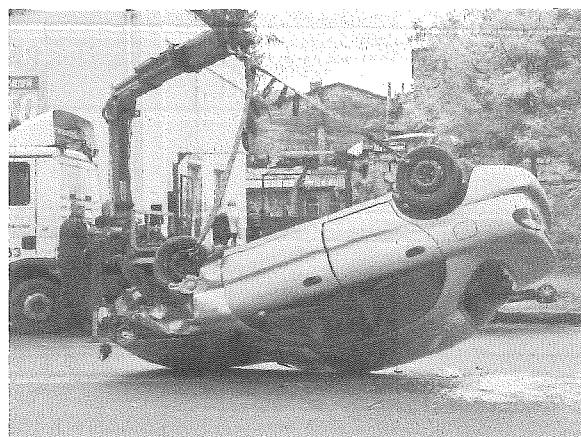


• Supongamos que tengo la siguiente interrogante común a la cual consideraré como pregunta de investigación: ¿A Laura le parezco atractivo? ¿Por qué?

## ¿TE INTERESA?

La seguridad en los automóviles es un requisito tanto de los automovilistas como de las autoridades e incluso de las compañías aseguradoras. Por esta razón, cada marca de vehículos hace pruebas en las que someten deliberadamente a sus autos a choques para medir los resultados. Hay también un lugar donde las aseguradoras estadounidenses realizan pruebas independientemente de la marca, para comparar y definir una clasificación de los autos más seguros. Se trata del Instituto para la Seguridad en la Carretera (Insurance Institute for Highway Safety, IIHS); ahí hacen todos los días ensayos de impacto con automóviles, lo que le ha ganado el mote de *Laboratorio de Destrozos*. Por ejemplo, un día destruyeron automóviles con un valor de más de tres millones de dólares para evaluar la seguridad de cada modelo.

En este laboratorio se revisan distintas marcas y diferentes modelos de autos, aproximadamente de 50 a 70 verificaciones al año. A los mismos modelos les hacen comprobaciones de diversos tipos de choque. Todos los exámenes se encuentran meticulosamente planeados desde un inicio y se controlan todas las variables involucradas en la colisión para medir los resultados del impacto. En el sitio oficial en internet<sup>1</sup> hay videos de las pruebas de choque, así como videos explicativos, "detrás de las cámaras", que muestran todo lo que implican esos estudios.



La seguridad en los automóviles es un factor importante en su producción.

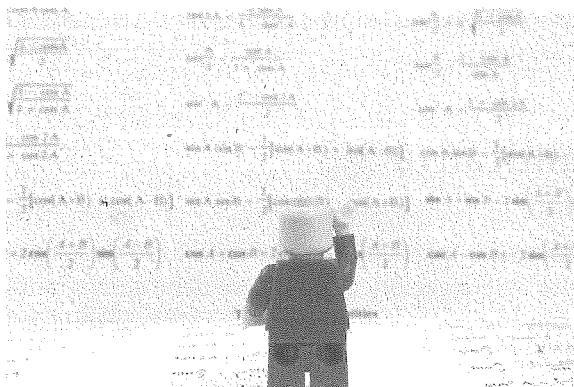
Así como en este laboratorio se planean con anticipación los detalles de cada prueba, en cualquier trabajo de investigación también se concibe de antemano lo que se va a realizar para responder la pregunta de investigación planteada al inicio. A esta etapa se le llama *implementación del diseño y su método*. Dependiendo del enfoque de investigación en el que está basado el estudio, hay distintos diseños acordes para cada investigación, ¿quieres conocer cuáles son? Continúa leyendo...

## Un apunte previo

La idea que hemos tenido los autores para esta obra es ofrecerte diversas herramientas que te ayuden a realizar la investigación de la manera más sencilla posible. Hasta este momento, te hemos mostrado un proceso sin detenernos tanto a pensar en el tipo de datos que necesitarás recolectar ni en la forma de hacerlo. Sin embargo, hemos llegado a una etapa en la que es necesario que diferenciemos entre datos cuantitativos y cualitativos, lo cual nos ayudará a recomendarte el tratamiento adecuado para cada tipo de información que te interese para tu investigación.

A partir de ahora, dividiremos nuestra propuesta en cuantitativa y cualitativa. Por ejemplo, este capítulo está dividido en propuesta cuantitativa y cualitativa; sin embargo, lo presentamos de manera integrada para que, según tu planteamiento, elijas la que mejor te convenga (tal como lo hacemos con las herramientas que requerimos para resolver cualquier problema).

<sup>1</sup> Insurance Institute for Highway Security (2015). *Vehicle Research Center*. Recuperado de: <http://www.iihs.org/iihs/about-us/vrc>.



a) Datos cuantitativos



b) Datos cualitativos

- El enfoque de la investigación se define por el tipo de datos cuantitativos o cualitativos que contenga.

## ¿Qué son los diseños de investigación?

El término *diseño* se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea y responder al planteamiento del problema (Wentz, 2014; Hernández-Sampieri *et al.*, 2014, y Kalaian, 2008).

El investigador utiliza sus diseños para analizar la certeza de las hipótesis formuladas en un contexto en particular o para aportar evidencias respecto de los lineamientos de la indagación (si es que no se tienen hipótesis).

Para clarificar este concepto, hagamos el siguiente ejemplo vinculando etapas anteriores del proceso investigativo. Supongamos que tengo la siguiente interrogante coloquial a la cual consideraré como pregunta de investigación: ¿A Laura le parezco atractivo? ¿Por qué? La hipótesis es: "yo le gusto a Laura porque me mira frecuentemente".

El diseño constituiría la estrategia para confirmar si es o no cierto que le resulto atractivo a Laura (el plan incluiría procedimientos y actividades tendentes a encontrar la respuesta a la pregunta de investigación). En este caso, podría ser: mañana buscaré a Laura después de la clase de matemáticas, me acercaré a ella, le diré que se ve muy guapa y la invitaré a tomar un café. Cuando estemos en la cafetería la tomaré de la mano, y si ella no la retira, la invitaré a cenar el siguiente fin de semana. Si acepta, en el restaurante le diré que me gusta y le preguntaré si yo le gusto. Desde luego, puedo tener otra estrategia, como invitarla a una fiesta o ir al cine en lugar de ir a cenar; o bien, si conozco a varias amigas de Laura y yo también soy amigo de ellas, puedo preguntarles si le resulto atractivo. En la investigación disponemos de distintas clases de diseños y debemos elegir uno o varios o trazar nuestra propia estrategia (por ejemplo, invitar a Laura al cine, darle un regalo y ver cómo reacciona).

Si el diseño está concebido cuidadosamente, el producto final de un estudio (sus resultados) tendrá mayores posibilidades de producir conocimiento. Además, no es lo mismo seleccionar un diseño que otro: cada uno tiene sus características, como se verá adelante. No es igual preguntarle directamente a Laura si le gusto que preguntarle a sus amigas; o que en lugar de interrogarla de palabra prefiera analizar su conducta no verbal (cómo me mira, qué reacciones tiene cuando la abrazo o me acerco a ella). Tampoco será lo mismo si le hago la



- Supongamos que tengo la siguiente interrogante común a la cual consideraré como pregunta de investigación: ¿A Laura le parezco atractivo? ¿Por qué?

pregunta entre otras personas que a solas. La precisión, amplitud y profundidad de la información obtenida varía en función del diseño elegido.



## Diseños de investigación cuantitativa

Con una perspectiva cuantitativa, la calidad de una investigación se relaciona con el grado en que apliquemos el diseño tal como fue concebido (particularmente en el caso de los experimentos). Desde luego, en cualquier tipo de investigación, el diseño se debe ajustar ante posibles contingencias o cambios de la situación (por ejemplo, un experimento en el cual no funciona el estímulo experimental, este tendría que modificarse).

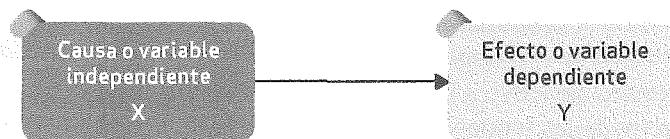
En la literatura sobre la investigación cuantitativa es posible encontrar diferentes tipologías de los diseños. Para este libro adoptaremos la siguiente: investigación experimental e investigación no experimental. A su vez, la primera puede dividirse en: preexperimentos, experimentos “puros” y cuasiexperimentos (Hernández-Sampieri *et al.*, 2014; Babbie, 2014, y Campbell y Stanley, 1966). Por otro lado, la investigación no experimental la subdividiremos en diseños transversales y diseños longitudinales.



## Diseños cuantitativos experimentales

### ¿Qué es un experimento?

Según una acepción con sentido científico del término, un *experimento* es un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas o antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos o consecuentes), en una situación que controla el investigador. Esto puede esquematizarse así:



Los diseños experimentales se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula; pero para determinar influencias (por ejemplo, decir que la máquina X reduce el desperdicio en la línea de producción), se deben cubrir varios requisitos, como veremos a continuación.

Desde luego, hay ocasiones en que no podemos o no debemos experimentar. Por ejemplo, es imposible evaluar las consecuencias que una supernova provocada por nosotros podría tener sobre un conjunto de planetas (¿qué ser humano puede hacerlo?). Tampoco es factible experimentar con hechos pasados, así como no debemos realizar ciertos experimentos por cuestiones éticas (por ejemplo, experimentar en seres humanos con un nuevo virus). Es verdad que se han efectuado experimentos con armas bacteriológicas y bombas atómicas, castigos físicos a prisioneros, deformaciones del cuerpo humano, etc.; sin embargo, son situaciones que no deben permitirse en ninguna circunstancia.

- Los diseños experimentales se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula, por ejemplo, decir que la máquina X reduce el desperdicio en la línea de producción.

## ¿Cuál es el primer requisito de un experimento?

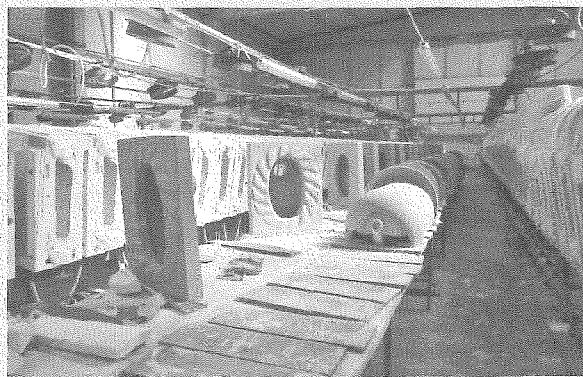
El primer requisito de un experimento es la manipulación intencional de una o más variables independientes. La variable independiente es la que se considera como supuesta causa en una relación entre variables, es la condición antecedente, y al efecto provocado por dicha causa se le denomina variable dependiente (consecuente).

Cabe destacar que el investigador puede incluir en su estudio dos o más variables independientes o dependientes. Cuando en realidad existe una relación causal entre una variable independiente y una dependiente, al variar intencionalmente la primera, la segunda también variará; por ejemplo, si la autonomía laboral es causa de la productividad, al variar la autonomía deberá modificarse la productividad.

A partir de lo anterior podemos decir que un *experimento* se lleva a cabo para analizar si una o más variables independientes afectan a una o más variables dependientes y por qué lo hacen; por ello, su alcance es *explicativo*. Por ahora, simplifiquemos el problema de estudio a una variable independiente y una dependiente. En un experimento, la variable independiente resulta de interés para el investigador, ya que, hipotéticamente, será una de las causas que producen el efecto supuesto. Para obtener evidencias de esta posible relación causal, el investigador manipula la variable independiente y observa si la dependiente varía o no. Aquí, manipular es sinónimo de hacer variar o asignar distintos valores a la variable independiente.

### EJEMPLO

Supongamos que una asociación de productores de cerámica se acerca a un instituto tecnológico para analizar elementos de sus procesos de producción con la idea de mejorarlos. Una posibilidad es que primero revisen el efecto que tiene el tiempo de cocción en la absorción del agua en el hormigón ligero. El investigador podría hacer que un producto elaborado con dicho material se expusiera a un tiempo de cocción mayor que el normal para una pieza con determinadas características, mientras que otro producto con idénticas particularidades se expondría al tiempo habitual. Luego, el investigador determinaría cuál de los dos muestra una mayor absorción de agua.



- Supongamos que se conduce una investigación en una fábrica de cerámica para mejorar los procesos.

La hipótesis de investigación sería la siguiente: "La exposición del hormigón ligero a un mayor tiempo de cocción tenderá a provocar una mayor absorción del agua". Si el investigador descubre que el artículo que se sometió a un mayor tiempo de cocción absorbió más agua respecto del producto que tuvo menor tiempo de cocción, y que no hay otra posible causa que hubiera afectado al material de manera desigual, comprobaría su hipótesis.

El investigador manipula o hace fluctuar la variable independiente para observar el efecto en la dependiente, y asigna dos valores: aumento en el tiempo de cocción y el

tiempo de cocción usual. El experimentador hace la variación a propósito (no es casual); tiene control directo sobre la manipulación y crea las condiciones para que se produzca la variación deseada.

En un experimento, para que una variable se considere como independiente debe cumplir tres requisitos:

1. que anteceda a la dependiente
2. que varíe o sea manipulada
3. que esta variación pueda controlarse

### La variable dependiente se mide

La variable dependiente no se manipula, sino que se mide para ver el efecto que la manipulación de la variable independiente tiene en ella. Esto se esquematiza en la figura 7.1 de la siguiente manera:

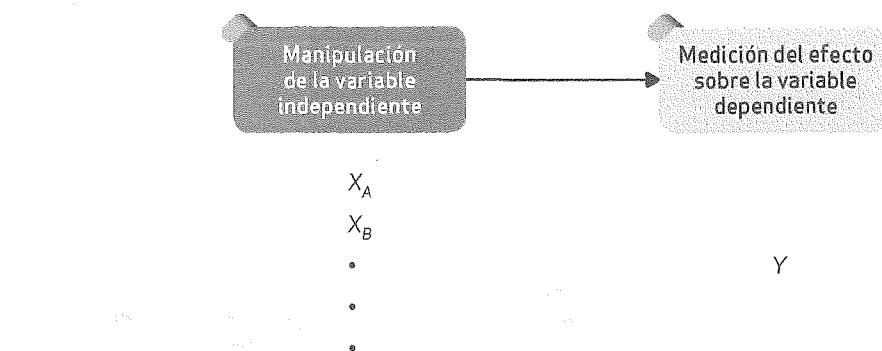


Figura 7.1 La variable dependiente se mide para ver el efecto en la variable independiente.

Se utiliza la letra  $X$  para simbolizar una variable independiente o tratamiento experimental; las letras o subíndices “ $A$ ,  $B$ ...” indican distintos niveles de variación de la independiente y la letra  $Y$  representa una variable dependiente.

### Grados de manipulación de la variable independiente

La manipulación o variación de una variable independiente puede realizarse en dos o más grados. El nivel mínimo de manipulación es el de presencia o ausencia de la variable independiente. Cada nivel o grado de manipulación comprende un grupo, un conjunto de unidades, submuestra o condición en el experimento (por ejemplo, individuos, procesos, parcelas cultivables, células, plantas, frutas, mezclas de sustancias químicas, animales).

#### Presencia-ausencia

Este nivel o grado implica que un grupo o conjunto de unidades se expone a la presencia de la variable independiente y el otro no. Posteriormente, los dos grupos se comparan para saber si el grupo expuesto a la variable independiente difiere del grupo que no fue expuesto.

Por ejemplo, a un grupo de plantas denominadas comúnmente girasol (*Helianthus annuus*) se le administra óxido de cromo y al otro grupo, no. Al primero se le conoce como *grupo*

*experimental*, y al otro, en el que está ausente la variable independiente, se le denomina *grupo de control* (pero en realidad, los dos conjuntos participan en el experimento). Despues se observa si hubo o no alguna diferencia entre los grupos en lo que respecta a la germinación del girasol; por ejemplo, en tiempo o tamaño, variable dependiente.

A la presencia de la variable independiente se le llama “tratamiento experimental”, “intervención experimental” o “estímulo experimental”. Es decir, el grupo o conjunto experimental recibe el tratamiento o estímulo experimental o, lo que es lo mismo, se le expone a la variable independiente; el grupo o conjunto de control no recibe el tratamiento o estímulo. Ahora bien, en el caso de seres vivos, el hecho de que uno de los grupos no se exponga al tratamiento experimental no significa que su participación en el experimento sea pasiva. Por el contrario, implica que realiza las mismas actividades o se les somete a condiciones idénticas que el grupo experimental, excepto recibir el estímulo. Si se tratara de experimentar con un medicamento, al grupo experimental se le administraría el medicamento, mientras que el grupo de control tomaría un placebo (por ejemplo, una supuesta píldora que en realidad es un caramelo bajo en azúcares).

En general, en un experimento puede afirmarse lo siguiente: en igualdad de circunstancias en ambos grupos o conjuntos, menos la exposición a la variable independiente, es muy razonable pensar que las diferencias entre ambos se deban a la presencia o ausencia de tal variable.

### Más de dos grados

En otras ocasiones, es posible hacer variar o manipular la variable independiente en cantidades o grados. Supongamos una vez más que queremos analizar el posible efecto del tiempo de cocción en la absorción de agua en el hormigón ligero. Podría hacerse que una muestra o conjunto de productos o unidades fuera expuesto a un tiempo mucho mayor de cocción; una segunda muestra se expusiera a un lapso medianamente mayor, y una tercera se expusiera a un periodo igual. En este ejemplo, se tendrían tres niveles o cantidades de la variable independiente, lo cual se representa de la siguiente manera:

- $X_1$  (tiempo mucho mayor de cocción)
- $X_2$  (tiempo medianamente mayor de cocción)
- (tiempo de cocción igual al que comúnmente se trabajan los objetos)

Manipular la variable independiente en varios niveles tiene la ventaja de que no solo se puede determinar si la presencia de la variable independiente o tratamiento experimental tiene un efecto, sino también si distintos niveles de la variable independiente producen diferentes efectos. Es decir, si la magnitud del efecto  $Y$  depende de la intensidad del estímulo ( $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ , etcétera).

Ahora bien, ¿cuántos niveles de variación deben ser incluidos? No hay una respuesta exacta, sino que depende del planteamiento del problema y los recursos disponibles. Del mismo modo, los estudios previos y la experiencia del investigador pueden aclarar sus ideas, ya que cada nivel implica un grupo, proceso o conjunto experimental más. Por ejemplo, en el caso del tratamiento médico, dos niveles de variación pueden ser suficientes para probar su efecto, pero si tenemos que evaluar los efectos de distintas dosis de un medicamento, tendremos tantos grupos como dosis y, además, el grupo testigo o de control.

### Modalidades de manipulación en lugar de grados

Hay otra forma de manipular una variable independiente, la cual consiste en exponer a los grupos experimentales a diferentes modalidades de la variable, pero sin que esto implique

cantidad. Por ejemplo, experimentar con tipos de semillas o siembras, mezclas de componentes químicos, medios para comunicar un mensaje a todos los ejecutivos de la empresa (correo electrónico, o teléfono celular o memorando por escrito), vacunas y procedimientos de construcción o materiales.



- Los diseñadores de automóviles experimentan con el peso del chasis (cantidad) y el material con que está construido (modalidad) para conocer su efecto en la aceleración de un vehículo.

En ocasiones, la manipulación de la variable independiente consiste en una combinación de cantidades y modalidades. Los diseñadores de automóviles experimentan con el peso del chasis (cantidad) y el material con que está construido (modalidad) para conocer su efecto en la aceleración de un vehículo.

Finalmente, es necesario insistir en que cada nivel o modalidad implica, al menos, un grupo, condición o conjunto de unidades. Si hay tres niveles (grados) o modalidades, se tendrán tres grupos como mínimo.

## ¿Cuál es el segundo requisito de un experimento?

El segundo requisito consiste en medir el efecto que la variable independiente tiene en la variable dependiente. Esto es igualmente importante, y como en la variable dependiente se observa el efecto, la medición debe ser adecuada, válida y confiable.

Imaginemos que realizamos un experimento para evaluar el efecto de un nuevo curso de capacitación en la comprensión de conceptos sobre seguridad industrial de ciertos obreros, y en lugar de medir la comprensión medimos la memorización; por más correcta que resulte la manipulación de la variable independiente, el experimento resultaría un fracaso porque la medición de la dependiente no es válida. O pensemos que tenemos dos grupos para comparar con mediciones distintas, y si encontramos diferencias ya no sabremos si se debieron a la manipulación de la independiente o a que se aplicaron exámenes de comprensión diferentes. Los requisitos para medir correctamente una variable se estudian en el capítulo 9.

## ¿Cuántas variables independientes y dependientes deben incluirse en un experimento?

No hay reglas sobre cuántas variables debe tener un experimento, pues depende de cómo se haya planteado el problema de investigación y qué limitaciones tenga. Si un investigador se encuentra interesado en contrastar los efectos en la resistencia del concreto del curado de concreto mediante rocío de agua con la técnica de aplicación de hojas de plástico para cubrirlo, y solo le interesa este problema, tendrá una variable independiente única y una sola dependiente. Pero si también pretende analizar el efecto del clima considerando temperaturas cálidas y climas en extremo calientes, agregaría esta variable independiente y la manipularía. Tendría dos variables independientes (técnica de curado y temperatura) y una dependiente (resistencia), son cuatro grupos o conjuntos (sin contar el de control):

1. Grupo expuesto al curado de concreto por rocío de agua y clima cálido.
2. Grupo expuesto al curado de concreto por rocío de agua y clima extremo.
3. Grupo expuesto al curado de concreto con aplicación de hojas de plástico para cubrirlo y clima cálido.
4. Grupo expuesto al curado de concreto con aplicación de hojas de plástico para cubrirlo y clima extremo.

También se podría agregar una tercera variable independiente: dosificación, y una cuarta: mezclado, y así sucesivamente. Claro está que conforme aumenta el número de variables

independientes se incrementan las manipulaciones que deben hacerse y el número de grupos o conjuntos. Entonces, entraría en juego el segundo factor: las limitantes; por ejemplo, tal vez no alcance el presupuesto para realizar tal variedad de experimentos o no dispongamos de tiempo suficiente.

Por otro lado, en cada caso podría optar por medir más de una variable dependiente y evaluar múltiples efectos de las independientes (en distintas variables). Por ejemplo, además de la resistencia del concreto, medir el agrietamiento y la evaluación de su dureza. Resulta obvio que al aumentar las variables dependientes, no tienen que incrementarse los grupos, porque estas variables no se manipulan. Lo que aumenta es el tamaño de la medición porque hay más variables que medir.

## ¿Cuál es el tercer requisito de un experimento?

El tercer requisito es el *control* o *la validez interna* de la situación experimental. El término “control” tiene diversas connotaciones; sin embargo, su acepción más común es que, si en el experimento se observa que una o más variables independientes hacen variar a las dependientes, la variación de estas últimas se debe a la manipulación de las primeras y no a otros factores o causas; y si se observa que una o más independientes no tienen un efecto sobre las dependientes, se puede estar seguro de ello; es decir, saber qué ocurre verdaderamente con la relación entre las variables independientes y las dependientes.

Cuando hay control es posible determinar la relación causal; sin control, no se puede conocer este vínculo. Así, tener el control de un experimento significa contener la influencia de otras variables extrañas en las variables dependientes, para conocer en realidad si las variables independientes que nos interesan tienen o no efecto en las dependientes.

Para volver al ejemplo del concreto, si queremos analizar el efecto que pueda tener la técnica de curado utilizada sobre la resistencia del concreto, sabemos que quizás haya otras razones o causas que afectan a la variable dependiente (materiales utilizados, ensayo, dosificación). Entonces, en el experimento se deberá controlar la posible influencia de estas otras causas, para saber si la técnica tiene o no algún efecto significativo. De lo contrario, si se observa que la resistencia es elevada y no hay control, no sabremos si el proceso de curado es la causa o lo son los demás factores.

## ¿Cómo se logran el control y la validez interna?

El control en un experimento logra la validez interna y se alcanza mediante: 1) varios grupos de comparación (dos como mínimo), y 2) equivalencia de los grupos en todo, excepto en la manipulación de las variables independientes.

Es necesario que en un experimento se tengan, por lo menos, dos grupos que comparar. Con un conjunto no es posible saber con certeza si influyeron otras causas ajenas a la variable independiente manipulada. Imaginemos un experimento en el cual queremos ver si un fertilizante hace crecer más rápidamente cierta especie de plantas. Debemos tener plantas a las cuales se les administre el fertilizante (grupo experimental) y plantas a las que no (grupo de control). Siempre debe haber un punto de comparación.

Pero no basta con dos o más grupos, sino que deben ser similares en todo, menos en la manipulación de las variables independientes. El control implica que todo se mantiene constante, salvo la intervención. Si entre los grupos que conforman el experimento todo es igual o equivalente, excepto la



En un experimento en el cual queremos ver si un fertilizante hace crecer más rápidamente cierta especie de plantas, debemos administrar el fertilizante a algunas plantas (grupo experimental) y otras a las que no (grupo de control).

manipulación de la variable independiente, las diferencias entre los grupos pueden atribuirse a la variable y no a otros factores.

## Clasificación de los diseños experimentales



A continuación se presentan los diseños experimentales más citados en la literatura. Nos basaremos en la tipología clásica, ya citada, de Campbell y Stanley (1966), quienes dividen los diseños experimentales en tres clases: *a) preexperimentos, b) experimentos puros<sup>2</sup> y c) cuasiexperimentos*.

### Preexperimentos

Los *preexperimentos* se llaman así porque su grado de control es mínimo. Consisten en administrar un estímulo o tratamiento a un grupo y después aplicar una medición a una o más variables para observar cuál es el nivel del grupo en estas.

Este diseño no cumple con los requisitos de un experimento “puro”. No hay manipulación de la variable independiente (niveles) o conjuntos de contraste (ni siquiera el mínimo de presencia o ausencia). Tampoco hay una referencia previa de cuál era el nivel que tenía el grupo en las variables dependientes antes del estímulo. No es posible establecer causalidad con certeza pues no se puede asegurar que se están controlando todas las variables que puedan afectar el resultado del experimento.

### Experimentos puros

Los *experimentos puros* son aquellos que reúnen los dos requisitos para lograr el control y la validez interna: 1) grupos de comparación (manipulación de la variable independiente), y 2) equivalencia entre estos. En algunos experimentos, el grupo o conjunto de comparación es el mismo en tiempos o condiciones distintas.

Estos diseños llegan a incluir una o más variables independientes y una o más dependientes. Asimismo, pueden utilizar prepruebas o mediciones previas y pospruebas o mediciones posteriores para analizar la evolución de los grupos antes y después del tratamiento experimental. Desde luego, no todos los diseños experimentales puros utilizan prepruebas; mientras que la posprueba sí es necesaria para determinar los efectos de las condiciones experimentales.

Para ejemplificar la preprueba y la posprueba, veamos los siguientes casos.

Imaginemos que tratamos de determinar si un nuevo motor eléctrico tiene un funcionamiento parecido a un motor de gasolina, con la ventaja de no contaminar el aire. El funcionamiento se mide por el tiempo (en segundos) que tarda en alcanzar una velocidad de 100 km/hora y la aceleración, la cual es evaluada por un acelerómetro en metros por segundo al cuadrado y en fuerza *g*.

Podríamos tener dos automóviles “gemelos” o idénticos (mismo diseño, materiales, peso, neumáticos, etc.). A uno se le instala el motor de gasolina y al otro el eléctrico. Se mide su desempeño en las dimensiones consideradas y se comparan. En este caso, no hay preprueba. El diseño experimental se diagramaría así:

$$\begin{array}{l} \text{Auto 1 } X_1 \text{ (motor de gasolina) } 0_1 \\ \text{Auto 2 } X_2 \text{ (motor eléctrico) } 0_2 \end{array}$$

“0” representa las mediciones posteriores a la instalación del tratamiento (tipo de motor).

<sup>2</sup> Preferimos utilizar el término “experimentos puros” más que “verdaderos” (que es el término original y así se ha traducido en diversas obras), porque crea confusión entre los estudiantes.

Desde luego, podría ser el mismo automóvil, primero con uno de los motores y luego con el otro; lo cual se diagramaría así:

Auto  $X_1$  (motor de gasolina) 0<sub>1</sub>  $X_2$  (motor eléctrico) 0<sub>2</sub>

En cualquier situación, la comparación en la variable dependiente y sus dimensiones medidas sería entre 0<sub>1</sub> y 0<sub>2</sub>.

En el ejemplo de las gasolineras en las cuales se instala un sistema de gestión de la calidad para ver su efecto en las ventas, se tendrían tres condiciones grupos, por así decirlo (las gasolineras serían como grupos). Se miden las ventas antes (preprueba) y después (posprueba) de la introducción del sistema. El diseño se diagramaría así:

|        |                |       |                |
|--------|----------------|-------|----------------|
| $RG_1$ | 0 <sub>1</sub> | $X_1$ | 0 <sub>2</sub> |
| $RG_2$ | 0 <sub>3</sub> | $X_2$ | 0 <sub>4</sub> |
| $RG_3$ | 0 <sub>5</sub> | —     | 0 <sub>6</sub> |

donde "RG" simboliza las tres estaciones de servicio como grupos (1, 2 y 3);  $X$  los sistemas de calidad ( $X_1$  = ISO 9001 y  $X_2$  = sistema propio), mientras que la raya, "—", indica que no hay ningún sistema (grupo de control). La  $R$  significa asignación al azar, es decir, que las tres gasolineras se asignan aleatoriamente a las distintas condiciones del experimento.

La asignación al azar de las unidades y tratamientos es una cualidad deseable de todo experimento que refuerza la validez y el rigor de la indagación. Asegura probabilísticamente que dos o más grupos o conjuntos son equivalentes entre sí (Hernández-Sampieri *et al.*, 2014).

Entre grupos o submuestras, la asignación puede hacerse con papeletas. Se escribe el nombre de cada caso, unidad o participante (o alguna clave que los identifique) en las papeletas, las cuales luego se ponen juntas en algún recipiente, se revuelven y se van sacando —sin observarlas— para formar los grupos. Por ejemplo, si se tienen dos grupos de individuos para el experimento, las personas con turno non en su papeleta irían al primer grupo y las que obtengan par, al segundo grupo. O bien, en un estudio para experimentar con un nuevo procedimiento de clonación de algún fruto (digamos, fresas) y ver si las fresas clonadas tienen mayor calidad que las fresas no clonadas (desde luego, para controlar otras variables que pudieran influir, como el tipo de terreno y sus propiedades, humedad, temperatura y otros factores climáticos, el experimento se haría en un invernadero de pruebas). Podríamos segmentar el terreno de cultivo en parcelas (unidades de muestreo). Supongamos que fueran 80 papeletas en total, las primeras 40 (y sus correspondientes parcelas) que se saquen irían a la condición experimental (clonación), y las otras 40 al grupo de control (no clonación).<sup>3</sup> Asimismo, cuando se tienen dos grupos, la asignación aleatoria puede llevarse a cabo utilizando una moneda no cargada. Se hace una lista de las unidades (productos, personas) y se designa qué lado de la moneda va a significar el grupo uno y qué lado el grupo dos. Con cada caso se lanza la moneda y, dependiendo del resultado, se asigna a uno u otro grupo. Tal procedimiento está limitado solo a dos condiciones, porque las monedas tienen dos caras. Si hay más condiciones, podrían utilizarse dados o cubos.

Una tercera forma de asignar aleatoriamente los participantes o casos a los grupos es mediante el programa STATS®, que puede descargarse de la página electrónica de esta obra

<sup>3</sup>El ejemplo se encuentra simplificado para que el lector comprenda más fácilmente el procedimiento de asignación aleatoria de los casos a los grupos experimentales. En el siguiente capítulo se define "calidad" de una fresa cultivada.

y seleccionar el subprograma “Números aleatorios” (Random Numbers). Previamente, se numeran todos los casos (supongamos que se trata de un experimento con dos grupos y 100 casos en total; por consiguiente, se numeran las unidades del 1 al 100). El programa pregunta en el cuadro de diálogo cuántos números aleatorios queremos generar (*How many random numbers would you like to generate?*). Entonces se escribe el número relativo al total de los casos del experimento (asumamos que son participantes); así, debe teclearse “100”. Inmediatamente se elige la opción con los valores mínimo y máximo para los números aleatorios (*Minimum and Maximum values for random numbers*). En el mínimo se introduce un “1” (siempre será “1”) y en el máximo un “100” (o el número total de unidades del experimento). Al hacer clic en Calcular (*Calculate*), el programa genera 100 números de manera aleatoria; así, se pueden asignar los primeros 50 a un grupo y los últimos 50 al otro grupo, o bien, el primer número al grupo 1, el segundo al grupo 2, el tercero al grupo 1 y así sucesivamente. Dado que la generación de los números es completamente aleatoria, en ocasiones el programa duplica o triplica algunos números; entonces, debemos saltarnos uno o dos de los números repetidos y seguir asignando sujetos —números— a los grupos. Al terminar, se repite el proceso y continuamos asignando a los grupos los números que no habían “salido” antes, hasta situar a los 100 casos en los dos grupos (si fueran cuatro grupos, los primeros 25 se asignan al grupo 1, los segundos 25 al grupo 2, los siguientes 25 al grupo 3 y los últimos 25 al grupo 4).

## Cuasiexperimentos

En los diseños cuasiexperimentales también se manipula deliberadamente al menos una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes, solo que difieren de los experimentos puros en el grado de confianza que se tenga sobre la equivalencia inicial de los grupos. En los *cuaasiexperimentos*, las unidades o casos no se asignan al azar a los grupos, sino que los grupos ya están formados antes del experimento: son grupos “intactos” (la razón por la que surgen y la manera como se formaron es independiente o aparte del experimento). Por ejemplo, si estuviéramos experimentando con una nueva maquinaria y la muestra estuviera constituida por operarios, y los del primer grupo o experimental (con la nueva maquinaria,  $G_1$ ) fueran del turno matutino y los del segundo grupo o de control (con la maquinaria anterior,  $G_2$ ) del turno vespertino. Los operarios no se asignan al azar, pues ya pertenecen al turno. Otro caso similar sería experimentar con dos medicamentos y un grupo de control (tres grupos) y los pacientes (unidades) fueran de tres hospitales distintos y no podemos asignarlos a las condiciones aleatoriamente por alguna razón.

## ¿Cuáles pueden ser los contextos generales de los experimentos?

En la literatura sobre la investigación se distinguen dos contextos generales en los que llega a tener lugar un diseño experimental: laboratorio y campo. Así, se habla de experimentos de laboratorio y experimentos de campo. Los primeros experimentos de laboratorio se realizan en condiciones rigurosas y se controlan otras fuentes que puedan afectar los resultados e impedir que se conozca con certeza el efecto o no efecto de la variable independiente sobre la dependiente. Los experimentos de campo son estudios efectuados en una situación realista en la que una o más variables independientes son manipuladas por el experimentador en condiciones tan cuidadosamente controladas como lo permite la situación.

La diferencia esencial entre ambos contextos generales es el “realismo” con que los experimentos se llevan a cabo, es decir, el grado en que el ambiente es natural para los sujetos.

## Diseños cuantitativos no experimentales

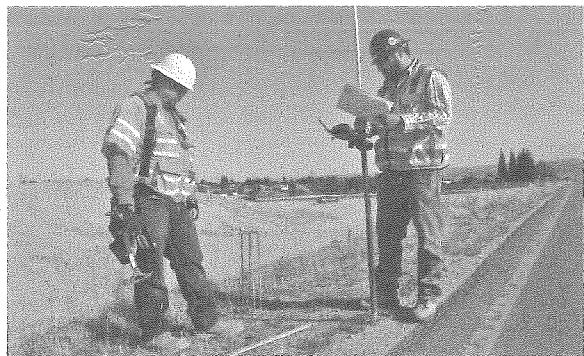
Los diseños no experimentales implican investigación que se efectúa sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios donde *no* hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar o medir fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos siguiendo siempre el planteamiento del problema.

En un experimento, el investigador prepara intencionalmente una situación a la que son expuestos varios casos o individuos. Esta situación consiste en recibir un tratamiento, una condición o un estímulo en determinadas circunstancias, para evaluar los efectos de la exposición o aplicación del tratamiento o tal condición. Por decirlo de alguna manera, en un experimento se “genera” una realidad.

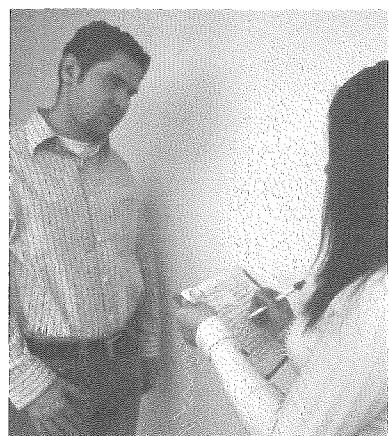
En cambio, en un estudio no experimental no se establece ninguna situación, sino que se examinan hechos o fenómenos ya existentes, no provocados intencionalmente en la investigación. En la indagación no experimental, las variables independientes ocurren y no es factible manipularlas; no se tiene control directo ni influencia sobre ellas porque ya sucedieron, al igual que sus efectos.

Y no toda la investigación no experimental posee un alcance explicativo. Más bien es un parteaguas de varios estudios cuantitativos, como las encuestas de opinión (*surveys*), los estudios *ex post facto* retrospectivos y prospectivos, etcétera.

Para ilustrar la diferencia entre un estudio experimental y uno no experimental consideremos el siguiente ejemplo. Claro está que no sería ético un experimento como este, que forzara a los trabajadores a consumir mucha glucosa (dulces). Es solamente un ejemplo hipotético ilustrativo.<sup>4</sup>



- En la investigación no experimental se observan o miden los fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos siguiendo siempre el planteamiento del problema.



- La investigación no experimental es un parteaguas de varios estudios cuantitativos, como las encuestas de opinión, los estudios *ex post facto* retrospectivos y prospectivos.

### EJEMPLO

#### Para esclarecer la diferencia entre la investigación experimental y la investigación no experimental

Imaginemos que un investigador en salud ocupacional deseara analizar el efecto que produce entre trabajadores el consumo excesivo de dulces sobre la caries dental. Su hipótesis sería: “a mayor consumo de dulces, mayor posibilidad de caries dental”. Si decidiera seguir un enfoque experimental, asignaría al azar una muestra a varios grupos. Supongamos que son cuatro: un primer grupo en el que las personas consumieran diariamente 30 dulces durante tres meses, un segundo grupo en el que tomaran 15 dulces al día durante el mismo tiempo, un tercer grupo de siete dulces y el cuarto grupo que

<sup>4</sup> Adaptado de Hernández-Sampieri, Zapata y Mendoza (2013). Es un ejemplo simplificado didáctico.

no probara ningún dulce. Todos los dulces serían iguales (idéntico tamaño y contenido de azúcar). Obviamente, el experimentador regularía la dieta de todos (que sería exactamente igual), así como las prácticas de higiene bucal (misma pasta dental, tipo de cepillo).

Al pasar los tres meses (periodo experimental), el investigador compararía el estado promedio de las caries dentales entre los grupos (no haría contrastes individuales, sino grupales). Si encontrara que a mayor consumo de dulces mayor caries dental, comprobaría su hipótesis.

Por el contrario, si decidiera seguir un enfoque no experimental, el investigador acudiría a empresas y seleccionaría una muestra de trabajadores y encontraría que hay toda la gama de consumo de dulces entre ellos (quienes consumen exageradamente, aquellos que comen bastantes, otros que toman cantidades regulares, algunos que ingieren muy pocos y quienes nunca comen dulces). Evaluaría el estado de las caries entre todos y llevaría a cabo sus comparaciones para ver si encuentra tendencias con las cuales fuera posible establecer la relación entre el consumo de dulces y la caries dental.

En un estudio experimental se construye el contexto y se manipula de manera intencional la variable independiente (en este caso, el consumo de golosinas). Después, se observa el efecto de esta manipulación sobre la variable dependiente (aquí, la caries). Es decir, el investigador influyó directamente en el consumo de dulces de los participantes. En la investigación no experimental no hay ni manipulación intencional ni asignación al azar. Los sujetos ya tenían ciertos hábitos de comer golosinas y en este hecho el investigador no tuvo nada que ver. Era una situación ya existente.

## ¿Cuáles son los tipos de diseños no experimentales?

Distintos autores han adoptado diversos criterios para catalogar la investigación no experimental. En este libro consideramos la siguiente manera de clasificar esas investigaciones: por su dimensión temporal o el número de momentos o puntos en el tiempo en los cuales se recolectan datos (Hernández-Sampieri *et al.*, 2013): transeccionales o longitudinales como se muestra en la figura 7.2.

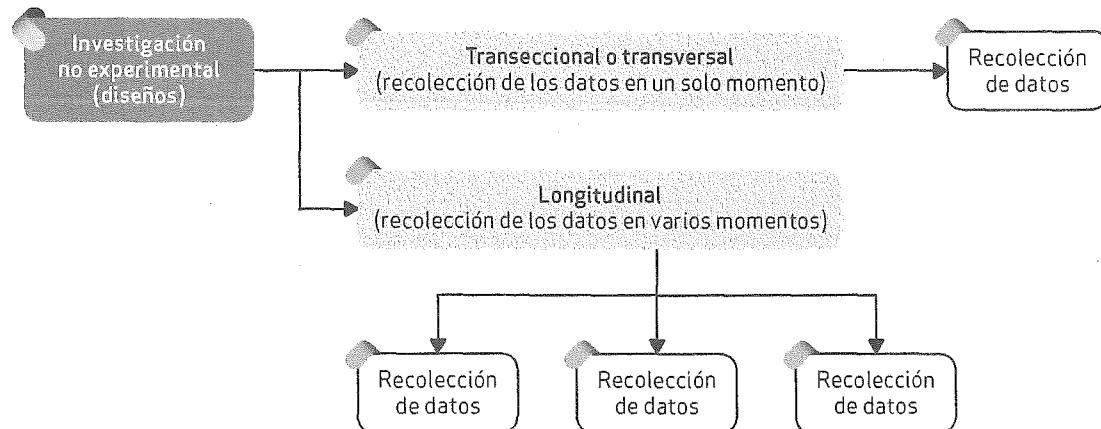


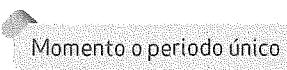
Figura 7.2 División de la investigación no experimental.

## Diseños transeccionales o transversales

Los diseños de *investigación transeccional* o *transversal* recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como tomar una fotografía de algo que sucede. Por ejemplo:

1. Explorar si en una ciudad hay discriminación por género, edad y capacidades distintas en los procesos de selección, reclutamiento y contratación de las grandes empresas industriales.
2. Diagnosticar el ambiente organizacional de una empresa dedicada a la producción de flechas automotrices de velocidad constante (en un momento, digamos, noviembre del año en curso).
3. Evaluar el estado de los edificios de un barrio o una colonia después de un terremoto o bien, la calidad de la cosecha de un vegetal posterior a una helada.
4. Analizar el efecto que tiene la implantación de un nuevo impuesto sobre la liquidez de empresas de determinado giro (digamos, de producción de acero y en un periodo único).
5. Establecer la prevalencia de la infección por hepatitis B en una región (en el trimestre actual).
6. Determinar la relación entre la dirección estratégica y la competitividad en PyMEs restauranteras de Bogotá (Piñeiro, 2016). Datos recolectados una sola ocasión.

Estos diseños se esquematizan de la siguiente manera:



Momento o período único

Obsérvese en los seis ejemplos que los diseños transversales pueden tener un alcance exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo.

Desde luego, es factible que abarquen varios grupos o subgrupos de personas, objetos o indicadores, así como diferentes comunidades, situaciones o eventos. Por ejemplo, analizar el efecto de la introducción de un impuesto sobre la liquidez de distintos giros de empresas de servicio (restaurantes, hoteles); pero siempre, la recolección de los datos ocurre en un momento o periodo único.

Veamos algunos ejemplos adicionales y el alcance que tienen.

### EJEMPLOS

- Un estudio sobre empresas medianas exportadoras de hortalizas de determinado estado o provincia: qué productos venden, a dónde los envían, cuánto venden, qué estrategias siguen para penetrar en los mercados de destino (descriptivo).
- Una investigación que estudiara cómo influye la motivación intrínseca en la productividad de los trabajadores de grandes compañías aeroespaciales, de cierto país y en un momento, observando si los obreros más productivos son los más motivados; en caso de que así sea, evaluar por qué y cómo es que la motivación intrínseca contribuye a incrementar la productividad (esta investigación establece primero la correlación y luego la relación causal entre las variables).
- Un estudio que pretendiera analizar quiénes compran más en las tiendas de una cadena departamental, los hombres o las mujeres, y de qué edades y perfiles socioe-

conómicos (correlacional: asocia nivel de compra con género, edad y nivel socioeconómico).

- Un diagnóstico para evaluar los niveles de satisfacción de los clientes de un hotel respecto al servicio que reciben (descriptivo: no busca evaluar si las mujeres están más satisfechas que los hombres, ni asociar el nivel de satisfacción con la edad o los ingresos de los clientes u otras variables).



- Un estudio que pretendiera analizar quiénes compran más en las tiendas de una cadena departamental, los hombres o las mujeres.

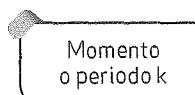
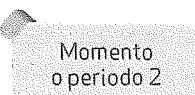
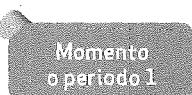
De los ejemplos se desprende lo que se ha comentado anteriormente: que en ciertas ocasiones solo se pretende correlacionar categorías o variables, pero en otras, se quiere establecer relaciones causales. Debemos recordar que la causalidad implica correlación, pero no toda correlación significa causalidad.

Estos diseños pueden ser sumamente complejos y abarcar diversas variables o constructos. Cuando establecen relaciones causales son explicativos. Su diferencia con los experimentos es la base de la distinción entre experimentación y no experimentación. En los diseños transeccionales correlacionales-causales, las causas y los efectos ya ocurrieron en la realidad (estaban dados y manifestados) o suceden durante el estudio, y quien investiga los observa e informa. En cambio, en los diseños experimentales y cuasiexperimentales se provoca intencionalmente al menos una causa y se analizan sus efectos o consecuencias.

### Diseños longitudinales

En ocasiones el interés del investigador es analizar cambios al paso del tiempo de determinadas categorías, conceptos, sucesos, variables, contextos o comunidades, o bien, de las relaciones entre estas o estos. Para este fin, disponemos de los *diseños longitudinales*, en los cuales se recolectan datos en diferentes momentos o períodos para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y efectos. Por lo común, tales puntos o períodos se especifican de antemano. Por ejemplo, un investigador que analiza cómo evolucionan los niveles de empleo durante cinco años en una ciudad; otro que estudia la rotación de determinada empresa en los últimos 12 meses, y uno más que observa cómo vive una comunidad indígena al paso de varios años, con la llegada de la computadora e internet. Son pues, estudios de seguimiento.

Estos diseños se podrían representar de la siguiente manera:



Los *diseños longitudinales* se fundamentan en hipótesis de diferencia de grupos, correlacionales y causales. Estos diseños recolectan datos sobre categorías, sucesos, comunidades, contextos, variable, o sus relaciones en dos o más momentos, para evaluar su evolución. Los diseños comprenden una población, una subpoblación o a los mismos casos o participantes.

Los siguientes son ejemplos de ideas para estudios longitudinales: resistencia al paso del tiempo de materiales de construcción para edificios cuya base sea la roca caliza, recaudación fiscal en distintos años, comportamiento de las acciones en la bolsa de valores de una nación antes y después de ciertos acontecimientos (como una crisis económica mundial), duración de cierta pasta para cubrir picaduras o daños a los molares, relación entre el ambiente organizacional y la disposición de las empresas para aprender e innovar durante varios períodos (digamos en la última década, con mediciones anuales), seguimiento de los resultados de un programa de mejora continua en el corto, mediano y largo plazos, y un estudio sobre la evolución de una epidemia en el mundo durante un lustro (digamos, el virus del Zika o el cólera).

## Comparación de los diseños transeccionales y longitudinales

Los estudios longitudinales tienen la ventaja de que proporcionan información sobre cómo evolucionan las categorías, conceptos, procesos, variables, comunidades, fenómenos y sus relaciones. Sin embargo, suelen ser más costosos que los transeccionales. La elección de un diseño u otro depende más bien de los propósitos de la investigación y de su alcance, así como de los recursos disponibles.

## ¿Cuáles son las características de la investigación no experimental en comparación con la investigación experimental?

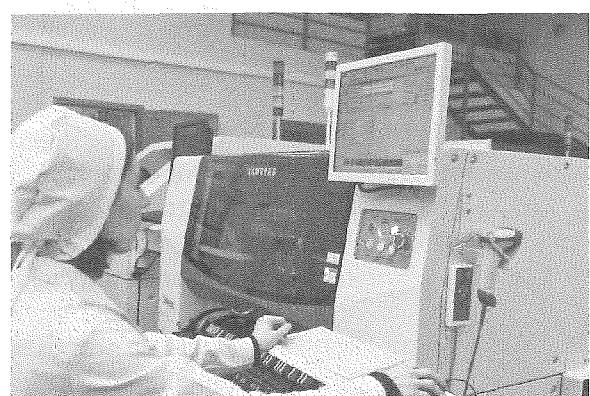
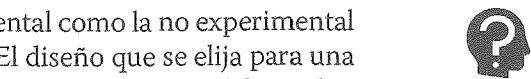
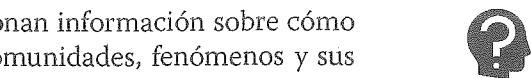
Como hemos puesto de relieve, tanto la investigación experimental como la no experimental son herramientas muy valiosas y una no es mejor que la otra. El diseño que se elija para una investigación depende más bien del planteamiento del problema y del contexto del estudio. Desde luego, los dos tipos poseen características propias.

El control sobre las variables es más riguroso en los experimentos que en los diseños cuasiexperimentales y, a su vez, estas dos clases ejercen mayor control que los diseños no experimentales. En un experimento se analizan relaciones "puras" entre las variables de interés, sin contaminación de otras variables y, por ello, es posible establecer relaciones causales con mayor precisión. Por ejemplo, en el experimento sobre el efecto en las ventas de implantar sistemas de gestión de calidad en gasolineras, podríamos variar el tipo de reingeniería (de procesos, de personal o ambos), programa justo a tiempo (presencia o ausencia), el método de capacitación y otros factores. Así, sabríamos cuánto afectó cada variable. En cambio, en la investigación no experimental es más complejo separar los efectos de las múltiples variables que intervienen; sin embargo puede hacerse, por inferencias y con métodos estadísticos.

Por lo que respecta a la posibilidad de réplica, prácticamente todos los diseños pueden repetirse, aunque en los longitudinales es mucho más complejo.

Ahora bien, como menciona Kerlinger (1979), en los experimentos que tienen que ver el comportamiento de seres humanos, las variables independientes pocas veces tienen tanta fuerza como en la realidad o la cotidianidad. Es decir, en el laboratorio estas variables no muestran la verdadera magnitud de sus efectos, que suele ser mayor fuera del laboratorio. Por lo tanto, si se encuentra un efecto en el laboratorio, por lo regular será mayor en la realidad.

En cambio, en la investigación no experimental social estamos más cercanos a las variables formuladas hipotéticamente como "reales" y, en consecuencia, tenemos mayor validez externa (posibilidad de generalizar los resultados a



En experimentos relacionados con el comportamiento humano, las variables independientes tienen menos fuerza que en la realidad.

otros casos y situaciones comunes). Asimismo, en experimentos con personas una desventaja es que se selecciona un número de individuos poco o medianamente representativo de las poblaciones que se estudian. La mayoría de los experimentos tiene muestras de no más de 200 personas, lo que dificulta la generalización de resultados a universos más amplios. Por tal razón, los resultados de un experimento conductual deben tomarse con precaución. Mediante repeticiones del experimento (en distintos contextos y con diferentes tipos de individuos) se van generalizando los resultados (Hernández-Sampieri *et al.*, 2014). Cuando se experimenta con objetos (por ejemplo, materiales) son menos heterogéneos y se requieren muestras menores.

La investigación experimental y la no experimental se utilizan para el avance del conocimiento, y en ocasiones resulta más apropiado un tipo u otro, dependiendo del problema de investigación de que se trate.

En la tabla 7.1 se hace una concordancia de los alcances del estudio, las hipótesis y el diseño (Hernández-Sampieri *et al.*, 2014, p. 165).

**Tabla 7.1** Correspondencia entre tipos de estudio, hipótesis y diseño de investigación.

| Estudio       | Hipótesis                                                                                                             | Possibles diseños                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Exploratorio  | <ul style="list-style-type: none"> <li>No se establecen, lo que se puede formular son conjeturas iniciales</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Transeccional exploratorio</li> <li>Preexperimental</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Descriptivo   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Descriptiva</li> </ul>                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Preexperimental</li> <li>Transeccional descriptivo</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Correlacional | <ul style="list-style-type: none"> <li>Diferencia de grupos sin atribuir causalidad</li> <li>Correlacional</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cuasiexperimental</li> <li>Transeccional correlacional</li> <li>Longitudinal (no experimental)</li> <li>Cuasiexperimental</li> <li>Transeccional correlacional</li> <li>Longitudinal (no experimental)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                   |
| Explicativo   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Diferencia de grupos atribuyendo causalidad</li> <li>Causales</li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Experimental "puro"</li> <li>Cuasiexperimental, longitudinal y transeccional causal (cuando hay bases para inferir causalidad, un mínimo de control y análisis estadísticos apropiados para relaciones causales)</li> <li>Experimental puro</li> <li>Cuasiexperimental, longitudinal y transeccional causal (cuando hay bases para inferir causalidad, un mínimo de control y análisis estadísticos apropiados para relaciones causales)</li> </ul> |

Hay problemas de investigación que se pueden abordar en forma experimental y no experimental. Por ejemplo, si deseáramos analizar la relación entre la motivación y la productividad en los trabajadores de cierta empresa, seleccionaríamos un conjunto de empleados y lo dividiríamos al azar en cuatro grupos: uno en el que se propicie una elevada motivación, otro con mediana motivación, otro más con baja motivación y un último sin ningún motivador. Despues compararíamos la productividad de los grupos. Tendríamos un experimento.

Si se tratara de grupos intactos (turnos o plantas), tendríamos un cuasiexperimento. En cambio, si midiéramos la motivación y la productividad de los trabajadores, y relacionáramos ambas variables, se trataría de una investigación transeccional correlacional. Y si cada seis meses midiéramos las dos variables y establecíramos su correlación, efectuaríamos un estudio longitudinal.

Otro ejemplo sería el impacto de los tsunamis. Esta problemática podría abordarse mediante un diseño transversal no experimental causal, para evaluar los efectos de un tsunami con los datos recolectados durante su ocurrencia e inmediatamente después. También podría hacerse de forma experimental simulando un tsunami a escala en un ambiente controlado (una alberca especial o un estuario acondicionado), como lo hace H. R. Wallingford (H. R. Wallingford, 2015). O bien, con modelos informáticos basados en datos históricos de tsunamis (longitudinales no experimentales; European Geosciences Union, 2015).

Una cuestión que debemos esclarecer es que los diseños longitudinales no experimentales pueden confundirse con los diseños experimentales de series cronológicas múltiples, los cuales son experimentos con varias prepruebas o pospruebas, porque ambos consideran la evolución de mediciones, pero los segundos manipulan una variable independiente o tratamiento y los primeros no.



Un ejemplo de estudio longitudinal es el impacto de los tsunamis.

## Estudios de caso

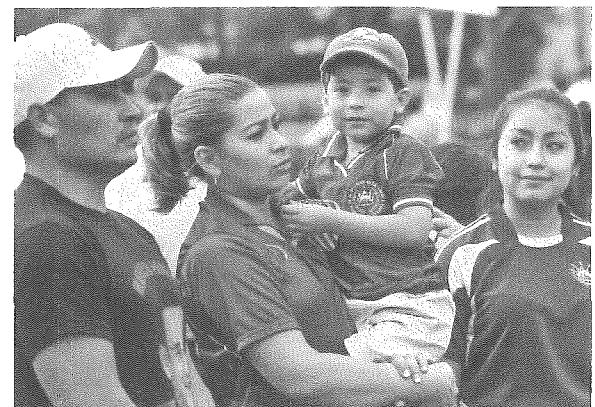
Según algunos autores, los estudios de caso son una clase de diseño, a la par de los experimentales, no experimentales y cualitativos (Hernández-Sampieri *et al.*, 2014; Creswell, 2013a, y Mertens, 2010), mientras que otros los consideran un diseño experimental (León y Montero, 2003) o etnográfico (Creswell, 2013b). También han sido concebidos como un asunto de muestreo o un método.

La realidad es que los *estudios de caso* son todo lo anterior (Yin, 2013). Poseen sus propios procedimientos y clases de diseños. Los podríamos definir como “estudios que al utilizar los procesos de investigación cuantitativa, cualitativa o mixta; analizan profundamente una unidad holística o completa para responder al planteamiento del problema, probar hipótesis y aportar al desarrollo de una teoría” (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2008, p. 18). Esta definición los sitúa más allá de un tipo de diseño o muestra, pero ciertamente es la más cercana a la evolución que han tenido los estudios de caso en los últimos años.

En ocasiones, los estudios de caso utilizan la experimentación, es decir, se constituyen en estudios preexperimentales. Otras veces se fundamentan en un diseño no experimental (transversal o longitudinal) y en ciertas situaciones se convierten en estudios cualitativos, al emplear métodos inductivos. Asimismo, pueden valerse de las diferentes herramientas de la investigación mixta.

La unidad o caso investigado puede tratarse de un individuo, una pareja, una familia, un proceso (de calidad, químico, de manufactura, de producción agrícola, construcción, etc.), un objeto (como un edificio, un equipo o maquinaria), un material (por ejemplo, radiactivo), un sistema (fiscal, educativo, terapéutico, de capacitación, de trabajo social), una organización (hospital, fábrica, escuela), un hecho histórico, un desastre natural, una comunidad, un municipio, un departamento o estado, una nación, etcétera.

En la tabla 7.2 se encuentran preguntas de investigación que corresponderían a estudios de caso.



La unidad o caso investigado puede tratarse de un individuo, una pareja, una familia, un proceso, etcétera.

 **Tabla 7.2** Posibles estudios de caso derivados de preguntas de investigación.

| Preguntas de investigación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo puede optimizarse el tiempo de construcción de viviendas que utiliza ladrillos de PET? (Unidad o caso: proceso).</li> <li>• ¿Por qué se declaró en quiebra técnica esta empresa? (Unidad: empresa).</li> <li>• ¿Cuáles fueron las causas de cierto accidente aéreo? (Unidad: desastre aéreo).</li> <li>• ¿Cuáles son las razones por las que un supervisor específico logra que sus empleados se encuentren más motivados que otros de la misma empresa? (Unidad: individuo y su liderazgo).</li> <li>• ¿Quién fue el culpable de determinado asesinato y cuáles fueron sus motivos? (Unidad: suceso).</li> <li>• ¿Cuáles son los factores que impiden disminuir los costos del armado de arneses automotrices en las plantas de la empresa AP? (Unidad: proceso).</li> <li>• ¿Cómo puede caracterizarse la cultura organizacional de la empresa ANGEMEX? (Unidad: organización).</li> </ul> |



## ¿Qué son los diseños de investigación cualitativa?

En la investigación cualitativa, el diseño también implica el plan o estrategia para recolectar la información que se requiere a fin de responder al planteamiento del problema. Aunque resulta más flexible que el diseño cuantitativo en cualquier modalidad, porque la indagación cualitativa es en gran medida emergente y se encuentra aún más sujeta a las circunstancias de cada contexto o ambiente.

Asimismo, el diseño cualitativo puede subrayar un aspecto cultural, un proceso, la experiencia humana, una historia de vida o varias, la resolución de una problemática específica, el entendimiento de las relaciones entre variables o la comprensión de un caso, lo cual le otorga un sello diferente o clase de abordaje, y esto se deriva directamente del planteamiento del problema.

Se escogen diseños cualitativos cuando el investigador quiere explorar, describir y conocer con amplitud y profundidad percepciones, emociones, sentimientos, experiencias, enfoques y puntos de vista de personas, desde la perspectiva de los propios participantes o sujetos investigados, en su ambiente natural y de manera más abierta.

Por ejemplo, imaginemos que un ingeniero industrial está interesado en entender por qué los colaboradores del departamento de producción de una empresa líder en la fabricación de amortiguadores para automóviles se accidentan constantemente en la planta (sus cifras superan las normas de la industria y de la Organización Internacional del Trabajo). Entonces, tiene que efectuar una inmersión inicial y profunda en el departamento. Posiblemente hará observaciones, tomará notas y entrevistará en profundidad a varios trabajadores de distintos turnos, analizará los resultados y responderá a su inquietud (pregunta de investigación). Luego, establecerá un programa de seguridad e higiene.

También hemos de señalar que en la investigación cualitativa el diseño, la muestra, la recolección de los datos y el análisis pueden sufrir modificaciones de acuerdo con las eventualidades que surjan y la forma en que evolucione el trabajo en el campo.

Antes de ver el diseño cualitativo, conviene revisar algunas propiedades del enfoque cualitativo, para saber por qué esos diseños son diferentes de los cuantitativos.



 Los diseños cualitativos pueden servirle a un ingeniero industrial para entender por qué los colaboradores del departamento de producción de una fábrica se accidentan en la planta.

## Características de la investigación cualitativa



Hay diversas concepciones de lo que es la investigación cualitativa, y de esta multiplicidad han surgido distintas aproximaciones y diseños. Algunos autores (por ejemplo, Álvarez Gavou, 2002) hablan de marcos interpretativos al proponer tipos de indagación cualitativa: fenomenología, hermenéutica, interaccionismo simbólico, feminismo, constructivismo en sus diferentes vertientes, etnografía, etc. Otros autores agrupan una pluralidad de métodos y enfoques en la categoría de la indagación cualitativa: etnometodología, investigación-acción (incluyendo la modalidad participativa), análisis del discurso, teoría crítica, estructuralismo y varios más.

En nuestra experiencia, el estudiante que se inicia en la investigación suele confundirse con estas tipologías y se pregunta qué pasos se siguen para muestrear, recolectar y analizar datos en un estudio cualitativo. Es decir, un estudiante necesita una respuesta más práctica.

Por ello, reflexionemos sobre la naturaleza de la aproximación cualitativa:

1. No se sigue un camino definido, una sola ruta preestablecida.
2. El investigador comienza examinando la realidad y va recolectando datos y desarrollando una teoría coherente con lo que observa que ocurre.
3. Se utiliza más una lógica y un proceso inductivo (del hecho a la teoría).
4. El tipo de datos que se recolectan y analizan son narrativos de distintas clases: orales o verbales, visuales (observaciones, fotografías, videos, objetos de cualquier índole, desde una pintura, dibujo y mapa, hasta una edificación, vestigio o la basura, etc.), escritos y simbólicos (por ejemplo: signos, ritos).
5. Se pretende descubrir patrones y anomalías en los fenómenos estudiados (por ejemplo: qué tienen en común las empresas prósperas de un ramo, qué consecuencias tiene el abuso sexual infantil en las víctimas, qué cualidades comparten las supernovas, qué fuentes de error que provocan reprocesos han sido identificadas por todos los que participan en un proceso).
6. La mayoría de las hipótesis se generan durante la indagación y van refinándose conforme se recaban más datos o son resultado del estudio.
7. La recolección de los datos consiste en obtener las perspectivas y puntos de vista de los participantes (emociones, experiencias, significados y otros aspectos subjetivos), utilizando técnicas como la observación no estructurada, entrevistas abiertas, revisión de documentos, discusión en grupo, evaluación de experiencias personales, registro de historias de vida, interacción e introspección con grupos o comunidades.
8. El propósito consiste en reconstruir la realidad, tal como la observan los actores de un sistema social previamente definido (una organización, un equipo de trabajo, un grupo de expertos, una comunidad, etc.). A esto se le denomina *holístico*, porque considera todo lo que comprende el fenómeno.
9. La “realidad” se define por las interpretaciones de los participantes en la investigación respecto de su situación. Es así como convergen varias realidades que van modificándose conforme transcurre el estudio.
10. No se pretende generalizar probabilísticamente los resultados a poblaciones más amplias. Los resultados se aplican al fenómeno, contexto, situación, casos o muestra del estudio.
11. El instrumento de recolección de los datos se perfecciona hasta que produce el tipo de datos de interés.
12. La recolección y el análisis de los datos no son completamente estandarizados.

Por supuesto, hay otras características del enfoque cualitativo. Las anteriores son las principales y la exposición tiene la finalidad de entender qué implica aproximarse de esta manera al examen de una realidad. En este enfoque, el investigador se introduce en las expe-

riencias individuales de los participantes y acumula conocimientos, siempre consciente de que es parte del fenómeno estudiado.

## Ejemplos de temas que pueden abordarse cualitativamente

Hace algunos años, la investigación cualitativa se asociaba preferentemente con las ciencias del comportamiento humano e incluso se desechaba para las ciencias administrativas y las ingenierías. Pero esta noción ha cambiado notablemente. Veamos algunos ejemplos donde puede ser apropiado utilizarla.

### *El centro comercial ideal*

A principios de este siglo, una gran organización mexicana de centros comerciales (en ese entonces, de más de 20 locales) encargó una investigación de mercado para, entre otras cuestiones, comprender la experiencia de compra de sus clientes mayores de edad, conocer sus preferencias de centros comerciales, determinar los factores que inciden en su evaluación de un centro comercial y lograr que definieran lo que para ellos constituye el centro comercial ideal (Hernández-Sampieri *et al.*, 2014).

Podría haberse realizado una encuesta para cumplir con los objetivos del estudio, pero mediante un cuestionario resultaba muy complicado obtener las percepciones profundas de los clientes y documentar sus experiencias con la amplitud requerida. Imagínate que quieres saber lo que un grupo de amigos piensa sobre ti. ¿Qué te daría más información, aplicarles un cuestionario o platicar con ellos a fondo, ya sea individualmente (entrevista) o en conjunto (grupo de enfoque)?

Así, se hicieron reuniones de enfoque con 80 clases de clientes (en cuanto a edades, niveles socioeconómicos, géneros, ocupación y más) en las cuales se analizaron sus experiencias de compra y diversión, lo que les gusta y no les gusta de los centros comerciales, qué toman en cuenta para preferir un centro comercial, cómo evalúan a los centros comerciales, qué ideas tienen para adecuarlos a sus necesidades y otros temas.

Después de los análisis cualitativos, se hicieron recomendaciones para mejorar los centros (recomendaciones generales para todos y específicas de cada uno). Este estudio tuvo un efecto significativo en la evolución del centro comercial actual en México (por ejemplo, agregar a las tiendas departamentales y sitios de venta de artículos, lugares de entretenimiento como locales con juegos para todas las edades, cines, bares y salones de fiestas, y diversos servicios, como restaurantes, gimnasios, espectáculos, espacios deportivos y otros).

Las investigaciones cualitativas se utilizan para evaluar todo tipo de productos (desde una pasta de dientes hasta automóviles) y servicios (hoteles, hospitales, transporte aéreo y terrestre), y cómo adaptarlos a las necesidades de los consumidores y clientes. Actualmente, para construir una casa que resulte más funcional para sus moradores, se entrevista a una muestra con el propósito de diseñarla de acuerdo con sus requerimientos.

Otro uso común de los diseños cualitativos es la optimización de un proceso. Por ejemplo, además de conducir observaciones sistemáticas, se entrevista a quienes participan en el proceso y se les solicita que lo evalúen y digan qué se requiere para perfeccionarlo (datos narrativos). De hecho, los programas de mejora continua se fundamentan



● Las investigaciones cualitativas sirven para evaluar productos y servicios, y cómo adaptarlos a las necesidades de los consumidores.

en principios de la investigación cualitativa y utilizan grupos, que en realidad son como los de enfoque (por ejemplo, los equipos de calidad e innovación, círculos de calidad, grupos

autónomos de trabajo). No se diga para profundizar en problemas humanos de las empresas y conocer el ambiente laboral.

## Elección del diseño cualitativo

Elegir un diseño cualitativo implica penetrar en la realidad que se examina desde una óptica peculiar que depende del contexto, la situación, los recursos disponibles, los objetivos y el problema planteado. Hablamos, entonces, de una postura pragmática. Para ilustrar lo anterior, pensemos que definir un diseño es como seleccionar qué gafas de sol te pondrás, lo cual puede variar, de acuerdo con los rasgos de tu rostro, el lugar al que vas a ir, el color de tu preferencia, incluso la combinación del armazón con tu ropa o tu personalidad.

## ¿Cuáles son los diseños de la investigación cualitativa?

De todas las clasificaciones de los diseños cualitativos, la más citada es la siguiente: *a) teoría fundamentada, b) diseños etnográficos, c) diseños narrativos, d) diseños fenomenológicos, e) diseños de investigación-acción (participativa y no participativa) y f) estudios de caso cualitativos* (Hernández *et al.*, 2014, Creswell, 2013b). Cabe señalar que en la práctica, aunque se elige uno, casi siempre se toman elementos de otros; es decir, hay una asociación entre sus componentes y no se puede establecer una frontera fija.

Lo que proponemos a continuación es un diseño básico en el caso de que vayas a emprender un estudio cualitativo.<sup>5</sup> Esta propuesta se basa en un análisis de los trabajos publicados en revistas internacionales de índole cualitativa en los últimos cinco años.<sup>6</sup> Desde luego, se trata de un proceso flexible que incluye elementos comunes de los diseños cualitativos citados. A este diseño le denominamos “diseño cualitativo integral”. Para profundizar en los diseños cualitativos de esta tipología referida, puedes consultar Hernández-Sampieri *et al.* (2014). En la figura 7.3 se encuentra el esquema de este diseño.

## Diseño cualitativo integral

El diseño cualitativo integral, como dijimos, surge de la yuxtaposición de elementos más que de los diseños etnográficos, fenomenológicos, narrativos y de investigación-acción; su eje es la teoría fundamentada. También toma en cuenta la naturaleza de los proyectos de investigación básica y aplicada de los alumnos de educación superior, nivel técnico superior y licenciatura.

La *teoría fundamentada (Grounded Theory)*, propuesta por Barney Glaser y Anselm Strauss en 1967, en su libro *The Discovery of Grounded Theory*, sigue un procedimiento sistemático cualitativo para generar una teoría que explique en un nivel conceptual una acción, una interacción o un área específica. Además, se busca que este diseño sea útil cuando las teorías disponibles no explican el fenómeno o planteamiento del problema, o bien, cuando sus elementos no abarcan el perfil de los participantes de interés, como lo señala Creswell (2013b) en su exposición de las características de la teoría fundamentada.

El proceso consiste en descubrir categorías (patrones) que se encuentran en un conjunto de datos cualitativos y vincularlas para responder a las preguntas de investigación y, de ser

<sup>5</sup> Es una propuesta para quienes se inician en la investigación. Es una simplificación que no refleja la riqueza y profundidad de abordajes, visiones y marcos de referencia presentes en la indagación cualitativa; sin embargo, contiene los elementos básicos.

<sup>6</sup> Entre las publicaciones se encuentran: *Qualitative Research, Qualitative Health Research, Qualitative Inquiry, Journal of Marketing Research, Journal of Business Research, Journal of Mixed Methods Research, American Behavioral Scientist, Qualitative Market Research: An International Journal, The Qualitative Report, Investigación Administrativa, Systemic Practice and Action Research y Canadian Journal of Action Research.*

posible, desarrollar una teoría; o bien, resolver algún problema, hacer mejoras en un proceso, producto o situación; optimizar alguna estrategia o práctica individual, grupal o colectiva (por ejemplo, de una persona, una organización, una comunidad, un país). Esto último, tal como lo hace el estudiante durante sus prácticas, estadías o estancias profesionales, así como proyectos académicos vinculados con el sector empresarial. Esta es una ventaja que comparte con los diseños de investigación-acción, cuyo propósito fundamental es aportar información que guíe la toma de decisiones para programas, procesos o reformas estructurales.

En la figura 7.3 se ilustra el proceso del diseño cualitativo integral. Más adelante se estudian algunas de sus etapas de ejecución y otras en los capítulos correspondientes (muestreo, recolección y análisis).

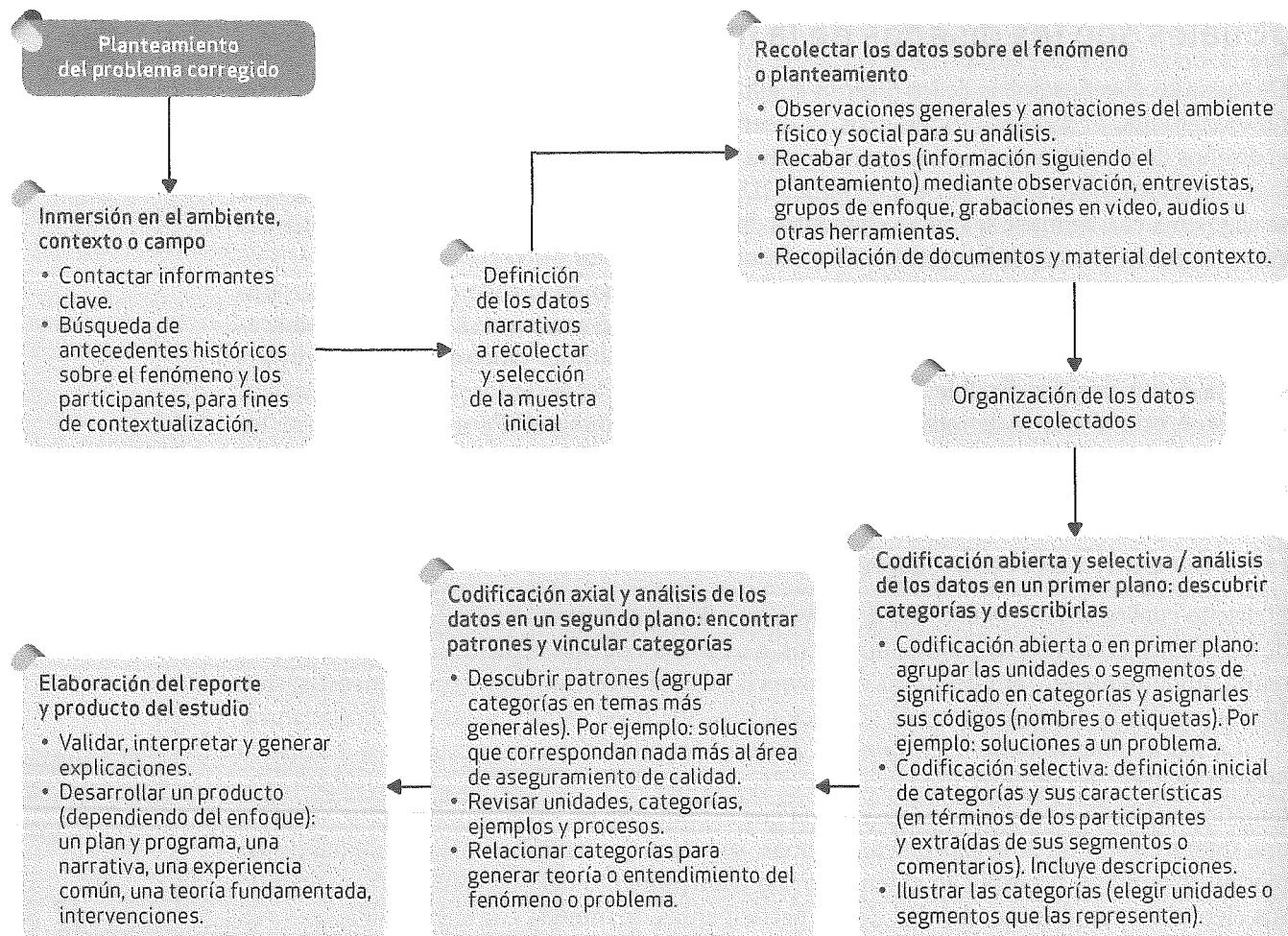


Figura 7.3 Diseño cualitativo integral.

## Fases del diseño cualitativo integral



### Inmersión en el ambiente, contexto o campo

Implica obtener información previa y actual sobre el ambiente o contexto donde se realizará el estudio (ejemplos de ambientes: empresa, hospital, supermercado, área de manufactura solamente, escuela), lo más completa posible y particularmente la que está vinculada con nuestro planteamiento del problema, así como entenderlo en profundidad.

Desde esta etapa comienza la recolección de los datos. Por ejemplo, si es una empresa y la indagación tiene que ver con el impacto que tienen los equipos o grupos de mejora continua en la innovación organizacional, es importante conocer las características de la compañía (tamaño, estructura, misión, visión, normatividad, valores de los empleados, productos y servicios, niveles de ventas), sus procesos, clima laboral, cultura organizacional, funcionamiento de los grupos, historia del programa de calidad y su implementación actual, etc. También pasar unos días en las instalaciones para observar y anotar lo que tenga que ver con nuestro estudio, participar en los grupos y en fin, adentrarse en lo que sea necesario.

La etapa requiere que localicemos y nos pongamos en contacto con quienes nos pueden autorizar a ingresar en el ambiente (como lo podrían ser altos directivos y líderes sindicales) y a los informantes clave y participantes de la investigación (muestra).

## Definición de los datos narrativos por recolectar y selección de la muestra inicial

Una vez que se llevó a cabo la inmersión y el investigador está familiarizado con el contexto, sobre la base del planteamiento del problema examinado después de la revisión de la literatura, debe decidir cuáles son los datos narrativos que es apropiado recabar y de quiénes o de qué los puede obtener (individuos, documentos escritos, conductas manifiestas). Es decir, determinar el caso o unidad de muestreo o análisis y elegir una muestra inicial (veremos más en el siguiente capítulo).

## Recolección de los datos

Siguiendo el planteamiento del problema y la inmersión en el campo, y de acuerdo con el tipo de datos narrativos pertinentes y la muestra inicial (incluyendo la unidad de muestreo o análisis), el investigador selecciona o crea los instrumentos de recolección de los datos (observación, entrevistas, grupos de enfoque) para aplicarlos y recabar los datos apropiados. Veremos más en el capítulo 9.

## Organización de los datos

Los datos recolectados se organizan en una base que regularmente se analiza con un programa de cómputo adecuado.

## Codificación y análisis de los datos

Los datos organizados son codificados en categorías en varios niveles que se explicarán en el capítulo 10. Por ahora, basta decir que esta labor implica comparar los datos para encontrar categorías comunes. Esto se hace en cualquier ciencia: descubrir patrones. Por ejemplo, el astrofísico que observa, digamos, una estrella enana blanca, examina otra, las compara, analiza qué características, procesos y efectos tienen en común, descubre algunos patrones (categorías); continúa observando más estrellas de la clase para confirmarlos y encontrar otros, hasta que comprende en qué consiste cada uno y cómo se relacionan los patrones entre sí y explica lo que se propone (responde al planteamiento del problema).

Otro ejemplo sería analizar por qué han fracasado ciertas PyMEs de un sector en una región, mientras que otras han tenido éxito. El investigador evalúa la experiencia de



El astrophysicist que observa una estrella enana blanca, examina otra, las compara, analiza qué características, procesos y efectos tienen en común, descubre algunos patrones (categorías); continúa observando hasta que comprende en qué consiste cada uno y cómo se relacionan los patrones entre sí y explica lo que se propone (responde al planteamiento del problema).

una, digamos, entrevistando a sus propietarios. Encuentra ciertas razones (categorías) y analiza otras (tanto casos frustrados como exitosos, incluso notables), hasta que descubre los factores críticos que influyen en la prosperidad de una pequeña y mediana empresa del giro seleccionado. Se pretende descubrir regularidades y discrepancias entre casos, fenómenos y eventos.

En algunos estudios se agrupan categorías para encontrar patrones o principios más generales (temas), y al relacionar categorías es posible generar hipótesis y teorías.

Asimismo, frecuentemente se logra un producto: un plan, una solución o un programa para resolver un problema (investigación-acción), una historia compartida (perspectivas recopiladas en una narrativa), la descripción de una experiencia o fenómeno común (fenomenología) y otros. En el primer caso, los pasos básicos se diagraman en la figura 7.4.

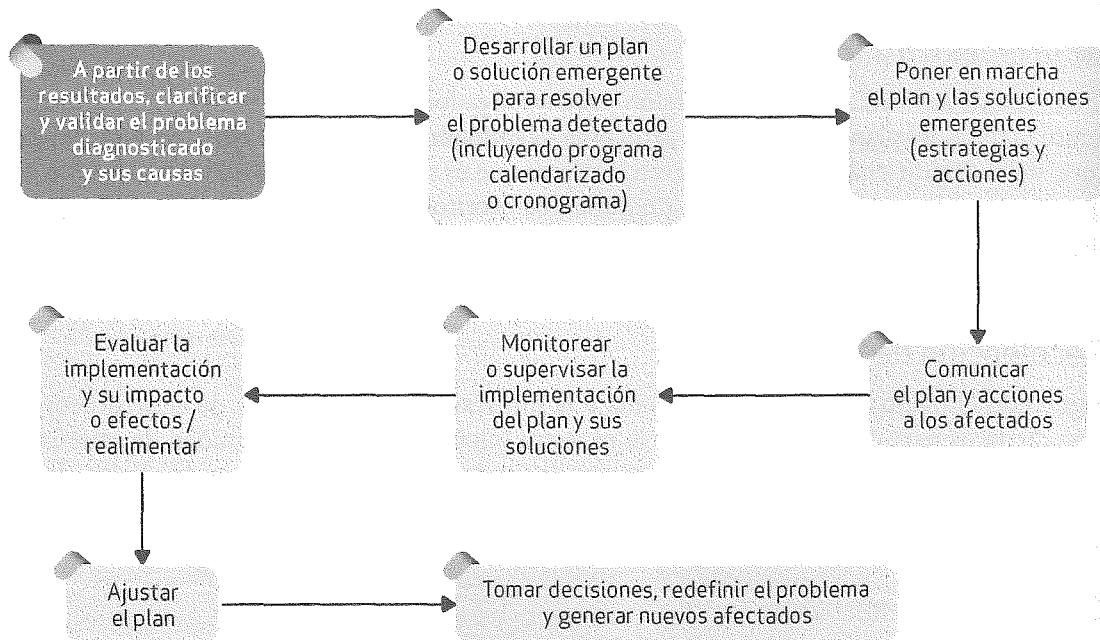


Figura 7.4 Producto solución del diseño cualitativo integral cuando se integra la investigación-acción.

Comentemos brevemente las fases del ciclo.

1. Validación del problema: el reporte de investigación debe arrojar claridad sobre la naturaleza del problema y señalar sus causas y soluciones potenciales (ya sea un problema, una necesidad, una mejora, etc.). Es un diagnóstico completo.
2. Formulación de una solución planeada o un programa para resolver el problema o introducir un cambio. El plan debe contener, por lo menos, estrategias, acciones, responsabilidades y cronograma o tabla de tiempos para ponerlo en marcha y concluirlo.
3. Implementación del plan o programa.
4. Comunicar eficientemente el plan a todos los actores participantes e involucrarlos.
5. Monitoreo o supervisión permanente para asegurar que el plan avance de acuerdo con lo programado y realizar los ajustes necesarios. Resolver contingencias y remover los obstáculos es parte del trabajo.
6. Evaluación de los resultados de la solución o el programa implantado (solución del problema, conclusión favorable del cambio, atención adecuada de la necesidad) y realimentación, la cual puede conducir a un nuevo diagnóstico derivado de la reflexión y el análisis de la implantación de los cambios o acciones.

Durante la ejecución del plan o la teoría que surja del análisis de los datos y validación de estos, el investigador realiza diversas actividades: debe informar a los participantes sobre las actividades que realizan los demás, motivar y comprometer a las personas para que sea ejecutado según lo previsto y que cada quien ponga su mejor esfuerzo, asistirlas cuando tengan dificultades y conectar a los participantes entre sí para que desempeñen las funciones que les corresponda. Lo anterior, según señala Stringer (1999), es parte del monitoreo, evaluación y realimentación de primera mano de los resultados, proyecto o soluciones aplicadas.

La evaluación de la implantación es constante, lo que representa un ciclo de realimentación para efectuar ajustes y adecuaciones a las contingencias que surjan. El procedimiento continúa hasta que se resuelve el problema, se logra el cambio o la organización determina dar por concluidas las actividades.

El diseño cualitativo integral es flexible y abierto, sus acciones se ajustan a las condiciones de los participantes y su entorno.

Conviene centrar la atención en realizar una investigación de manera sistemática, profunda y con la calidad que requiere, y no atormentarte en cómo definir qué diseño cuantitativo o cualitativo tienes que escoger. Recuerda que, con frecuencia, recolectarás datos cuantitativos y cualitativos, y utilizarás elementos de ambos enfoques, puesto que lo que de verdad importa en responder tus preguntas de investigación, es precisamente el planteamiento el que abre el camino de las decisiones que hay que tomar.



## EJEMPLO

### Introducción de un sistema de gestión de la calidad

Como vimos, para este sistema se tendría un diseño experimental con tres grupos y prepruebas y pospruebas.

La variable independiente es la implantación de un sistema de gestión de la calidad (estímulo o tratamiento experimental) con tres modalidades:  $X_1$  con el ISO 9001,  $X_2$  con el sistema propio y un grupo de control en el cual no se implanta ningún sistema. La variable dependiente son las ventas antes y después de la introducción del sistema. Para hablar de un experimento, los sistemas de gestión deben asignarse al azar a las estaciones de servicio y es necesario que se controlen otros factores que pudieran influir (como misma capacitación y un estilo de liderazgo similar); de lo contrario tenemos un diseño cuasiexperimental.

### La pareja ideal

Este estudio se fundamentará en un diseño no experimental transversal correlacional, ya que analizará diferencias por género respecto a los factores, atributos y calificativos que describen a la pareja y la relación ideales.

La investigación no podría ser experimental. Imaginemos intentar manipular ciertos atributos de la pareja y la relación ideales. En principio, no sería ética tal manipulación, pues no podemos intentar incidir en los sentimientos humanos profundos, como es el caso de los vinculados al "amor romántico". Además, la complejidad de papeles que representan las personas no se podría traducir en estímulos experimentales. Las percepciones son muy variadas y en parte se determinan cultural y socialmente.

### Consumo de energía en hospitales

El diseño de este estudio será de tipo experimental puro y se desarrollará de la siguiente manera: para medir el efecto del uso de un controlador difuso inteligente de energía artificial en el ahorro de energía en dos hospitales, los investigadores realizarán la medición de variables con el sistema tradicional y compararán los resultados con la medición de las mismas variables obtenida a través de un simulador del uso del controlador difuso inteligente de energía artificial.

Se considera experimento *puro* debido a que se compararán los resultados de un sistema y el otro, controlando todas las variables externas e internas en hospitales del mismo tamaño (número de camas, personal), manipulando solamente la variable independiente, que es el uso de un controlador difuso inteligente de energía artificial para medir su efecto en el consumo de energía en hospitales.

### Abejas productoras de miel

Esta investigación se plantea como no experimental longitudinal. Se considera no experimental debido a que no se manipularán variables, sino que solamente se registrarán mediciones de las colonias de abejas y del análisis del paisaje. Será longitudinal porque se les dará seguimiento a las colonias a través de varias mediciones en distintas estaciones del año para observar y registrar su evolución.

### Perfil de egreso de los ingenieros esperados en la industria

El diseño será esencialmente de carácter no experimental transversal, debido a que el objetivo de la investigación es identificar la percepción de los empleadores de diversos sectores industriales en México, acerca de los egresados de ingenierías, en un momento específico. Con este diseño, se recopilarán las percepciones de los reclutadores acerca de los ingenieros egresados de universidades públicas y privadas, para medirlas y analizar las características, actitudes y aptitudes que exigen las empresas en el mercado laboral actual.

### Trayectoria de las emprendedoras en México

El diseño que guiará la investigación será el de investigación-acción, es decir, un abordaje de tipo cualitativo, para aportar información que guíe la toma de decisiones para generar y fortalecer las reformas sociales y modelos de emprendimiento femenino. Por lo anterior, se hablará con mexicanas emprendedoras de pequeñas empresas en crecimiento, para conocer cuáles son sus buenas prácticas para abrir y mantener sus negocios; asimismo, se efectuará una inmersión en el ambiente de estas emprendedoras, con el fin de identificar los factores que facilitan la administración de las empresas en crecimiento a cargo de mujeres. Es así como la voz, cooperación y empoderamiento otorgado a las participantes durante el estudio, permitirá establecer acuerdos y estrategias, así como plantear retos para estas líderes empresariales y quienes tienen que ver con en el desarrollo y permanencia de sus negocios.

## EJERCICIOS

1. Retoma tu planteamiento de los ejercicios de los capítulos anteriores y describe el tipo de diseño que tendría ese estudio. Justifica tu propuesta.
2. Ahora piensa en una investigación que completamente a la que desarrollaste en el ejercicio 1 sobre el mismo tema. Por ejemplo, si estás trabajan-

do en una propuesta de investigación cuantitativa, prepara una propuesta de investigación cualitativa que la complementa y describe cómo sería su diseño.

- Visita el canal llamado Soulpancake en YouTube (<https://www.youtube.com/user/soulpancake>),

y ahí consulta alguno de los videos en la lista The science of happiness ("La ciencia de la felicidad"). Mira un video y responde las siguientes preguntas sobre el ejemplo de la investigación. ¿Qué tipo y subtipo de diseño tuvo la investigación? Explica por qué lo clasificas así.

## ¿QUÉ APRENDÍ?

- En el apartado ¿Hay más? encontrarás en la última referencia sugerida el enlace de un video del canal de YouTube Science of Attraction ("La ciencia de la atracción"). Míralo y contesta las siguientes preguntas para reforzar el tema de diseños experimentales:
  - ¿Qué elementos del estudio presentado lo hacen un experimento?
  - ¿Qué tipo de experimento es? (Justifica tu respuesta.)
  - ¿Cuál es la variable independiente y cuál la variable dependiente?
- ¿Has visto la película Avatar, de James Cameron? Trata de verla o de volver a verla con actitud crítica y analítica, para reflexionar y contestar las siguientes preguntas:
  - Imagina que la historia es una investigación. Ahora bien, ¿a qué tipo de diseño de investigación corresponde? (Justifica tu respuesta.)
  - Narra cómo se efectúa el ingreso de Jake Sully, el marine que queda paralítico, a Pandora, el

planeta de la raza humanoide na'vi. ¿Fue fácil o más bien difícil? ¿Qué tuvo que hacer para ganar su confianza y quién fue su primer contacto para ingresar al planeta y relacionarse con los na'vi?

- Jake Sully, el marine que ingresa al planeta na'vi, debe escribir una bitácora como parte del proyecto científico. Señala qué indica en sus notas y cómo consideras que la bitácora guía su objetivo de ganar la confianza de la raza humanoide y comunicarse con ellos. ¿Las notas son subjetivas u objetivas?
- ¿Cuál es la actitud de Jake Sully al entrar en el planeta na'vi (activa, participativa, ajena al entorno, indiferente)? Descríbela.
- Menciona las diferencias entre los diseños de investigación cuantitativa y cualitativa. Ahora reflexiona y explica dos estudios relacionados con tu carrera. ¿En cuál te serviría el diseño cualitativo y en cuál el cuantitativo?

## ¿HAY MÁS?

- Álvarez-Gayou, J. (2003). Marcos Referenciales Interpretativos. *¿Cómo hacer investigación cualitativa? (65-90)*, México: Paidós.
- Capítulo 6: Diseños experimentales de investigación (2015, abril 12). Recuperado de: <https://prezi.com/cctrdbivql18c/capitulo-6-disenos-experimentales-de-investigacion-preeixe/>
- Giraldo, M. (2011). *Abordaje de la investigación cualitativa a través de la Teoría Fundamentada en los Datos. Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, 2 (6), 79-86.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a. ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.
- Hernández-Sampieri, R., Méndez, S. y Mendoza, C. P. (2015). *Centro de Recursos en Línea (Online Learning Center): Centro de estudiante*. Recuperado de: <http://www.mhhe.com/he/hm16e>.
- Mendoza, H. y Bautista, G. (2002). *Diseño experimental*. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000352/>
- Science of Attraction [Science of Attraccion]. (2010, 4 de noviembre). *The halo effect* [Archivo de video]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=ZuometYfMTk&list=PL601976164F1B9440&index=5>

## GLOSARIO

**Asignación aleatoria o al azar** Es una técnica de control muy difundida para asegurar la equivalencia inicial al ser asignados los casos a los grupos del experimento.

**Diseño de investigación** Plan que proporciona la estructura lógica y método que guía al investigador para abordar problemas de investigación y responder a las preguntas de indagación. Constituye uno de los componentes más importantes de la metodología de la investigación.

**Diseño de investigación cualitativa** En el enfoque cualitativo es el abordaje general que se utilizará en el proceso de investigación.

**Diseños longitudinales** Estudios que recaban datos en diferentes puntos del tiempo, para realizar inferencias acerca de la evolución, sus causas y sus efectos.

**Diseños transeccionales (transversales)** Investigaciones que recopilan datos en un momento único.

**Equivalencia inicial** Implica que los grupos son similares entre sí al momento de iniciarse el experimento.

**Experimento** Situación de control en la cual se manipulan, de manera intencional, una o más variables independientes (causas) para analizar las consecuencias de la manipulación sobre una o más variables dependientes (efectos).

**Grupo de control o testigo** En un experimento, grupo en el que falta la variable independiente. No se aplica el tratamiento experimental.

**Grupo experimental** Grupo que recibe el tratamiento o estímulo experimental.

**Investigación no experimental** Estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos.

**Validez interna** Grado de confianza que se tiene de que los resultados del experimento se interpreten adecuadamente y sean válidos (se logra cuando hay control).

# Selección de la muestra

## ¿QUÉ VAS A LOGRAR?

Al terminar de analizar los apoyos didácticos y de realizar las actividades sugeridas en este capítulo, podrás exponer a tu grupo y profesor, en colaboración con tus compañeros de equipo y respecto de tu investigación (teniendo en cuenta el planteamiento, hipótesis —si tiene— y diseño):

1. ¿Cuál es la delimitación de tu universo o población? ¿De qué tamaño es?
2. ¿Cuáles serán las unidades de muestreo y análisis y cuál será el proceso de selección?
3. ¿Cuál será el tamaño de la muestra? ¿Por qué?

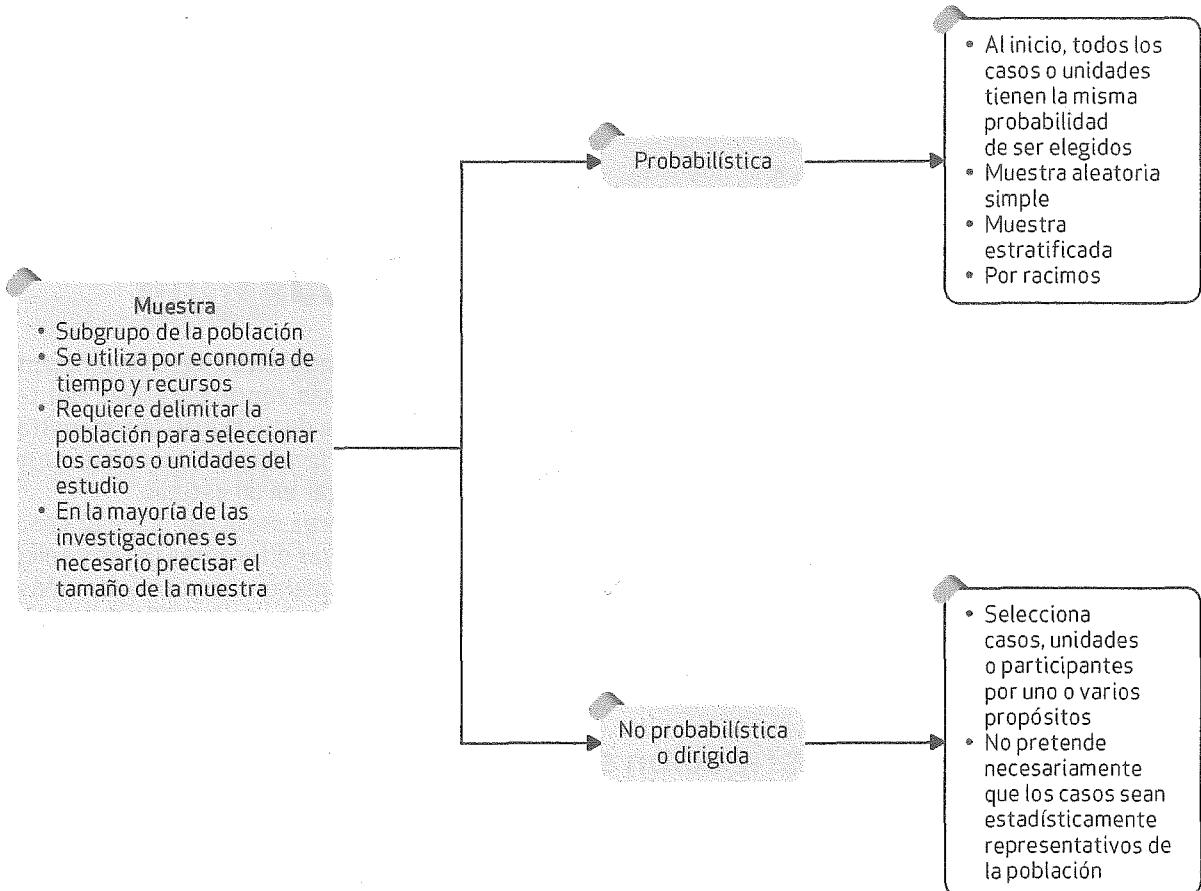
## ¿QUÉ TE VAS A LLEVAR?

Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas, capacidad de análisis, síntesis y abstracción, capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica, habilidad en el uso de tecnologías de información y comunicación, capacidad crítica y autocrítica, analizar el desarrollo de la disciplina en el ámbito local y nacional, con fundamento en la investigación científica.

## ¿QUÉ SABES ACERCA DE...?

Comenta con tu profesor y con tus compañeros de clase:

1. ¿A qué se le denomina *muestra* en una investigación?
2. ¿A qué se le llama *población* o *universo* en una investigación?
3. ¿Por qué son importantes las muestras en una investigación?
4. ¿Todas las muestras se seleccionan de la misma manera? ¿Por qué?
5. ¿Todas las investigaciones requieren muestras? ¿Por qué?



## ¿TE INTERESA?

Y las 100 mejores canciones del año son...



Cada semana, mes, año, década, época, se publican listas de las mejores canciones, artistas, álbumes, géneros, etc. Pero, ¿cómo se eligen? Los criterios varían según la lista de que se trate. Algunas, como la lista de las mejores canciones de Billboard, calculan los puestos de acuerdo con las emisiones en radio, ventas y la medida en la que se escucharon en línea. Billboard declaró que en 2015, la canción que ocupó el primer lugar de popularidad fue *Uptown Funk*, de Mark Ronson, interpretada por Bruno Mars, seguida por *Thinking Out Loud*, compuesta y cantada por Ed Sheeran, y, en tercer lugar, *See You Again* de Wiz Khalifa, en la voz de Charlie Puth.

Por su parte, la revista *Rolling Stone* publicó su lista de las 10 mejores canciones de 2015 a partir de

un sondeo de opinión realizado entre sus lectores. La canción que obtuvo más votos fue *Ghosstown* de Madonna, en segundo lugar la canción (con nombre muy similar) *Ghost Town*, de Adam Labert y en tercer lugar *Hello*, de Adele.

Para contrastar, puedes consultar las listas de éxitos de Spotify, que se compilan a diario con las canciones más escuchadas en esta aplicación por país o en todo el mundo, o su lista de popularidad del 2015 a nivel mundial, en la cual aparece *Lean On* de Major Lazer en primer lugar, *Cheerleader* de OMI en segundo lugar y la ya mencionada *Uptown Funk* en tercero. También podrías consultar las canciones más populares de la semana en YouTube.



Los autores de cada lista eligen de diferentes formas las canciones más representativas del conjunto total de canciones, es decir, toman una muestra característica que resuma tendencias, tal como una muestra de casos por investigar en un estudio.

Entonces, si quieres escuchar la mejor canción del año, te conviene revisar diferentes listas y seleccionar la que elija de mejor manera las canciones más representativas del total que te interesa.<sup>1</sup>

## ¿En una investigación siempre tenemos una muestra?

Casi siempre las investigaciones se realizan con muestras. Solo cuando queremos realizar un censo debemos incluir en el estudio todos los casos (personas, productos, procesos, organizaciones, animales, plantas, objetos) del universo o la población. Las muestras se utilizan por economía de tiempo y recursos.



- Una muestra es un subgrupo de la población o universo representativo que nos interesa, sobre el cual se recolectarán los datos.

## ¿Qué es una muestra?



Una *muestra* es un subgrupo de la población o universo que nos interesa, sobre el cual se recolectarán los datos pertinentes y deberá ser representativo de dicha población (de manera *probabilística*, para que podamos generalizar los resultados encontrados en la muestra a la población, o cualitativamente, para comenzar

<sup>1</sup> Fuentes: Billboard (2015). *Hot 100 songs year end 2015*. Recuperado de: <http://www.billboard.com/charts/year-end/2015/hot-100-songs>. Spano, B. (2015). *Readers' Poll: The 10 Best Songs of 2015*. Rolling Stone. Recuperado de: <http://www.rollingstone.com/music/lists/readers-poll-the-10-best-songs-of-2015-20151216>. Spotify (2015). *Top 100 Tracks of 2015 Global*. Recuperado de: <http://open.spotify.com/user/spotifyyearinmusic/playlist/6MT7PxSJmrg8O31Z5vx1Ij>

a conocer la población por medio de la muestra). El universo o población se define desde el planteamiento del problema. El concepto se ilustra en la figura 8.1.

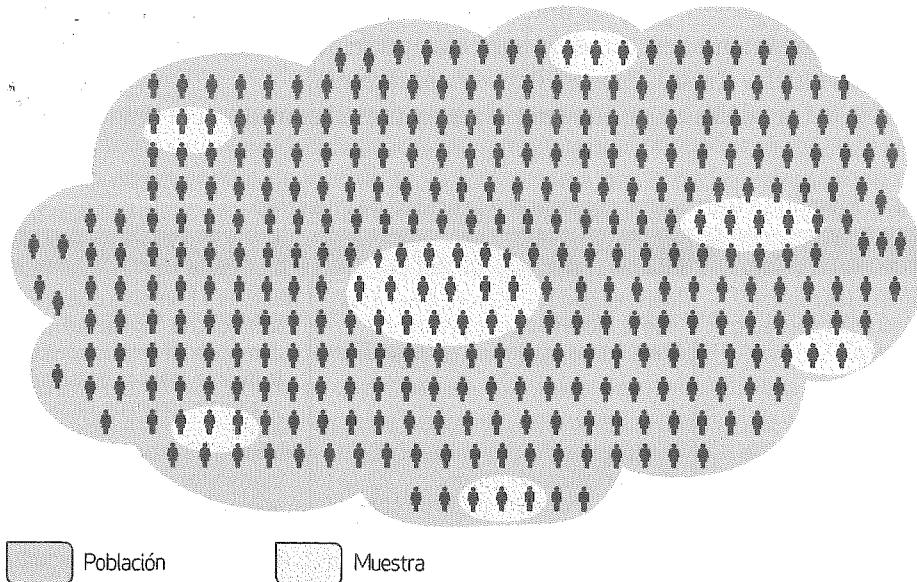
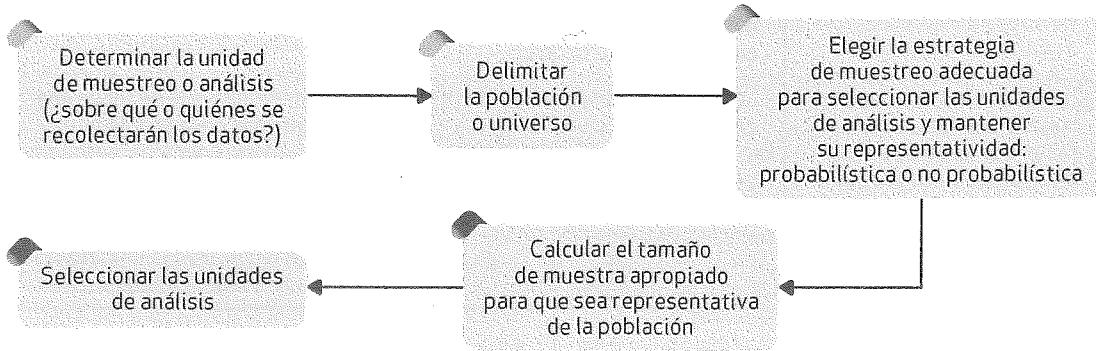


Figura 8.1 Representación de una muestra como subgrupo.

¿Cuál es el proceso para seleccionar una muestra?

El método más común es el que se presenta en la figura 8.2.



## Figura 8.2 Proceso para seleccionar una muestra.

## Determinación de la unidad de análisis o muestreo

Al determinar la unidad de muestreo o análisis apropiada, el interés se centra en “qué” o “quiénes”, es decir, en los participantes, objetos, sucesos o situaciones del estudio, lo cual depende del planteamiento y los alcances de la investigación.

En algunos casos parece sencillo; por ejemplo, si vamos a realizar una encuesta nacional de opinión sobre las tendencias de los votantes en época de elecciones, es lógico que las unidades de muestreo o análisis sean los ciudadanos en edad de votar. Pero si queremos examinar problemas de comunicación entre supervisores y obreros, las unidades no serían únicamente estos últimos, sino grupos de personas que ocupan esos puestos. Habría que analizar la problemática desde las dos perspectivas (entrevistar a los trabajadores y a sus superiores).

Muchas veces la unidad de muestreo y análisis es la misma, pero no siempre. Por ejemplo, en un estudio para explorar la vinculación empírica entre el clima y la cultura organizacional, las unidades de muestreo fueron empresas de distintos sectores de la región donde se llevó a cabo la investigación, pero las unidades de análisis fueron los colaboradores de dichas corporaciones. Igualmente, en estudios agrícolas podemos muestrear parcelas y examinar productos individuales (fresas, brócoli, manzanas, etcétera).

En la tabla 8.1 se señalan algunos errores frecuentes al considerar la unidad de muestreo.

**Tabla 8.1 Ejemplos de errores al considerar a la unidad de muestreo.**

| Pregunta de investigación                                                                                                                     | Unidad de muestreo errónea                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Unidad de muestreo correcta                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ¿Discriminan a las mujeres en las empresas del sector farmacéutico?                                                                           | Mujeres que trabajan en empresas de la industria farmacéutica.<br>Error: no hay grupo de comparación.                                                                                                                                                                                                                        | Mujeres y hombres que trabajan en la industria farmacéutica, para comparar si ambos son tratados de la misma manera en su paso por las organizaciones de dicho sector.                                                                                                          |
| ¿Cuáles son los riesgos de contaminación microbiológica de los productos agrícolas cultivados (en un área específica)?                        | Productos agrícolas cultivados (fruta, hortaliza, etcétera).<br>Error: se analiza el grado de contaminación microbiológica del producto, pero no sus fuentes ni riesgos.                                                                                                                                                     | Muestra de productos agrícolas cultivados, así como muestras del subsuelo donde son cultivados y del agua con la cual son regados, y de las fuentes de suministro.                                                                                                              |
| ¿Están los obreros de la ciudad de Hermosillo satisfechos con su trabajo?                                                                     | Contar el número de conflictos sindicales registrados en la Junta Local de Conciliación y Arbitraje del Ministerio del Trabajo durante los últimos cinco años.<br>Error: la pregunta propone indagar sobre actitudes individuales y esta unidad de análisis denota datos agregados en una estadística laboral y macrosocial. | Muestra de obreros que trabajan en Hermosillo, cada uno de los cuales contestará a las preguntas de un cuestionario sobre satisfacción laboral.<br>Desde luego, falta precisar si todo tipo de obreros o cierta clase (de determinadas empresas).                               |
| ¿Cuáles son las razones por las que hay desviaciones y fallas o errores de calidad en un proceso de producción de una empresa de manufactura? | Obreros que intervienen en el proceso de producción.<br>Error: se tendría información relevante pero no completa.                                                                                                                                                                                                            | Resulta necesario que se tenga una visión integral de la problemática incluyendo a los obreros, pero también a sus supervisores; y, de igual modo, que se evalúe la maquinaria, los productos terminados y todas las fases del proceso (muestras diversas con varias unidades). |



## Delimitación de la población o universo

Una deficiencia que se presenta en algunos trabajos de investigación es que no describen lo suficiente las características de la *población* o consideran que la muestra la representa de manera automática. La población debe delimitarse de manera muy concreta.

Por ejemplo, si realizáramos un estudio para describir cuáles son las condiciones en que viven los obreros que trabajan en empresas ubicadas en la ciudad de Celaya, lo primero sería especificar qué obreros (¿de todas las empresas de la ciudad?, ¿solamente los que residen en dicha localidad?; de ser así: ¿de todas las industrias?, ¿de todas las colonias o barrios?). Por ejemplo: obreros que habitan en la ciudad de Celaya y que trabajan en empresas de la industria automotriz establecida ahí. Pasa lo mismo si hablamos de una investigación para mejorar un cultivo, es indispensable precisar cuál (por ejemplo, fresa *Fragaria Chiloensis*) y en qué región concreta (como sería la comuna de Purén en Chile).

## Elección de la estrategia de muestreo adecuada



En la investigación contamos con dos tipos generales de *estrategias de muestreo: probabilístico y no probabilístico*.

En las *muestras probabilísticas*, todas las unidades, casos o elementos de la población tienen al inicio la misma posibilidad de ser escogidos. Se obtienen definiendo las características de la población y el tamaño adecuado de la muestra, y por medio de una selección aleatoria o mecánica de las unidades de análisis. Imagínate el procedimiento para sacar el número premiado en un sorteo de lotería: se va formando a partir de las esferas (con un dígito), que se extraen después de revolverlas mecánicamente, de tal manera que todos los números tienen la misma probabilidad de ser elegidos. Reciben su nombre porque son muestras representativas de la población en términos de probabilidad.

En las *muestras no probabilísticas*, la elección de las unidades no depende de la probabilidad, sino de razones relacionadas con las características de la investigación. Aquí el procedimiento no es mecánico ni con base en fórmulas de probabilidad, sino que depende de las decisiones de un investigador o de un grupo de investigadores y, desde luego, las muestras seleccionadas obedecen a otros criterios. Elegir entre una muestra probabilística o una no probabilística depende de los objetivos del estudio, del esquema de investigación, de la homogeneidad de las unidades estudiadas y de la contribución que se piensa hacer con ella. Veamos un ejemplo de cada estrategia en la tabla 8.2.

● Tabla 8.2 Ejemplos de muestra probabilística y no probabilística.

| Muestra probabilística                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Muestra no probabilística                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Una investigación que tiene como objetivo conocer las características principales del consumo de drogas en la población laboral de Chile (frecuencia del uso de estupefacientes, sustancia más consumida, accidentes laborales asociados con el consumo de narcóticos) (Araneda y Cumsille, 2002). La muestra probabilística nacional estuvo constituida por 7 888 personas de las 13 regiones del país. Los datos fueron de utilidad para el Consejo Nacional para el Control de Estupefacientes (CONACE).</p> <p>Este estudio, en el que se hace una asociación entre variables y cuyos resultados sirven de base para tomar decisiones que afectan a una población, se logra por medio de una investigación por encuestas y una muestra probabilística, diseñada de tal manera que los datos se generalicen a la población con una estimación precisa del error que pudiera cometerse al realizar tales generalizaciones.</p> | <p>Un estudio dirigido a probar que la implantación de sistemas de calidad en gasolineras de la franquicia Pemex, permitiría aumentar sus ventas (Ramos, 2014). En este estudio se analizaron tres estaciones de servicio: al primer punto de venta se le aplicó un sistema de gestión de calidad ISO 9001; en la segunda gasolinera se introdujo un sistema basado en propuestas generales relacionadas con la teoría de la administración de la calidad; y, por último, a la tercera estación que funciona solo como control, no se le practicó ninguna mejora.</p> <p>En este caso se utilizó una muestra no probabilística, debido a la dificultad que representa llevar a cabo estudios de este tipo en franquicias de la hasta entonces paraestatal mexicana. Para la investigadora, se trató de una gran oportunidad que le permitieron realizar su estudio en esta empresa. Y aunque los resultados no son generalizables, sí ofrecen un avance en el entendimiento del fenómeno de interés y la empresa en que se realizó.</p> |

En investigaciones en las que se pretende extrapolar los resultados de la muestra al universo o población y esta es totalmente homogénea, con una muestra de una unidad o un pequeño segmento es suficiente; por ejemplo, el caso de la sangre o el ADN. Pero cuando no es así, requerimos una muestra probabilística y tener sumo cuidado en el proceso de obtenerla. Como cuando trabajamos con fragmentos de roca e, incluso, partículas, puede haber heterogeneidad de constitución y distribución u otros factores, y ello debe tomarse en cuenta al momento de la extracción y el análisis (por ejemplo, con una delimitación correcta, obteniendo muestras del centro de gravedad, usando equipos sin contaminación).



## Muestras probabilísticas

Para obtener una muestra probabilística se siguen dos procedimientos:

1. Calcular un *tamaño de muestra* que sea representativo de la población (con un margen de error y un nivel de confianza).
2. *Seleccionar de la población las unidades o casos* que conformarán la muestra, de manera que al inicio todos tengan la misma posibilidad de ser elegidos.



### Cálculo del tamaño de muestra

Hay diversos métodos. Algunos requieren el uso de fórmulas. Para este fin, es posible utilizar el programa STATS®, que, como ya mencionamos, puedes bajar de internet del Centro de recursos en línea o página electrónica de la obra.

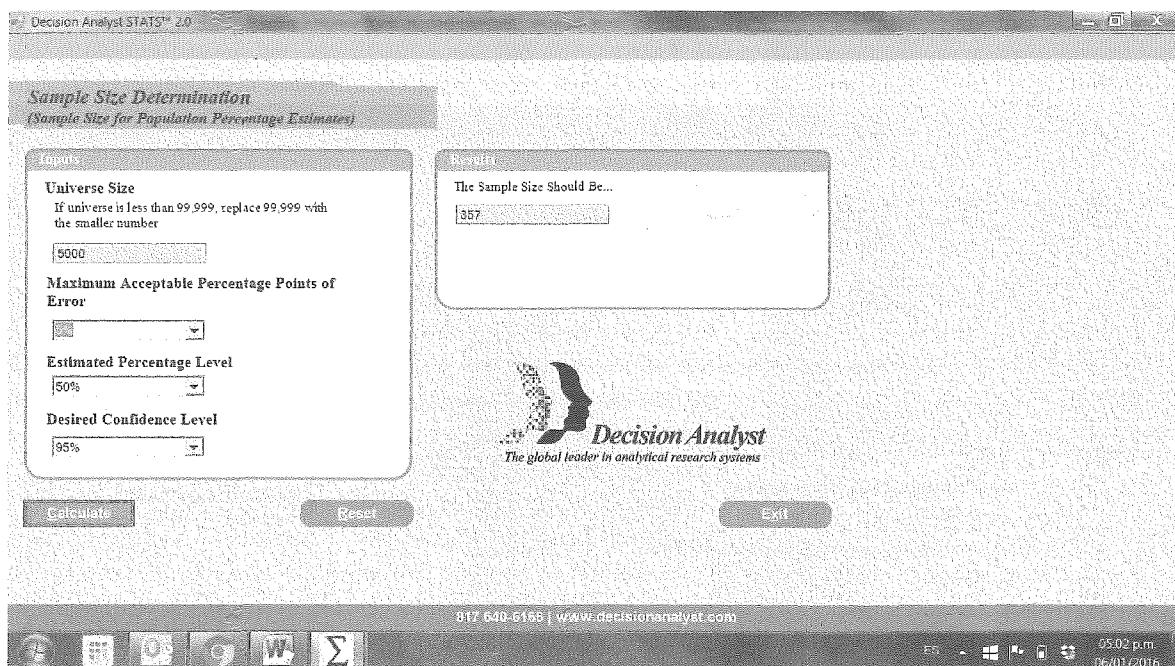
Cuando se hace una muestra probabilística, uno debe preguntarse: dado que una población es de  $N$  tamaño,<sup>2</sup> ¿cuál es el número de unidades o casos (personas, organizaciones, piezas) que necesito para formar una muestra ( $n$ ) que me asegure determinado error máximo aceptable y un nivel de confianza? Comúnmente, se emplean dos niveles de error (5% y 1%, o 0.05 y 0.01 en términos de proporción) y de confianza (95% y 99%, o 0.95 y 0.99). La respuesta consiste en encontrar una muestra que sea representativa del universo o población con cierta posibilidad de error (se pretende minimizar) y nivel de confianza (maximizar), así como probabilidad.

Veamos un ejemplo sencillo y coloquial del cálculo del tamaño de muestra con STATS®.

Supongamos que un estudiante de ingeniería desea saber cuáles son el joven y la joven más populares del tecnológico donde estudia y por qué. Para ello, piensa en realizar una encuesta. La institución tiene 5 000 alumnos (universo o población), por lo que decide extraer una muestra representativa. Usando el subprograma "Tamaño de muestra" (*Sample Size Determination*), el programa le pide que capture los siguientes elementos:

<sup>2</sup>En muestreo, cuando se utiliza una letra mayúscula se habla de la población y una letra minúscula de la muestra ( $N$  = tamaño de población,  $n$  = tamaño de muestra).

El error (*Maximum Acceptable Percentage Points of Error*) es un porcentaje del riesgo máximo que se debe correr (5% es lo usual para ciencias sociales, 1% cuando se trata de cuestiones muy delicadas, como el porcentaje de error en vacunas). El porcentaje estimado de la muestra (*Estimated Percentage Level*) debe ser de 50% cuando no disponemos de marcos de muestreo provenientes de estudios previos, que es la mayoría de los casos, pues la certeza de un evento es 50% de que sí ocurra y 50% de que no. Y el nivel de confianza (*Desired Confidence Level*) es el porcentaje o proporción (a tu favor) de que la muestra sea representativa de la población.



Como ya dijimos, en estudios sociales normalmente se ponen las cifras que aparecen en la pantalla del ejemplo; solamente que cambia el tamaño del universo o población (pero puedes modificarlas dependiendo del riesgo que se quiera reducir). Entonces, simplemente el joven daría clic en “Calcular”, para que aparezca el tamaño adecuado de su muestra (el número de casos que tiene que incluir para representar a su universo con la confianza y error que determinó).

En el ejemplo:

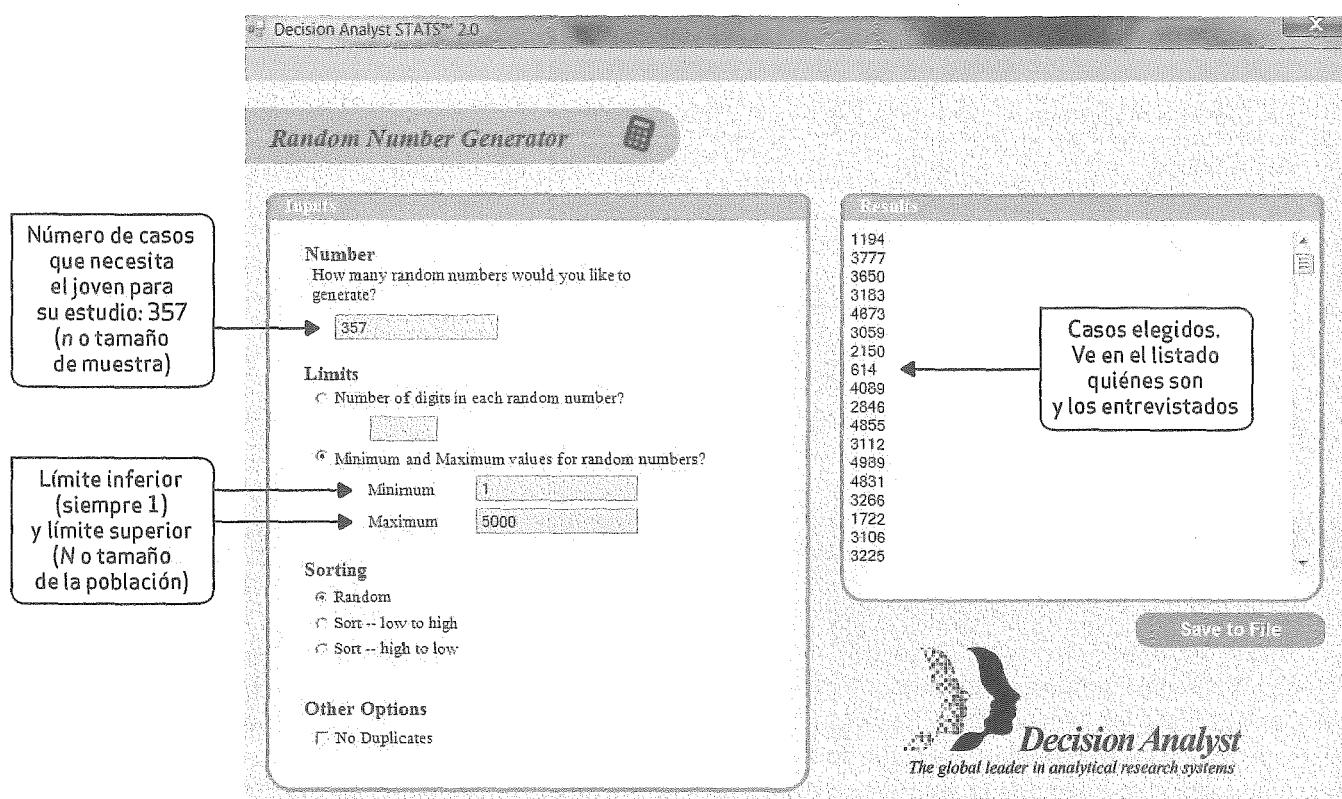
Número de casos que necesita el joven para su estudio: 357

Así, entrevista a 357 estudiantes y generaliza a su población con un 95% de confianza y un error máximo de 5 por ciento.

## Selección al azar de las unidades o casos

Ahora bien, ¿cómo elegir los 357 casos? Si la población es pequeña (como *no* lo es, el ejemplo descrito de 5000 estudiantes), digamos de 200 unidades o menos, podemos recurrir al sencillo y tradicional método de la “pecera” o “tómbola”. Recordemos que consiste en numerar todos los elementos o casos de la población, del uno al número  $N$  (se necesita tener la lista de la población). Después, se hacen fichas o papeletas, una por cada elemento, se revuelven en la pecera (o en cualquier caja) y se van sacando  $n$  número de fichas, según el tamaño de

la muestra, hasta completarla. De todos modos, en cualquier situación podemos utilizar el subprograma de STATS® “Números aleatorios” (*Random Numbers*), en el que se pregunta cuántos números aleatorios deseamos generar (*How many random numbers would you like to generate?*). Entonces tecleamos el tamaño de muestra y enseguida elegimos la opción con los valores mínimo y máximo para los números aleatorios (*Minimum and Maximum values for random numbers?*). En el mínimo, recordemos que se introduce un “1” (siempre será “1”) y en el máximo, el tamaño de la población. Pedimos “Calcule” y el sistema genera automáticamente los números. Vemos en nuestro listado a quién o a qué corresponde cada número y estos dígitos son los casos que pasarían a integrar la muestra. Veámoslo gráficamente con el ejemplo del estudiante de ingeniería.



Otro útil procedimiento de selección de casos es el *sistemático*. Consiste en elegir dentro de una población  $N$  un número  $n$  de elementos a partir de un intervalo  $K$ , el cual se va a determinar por el tamaño de la población y el tamaño de la muestra. De manera que tenemos que  $K = N/n$ , en donde  $K$  = un intervalo de selección sistemática,  $N$  = la población y  $n$  = la muestra. Supongamos que tenemos un universo de 4200 casos y debemos extraer una muestra de 352 (de acuerdo con STATS®). El intervalo  $K$  sería:  $4200/352 = 11.93$  (redondeando = 12). Entonces, elegimos al azar un número entre 1 y 12 (con pecera o simplemente pidiéndole a alguien que elija). Supongamos que es 6; entonces, el caso seis es el primero en integrar la muestra (vemos a quién corresponde en el listado). El siguiente sería el 18 (6 del caso inicial + 12 del intervalo  $K$ ), el tercero sería el 30, luego: 42, 54, 66 y así sucesivamente hasta reunir los 352 casos requeridos.

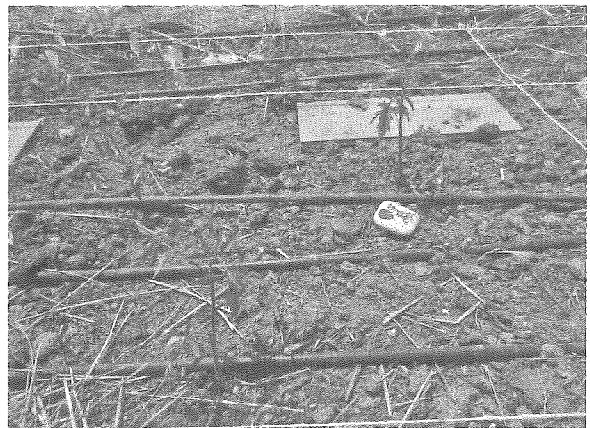
Estos procedimientos vistos hasta aquí como muestreo probabilístico corresponden al *muestreo aleatorio simple* o MAS. Y como vemos, al inicio todos los casos o unidades del universo tienen la misma probabilidad de ser elegidos.

Hay otras variantes del muestreo probabilístico como el muestreo estratificado y el muestreo por conglomerados.

## Muestra probabilística estratificada

En ocasiones, el interés del investigador es comparar sus resultados entre segmentos, grupos o nichos de la población, porque así lo señala el planteamiento del problema. Por ejemplo, en determinada investigación efectuar contrastes por género (entre hombres y mujeres) o en un estudio realizado en una urbe comparar PyMEs por giros genéricos (comida, ropa), si la selección de la muestra es aleatoria, tendremos unidades o elementos de los dos grupos, no hay problema y la muestra reflejará a la población. Pero a veces, nos interesan grupos que constituyen minorías de la población; entonces, si la muestra es aleatoria simple, resultará muy difícil elegir casos de ellas. Imaginemos que nos interesan personas de todas las religiones para comparar ciertos datos de ocupación, pero en la ciudad donde se efectuará el estudio la mayoría es, por ejemplo, predominantemente católica. Con MAS es casi seguro que no elijamos individuos de otras religiones o solo unos cuantos. No podríamos efectuar los contrastes. Quizá tengamos 300 católicos y 10 de las demás religiones. En estas circunstancias, preferimos una muestra probabilística estratificada (el nombre nos dice que será probabilística y que se considerarán segmentos de la población, o lo que es igual, "estratos"). Una situación parecida sería la de un estudio agrícola en una zona poco desarrollada cuya unidad de muestreo es la parcela y en el que interesa evaluar el efecto del tipo de riego (aspersión, surcos o goteo). ¿Cuántos agricultores tendrán sistemas por goteo? Una verdadera minoría. O en el caso de modelos de calidad donde se pretende comparar organizaciones con normas ISO 9000 *versus* ISO 14000, la enorme mayoría de ellas implementará algún tipo del primero y solamente grandes empresas con un sentido de responsabilidad y recursos el segundo.

En el muestreo probabilístico estratificado, cada segmento es considerado un universo, así es que se aplica la fórmula de tamaño de muestra para cada estrato y se eligen las unidades o casos con el subprograma de STATS ° "Números aleatorios". La selección de casos para las muestras de los estratos puede ser o no proporcional, de acuerdo con su tamaño.



● En ocasiones, el investigador debe comparar sus resultados entre segmentos, grupos o nichos de la población; como en el caso de un estudio agrícola en una zona poco desarrollada cuya unidad de muestreo es la parcela.

## Muestreo probabilístico por racimos

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

Muestrear por racimos implica diferenciar entre la unidad de análisis y la unidad muestral. La unidad de análisis indica quiénes van a ser medidos, o sea, los casos a los que, en última instancia, vamos a aplicar el instrumento de medición. La unidad muestral (en este tipo de muestra) se refiere al racimo por medio del cual se logra el acceso a la unidad de análisis.

 **Tabla 8.3** Ejemplos de racimos o conglomerados

| Unidad de análisis        | Posibles racimos                           |
|---------------------------|--------------------------------------------|
| Jóvenes                   | Preparatorias                              |
| Obreros                   | Industrias o fábricas                      |
| Amas de casa              | Mercados/supermercados/centros comerciales |
| Niños                     | Colegios                                   |
| Parcelas                  | Zonas del cultivo localizadas              |
| Minerales y ciertas rocas | Minas                                      |
| Micro y pequeñas empresas | Zonas del centro de la ciudad              |

El muestreo por racimos supone una selección en dos o más etapas, todas con procedimientos probabilísticos. En la primera, se seleccionan al azar los racimos, siguiendo los pasos ya señalados de una muestra probabilística. En las fases subsecuentes, y dentro de estos racimos, se seleccionan los casos que van a considerarse, para lo cual se hace una selección que asegure que todos los elementos del racimo tienen la misma probabilidad de ser elegidos (muestreo aleatorio simple).

Por ejemplo, en una muestra nacional de ciudadanos de un país por racimos, elegiríamos primero al azar una muestra de estados, provincias o departamentos (primera etapa); luego, cada estado o provincia se convierte en un universo y se seleccionan al azar municipios (segunda etapa) y cada municipio se considera un universo o población y se eligen al azar comunidades o colonias (tercera etapa). Entonces, cada colonia se toma como universo y de nuevo, al azar, se eligen manzanas o cuadras (cuarta etapa); finalmente, se escogen al azar viviendas u hogares e individuos (quinta etapa).



● Una muestra por racimos podría considerar a los mexicanos que visitan el Zócalo de la Ciudad de México.

## Muestreo no probabilístico



Las muestras no probabilísticas o *muestras dirigidas*, se utilizan frecuentemente en estudios cualitativos y suponen un procedimiento de selección de casos orientado por razones o propósitos de la investigación, no por una estimación del tamaño que sea representativo de la población ni por cuestiones de probabilidad. Se eligen casos que son de interés para el estudio y que cumplen con ciertos criterios. Desde luego, no se pretende generalizar los resultados de la muestra a la población.

Por ejemplo, en el experimento sobre la introducción de modelos de calidad como alternativa para elevar las ventas en franquicias de Pemex, se seleccionaron casos que cumplieran con las condiciones planteadas en la investigación y se incluyeron las estaciones que fue posible conseguir, las cuales permitieron comprender la manera en que la administración de los sistemas de calidad incrementa las ventas en estos establecimientos. A partir de los resultados, otras estaciones de servicio se interesaron en incluir este tipo de sistemas de aseguramiento de la calidad. En la tabla 8.4 se dan ejemplos de estas muestras.

● **Tabla 8.4 Ejemplos de muestras no probabilísticas**

| Tipo                                                    | Características                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Muestras de casos diversos o de máxima variación</b> | Se usan cuando se quieren mostrar distintas perspectivas y representar la complejidad del fenómeno examinado, o bien, documentar la diversidad para localizar diferencias, coincidencias y patrones. Imaginemos a un investigador que evalúa la disposición para aprender de pequeñas, medianas y grandes empresas; a un especialista en desarrollo organizacional que considera desde organizaciones con administración profesional hasta empresas sin un claro sistema de gestión; o bien, a un ingeniero civil que para estudiar cómo se comporta un agregado pétreo base para la construcción, incluye estructuras complejas (rascacielos, puentes, etc.), medianas (edificios de unos cuantos pisos, tramos de carreteras) y de menor complejidad (viviendas sencillas y departamentos chicos).                                                                                                                       |
| <b>Muestras homogéneas</b>                              | En estas muestras, las unidades por seleccionar poseen un mismo perfil o características, o bien, comparten rasgos similares. Su propósito es centrarse en el tema a investigar o resaltar situaciones, procesos o episodios en un grupo social o conjunto. Por ejemplo, una investigación en la que se busca mostrar cómo los obreros de la industria metalmecánica del centro de México, deciden conscientemente no seguir los lineamientos establecidos para que los productos cumplan con las normas de calidad del sector, a pesar de los numerosos cursos de capacitación a los que asisten y los manuales con los que cuentan. De igual forma, para un estudio médico clínico, seleccionar pacientes con la misma edad, género, padecimiento y grado de desarrollo; cultivos similares en áreas climáticas muy semejantes y condiciones uniformes.                                                                  |
| <b>Muestras en cadena o por redes ("bola de nieve")</b> | Se identifican participantes clave y se agregan a la muestra. Se les pregunta si conocen a otras personas que puedan proporcionar datos pertinentes, y una vez contactados, los incluimos también. Este sería el caso de una investigación que buscara conocer las vivencias de empresarias exitosas. Se comenzaría por determinar perfectamente qué se consideraría éxito en el plano empresarial. Posteriormente, se buscaría entrevistar a quienes cumplen con las características definidas, se les entrevistaría y se les pediría que nos acercaran a personas similares para también entrevistarlas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Muestras de casos extremos</b>                       | Son muestras útiles cuando nos interesa evaluar características, situaciones o fenómenos especiales, alejados de la "normalidad". Una investigación en la que se utilizaría esta técnica de muestreo sería cuando en una empresa, determinadas líneas de producción no se comportan de manera similar al resto. Supongamos que la línea A produce una cantidad diaria sustancialmente mayor que el resto de las líneas. Por su parte, la línea Z fabrica al día un volumen mucho menor de los productos. Se trataría de conocer las razones de estas variaciones extremas. Igualmente, un estudio que contrasta una granja que produce una hortaliza de gran calidad con otra que genera una de pésima calidad (en una misma región climática).                                                                                                                                                                            |
| <b>Muestra por cuotas</b>                               | Se utiliza mucho en estudios de opinión y de mercadotecnia. Por ejemplo, los encuestadores reciben instrucciones de aplicar los cuestionarios a ciertos individuos en un lugar público (un centro comercial, una plaza o una colonia). Así, van llenando cuotas de acuerdo con la proporción de ciertas variables demográficas en la población (género, edad, ocupación). Por ejemplo, en una investigación sobre la predisposición de compra de un producto (digamos una marca de café), se dice a los encuestadores que "vayan a determinada colonia y entrevisten a 300 personas adultas. Que 25% sean hombres mayores de 30 años, 25% mujeres mayores de 30 años, 25% hombres menores de 30 años y 25% mujeres menores de 30 años". O bien, en un estudio geológico de las propiedades de ciertos minerales se les indica a quienes extraerán las muestras: cinco de este tamaño, 10 de este otro y así sucesivamente. |

También tenemos muestras de expertos, muestras por conveniencia o de fácil acceso y otras.

## EJEMPLOS DESARROLLADOS

### Introducción de un sistema de gestión de la calidad

Como vimos, en esta investigación la muestra sería no probabilística (con tres casos), y desde luego, homogénea (las estaciones de servicio deben ser equivalentes en tamaño, sistema actual de gestión y otras características organizacionales, incluso la ubicación) para tener un experimento o cuasiexperimento y establecer comparaciones entre los grupos.

### La pareja ideal

Para conocer el tamaño del universo, se obtuvo información proporcionada por la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, Federación de Instituciones Mexicanas Particulares de Educación Superior y el gobierno de Guanajuato. Asimismo, se acudió a fuentes electrónicas (páginas en internet de las instituciones) y se solicitó directamente el dato a las organizaciones educativas involucradas. El tamaño de la población total es de aproximadamente 13 000 estudiantes. Utilizando el STATS®, tendríamos que un tamaño de muestra adecuado para esta población (95% de confianza, 5% de error y  $p = 0.5$  o 50%) es de 373 casos. Sin embargo, se prefirió segmentar al universo en: 1) instituciones con matrícula considerable (más de 2000 alumnos), y 2) universidades con matrícula estándar para una ciudad intermedia (1 000 a 1 500 estudiantes). En el primer estrato estuvieron dos organizaciones (que representa un total de 6 000 universitarios) y en el segundo, siete universidades (7 000 alumnos). Cada estrato fue concebido como una población y entonces se calculó el tamaño de muestra mediante STATS®. El resultado fue: estrato 1 ( $n = 361$ ), estrato 2 ( $n = 364$ ). Así, para el estrato 1 se planeó entrevistar en una institución a 180 universitarios y en la otra a 181. En el caso del estrato 2, se aplicó el instrumento de medición en cada una de las siete universidades a 52 estudiantes. En un futuro se agregaría el estudio al Instituto Tecnológico de Roque, al Centro Universitario ITESBA y a otras organizaciones, para poder comparar entre instituciones, y cada una podría concebirse como una población en sí misma.

### Consumo de energía en hospitales

Como la investigación consistirá en un estudio de casos comparativos, se analizará un hospital en Ancona, Italia, y otro en Chania, Grecia. En cada uno se seleccionarán ciertas habitaciones y espacios con diversas orientaciones basados en los planos de edificación y se registrarán las mediciones de iluminación. Constituye, pues, una muestra no probabilística.

### Abejas productoras de miel

El estudio comprenderá una población de apicultores con colmenas registradas en el Departamento de Agricultura de Ohio. Para estandarizar la fuerza inicial de las colonias y minimizar la influencia de factores externos, se restringirá el estudio solamente a colonias que hubieran iniciado durante la primavera como enjambres artificiales, conocidos en esa zona como "abejas de paquete". Dichos paquetes son creados al combinar una cantidad estándar de abejas obreras (por lo regular, de 1.36 kilos) con una abeja reina recién apareada. Por lo tanto, la fuerza inicial de colonias que comienzan como "abejas de paquete" es menos variable que la de otras colonias y suelen tener menos parásitos y patógenos.

### Perfil de egreso de los ingenieros esperados en la industria

El universo de este estudio contemplará empleadores de diversas empresas y giros industriales, ubicados en distintos lugares de México, entre ellos, estados como San Luis Potosí, Guanajuato y Querétaro, así como el Valle de México. Para tener acceso a dichas unidades de análisis, se trabajará con las siguientes fuentes: 1) la base de datos de suscriptores de la revista *Manufactura*, 2) el directorio *Industridata*, y 3) contactos, directorios y bases de datos de un estudio antecedente efectuado en 2013, con el cual se compararán los resultados. La muestra será de carácter probabilístico. Se deberán reunir al menos 106 encuestas efectivas, con la posibilidad de que algunos participantes evalúen más de una carrera. Para esta investigación, debido a la agenda laboral de los empleadores, se recurirá a una estrategia de muestreo de casos tipo, cuyo objetivo es analizar la calidad, profundidad y riqueza de sus experiencias como reclutadores de ingenieros recién egresados; así como su opinión acerca de los conocimientos, habilidades y actitudes que deben cultivar como parte de los requisitos del mundo laboral.

### Trayectoria de las emprendedoras en México

La unidad de análisis de este estudio serán mujeres emprendedoras de microempresas, con máximo cuatro empleados, y por otro lado, propietarias de al menos 51% de una Pequeña Empresa en Crecimiento (PEC), que cuente con cinco empleados o más; así como actores que se encargan de ofrecer productos o servicios a dichas organizaciones, para promover su fortalecimiento o apertura.

La muestra será no probabilística y se seguirá la estrategia denominada "bola de nieve" para seleccionar a las participantes, partiendo de empresas que pertene-

cen a la ANDE (Asociación Nacional de Empresarias), que permitirán identificar a otras más, así como a los actores, miembros y expertos en emprendimiento de las mexicanas. El estudio se llevará a cabo en las tres principales concentraciones urbanas de México: Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey, debido a que ahí los ingresos son más altos y hay mayor densidad de negocios de gran tamaño.

Finalmente, se buscará una muestra de 126 participantes, que deberán cumplir con el perfil de la unidad

de análisis y 50 actores que intervienen activamente en el ecosistema de las empresarias. A continuación se detalla la composición que deberá tener la muestra.

- 88 mujeres dueñas de una microempresa
- 38 mujeres propietarias de una Pequeña Empresa en Crecimiento (PEC)
- 50 actores (productos y servicios para PEC) del ecosistema de las emprendedoras

## EJERCICIOS

1. Retoma la propuesta de investigación de los capítulos anteriores y especifica la población del estudio y sus características, así como la unidad de muestreo (y análisis, si es diferente). Entonces, planea la estrategia de muestreo especificando qué tipo y tamaño de muestra utilizarás de acuerdo con los criterios del enfoque de investigación de tu estudio. Justifica tu proposición.
2. Visita el sitio en internet del organismo de estadísticas oficiales de tu país y consulta una de las encuestas nacionales referente a algún tema que te interese. Revisa con atención la estrategia de

muestreo que se siguió en esa encuesta y prepara una exposición para presentar este ejemplo a tus compañeros. Incluye un análisis crítico en el cual evalúes qué tan representativa es la muestra de la población del estudio y sus implicaciones.

3. Busca en alguna publicación científica un ejemplo de investigación cualitativa y analiza la estrategia de muestreo que siguieron. Prepara una exposición para presentar este ejemplo a tus compañeros. Incluye un análisis crítico en el cual evalúes qué tan representativa es la muestra de la población del estudio y sus implicaciones.

## ¿QUÉ APRENDÍ?

1. Reflexiona en la siguiente situación y justifica tu respuesta. Un ingeniero que supervisa la calidad de los rollos de papel tapiz de una imprenta necesita calcular la tasa de fallas que tiene la empresa, para lo cual decide tomar una muestra de 50 rollos de la producción de un día. Cada hora durante cinco horas, toma los 10 últimos rollos producidos y cuenta el número de fallas de cada uno. ¿Se trata de una muestra probabilística de tipo aleatorio simple? ¿Es correcta su estrategia para conocer la tasa de fallas?
2. Una empresa que fabrica botellas de plástico determina que 10% de las piezas tienen defectos, por lo que se probará una nueva máquina que reduzca la cantidad de botellas con fallas. En una muestra aleatoria simple de 100 botellas producidas con la nueva máquina, diez tienen defectos. Analiza y explica:

- a) ¿La nueva máquina no es mejor que la anterior? Como es la misma cifra de botellas defectuosas, ¿es una conclusión correcta? Justifica tu respuesta.
- b) Si las botellas afectadas con el nuevo proceso fueran solo de ocho de la muestra de 100, ¿probaría que el nuevo proceso es mejor? ¿Por qué?
- c) ¿Cómo tomarías una muestra para verificar que la máquina minimiza la producción de botellas defectuosas?
3. Menciona las diferencias entre las muestras probabilísticas y las no probabilísticas, así como las ventajas y desventajas de ambas. Ahora reflexiona y explica dos casos relacionados con tu carrera, en los que te servirán ambos tipos de muestreo.

## ¿HAY MÁS?

- Argibay, J. (2009). Muestra en investigación cuantitativa. Recuperado de: <http://www.scielo.org.ar/pdf/spc/v13n1/v13n1a01.pdf>.
- Creative Research Systems (2007). *The survey system*. Recuperado de: <http://www.surveysystem.com/sscalc.htm>.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a. ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.
- Hernández, R., Méndez, S. y Mendoza, C.P. (2014). *Centro de recursos en línea*. Recuperado de: [http://novella.mhhe.com/sites/000001251x/information\\_center\\_view0/](http://novella.mhhe.com/sites/000001251x/information_center_view0/)
- Morales, P. (2011). *Tamaño necesario de la muestra: ¿Cuántos sujetos necesitamos?* Recuperado de: <http://www.upcomillas.es/personal/peter/investigacion/Tama%F1oMuestra.pdf>.
- Navidi, W. (2006). *Estadística para ingenieros*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Pimienta, R. (2000). *Encuestas probabilísticas versus no probabilísticas*. Recuperado de: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/267/26701313.pdf>.
- Statistics Canada (2009). *Probability sampling*. Recuperado de: <http://www.statcan.gc.ca/edu/power-pouvoir/ch13/prob/5214899-eng.htm>.

## GLOSARIO

**Muestra** Subgrupo de la población del cual se recolectan los datos y debe ser representativo de esta.

**Muestra no probabilística o dirigida** Subgrupo de la población en la que la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de las características de la investigación.

**Muestra probabilística** Subgrupo de la población en el que al inicio todos sus elementos tienen la misma posibilidad de ser elegidos.

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

**Muestra probabilística por racimos** Muestreo en el que las unidades de análisis se encuentran encapsuladas en determinados lugares físicos y se eligen por etapas.

**Población o universo** Conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones y del cual se extrae la muestra.

**Racimos** Conglomerados.

**Unidades de análisis** Casos o elementos.

# Recolección de los datos

## ¿QUÉ VAS A LOGRAR?

Al terminar este capítulo podrás elaborar (o seleccionar) y aplicar con tus compañeros de equipo, uno o varios instrumentos para recolectar los datos de la investigación que estás realizando, teniendo en cuenta los criterios vistos en clase; asimismo, codificarás e insertarás esos datos en una base para estudiarlos y analizarás cualitativamente la información recolectada con instrumentos pertinentes.

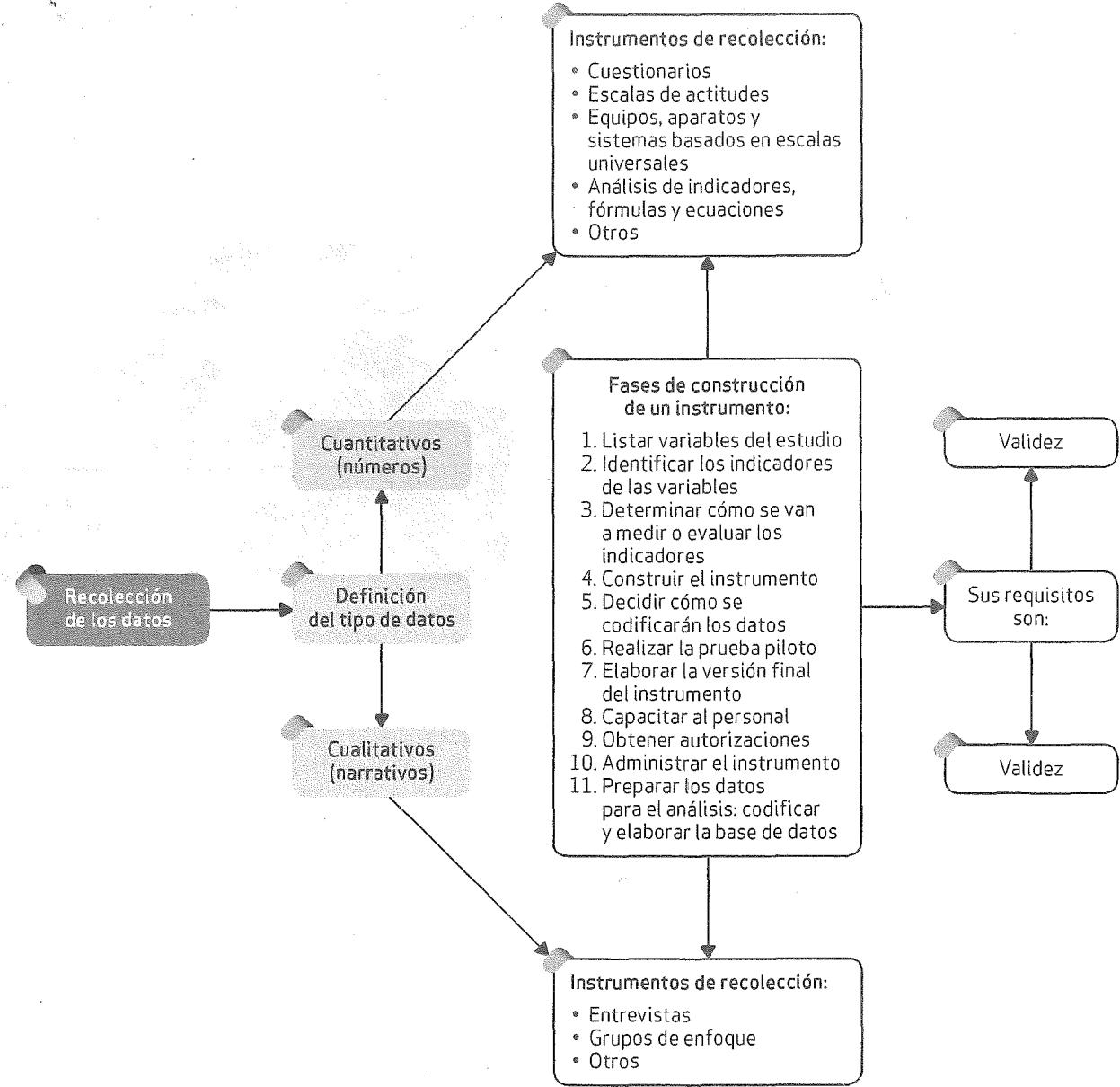
## ¿QUÉ TE VAS A LLEVAR?

Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas, capacidad de análisis, síntesis y abstracción, capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica, habilidad en el uso de tecnologías de información y comunicación, capacidad crítica y autocrítica para analizar el desarrollo de la disciplina en el ámbito local y nacional, con fundamento en la investigación científica.

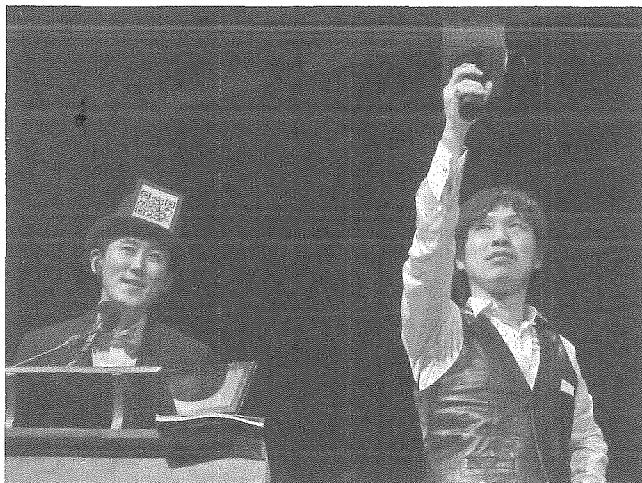
## ¿QUÉ SABES ACERCA DE...?

Comenta con tu profesor y con tus compañeros de clase:

1. ¿Cómo obtienen los investigadores los datos que buscan?
2. ¿Qué instrumentos utilizan para recolectar esos datos?
3. ¿Qué características deben tener esos instrumentos?
4. ¿En todas las investigaciones se utilizan los mismos instrumentos? ¿Por qué?



## ¿TE INTERESA?



Los científicos Kazutaka Kurihara (izq.) y Koji Tsukada (der.) aceptaron el Premio Ig Nobel 2012 por su creación del martillo obstructor de discursos, una máquina que interrumpe el discurso de una persona al escuchar sus palabras con un retraso durante la 22a. Ceremonia Anual de Entrega de Premios Ig Nobel en la Universidad Harvard en Cambridge, Massachusetts, el 20 de septiembre de 2012. La revista *Annals of Improbable Research* entrega estos premios como contraparte caprichosa a los premios Nobel.

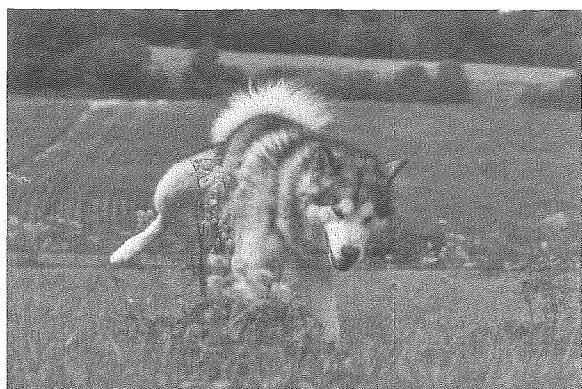
Seguro conoces los premios Nobel, pero, ¿has oído sobre los Ig Nobel? Son premios a la ciencia que primero hace reír y después pensar. Con este premio se celebran investigaciones de broma que son muy serias y rigurosas realizadas por científicos reales, y también celebran cosas serias que parecen broma, todo con la finalidad de, en palabras de los creadores del Ig Nobel, "celebrar lo inusual, honrar lo imaginativo y fomentar el interés de las personas en la ciencia, la medicina y la tecnología".

Veamos algunos galardonados de los últimos cinco años, para tener una idea de los trabajos de investigación que celebran la ciencia que hace reír y pensar:

- Literatura, 2015: una investigación que descubrió que la palabra ¿eh? (o su equivalente) parece existir en todos los idiomas.
- Medicina diagnóstica, 2015: por determinar que se puede diagnosticar de manera muy precisa apendicitis aguda por la intensidad del dolor que siente el paciente que es llevado en auto y pasa por un tope o reductor de velocidad.
- Fisiología y entomología, 2015: se otorgó a dos investigadores por separado. A uno por crear el índice Schmidt de Dolor por Picadura que mide el dolor relativo que sienten las personas cuando los pican diversos insectos; y a otro por hacer una prueba rigurosa en sí mismo dejándose picar por abejas en

25 partes del cuerpo para identificar cuáles son las partes en las que se siente mayor y menor dolor.

- Física, 2014: por medir la fricción entre un zapatito y una cáscara de plátano y entre una cáscara de plátano y el piso, cuando una persona pisa una cáscara de plátano que está en el piso.
- Biología, 2014: por documentar cuidadosamente que cuando los perros defecan y orinan, prefieren alinear el eje de su cuerpo con el campo geomagnético norte-sur de la Tierra.



Cuando un perro orina prefiere alinear el eje de su cuerpo con el campo magnético norte-sur de la Tierra.

- Ciencia del Ártico, 2014: por hacer pruebas para analizar cómo reaccionan los venados al ver a seres humanos disfrazados de oso polar.
- Biología y Astronomía, 2013: por descubrir que cuando los escarabajos se pierden, pueden guiarse y localizar su camino de regreso observando la Vía Láctea.
- Probabilidad y Estadística, 2013: por hacer dos descubrimientos relacionados; uno, que cuanto más tiempo haya estado echada una vaca, es más probable que se levante pronto; y dos, que una vez que una vaca se levanta, no se puede predecir con facilidad qué tan pronto se echará nuevamente.
- Neurociencia, 2012: por demostrar que investigadores del cerebro, al usar instrumentos complicados y estadísticas simples, pueden observar actividad cerebral significativa en cualquier sitio, incluso en un salmón muerto.
- Dinámica de fluidos, 2012: por estudiar la dinámica de los líquidos que chapotean y analizar lo que pasa cuando una persona camina con una taza de café en la mano, observando las variables que causan que el café se derrame.
- Paz, 2010: por confirmar la creencia de que decir groserías alivia el dolor físico.

Te preguntarás si en verdad se realizaron estas investigaciones. La respuesta es sí; y además, no fue de manera improvisada, sino que siguieron rigurosamente el método científico: recolectaron los datos con instrumentos válidos y confiables e hicieron análisis de los datos correctamente para llegar a los resultados que los hicieron ganar este premio. De hecho, varios ganadores de un Ig Nobel han sido ganadores de un Nobel en su ramo, la diferencia es que estos estudios son hechos con la intención de reír un rato, como si fuera

un chiste entre colegas científicos o, incluso, con la intención de cuestionarse sobre algún aspecto del conocimiento científico y sus métodos, para aprender y mejorar como científicos.

Si te interesa conocer más sobre el premio, consulta su sitio en internet: [www.improbable.com/ig/winners](http://www.improbable.com/ig/winners). Ahí encontrarás la referencia a los artículos publicados en revistas científicas de las investigaciones ganadoras.<sup>1</sup>

## ¿En qué consiste la fase o etapa de recolección de los datos?

Ya que elegiste el diseño de investigación, definiste la unidad de análisis y determinaste y seleccionaste la muestra (al menos los casos iniciales), el siguiente paso consiste en recolectar los datos sobre las variables de tu estudio (incluidas en tu planteamiento e hipótesis, si las formulaste) en los casos elegidos (personas, procesos, hechos, organizaciones, etc.). Recabar los datos implica medir o capturar la información pertinente. Para este fin, se utilizan o desarrollan uno o más instrumentos de recolección de los datos.

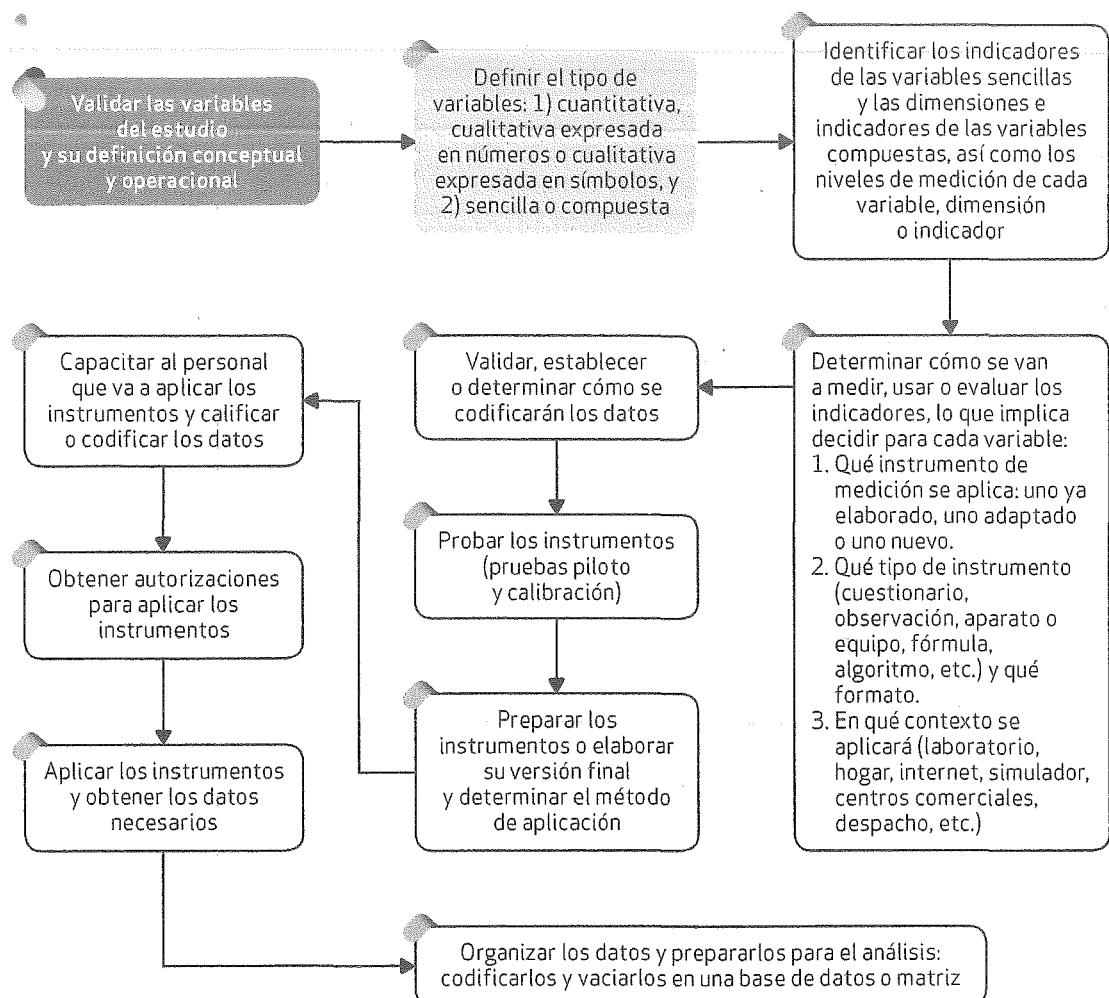
Lo primero es definir el tipo de datos que es necesario cosechar o producir para cada variable y luego seguir un proceso que se diagrama en la figura 9.1. Cabe señalar que esta secuencia se aplica en términos generales a cada uno de los instrumentos de recolección de los datos que implementes. En ocasiones se utiliza solamente uno, que mide todas las variables del estudio. Por ejemplo, un cuestionario con el que se obtenga información de las variables de interés completas: motivación en el trabajo, satisfacción laboral, compromiso con la empresa, responsabilidad experimentada en el puesto e integración con los compañeros de la empresa. Otras veces se emplea un instrumento o herramienta distinta para cada una de las variables de la investigación, pero con un solo indicador, escala o equivalente (son variables que denominaremos “unidimensionales”). Tal sería el caso de que buscáramos evaluar cuál de dos máquinas produce durante determinado periodo (por ejemplo, un mes) más unidades (imaginemos que son pantalones) que cumplan con las normas establecidas en la medición de productividad se requerirá un único indicador: número de piezas terminadas que cubren las normas.

Asimismo, hay casos en los que se mide una o más variables y cada una posee varias dimensiones, factores o indicadores (se le denomina “compuesta” o “multidimensional”), de modo que hay que utilizar varios instrumentos, parámetros o procedimientos para obtener los datos necesarios que la reflejen. Más tarde podemos considerarlos independientemente o de manera comparativa; o adicionarlos, promediarlos o indizarlos.

Por ejemplo, si pretendemos verificar los esfuerzos de un sistema de tuberías, tenemos que medir los cuatro tipos básicos mediante el mismo número de procedimientos (que incluyen fórmulas): 1) esfuerzo circunferencial debido a la presión; 2) esfuerzo sostenido o primario (longitudinal que se produce por cargas sostenidas, como peso de la tubería, peso del aislamiento, peso del fluido, fuerzas concentradas y distribuidas, momentos aplicados y presión interna. Constituyen esfuerzos no autolimitantes, de forma que su acción es suficiente para causar deformación plástica o rotura del material); 3) esfuerzo por expansión o



<sup>1</sup> Improbable Research (2015). *Winners of the Ig Nobel Prize. For achievements that first make people laugh then make them think*. Recuperado de: <http://www.improbable.com/ig/winners/>.



secundario (principalmente debido a cambios en la temperatura), y 4) esfuerzo ocasional o terciario (causas eventuales) (Gómez-Gordo, 2015).

Asimismo, frecuentemente se miden o evalúan distintas variables por medios o instrumentos diferentes (un instrumento por cada variable). En especial cuando establecimos hipótesis. Por ejemplo, si un investigador médico quisiera analizar en una muestra de pacientes la relación entre la presión arterial, la cantidad de ejercicio físico y las concentraciones de glucosa (simplificando, durante un trimestre); mediría la primera con un baumanómetro (aplicándolo diariamente y obteniendo un promedio durante el periodo establecido); la segunda, contabilizando el número de minutos dedicados a realizar un ejercicio fijo, como caminar (una vez más, calculando el promedio diario), y la tercera, mediante la medición diaria de las concentraciones de glucosa en la sangre (por medio de un glucómetro y promediando valores), más una medición semanal de glucosa en la orina evaluada en pruebas de laboratorio (determinando la media respectiva). Tres variables, un instrumento para la presión arterial, un indicador para el ejercicio y dos procedimientos para la glucosa.

Otro caso similar es si nuestra hipótesis fuera: “a mayor motivación laboral, mayor productividad” (en trabajadores de fábricas dedicadas a la elaboración de biberones). Mediríamos la motivación mediante un cuestionario para tal efecto (una sola vez) y la productividad podría ser una variable compuesta verificada en cierto plazo (último mes) a través de un índice

compuesto que incluyera: promedio diario del número de piezas producidas que cumplieran con las especificaciones de la planta, media mensual de minutos por ausentismo —retardos y faltas— y evaluación del superior inmediato por un cuestionario (medición única).

Un ejemplo característico de múltiples mediciones con diferentes herramientas para distintas variables es el de Pérez, Arango y Agudelo (2009),<sup>2</sup> quienes realizaron un estudio en una empresa que manufactura láminas metálicas que componen el acabado de ascensores, para determinar el efecto que tienen los siguientes factores (variables independientes o causas): experiencia del operario, tipo de dobladora, clase y grosor del material, sobre la longitud y el ángulo de doblado de las piezas de metal producidas (variables dependientes o efectos).

La justificación básica (abreviada) fue que en la producción de las piezas de metal el doblado es crucial, el cual se efectúa después del corte, de acuerdo con las rutas de producción en la planta de la empresa. Las piezas que son dobladas pasan a procesos posteriores, como el de ensamble por medio de soldadura o pegado estructural. Según los autores, las piezas de cada proceso se catalogan de acuerdo con cuatro grados de calidad:

**Grado 1:** pieza que cumple con las especificaciones.

**Grado 2:** pieza que no cumple con las especificaciones, pero es útil funcionalmente.

**Grado 3:** pieza que no cumple con las especificaciones, pero puede ser reprocesada.

**Grado 4:** pieza que no cumple con las especificaciones.

El doblado es el que presentaba mayores devoluciones en la planta por fallas de calidad (el que genera el mayor número de piezas grado 3 y grado 4). De hecho, este proceso fue el principal responsable de las devoluciones durante el último año. Esto es causa de un detrimento en la producción, pues hay pérdidas de tiempo, económicas y de materia prima. Por ello, debían analizarse las causas de las deficiencias en el doblado que provocan fallas y reprocesos.

El diseño del estudio fue experimental factorial, ya que se consideraron estas cuatro variables independientes con dos grados o modalidades cada una: experiencia del operario (menos de cinco años / más de cinco años), tipo de dobladora (hidráulica electrónica / que conduce por aire), clase de material utilizado (acero laminado en frío / acero galvanizado) y grosor (0.8 mm / 1 mm). Se realizaron dos réplicas para cada combinación  $m = 1, 2$   $n = 2$ . Los autores consideraron conveniente el uso de un diseño  $4 \times 2$ , debido a que proporciona el menor número de corridas experimentales en las que las cuatro variables “pueden estudiarse en un diseño factorial completo. Además, este tipo de diseño reduce los costos de la experimentación” (Pérez, Arango y Agudelo, 2009, p. 149).

Para la recolección de sus datos establecieron “que las piezas fueran dobladas transversalmente una longitud de 15 mm a un ángulo de 90°, y según estos parámetros ambos operarios doblaron retales de láminas en los dos materiales seleccionados (acero laminado en frío y acero galvanizado) con los grosores especificados (0.8 mm y 1 mm) y en cada una de las dos dobladoras. De esta forma se obtuvieron los datos para las dos variables-respuesta medidas: longitud de doblado y ángulo de doblado, las cuales se midieron usando pie de rey y goniómetro” (Pérez, Arango y Agudelo, 2009, p. 148).



Un ejemplo de múltiples mediciones con diferentes herramientas para distintas variables es el de Pérez, Arango y Agudelo sobre una empresa que manufactura láminas metálicas que componen el acabado de ascensores, para determinar el efecto que tienen varios factores en la longitud y el ángulo de doblado de las piezas de metal producidas.

<sup>2</sup>Tomado de Hernández-Sampieri *et al.* (2014).

“Como se especificó, las dimensiones de las piezas dobladas se describen por la longitud y el ángulo de doblado. Luego, se tienen dos variables-respuesta para analizar” (Pérez, Arango y Agudelo, 2009, p. 149):

$Y_{ijklm}$  = longitud de doblado obtenida en la dobladora i, por el operario j, sobre la lámina de metal con material k y grosor l, en la réplica m.

$Z_{ijklm}$  = ángulo de doblado obtenido en la dobladora i, por el operario j, sobre la lámina de metal con material k y grosor l, en la réplica m.

Revisemos, pues, el proceso que se sigue para recolectar datos, ilustrado en la figura 9.1.

## Validación de las variables del estudio, tipos y medición



En este punto, dado el planteamiento y las hipótesis, así como el diseño y la muestra, se validan las definiciones conceptuales y operacionales de las variables del estudio (que se estudiaron en el capítulo 6). Asimismo, se define el tipo de cada variable en dos dimensiones: cuantitativa o cualitativa y sencilla o compuesta.

En ciencias sociales, las variables se clasifican regularmente en cuantitativas o cualitativas (Babbie, Creswell, Hernández Sampieri *et al.*, 2014). Pero por nuestra experiencia con ingenieros y especialistas de ciencias físicas, además de algunos investigadores rigoristas de las ciencias sociales, decidimos proponer una tipología de tres categorías de variables: cuantitativas o numéricas, cualitativas expresadas en números y cualitativas categóricas.

En la tabla 9.1 se comparan las tres clases de variables en función de los datos que producen.

● **Tabla 9.1** Comparación de los tres tipos de variables por sus datos.

| Variables cuantitativas                                                                                                                                                                                                                                       | Variables cualitativas expresadas en números (cuantificadas)                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Variables propiamente cualitativas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ejemplos: temperatura (grados centígrados), longitud (unidades métricas), tiempo (minutos y segundos), aceleración de un automóvil (kilómetros por hora), masa (kilos), fuerza centrípeta (unidades newton), velocidad de rotación (revoluciones por segundo) | Ejemplos: motivación laboral valorada mediante afirmaciones o preguntas para ser calificadas a través de escalas verbales (3 = de acuerdo, 2 = ni de acuerdo, ni en desacuerdo, 1 = en desacuerdo), dureza del agua (blanda, dura, muy dura, extremadamente dura), evaluación perceptual de un producto o servicio (calificación mediante una escala del 0 al 10) | Ejemplos: percepción de los problemas (causas o sus soluciones) en un proceso o empresa (por ejemplo, de calidad o producción); razones de preferencia por un producto, servicio u organización; exposición al cambio climático por parte de productores agrícolas de ciertas comunidades de un sector (por ejemplo, vinícola), mecanismos de adaptación a dicho cambio climático, emociones y sentimientos (por ejemplo, ante un desastre natural o un hecho social como los atentados terroristas en París de 2015) |
| Variables medibles (por un sistema, aparato, equipo, fórmula, algoritmo, etc.) o apreciadas mediante los sentidos (como la observación)                                                                                                                       | Variables medibles no por grados exactos, sino por rangos relativos o valoraciones o percepciones                                                                                                                                                                                                                                                                 | Variables evaluadas, extraídas o inferidas de narrativas (lenguaje verbal, no verbal, visual y escrito) de los participantes (personas y otras especies vivas u objetos que manifiesten movimiento)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Datos expresados en números (cada categoría es codificada mediante un número)                                                                                                                                                                                 | Datos expresados en números (cada categoría es codificada mediante un número que indica jerarquía)                                                                                                                                                                                                                                                                | Datos expresados en categorías que surgen de los datos o narrativas (pueden ser codificados por números o símbolos que no tienen propiedades de cálculo, son solamente para identificación de la categoría correspondiente)                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Datos estandarizados                                                                                                                                                                                                                                          | Datos estandarizados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Datos no estandarizados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

(continúa)

● **Tabla 9.1** Comparación de los tres tipos de variables por sus datos (*continuación*).

| Variables cuantitativas                                                                                                                                     | Variables cualitativas expresadas en números (cuantificadas)                                                                                 | Variables propiamente cualitativas                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Categorías de los datos predeterminadas y estandarizadas (siempre las mismas y cerradas)                                                                    | Categorías de los datos predeterminadas y estandarizadas (siempre las mismas y cerradas)                                                     | Categorías de los datos emergentes y abiertas al inicio                                                                                                 |
| Datos capturados (resumidos) en una matriz de datos (indicadores, ítems o valores de las variables cruzados por caso o unidad de análisis)                  | Datos capturados (resumidos) en una matriz de datos (indicadores, ítems o valores de las variables cruzados por caso o unidad de análisis)   | Datos capturados (resumidos) en bases de datos audiovisuales y de texto                                                                                 |
| Información (datos) analizada e interpretada matemática o estadísticamente                                                                                  | Información (datos) analizada e interpretada matemática o estadísticamente (teniendo en cuenta que son percepciones)                         | Información (datos) analizada e interpretada por su significado mediante distintas técnicas y conteo de frecuencias absolutas y relativas (porcentajes) |
| Producto del análisis: valores estadísticos o matemáticos de diferentes análisis de las variables y modelos cuantitativos apropiados para la clase de datos | Producto del análisis: valores estadísticos de diferentes análisis de las variables y modelos cuantitativos apropiados para el tipo de datos | Producto del análisis: interpretación e ilustración de categorías, temas, patrones y vínculos, así como modelos cualitativos                            |

## Niveles de medición

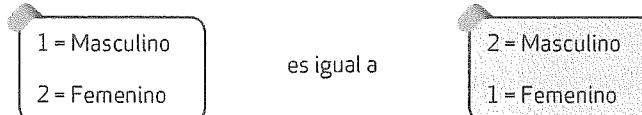
Las variables cuantitativas naturales y las cualitativas expresadas en números (cuantificadas de acuerdo con Hernández-Sampieri *et al.*, 2014) suelen clasificarse por su nivel de medición en cuatro clases: 1) nominales, 2) ordinales, 3) de intervalos y 4) de razón.



1. Variables en un nivel de medición nominal. En este nivel las variables (indicadores, componentes, ítems o dimensiones si son compuestas) poseen dos o más categorías. Las categorías no tienen orden ni jerarquía. Lo que se mide (unidad de análisis como individuo, producto, proceso, objeto) se coloca en una u otra categoría, lo cual indica tan solo diferencias respecto de una o más características. Por ejemplo, la variable “género” de la persona posee solo dos categorías: masculino y femenino. Ninguna de las categorías implica mayor jerarquía que la otra. Las categorías únicamente reflejan diferencias en la variable. No hay orden de mayor a menor. Si les asignamos una etiqueta o un símbolo a cada categoría, esto identificará exclusivamente a la categoría. Por ejemplo:

\* = Masculino      + = Femenino

Si usamos numerales, es lo mismo:



Los números utilizados en este nivel de medición tienen una función puramente de clasificación y no se pueden manipular de manera aritmética. Por ejemplo, el área de la empresa en donde se labora es una variable nominal; si pretendiéramos operarla de forma aritmética se presentarían situaciones tan ridículas como esta:

- 1 = Producción
- 2 = Comercial (ventas, mercadotecnia, etc.)
- 3 = Mantenimiento
- 4 = Recursos humanos
- 5 = Otras

$$1 + 2 = 3$$

¿Un integrante de producción más uno del área comercial igual a uno de mantenimiento? No tiene sentido

- \* Las variables nominales pueden incluir dos categorías (dicotómicas), o bien tres o más categorías (categóricas). Ejemplos de variables nominales serían: el turno de trabajo, la clase de material de construcción (*no* su resistencia, flexibilidad u otras propiedades, estas serían otras variables), el medicamento suministrado (*no* la dosis, que sería una variable distinta), bloques de mercado (asiático, TLCAN, latinoamericano, comunidad europea), tipo de presión (atmosférica, manométrica, etc.; *no* su intensidad); clase de fuerza (centrífuga o centrípeta), origen animal de un producto lácteo (vaca, chivo, oveja, cabra) y otras.
2. Variables en un nivel de medición ordinal. En este nivel hay varias categorías, pero además mantienen un orden de menor a mayor o viceversa. Los símbolos o números que identifican a las categorías sí indican jerarquía. Tal es el caso del prestigio ocupacional en Estados Unidos, que se ha medido con diversas escalas que reordenan las profesiones de acuerdo con su reputación, por ejemplo (tabla 9.2):<sup>3</sup>

 **Tabla 9.2** Escala de profesiones de acuerdo con su prestigio ocupacional.

| Valor en la escala | Profesión                                                |
|--------------------|----------------------------------------------------------|
| 90                 | Ingeniero químico                                        |
| 80                 | Científico de ciencias naturales (excluyendo la química) |
| 60                 | Actor común                                              |
| 50                 | Operador de estaciones eléctricas de potencia            |
| 02                 | Manufacturero                                            |

Los números (identificadores de categorías) definen posiciones, en el ejemplo: 90 es más que 80, 80 más que 60, 60 más que 50 y así sucesivamente. Sin embargo, las categorías no están situadas a intervalos iguales (no hay un intervalo común). No podríamos decir con precisión que entre un actor (60) y un operador de estaciones eléctricas (50) existe la misma distancia en prestigio que entre un científico de ciencias naturales (80) y un ingeniero químico (90). Al parecer, en ambos casos la distancia es 10, pero no es una distancia real o exacta.

Otro ejemplo sería la variable *posición jerárquica en la empresa*:

|                              |    |
|------------------------------|----|
| Presidente                   | 10 |
| Vicepresidente               | 9  |
| Director general             | 8  |
| Gerente de área              | 7  |
| Subgerente o superintendente | 6  |
| Jefe                         | 5  |
| Empleado A                   | 4  |
| Empleado B                   | 3  |
| Empleado C                   | 2  |
| Intendencia                  | 1  |

Sabemos que el presidente (10) tiene mayor jerarquía que el vicepresidente (9), este más que el director general (8), a su vez este último más que el gerente (7); pero no se

<sup>3</sup>Duncan (1977). La escala incluye múltiples profesiones, se presentan solo algunas.

precisa cuánto más. Tampoco pueden hacerse operaciones aritméticas: no podríamos decir que  $4$  (empleado A) +  $5$  (jefe) =  $9$  (vicepresidente), ni que  $10$  (presidente) ÷  $5$  (jefe) =  $2$  (empleado C). Sería absurdo, no tiene sentido.

Otros casos de este nivel serían: la medición por rangos de las preferencias de marcas de bebidas refrescantes con gas (refrescos o sodas) (primer lugar de preferencia, segundo lugar, etc.), el nivel educativo (preescolar, primaria, secundaria, bachillerato, licenciatura o equivalente y posgrado) y la autopercepción del grado de dolor de cabeza (intenso, alto, medio, bajo, sin dolor).

Un ejemplo en bioquímica sería la escala para la evaluación de la incidencia de tizón de halo en una variedad de frijol (tabla 9.3) (Ramírez Carrasco, 2014 y Navarrete, 2000).

● **Tabla 9.3** Escala para la evaluación de la incidencia de tizón de halo.

| Gravedad | Síntomas                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Sin síntomas visibles de la enfermedad                                                                                                                                                                                                                                      |
| 3        | Aproximadamente 2% del área de las hojas o de las vainas está cubierta con lesiones redondas. Se observa una ligera clorosis                                                                                                                                                |
| 5        | Aproximadamente 5% del área de las hojas o de las vainas está cubierta con lesiones redondas de alrededor de 5 mm de diámetro                                                                                                                                               |
| 7        | Aproximadamente 10% de los tejidos foliares están afectados ya sea por lesiones o por la clorosis. Ocurre una deformación foliar limitada y las vainas presentan exudación bacteriana en las lesiones que se juntan, las cuales pueden medir alrededor de 10 mm de diámetro |
| 9        | Un 25% o más de los tejidos foliares están afectados por lesiones o clorosis. Se observa distorsión foliar severa y las lesiones que se unen cubren áreas extensas en las vainas y causan su deformación y la producción de vainas vanas                                    |

Las escalas para medir actitudes también se encuentran en este nivel de medición, aunque frecuentemente se trabajan como si fueran del siguiente nivel (por intervalos). En términos simplificados, estas escalas se utilizan para determinar actitudes, percepciones y opiniones hacia muy diversas cuestiones (la familia, entidades gubernamentales, un producto o servicio, una empresa, un individuo, los valores humanos, un proceso, la calidad, la religión u otros conceptos y un sinfín más). Asimismo, para evaluar variables del clima laboral (como la motivación, la satisfacción laboral, la moral en el trabajo, el compromiso con la compañía, la responsabilidad experimentada, la percepción del liderazgo o el superior inmediato, la integración), la cultura de la empresa y otras múltiples variables organizacionales (innovación, apertura al cambio, aprendizaje, autocalificación del desempeño, calidad perceptual, etcétera).

Por ejemplo, con el propósito de medir la autonomía en el trabajo (variable o dimensión importante del ambiente organizacional relacionada con una diversidad de factores del desempeño individual y organizacional) podemos utilizar una escala de actitudes, de las que hay varias, aunque la más socorrida es la escala tipo Likert, en la cual ahondaremos más adelante, y consiste en que se presentan varias frases o afirmaciones a los participantes, quienes deben indicar qué tan de acuerdo o desacuerdo están con respecto a cada una, marcando la opción que exprese en mayor medida su punto de vista.



● Las escalas para medir actitudes se utilizan para determinar actitudes, percepciones y opiniones hacia muy diversas cuestiones (la familia, entidades gubernamentales, un producto o servicio, una empresa, un individuo, los valores humanos, un proceso, la calidad, la religión, etcétera).

- “En esta empresa tengo libertad para tomar decisiones que tienen que ver con mi trabajo”

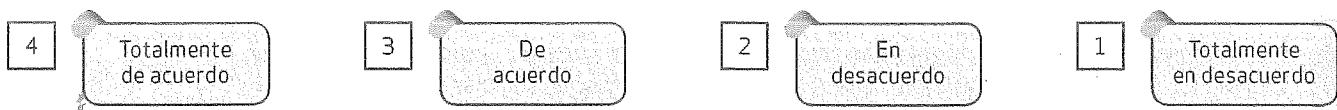


Figura 9.2 Escala de Likert.

3. Variables en un nivel de medición por intervalos. Además del orden o la jerarquía entre categorías, se establecen intervalos iguales en la medición. Las distancias entre categorías son las mismas en toda la escala, por lo que hay un intervalo constante, una unidad de medida (véase figura 9.3, con una escala hipotética del 0 al 10). Son variables cuantitativas (Pateiro, 2008).

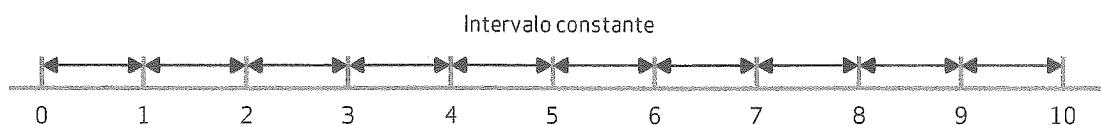
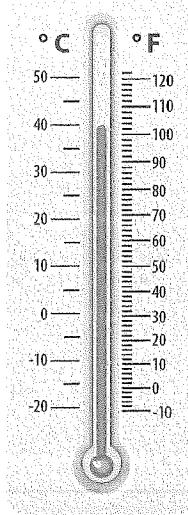


Figura 9.3 Representación de la escala para una variable de intervalos (iguales).



Sin embargo, en este nivel de medición el cero (0) es arbitrario, no real. Se asigna a una categoría el valor de cero y a partir de esta se construye la escala. Un ejemplo común en las ciencias es la temperatura, que puede medirse en grados centígrados y Fahrenheit: el cero es arbitrario, pues no implica que en realidad haya cero (ninguna) temperatura (incluso en ambas escalas el cero es diferente).

Hay otros ejemplos de otras variables medidas por intervalos, como inteligencia (el IQ por pruebas estandarizadas, y desde luego que ningún ser humano carece de inteligencia, el cero no es real), conocimiento de alguna materia medida por un examen, digamos en aritmética por problemas resueltos e historia por preguntas bien contestadas (podrán no resolver ningún problema o fallar en todos los reactivos, pero no hay alumnos con conocimientos auténticamente de cero, pues al menos poseen percepciones de cantidad y estereotipos sociales y culturales) y producto interno bruto (no hay ningún país que no produzca nada, pues aun las primeras tribus producían artefactos o cazaban animales).

4. Variables en un nivel de medición de razón. En este nivel, además de todas las características del nivel previo, por intervalos (unidad de medida común, intervalos iguales entre las categorías y aplicación de operaciones aritméticas básicas y sus derivaciones), el cero es real y absoluto (no arbitrario). Cero absoluto implica que hay un punto en la escala en la que no está la propiedad medida (figura 9.4).

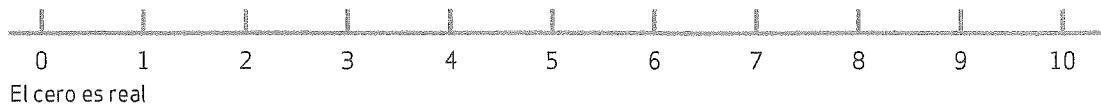


Figura 9.4 Representación de la escala para una variable en el nivel de razón.

Ejemplos de variables cuya naturaleza es de razón: masa (kilogramos), velocidad de rotación (revoluciones por minuto o segundo), velocidad angular (radianes), potencia (wattios), radiactividad (becquerel o curio), superficie (metros cuadrados), ingresos (pe-

sos, bolívares, dólares, euros...), cantidad de datos almacenados o transferidos (bit, megabit, kilobit...), concentración molar (mol/dm), número de hijos.

El nivel de medición es importante porque, como veremos en el siguiente capítulo, los análisis estadísticos de las variables de nuestra investigación que deban realizarse dependen de tal nivel.

## Identificar los indicadores de las variables sencillas y compuestas

Como vimos, tenemos variables que denominamos unidimensionales ("sencillas") porque poseen un único indicador, ítem o escala: temperatura, presión arterial, dosis de un fármaco (miligramos), intensidad de corriente eléctrica (usando un amperímetro o miliamperímetro). También es el caso de las variables que requieren un único ítem o pregunta para determinar su categoría (por ejemplo, en un cuestionario, informe o formato de observación):



Género del respondiente:

Masculino

Femenino

Desde su punto de vista, ¿cuál es la principal razón por la que se presentan mayores reprocesos en la producción de...? (Señale solamente una, la que considera que más contribuye al reproceso.)

- |   |                                                  |    |                                                                      |
|---|--------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------|
| 1 | Mantenimiento inadecuado de la maquinaria        | 2  | Falta de capacitación a operarios                                    |
| 3 | Negligencia de operarios                         | 4  | Falta de supervisión de los jefes de sección                         |
| 5 | Actitud negativa de operarios                    | 6  | Ejercicio inadecuado del liderazgo por parte de los jefes de sección |
| 7 | Falta de experiencia de todo el personal         | 8  | Maquinaria obsoleta/desgastada                                       |
| 9 | Materiales/insumos de baja calidad o defectuosos | 10 | Estándares/objetivos irreales, inalcanzables                         |

Índice de rotación: \_\_\_\_\_

Las variables compuestas están integradas por varias dimensiones, factores, indicadores, ítems o escalas. Veamos algunos ejemplos.

La pérdida de suelo por erosión es uno de los problemas que más daños causan a la agricultura. Para combatirla y emprender acciones que lo remedien, es necesario medir continuamente las áreas críticas a escala de cuenca. La pérdida de suelo por erosión se determina con varios métodos, entre los que se encuentra una ecuación (ecuación universal de pérdida de suelo modificada, EUPSM), que ha ido ganando precisión (Martínez-Ménez, 2005 y 2006):

$$Y = 11.8 (Q^* q_p)^{0.56} KLS CP$$



● La pérdida de suelo por erosión es uno de los problemas que más daños causan a la agricultura.

Donde:

$Y$  = Sedimentos aportados a una sección del cauce para una tormenta determinada sobre la cuenca (t/ha)

$Q$  = Escurrimiento medio ( $m^3$ )

$q_p$  = Escurrimiento máximo ( $m^3/s$ )

$K$  = Erosionabilidad del suelo (t ha hr  $MJ^{-1} mm^{-1} ha^{-1}$ )

$L$  = Longitud de la pendiente (adimensional)

$S$  = Grado de la pendiente (adimensional)

$C$  = Cobertura vegetal (adimensional)

$P$  = Prácticas mecánicas de control de la erosión

A su vez, se calcula cada dimensión, componente o elemento de la fórmula.

Para el objetivo de medir el clima organizacional hay cientos de cuestionarios estandarizados. Algunos consideran ciertas dimensiones o variables, mientras que otros tienen dimensiones distintas. Por ejemplo, el clásico instrumento UNI toma básicamente en cuenta las siguientes variables:<sup>4</sup> 1) moral en el trabajo (grado en que los miembros de una organización o departamento colaboran y cooperan, se apoyan mutuamente y mantienen relaciones de amistad y compañerismo), 2) dirección (consideración y apoyo por parte de los directivos atribuida por los miembros de la organización), 3) innovación (percepción del apoyo a las iniciativas tendentes a introducir mejoras en la manera como se realiza el trabajo), 4) identificación con la empresa (con sus metas y características y orgullo de pertenecer a ella), 5) comunicación (satisfacción sobre cómo se manifiesta a todos los niveles y la capacidad de escuchar por parte de los directivos), 6) percepción del desempeño (conciencia compartida por desempeñarse con calidad en las tareas laborales sobre la base de la cooperación), 7) motivación intrínseca (grado de motivación debido a factores provenientes del propio trabajo: importancia, variedad e interés), 8) autonomía (libertad para tomar decisiones y realizar el trabajo), 9) satisfacción laboral (percepción de la medida en que el individuo está satisfecho con los principales elementos que tienen que ver con sus tareas laborales: trabajo en sí, el superior, la organización, los compañeros, las herramientas y condiciones laborales, la remuneración y la capacitación) y 10) liderazgo (apoyo en el trabajo y el respaldo emocional que le brinda su superior).

Cada dimensión es evaluada por diversos ítems en forma de frases en donde uno indica qué tan de acuerdo está con la frase y a la respuesta se le otorga una puntuación (ya se ilustraron previamente). Por ejemplo, para la variable “comunicación” se utilizan ocho reactivos; veamos dos ejemplos:

“En esta empresa se toman en cuenta las opiniones de los trabajadores y empleados”

|                          |                       |                          |            |                          |               |                          |                          |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------|------------|--------------------------|---------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Totalmente de acuerdo | <input type="checkbox"/> | De acuerdo | <input type="checkbox"/> | En desacuerdo | <input type="checkbox"/> | Totalmente en desacuerdo |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------|------------|--------------------------|---------------|--------------------------|--------------------------|

“En esta empresa hay buena comunicación entre todos”

|                          |                       |                          |            |                          |               |                          |                          |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------|------------|--------------------------|---------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Totalmente de acuerdo | <input type="checkbox"/> | De acuerdo | <input type="checkbox"/> | En desacuerdo | <input type="checkbox"/> | Totalmente en desacuerdo |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------|------------|--------------------------|---------------|--------------------------|--------------------------|

<sup>4</sup>Son las principales, porque la versión 2015 comprende 20. En 2004, el instrumento fue validado con diversos estudios para el medio laboral mexicano.

El valor en comunicación se obtiene sumando los valores de los ocho ítems (valor total o promediándolos):

$$\text{Comunicación} = (\text{Ítem 1} + \text{Ítem 2} + \text{Ítem 3} + \text{Ítem 4} + \text{Ítem 5} + \text{Ítem 6} + \text{Ítem 7} + \text{Ítem 8}) / 8$$

Y el valor del clima para cada individuo, sumando los promedios de las 10 dimensiones:

$$\text{Moral} + \text{Dirección} + \text{Innovación} + \text{Identificación} + \text{Comunicación} + \text{Percepción del desempeño} + \text{Motivación intrínseca} + \text{Autonomía} + \text{Satisfacción laboral} + \text{Liderazgo} / 10$$

## Instrumentos de recolección de los datos

Hay una gran diversidad de instrumentos para medir las variables del estudio (cuantitativos) y para capturar la esencia de las narrativas y sus significados (cualitativos). Con algunos se recaba información tanto cuantitativa como cualitativa.

Veamos los principales tipos de acuerdo con la naturaleza de las variables de la investigación.



### Instrumentos para variables cuantitativas

Con la finalidad de medir variables cuantitativas naturales y las cualitativas expresadas en números (cuantificadas), disponemos fundamentalmente de cuestionarios estandarizados y escalas de actitudes; equipos, aparatos y sistemas que utilizan escalas universales basadas en unidades; observación y análisis del contenido con categorías preestablecidas; pruebas validadas; análisis de indicadores; evaluación de datos secundarios, y ecuaciones o fórmulas. Aquí revisaremos brevemente los más utilizados.

#### Cuestionarios

Un cuestionario es un conjunto de preguntas respecto a una o más variables que se van a medir. El contenido de las preguntas de un cuestionario es tan diverso como los aspectos que evalúa. Fundamentalmente, se consideran dos tipos de preguntas: cerradas y abiertas.

Las *preguntas cerradas* presentan a los participantes o sujetos categorías u opciones de respuesta que han sido delimitadas previamente, para que escojan una (cuando son mutuamente excluyentes) o varias (en el caso de respuestas múltiples) dependiendo de la clase de pregunta. Pueden ser dicotómicas (dos posibilidades de respuesta) o tener varias opciones de contestación. En cambio, las *preguntas abiertas* no delimitan de antemano las opciones de respuesta, por lo cual el número de categorías es muy elevado y puede variar.

#### EJEMPLOS

|                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pregunta cerrada dicotómica (dos opciones de respuesta)<br>¿En el área de manufactura se cuenta con políticas de calidad escritas?<br><input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No | Preguntas abiertas (sin opciones prefijadas)<br>En términos generales, ¿qué entiende usted por calidad de manufactura?<br><hr/> <hr/> <hr/> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Preguntas cerradas (varias categorías de respuesta, elección de una sola opción)</p> <p>¿En qué área funcional labora?</p> <p><input type="checkbox"/> Producción Línea 1<br/> <input type="checkbox"/> Producción Línea 2<br/> <input type="checkbox"/> Producción Línea 3<br/> <input type="checkbox"/> Mantenimiento<br/> <input type="checkbox"/> Control de calidad de insumos<br/> <input type="checkbox"/> Control de calidad final<br/> <input type="checkbox"/> Administración<br/> <input type="checkbox"/> Otra (especificar): _____</p>                                                                         | <p>A veces es necesario anotar varios conceptos. Por ejemplo:</p> <p>¿Qué cualidades debe tener un líder de los equipos de calidad? Anota las cinco más importantes (de la más importante a la menos importante):</p> <p>1) _____</p> <p>2) _____</p> <p>3) _____</p> <p>4) _____</p> <p>5) _____</p> |
| <p>Preguntas cerradas (posibilidad de varias respuestas)</p> <p>Ejemplo abreviado para medir la formalización del proceso de calidad en la empresa:</p> <p>¿En esta empresa se cuenta para el área de manufactura con? (marcar todas las opciones que apliquen)</p> <p><input type="checkbox"/> Políticas de calidad por escrito<br/> <input type="checkbox"/> Manual de calidad<br/> <input type="checkbox"/> Normas de calidad por escrito<br/> <input type="checkbox"/> Objetivos de calidad por puesto (escritos)<br/> <input type="checkbox"/> Valores de calidad por escrito<br/> <input type="checkbox"/> Etcétera.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

### ¿Una o varias preguntas para medir o evaluar una variable?

En ocasiones es suficiente con una pregunta para recabar la información necesaria sobre la variable de interés. Por ejemplo, para determinar el área funcional a la que pertenece el colaborador, basta con la pregunta respectiva de los ejemplos. En otros casos, se requiere elaborar varias preguntas para verificar la congruencia de las respuestas.

### ¿Qué preguntas son obligatorias?

Las preguntas obligatorias son las llamadas demográficas o de ubicación del participante encuestado: género, edad, nivel socioeconómico, estado civil, escolaridad, colonia, barrio o zona donde vive, pertenencia a ciertas agrupaciones, ocupación (actividad a la que se dedica), años de vivir en el lugar actual de residencia, etc. En empresas: puesto, antigüedad, área funcional donde trabaja (gerencia, departamento, dirección o equivalente), planta u oficinas donde labora, bachillerato técnico, carrera o licenciatura estudiada y otras preguntas. No todas se hacen en cualquier investigación, sino que en cada una debemos analizar cuáles son las pertinentes y útiles.

## ¿Qué características deben tener las preguntas?

Las principales características, de acuerdo con Hernández-Sampieri *et al.* (2014), son las siguientes:

- Claridad, precisión y ser comprensibles para quienes las responden. Deben evitarse términos amplios, confusos, ambiguos y de doble sentido. Por ejemplo, la pregunta: “¿Ha recibido usted cursos de capacitación?”, es demasiado general, pues no delimita cada cuánto. Sería mucho mejor redactar la pregunta así: ¿Cuántos cursos de capacitación completó durante el último semestre? ¿Cuáles fueron estos cursos? Después se preguntaría el número de horas de cada uno, horarios, competencias adquiridas, etcétera.
- Brevedad, porque las preguntas largas se vuelven tediosas, tardan más tiempo y distraen al participante.
- Sensibilidad, pues no pueden incomodar a la persona encuestada ni hacerla sentir amenazada. El entrevistado nunca debe sentir que se le enjuicia.
- Cada pregunta debe referirse preferentemente a una única cuestión o relación lógica. Por ejemplo, la pregunta “¿Cómo se aplican la norma ISO-9500 y el Sistema Kaisen 2015 a su trabajo?<sup>5</sup>” expresa dos aspectos y la respuesta es confusa por fuerza. Es necesario dividirla en dos preguntas, una relacionada con la norma ISO y otra con Kaisen.
- Neutralidad. Las preguntas no habrán de inducir las respuestas. Se tienen que evitar preguntas tendenciosas. Por ejemplo, en la pregunta: “¿Los trabajadores mexicanos son muy productivos?” se insinúa la respuesta. Resultaría mucho más conveniente interrogar: “¿Qué tan productivos considera usted, en general, a los trabajadores mexicanos?” (y además, de algún ramo en particular).
- Es recomendable evitar preguntas que nieguen el asunto que se interroga. Por ejemplo: “¿Qué no le agrada del servicio de este hotel?” Es preferible preguntar: “¿Qué le desagrada del servicio de este hotel?”
- No deben hacerse preguntas racistas o sexistas ni que ofendan o denigren a los participantes.

Además de las preguntas y las opciones de respuesta, un cuestionario está formado por: portada, introducción, instrucciones y agradecimiento final. La introducción comprende el propósito general del estudio, motivaciones para que los sujetos respondan (importancia de su participación), agradecimiento inicial, tiempo aproximado de respuesta, espacio para que firmen o indiquen su consentimiento (a veces se incluye al final o es innecesario), identificación de quiénes lo aplican, breve explicación de cómo se procesarán los formularios contestados, una cláusula de confidencialidad del manejo de la información individual e instrucciones iniciales claras y sencillas (con ejemplos).

## ¿Cómo se codifican las categorías de respuesta de las preguntas?

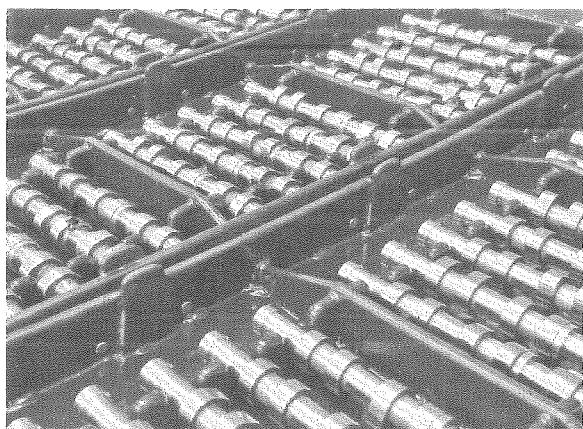
En las *preguntas cerradas* debemos asignar símbolos o valores numéricos a las categorías de respuesta, lo cual se conoce como *codificación*. Veamos otro ejemplo:

### ¿Cuál es la norma ISO que se aplica en esta planta?

- |                            |                     |                            |                           |
|----------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | ISO 9003 o anterior | <input type="checkbox"/> 2 | ISO 9001:2000             |
| <input type="checkbox"/> 3 | ISO 9001:2015       | <input type="checkbox"/> 4 | Otra (especificar): _____ |

Desde luego, el valor de los números depende del nivel de medición de la pregunta.

<sup>5</sup>Nombres ficticios.



- En un estudio para analizar las causas de los problemas de calidad en una planta fabricante de flechas automotrices se preguntó en entrevistas y grupos de enfoque cuál era la razón principal de los problemas de calidad.

Para codificar las preguntas abiertas hay que conocer primero todas las respuestas de los participantes o, al menos, las principales tendencias de respuestas en una muestra de los cuestionarios contestados. El procedimiento consiste en encontrar y dar nombre a los patrones generales de respuesta (respuestas similares o comunes), enumerar estos patrones y asignarles un valor numérico o símbolo. Así, cada patrón constituirá una categoría de respuesta.

Por ejemplo, en un estudio para analizar las causas de los problemas de calidad en el periodo de enero de 2012 a 2014 (166) en una planta fabricante de flechas automotrices (Moreno-Ponce, 2016), se preguntó en entrevistas y grupos de enfoque cuál era la razón principal de los problemas de calidad.

Algunas de las categorías más comunes fueron codificadas de la siguiente manera:

|   |                                                              |    |                                                                     |
|---|--------------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------|
| 1 | Urgencia de producir materiales                              | 2  | No hay claridad en las actividades que tienen que hacer los líderes |
| 3 | Negligencia del operador                                     | 4  | Fallas de las máquinas                                              |
| 5 | Falta de capacitación al operador                            | 6  | Falta de reconocimiento (motivacional)                              |
| 7 | Exceso de actividades administrativas en lugar de operativas | 8  | Mantenimiento inadecuado de la maquinaria                           |
| 9 | Falta de apoyo del equipo                                    | 10 | Cansancio                                                           |

## Escalas de actitudes

Ya hablamos de las escalas de actitudes como herramienta de medición que algunos autores consideran cuantitativa (ordinal o “forzada a trabajarse como de intervalos”) y otros cualitativa, pero con ciertas propiedades numéricas (Hernández-Sampieri *et al.*, 2014), y dijimos también que es útil para captar percepciones de toda clase. Lo importante es no olvidar que son mediciones subjetivas y los valores se interpretan simplemente como tendencias hacia puntos de la escala. Es como si evaluáramos la percepción de la temperatura ambiental como muy caliente, caliente, tibia (ni caliente ni frío), fría, muy fría. Son escalas relativas.

El método más conocido para medir actitudes es el de escalamiento de Likert, el cual consta de un conjunto de afirmaciones o juicios, sobre los cuales se pide la reacción de los sujetos (percepción); es decir, se presenta cada frase y se solicita al participante que extienda su reacción eligiendo uno de los cinco puntos o categorías de la escala. A cada punto se le asigna un valor numérico. Así se obtiene una puntuación parcial (por afirmación) y total (sumando lo obtenido en todas las proposiciones o promediándola entre el número de estas).

Las frases califican al objeto de una actitud que se mide y deben expresar solo una relación lógica; además, es muy aconsejable que no excedan de 20 palabras. Pueden ser positivas (califican favorablemente al objeto de actitud; de este modo, cuanto más de acuerdo con la frase estén los participantes, su actitud será igualmente más positiva) o negativas (califican desfavorablemente al objeto de actitud y cuanto más de acuerdo estén los participantes con la frase, menos favorable es su actitud, es decir, es más negativa). Así, las opciones o categorías de respuesta indican grados de acuerdo y desacuerdo con respecto a cada afirmación. Normalmente se incluyen cinco, a las cuales se les asigna un valor numérico, dependiendo de si la frase es positiva (5 a 1) o negativa (1 a 5). Para todas las afirmaciones, las categorías

siempre son iguales (por eso son escalas que pueden sumarse). Examinemos un ejemplo con varias frases que califican al objeto de una actitud y las categorías correspondientes con sus valores numéricos.

## EJEMPLO

**Variable** Percepción del bienestar de los empleados.<sup>6</sup>

**Definición conceptual** Grado en que una organización valora, trata con humanidad y cuida a sus empleados.

**Definición operacional** Medición, a través de una escala Likert, de la percepción de los empleados sobre qué tanto se les valora y cuida en su empresa.

1. “Para mi empresa soy un ser humano con nombre y apellidos, y no únicamente un número o un empleado más”.

|                           |                |                                    |                   |                              |
|---------------------------|----------------|------------------------------------|-------------------|------------------------------|
| Totalmente de acuerdo (5) | De acuerdo (4) | Ni de acuerdo ni en desacuerdo (3) | En desacuerdo (2) | Totalmente en desacuerdo (1) |
|---------------------------|----------------|------------------------------------|-------------------|------------------------------|

2. “Esta compañía presta atención a los empleados todos los días”.

|                           |                |                                    |                   |                              |
|---------------------------|----------------|------------------------------------|-------------------|------------------------------|
| Totalmente de acuerdo (5) | De acuerdo (4) | Ni de acuerdo ni en desacuerdo (3) | En desacuerdo (2) | Totalmente en desacuerdo (1) |
|---------------------------|----------------|------------------------------------|-------------------|------------------------------|

3. “Esta empresa realmente se preocupa por sus empleados”.

|                           |                |                                    |                   |                              |
|---------------------------|----------------|------------------------------------|-------------------|------------------------------|
| Totalmente de acuerdo (5) | De acuerdo (4) | Ni de acuerdo ni en desacuerdo (3) | En desacuerdo (2) | Totalmente en desacuerdo (1) |
|---------------------------|----------------|------------------------------------|-------------------|------------------------------|

4. “Esta empresa es justa con todos sus empleados”.

|                           |                |                                    |                   |                              |
|---------------------------|----------------|------------------------------------|-------------------|------------------------------|
| Totalmente de acuerdo (5) | De acuerdo (4) | Ni de acuerdo ni en desacuerdo (3) | En desacuerdo (2) | Totalmente en desacuerdo (1) |
|---------------------------|----------------|------------------------------------|-------------------|------------------------------|

5. “Esta empresa valora poco a sus empleados”.

|                           |                |                                    |                   |                              |
|---------------------------|----------------|------------------------------------|-------------------|------------------------------|
| Totalmente de acuerdo (1) | De acuerdo (2) | Ni de acuerdo ni en desacuerdo (3) | En desacuerdo (4) | Totalmente en desacuerdo (5) |
|---------------------------|----------------|------------------------------------|-------------------|------------------------------|

6. “Los directivos de esta empresa nos ayudan cuando lo necesitamos”.

|                           |                |                                    |                   |                              |
|---------------------------|----------------|------------------------------------|-------------------|------------------------------|
| Totalmente de acuerdo (5) | De acuerdo (4) | Ni de acuerdo ni en desacuerdo (3) | En desacuerdo (2) | Totalmente en desacuerdo (1) |
|---------------------------|----------------|------------------------------------|-------------------|------------------------------|

<sup>6</sup>Hernández-Sampieri (2008).

Cinco frases son *positivas* (1-4 y 6), por lo que estar más de acuerdo implica un valor mayor, pero la quinta afirmación es *negativa*, por lo que estar más de acuerdo implica un valor menor. Los entrevistados deben marcar (con una cruz o equivalente) la opción que refleje mejor su respuesta. Al final, para calificar la percepción de cada persona se suman las puntuaciones de todos los reactivos de las escalas de Likert, o bien, se calcula el promedio. En el ejemplo se obtiene la sumatoria de los seis valores y se divide entre seis (número de afirmaciones).

$$\text{Percepción sujeto 1} = \frac{F1 + F2 + F3 + F4 + F5 + F6}{6}$$

Como vimos, a través de escalas de actitudes se pueden medir percepciones del clima organizacional y otros elementos como disposiciones de los trabajadores al aprendizaje, la innovación, el cambio y el desarrollo organizacional; valoraciones de procesos (como los de calidad y mejora continua), valores del personal y la cultura organizacional (diversos modelos para evaluarla lo hacen así), solamente por mencionar algunas aplicaciones. En publicidad, se usan para obtener mediciones de recordación de campañas y calificar la publicidad. En mercadotecnia, para conocer la satisfacción con respecto a un producto o servicio. En relaciones públicas, con el fin de determinar la imagen de una compañía y por ejemplo, la responsabilidad social que se le atribuye.



- Cada vez es más común medir la satisfacción de los usuarios de servicios con las caritas de satisfacción del cliente.

### Contextos de aplicación de los cuestionarios y escalas de actitudes

Los cuestionarios y escalas de actitudes pueden aplicarse en distintos contextos, como los siguientes:



- Los cuestionarios y escalas de actitudes pueden aplicarse en distintos contextos.

1. Autoadministrado. El cuestionario o escala se proporciona directamente a los sujetos respondientes, quienes lo contestan. No hay entrevistador y las respuestas las marcan ellos. A su vez, puede ser: *a)* individual, *b)* grupal (aplicado a varias personas a la vez) y *c)* por envío (correo tradicional o mensajería, correo electrónico y página de internet).
2. Entrevista en persona. Un entrevistador aplica el cuestionario a los respondientes (entrevistados). Les hace las preguntas y anota las respuestas. Su papel es fundamental, pues es una especie de filtro.
3. Entrevista telefónica. En este caso los cuestionarios deben ser breves. Al respecto, en las últimas décadas se ha desarrollado el sistema automatizado CATI (*Computer-Assisted Telephone Interview*).

*Assisted Telephone Interviewing*), en el que una computadora selecciona números telefónicos generados al azar y los marca automáticamente (Outwater, 2008, y Boslaugh, 2007). Cuando contesta la persona indicada, el entrevistador comienza a leer las preguntas y anota las respuestas, las cuales son capturadas y codificadas de manera automática. El sistema gestiona el transcurso de la entrevista, ya que envía a las opciones adecuadas.

## Equipos, aparatos y sistemas basados en escalas universales

En la categoría de equipos, aparatos y sistemas hay miles de escalas universales diferentes. Muchas las has conocido en diversos cursos dentro del pregrado o carrera universitaria que te encuentras cursando, por lo cual solamente mencionaremos algunos ejemplos en la tabla 9.4. Tus profesores pueden ayudarte a saber en qué condiciones es conveniente usarlas y con qué variables. Son herramientas completamente estandarizadas producto de la investigación interdisciplinaria.

● **Tabla 9.4** Ejemplos de equipos, aparatos y sistemas de medición (estandarizados).

| Variable                                            | Instrumento, equipo o sistema                                                                   | Unidades de medición común (escala)                                                      |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tamaño de filete de soldadura                       | Calibrador de soldadura                                                                         | Pulgadas o milímetros                                                                    |
| Vibración (velocidad, aceleración y desplazamiento) | Vibrómetro                                                                                      | (Centímetros, milímetros, nanómetro/segundo) (mm, nm) (hercio o hertz, Hz)               |
| Velocidad y temperatura del aire                    | Anemómetro                                                                                      | Nudos, millas o kilómetros por hora, metros o pies por minuto/segundo, Bft               |
| Tamaño de partículas (diámetro)                     | Microscopía, análisis por imagen, análisis por tamices, grindómetro, análisis por sedimentación | Micrómetros ( $\mu\text{m}$ )                                                            |
| Volumen de líquido                                  | Medida cónica, probeta                                                                          | Decímetro o centímetro cúbico ( $\text{dm}^3, \text{cm}^3$ )                             |
| Retardos en el trabajo por parte del personal       | Reloj de chequeo por huella                                                                     | Horas y minutos                                                                          |
| Presión arterial                                    | Esfigomanómetro, baumanómetro o tensiómetro                                                     | Presión arterial sistólica y presión arterial diastólica (milímetros de mercurio o mmHg) |
| Nivel de alcohol en la sangre (concentración)       | Alcoholímetro                                                                                   | Escala BAC (gramos de alcohol por 1 litro o 1 000 ml)                                    |

## Análisis de indicadores, fórmulas y ecuaciones

En ocasiones, un fenómeno o variable multidimensional puede medirse con determinados indicadores, uno o varios, y articularse mediante una ecuación, fórmula o ponderación. Por ejemplo, el producto interno bruto (que es la suma del valor monetario de todos los bienes y servicios producidos por una economía —un país o un bloque de naciones— en un periodo determinado, como podría ser un año o un semestre), se determina con diversos métodos, entre los que destacan dos:

1. Método del gasto. Se suma el gasto en consumo de las familias (factor  $C$ ), el gasto en inversión de las empresas (factor  $I$ ), el gasto del gobierno (factor  $G$ ) y las exportaciones netas (factor  $XN$ ) o saldo de la balanza comercial que se calcula de restarle al valor de

- las exportaciones el correspondiente valor de las importaciones (Ramales, 2010). En símbolos:

$$\text{PIB} = C + I + G + XN$$

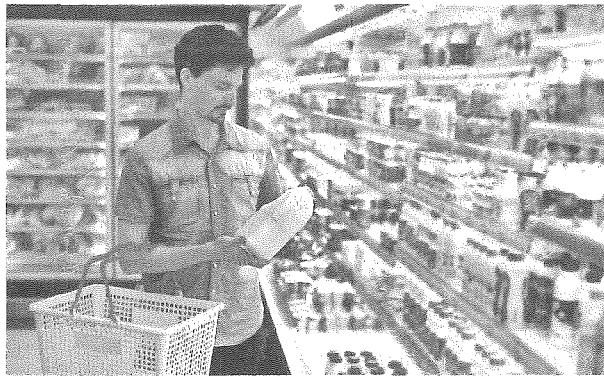
2. Método del valor agregado. Se adicionan los valores añadidos (a los bienes intermedios) en cada fase del proceso productivo y en cada sector de actividad económica (primario, secundario y terciario).

$$\text{PIB} = \text{Valor agregado por el sector primario} + \text{Valor agregado por el sector secundario} \\ + \text{Valor agregado por el sector terciario.}$$

El resultado se expresa en una unidad monetaria tal como dólares, euros, pesos mexicanos, colones.

Esta variable es un importante indicador del desarrollo económico de un país y se considera en múltiples investigaciones.

La inflación es otro caso. Se define la inflación operacionalmente mediante el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC), que es un valor que refleja cuánto han variado en cierto tiempo los precios dentro de un conjunto de bienes y servicios que consumen las familias de un país. Para calcularlo, primero se determina el periodo y se lleva a cabo una encuesta de ingreso y gasto de las familias a nivel nacional, para saber qué es lo que más consumen los habitantes de ese país en cuestión. Se eligen los bienes más consumidos o representativos [en México son 283 productos de acuerdo con el Banco de México (2015)] y se recolectan datos de sus precios (en México son 170 000). Posteriormente, se compara la diferencia de los precios al inicio del periodo considerado y al final, en términos de porcentaje (que casi siempre es de crecimiento o aumento). Por último, se obtiene una tasa promedio de los porcentajes de incremento (que puede ser 0 o nulo). El periodo puede ser un año, un mes o dos fechas. También se suele utilizar una calculadora de inflación o las fórmulas siguientes (INEGI, 2015):



• El Índice Nacional de Precios al Consumidor es un indicador del nivel de inflación de la economía de un país.

La inflación es otro caso. Se define la inflación operacionalmente mediante el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC), que es un valor que refleja cuánto han variado en cierto tiempo los precios dentro de un conjunto de bienes y servicios que consumen las familias de un país. Para calcularlo, primero se determina el periodo y se lleva a cabo una encuesta de ingreso y gasto de las familias a nivel nacional, para saber qué es lo que más consumen los habitantes de ese país en cuestión. Se eligen los bienes más consumidos o representativos [en México son 283 productos de acuerdo con el Banco de México (2015)] y se recolectan datos de sus precios (en México son 170 000). Posteriormente, se compara la diferencia de los precios al inicio del periodo considerado y al final, en términos de porcentaje (que casi siempre es de crecimiento o aumento). Por último, se obtiene una tasa promedio de los porcentajes de incremento (que puede ser 0 o nulo). El periodo puede ser un año, un mes o dos fechas. También se suele utilizar una calculadora de inflación o las fórmulas siguientes (INEGI, 2015):

**Tasa de inflación porcentual del índice de precios  $I$  en el periodo  $(t_0, t_1)$**   
Notación:

$t_0$  = fecha inicial

$t_1$  = fecha final

$It_0$  = valor del índice de precios en la fecha inicial

$It_1$  = valor del índice de precios en la fecha final

$i(t_0, t_1)$  = tasa de inflación porcentual en el periodo  $(t_0, t_1)$ ,  $(t_0, t_1)$

$i(t_0, t_1)$  = tasa de inflación porcentual promedio en el periodo  $(t_0, t_1)$

$$i(t_0, t_1) = \left[ \frac{1t_1}{1t_0} - 1 \right] \times 100$$

$$\overline{i(t_0, t_1)} = \left\{ \left[ \frac{1t_1}{1t_0} \right] \left[ \frac{1}{t_1 - t_0} \right] - 1 \right\} \times 100$$

Vemos otro ejemplo de este instrumento para recabar datos. Ramírez-Carrasco (2012) efectuó un estudio para, entre otras cosas, determinar las variables críticas en el cálculo de la masa que requiere una aeronave civil con motores de la familia de *Turbojet* y *Turbofan* y, consecuentemente, desarrollar un método para estimarla. La masa es tal vez el parámetro más crítico en un avión. En sus propios términos:

Los diseñadores e ingenieros están en constante investigación de formas de reducir la masa lo más posible con el objetivo de mejorar la eficiencia, aumentar la capacidad de carga y reducir los costos de operación de la aeronave. La estimación de masa es una de las tareas más importantes en la fase de diseño conceptual. La masa de una aeronave determina cómo diferentes grupos, como propulsión, estructuras y sistemas, entre otros, establecen sus configuraciones iniciales (p. 2).

Una de las dimensiones clave para determinar la masa es la capacidad de enfriamiento requerida que satisface un flujo de 20 pies cúbicos por minuto (cfm) por pasajero, con límites de temperatura de entre 18° y 30° (grados Celsius) y una presión de al menos 100 kPa, que equivale a una altitud de 8 000 pies.

El ser humano en reposo tiene en promedio una producción de calor de alrededor de 100 watts, y realizando actividades ligeras como caminar, de aproximadamente 150 watts. A esto debe sumarse también la producción de calor por los aviónicos de la nave y la cocina, si es que tiene.

La potencia total de enfriamiento requerida se puede expresar con la siguiente ecuación:

$$P_{\text{reg}} = N_{\text{crew}} * P_{\text{crew}} + N_{\text{pax}} * P_{\text{pax}} + P_{\text{avionics}} + P_{\text{kitchen}} \text{ (W)}$$

donde:

$N_{\text{crew}}$  = Número de miembros de la tripulación.

$P_{\text{crew}}$  = Producción de calor por miembro de tripulación, normalmente 150 W de acuerdo con *The Engineering Toolbox*.

$N_{\text{pax}}$  = Número de pasajeros.

$P_{\text{pax}}$  = Producción de calor por pasajero, regularmente 100 W de acuerdo con *The Engineering Toolbox*.

$P_{\text{avionics}}$  = Producción de calor por los sistemas aviónicos, factor escalado de un Airbus A320 de 10 kW por 200 pasajeros.

$P_{\text{kitchen}}$  = Producción de calor por hornos de cocina, generalmente de 10 kW por unidad.

Este estudio se incluye en el Centro de Recursos en Línea de la presente obra. Se recomienda su lectura crítica.

Otro ejemplo similar fue el de la ecuación universal de pérdida de suelo modificada, que vimos arriba, o bien, ciertas ecuaciones químicas que integran diversas variables o componentes. También, las razones financieras y sus fórmulas son muestras de esta clase de medición para determinar la “salud económica” de una compañía.

En el estudio ya citado de Moreno-Ponce (2016), se realizó un diagnóstico integral a fin de analizar los problemas de calidad de una empresa productora de flechas automotrices en dos plantas. Lo primero fue medir y analizar las variables organizacionales cuantitativas que suelen correlacionarse con la productividad, el desempeño, la calidad y las problemáticas generales que suelen presentarse en la empresa, por medio de los indicadores que se presentan en la tabla 9.5 (adaptados para este libro).



● La masa de una aeronave determina cómo diferentes grupos, como lo son propulsión, estructuras y sistemas, entre otros, establecen sus configuraciones iniciales.

 **Tabla 9.5** Relación de las variables de los problemas de calidad de una empresa productora de flechas automotrices.

| Variable o indicador | Datos o información proporcionados                                                                                                                                                                                                                    | Instrumento de recolección                                                                                                           |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Clima laboral        | Datos de variables del clima laboral en escalas de actitudes (promedios del 1 al 3, que es tipo Likert con solo tres opciones). La empresa mide esta variable mensualmente y se hizo un análisis de su evolución a lo largo de los últimos tres años. | Cuestionario aplicado mediante encuesta para la medición mensual y registros por mes de datos promediados para el análisis evolutivo |
| Rotación             | Índice de rotación anual ponderado (promedio del índice de rotación durante 2012, 2013 y 2014). El último año se analizó su evolución mensual. Se expresa en porcentajes.                                                                             | Registros del área de recursos humanos                                                                                               |
| Ausentismo           | Índice de ausentismo anual ponderado (promedio del índice de ausentismo durante 2012, 2013 y 2014). El último año se analizó su evolución mensual. Se expresa en porcentajes.<br>Análisis de causas del ausentismo.                                   | Registros del área de recursos humanos                                                                                               |
| Disciplina           | Reportes disciplinarios (frecuencia mensual durante el último año)<br>Tipo de indisciplina (causas)                                                                                                                                                   | Registros del área de recursos humanos                                                                                               |

La información se cruzó (se vinculó estadísticamente) e interpretó integralmente, además de que se efectuó un análisis por año, planta y departamento. Asimismo, se correlacionaron los datos con variables demográficas como antigüedad, escolaridad y edad. Desde luego, se obtuvo un panorama de los problemas de la empresa (diagnóstico) y sus causas, particularmente en cuestiones de calidad (como no respetar el sistema). Pero se requería profundizar en las razones latentes y las soluciones, por lo que se inició una segunda fase cualitativa, de la que hablaremos más adelante.

## Otros instrumentos

Además de los instrumentos anteriores, hay otros que únicamente se mencionan en la tabla 9.6. Para ampliarlos, se sugiere la consulta de Hernández-Sampieri *et al.* (2014) y Hernández-Sampieri *et al.* (2015).

## Instrumentos para variables cualitativas

 Hay diversas herramientas para capturar los datos cualitativos o narrativas de toda clase, como las entrevistas en profundidad, los grupos de enfoque, la observación cualitativa, la revisión de documentos, artefactos, vestigios y registros y la fotografía participativa, solo por mencionar los más utilizados. De estos, nos concentraremos en los dos que han sido más aplicados en la ingeniería y las ciencias administrativas: las entrevistas y los grupos de enfoque.

### Entrevistas

La entrevista consiste en una reunión presencial o virtual con la finalidad de que una persona (el entrevistador) obtenga información de parte de otra (el entrevistado).

● **Tabla 9.6** Otros instrumentos de recolección de datos cuantitativos.

| Método: Observación cuantitativa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Ejemplos de investigaciones en las que pueden usarse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Descripción</b></p> <p>Registro sistemático, válido y confiable de fenómenos, procesos, comportamientos, seres vivos o hechos, de acuerdo a un conjunto de reglas y procedimientos predeterminados derivados del planteamiento del problema de investigación. El fenómeno, comportamiento o equivalente se fragmenta en unidades de análisis y estas son colocadas en categorías y subcategorías que pueden o no ser mutuamente excluyentes. Las variables a observar (operacionalizadas en categorías) y las unidades son especificadas y definidas antes de comenzar la recolección de los datos. En la observación el instrumento es una o varias personas, porque los equipos (microscopio, telescopio, de filmación, para captar movimiento, etc.) solamente registran lo que los sentidos humanos van a percibir. Los patrones se determinan por la frecuencia de ocurrencia de las categorías y las relaciones entre estas. El proceso puede representarse:</p> <pre> graph TD     U1[Unidad 1] --&gt; C1[Categoría 1]     U2[Unidad 2] --&gt; C1     Uk[Unidad k] --&gt; Ck[Categoría k]     Ukp1[Unidad k + 1] --&gt; Ck     U1 --&gt; Ck   </pre> | <p>Un caso de observación por equipo muy especializado lo ofrece el proyecto Impacto Profundo de la Administración Nacional Aeronáutica y Espacial (NASA). La misión envió una nave espacial para que chocara con el cometa Tempel 1 (lo cual implicó una investigación sumamente avanzada, el diseño de nueva tecnología, complejos cálculos matemáticos y proyecciones). Entre algunos de los objetivos del proyecto, citemos los siguientes: analizar la composición de los cometas y meteoros similares e indagar más sobre los orígenes del Universo. La colisión calculada se produjo el 4 de julio del 2005 a 37 000 kilómetros por hora (NASA, 2005). La observación se realizó mediante cámaras fotográficas y de video que se ubicaron en la propia nave Deep Impact (nave de colisión) y en la nave de reconocimiento, así como mediante algunos de los telescopios más avanzados del mundo. Un proyecto ideal para la observación del espacio. Ahora los seres humanos sabemos que somos capaces de impactar cualquier meteorito o cometa que amenace nuestro planeta. Conocer la composición de estos astros permitirá diseñar el proyectil adecuado.</p> <p>Otro caso es la observación permanente de la superficie de Marte mediante la unidad robot rodante Curiosity, con el fin de estudiar al planeta y sus cambios ambientales, lo que nos ayudará entre otras cuestiones a evaluar la posibilidad de habitarlo y generar teorías sobre nuestro propio cambio climático global (NASA, 2014).</p> <p>Asimismo, se pueden observar conductas de los trabajadores, digamos, en un proceso de cambio o calidad, comportamiento de compra de consumidores, reacciones químicas, movimiento molecular, estructuras de ADN, etcétera.</p> |
| <p><b>Descripción</b></p> <p>En la actualidad hay diversas pruebas e inventarios creados por los investigadores para medir un sinfín de variables. Estas pruebas tienen su propio procedimiento de aplicación, codificación e interpretación; además, se consiguen en varias fuentes secundarias y terciarias, así como en centros de investigación y difusión del conocimiento. Hay pruebas para medir habilidades y aptitudes (como habilidad verbal, razonamiento, memoria, inteligencia, percepción, habilidad numérica), la personalidad, los intereses personales, los valores, el desempeño escolar, la motivación, el aprendizaje, el clima laboral en una organización, la inteligencia emocional, etcétera.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p>En la selección de personal de las empresas, es una práctica común aplicar a los candidatos una serie de pruebas de esta naturaleza para determinar si están calificados para la vacante o puesto al que aspiran, así como para ganar ascensos y promociones.</p> <p>En mercadotecnia hay pruebas de varias clases. Por ejemplo, para medir la lealtad del consumidor a una marca (Panchal, Khan y Ramesh, 2012).</p> <p>Un caso podría ser el de una empresa que debe elegir líderes para implantar cierto proceso de calidad o desarrollo organizacional y le sería útil aplicar un examen de inteligencia emocional, otro de liderazgo y uno de personalidad.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

(continúa)

■ Tabla 9.6 Otros instrumentos de recolección de datos cuantitativos (continuación).

| Método: Recolección de datos secundarios | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Ejemplos de investigaciones en las que pueden usarse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                          | <p>La recopilación y análisis de datos secundarios se fundamenta en información disponible recolectada por otros analistas aparte del investigador. Se acude a bases de información que pueden encontrarse en una o varias fuentes y que son útiles para los propósitos del estudio. Hay diferentes clases de datos secundarios, pero las principales son: 1) datos obtenidos del nivel micro, derivados de unidades de análisis individuales como personas, organizaciones u hogares, y 2) datos agregados, que consisten en datos individuales que ya se han procesado y conjuntado con otros en cifras estadísticas, tablas o cuadros. En estos, no se identifican las características de las unidades de análisis (por ejemplo, el investigador recibe el dato sobre el promedio de satisfacción laboral en una escala o la tasa de desempleo y obviamente no puede reanalizar los datos, solo utilizarlos para los fines que convengan).</p> <p>Las ventajas de los datos secundarios residen en que su costo es generalmente el más barato de todos los métodos de recolección y a veces son la única opción para el investigador; además permiten la repetición de los estudios. Gran cantidad de datos secundarios se localiza en internet. Sus desventajas potenciales son que a veces no son accesibles, no están estandarizados, pueden haberse omitido variables importantes para nuestro estudio y es factible que den una falsa impresión de ciertos subgrupos (los promedios de ingreso nacional per cápita, por ejemplo, suelen resultar engañosos).</p> | <p>Hernández-Sampieri <i>et al.</i> (2008) realizaron un estudio de mercado utilizando datos secundarios con la finalidad de indagar sobre la conveniencia de abrir clínicas de cirugía estética y plástica en México. Buscando en diversas fuentes de internet, medios impresos (revistas y diarios de circulación nacional) y bases de datos, lograron ubicar a las principales clínicas que operaban en el país y en las regiones y ciudades más pobladas (Ciudad de México, Monterrey, Guadalajara, Tijuana y Puebla), establecer los precios de sus servicios, determinar el mercado potencial y sus características (por ejemplo, número de cirugías que se practicaron durante el último año, interés por practicarse una cirugía plástica, preocupación por la estética personal), evaluar las apelaciones de su publicidad y otras cuestiones. Haber realizado una encuesta hubiera sido más preciso, pero también más costoso, de tal modo que se hizo una investigación de acuerdo con el presupuesto del inversionista español. Incluso, los autores le proveyeron de un análisis del marco jurídico mexicano para abrir y operar las clínicas.</p> <p>Otro ejemplo: supongamos que queremos comprar un equipo para construcción (retroexcavadora) o de inyección de plásticos. Para saber cuál es la de mejor rendimiento entre las opciones disponibles, podemos examinar los estudios realizados que encontremos al respecto y, de ser factible, volvemos a analizar los datos en variables que nos interesan para tomar la mejor decisión (rendimiento, comparación de costos y beneficio).</p> |



● Las entrevistas se basan en una guía de asuntos o preguntas sobre las variables de interés del planteamiento del problema de investigación.

Las entrevistas se basan en una guía de asuntos o preguntas sobre las variables de interés del planteamiento del problema de investigación. En ocasiones, el entrevistador realiza su tarea siguiendo una guía de preguntas específicas, a la que se sujetó rigurosamente (el instrumento prescribe qué preguntas se formulan y en qué orden). Se les denomina *entrevistas estructuradas*. Otras veces, el entrevistador utiliza la guía pero tiene mayor flexibilidad (como la libertad de cambiar el orden o introducir preguntas adicionales para precisar conceptos u obtener mayor información). Lo importante de una entrevista es que se recolecten los datos o narrativas necesarias que reflejen las variables del estudio y las perspectivas de las personas. Dependiendo de esa elasticidad, se designan como *entrevistas semiestructuradas o abiertas*.

Normalmente, en la investigación cualitativa las primeras entrevistas son más flexibles y de tipo "prueba", y van estructurándose conforme avanza el trabajo de campo. Es muy común que el propio investigador las conduzca.

Las entrevistas pueden utilizarse en diversas situaciones de investigación. Por ejemplo, en el diseño y construcción de casas o aviones se puede entrevistar a futuros habitantes o pasajeros para aprender sobre sus necesidades, preferencias y costumbres, para que el diseño sea más apropiado. De igual forma, en la prueba de nuevos productos o innovaciones es común que se les proporcionen muestras de consumo, uso o degustación a futuros compradores o usuarios (potenciales) y se evalúe si les agradan, si los adquirirían, a qué precio, cómo podrían mejorarse. Hace unos 20 años, los autores de esta obra efectuamos estudios fundamentados en entrevistas para determinar qué productos empacados de carne de pollo

tenían mayores oportunidades de éxito en sus respectivos mercados (hamburguesas, alitas preparadas con distintos sabores, milanesas y otros), con un nivel de pronóstico bastante acertado. Asimismo, para elegir el menú definitivo y otros elementos de una franquicia de restaurantes de comida italiana, llevamos a cabo entrevistas con clientes del perfil de interés. Desde luego, antes que abriera el primer establecimiento. La indagación ayudó a enfocar el concepto y los platos que se servirían. En 20 años (1996-2016) la compañía creció de uno a 74 restaurantes.

Garay-Flühmann *et al.* (2014) en un estudio para conocer qué hace vulnerables a los productores agrícolas y ganaderos de las cuencas de Elqui (Chile) ante el cambio climático y la disminución de recursos hídricos, así como determinar sus capacidades y mecanismos para adaptarse a los cambios pronosticados, utilizaron como instrumento para recabar los datos entrevistas cualitativas con los participantes.

La guía de entrevista contempló dos partes. La primera tenía preguntas de información general con el fin de caracterizar a los productores. Por ejemplo:

1. Nombre, edad y ocupación del participante, dónde y con quién vive, fuentes de ingreso propias y de la familia.
2. Papel que desempeña en la comunidad.
3. Afiliación y función que desempeña en organizaciones o instituciones.

La segunda parte comprendió preguntas de dos grandes dimensiones: 1) exposición y sensibilidad al cambio climático y de recursos hídricos, y 2) mecanismos de adaptación a tales cambios. A continuación se presentan algunos ejemplos de preguntas en estas dimensiones:

1. Exposición y sensibilidad al cambio climático y de recursos hídricos. Algunas preguntas generales de introducción al tema de cambio climático: ¿Qué entiende usted por cambio climático? ¿Qué información maneja sobre el cambio climático? ¿Cómo obtuvo esa información? Luego, las que llevan al tema, propiamente como tal: ¿cómo y en qué usa el agua? ¿Han tenido usted o la comunidad algún problema de escasez de agua? ¿Es una situación común para todas las personas que hacen agricultura aquí en el valle? ¿Han sufrido períodos en los que ha sido escasa el agua y se ha visto en peligro la producción? ¿Qué hacen usted y la comunidad en los períodos de helada? ¿De qué manera le afectan las variaciones del dólar; el acceso o no acceso a créditos y seguros agrícolas, la ayuda de los bancos, del Estado? ¿Qué indicadores usan ustedes para ver si es que abandonan o no una decisión de crecimiento o recesión o de inversión?
2. Mecanismos de adaptación en relación con los cambios climáticos y de recursos hídricos: cuando el agua ha escaseado, ¿qué ha hecho usted? ¿Qué cambios ha tenido que hacer para utilizar el agua de manera más eficiente? En los períodos de sequía, ¿ha incorporado nuevos mecanismos o tecnologías de riego (y cuáles)? ¿Se ha visto forzado a cambiar de siembras? ¿Ha tenido que recurrir a préstamos bancarios, monetarios o ahorros en los períodos de sequía? ¿Se ha visto en la necesidad de emigrar usted o su familia en ciertas épocas debido a la falta de lluvia?

### *Recomendaciones para realizar entrevistas*

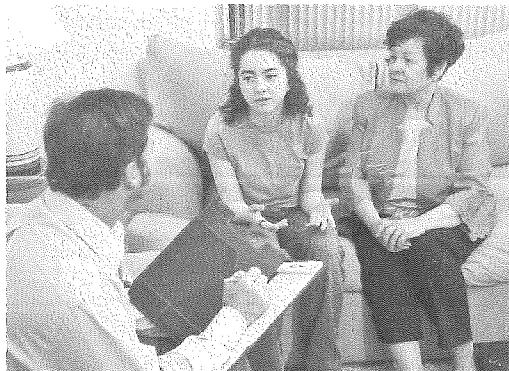
Las siguientes son sugerencias para realizar entrevistas:

- Antes de comenzar la entrevista, apague su teléfono celular o móvil.
- El entrevistador no debe sesgar o influir en las respuestas; por ejemplo, debe reservarse de expresar aprobación o desaprobación respecto de las contestaciones del entrevistado,



● Un estudio busca conocer qué hace vulnerables a los productores agrícolas y ganaderos de las cuencas de Elqui (Chile) ante el cambio climático y la disminución de recursos hídricos.

- reaccionar de manera ecuánime cuando los participantes se perturben, contestar con gestos ambiguos cuando los sujetos busquen generar una reacción en ellos, etcétera.
- Las explicaciones que proporcione el entrevistador deberán ser breves pero suficientes. Tiene que ser neutral, aunque amable. Asimismo, es muy importante que transmita a todos los participantes que no hay respuestas correctas o equivocadas.
- No brincar “abruptamente” de un tema a otro, aun en las entrevistas no estructuradas, ya que si el entrevistado se enfocó en un tema, no hay que perderlo, sino profundizar en el asunto.
- Siempre informar al entrevistado sobre el propósito de la entrevista y el uso que se le dará. Incluso, a veces resulta conveniente leer primero todas las preguntas.
- Las condiciones del lugar donde se realicen las entrevistas son cruciales (oficina, hogar o casa habitación, espacio público, como centro comercial, parque, escuela). En cualquier caso, se aconseja que se busque un sitio discreto, silencioso y privado. Al respecto, debemos evitar elementos que obstruyan la conversación, como el timbre del teléfono, el ruido de la calle, las interrupciones de terceros, el sonido de un aparato. No interrumpir al entrevistado y guiarlo con discreción.
- El entrevistador debe compartir con el entrevistado el ritmo y la dirección de la entrevista.
- El entrevistador ajusta su comunicación a las normas y lenguaje del entrevistado.
- El entrevistador tiene que demostrar interés en las reacciones del entrevistado y solicitarle que señale ambigüedades, confusiones y opiniones excluidas.
- Cuando al entrevistado no le quede clara una pregunta, es recomendable repetirla; del mismo modo, en caso de que una respuesta no le resulte entendible o diáfana al entrevistador, es conveniente solicitar que se le repita la respuesta para verificar errores de comprensión. Cuando las contestaciones están incompletas, pueden hacerse pausas para sugerir que falta profundidad o hacer preguntas y comentarios de ampliación (por ejemplo: dígame más, ¿qué quiere decir?, ¿lo cual significa que...?). Es clave asegurarse de que el entrevistado terminó de contestar una pregunta, antes de pasar a la siguiente.
- Es importante tomar notas durante la entrevista y al terminarla, así como grabarla. Desde luego, con la autorización del entrevistado.
- La entrevista no concluye hasta que no se obtienen todas las respuestas en profundidad.



### Tipos de preguntas

Los principales tipos de preguntas de una entrevista se presentan en la tabla 9.7.

### Grupos de enfoque

Los grupos de enfoque (*focus group*) constituyen un tipo de entrevistas colectivas y consisten en reuniones de grupos pequeños o medianos (tres a 10 personas), en las cuales los participantes conversan sobre uno o varios temas relacionados con el planteamiento del problema (variables) en un ambiente relajado e informal, moderado por un especialista en dinámicas grupales que sigue un formato o guía de temas. Los grupos de enfoque recolectan principalmente información cualitativa.

Esta técnica de recolección de datos cualitativos resulta muy positiva cuando todos los miembros intervienen y se evita que uno de los participantes guíe la discusión. En un estudio de esta naturaleza, es posible tener un grupo con una sesión única, varios grupos que participen en una sesión cada uno, un grupo que participe en dos, tres o más sesiones, o varios grupos que participen en múltiples sesiones.

● Tabla 9.7 Principales tipos de preguntas en entrevistas.

| Tipo                                    | Características                                                                                                                                     | Ejemplos                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Preguntas generales (gran tour)         | Parten de planteamientos generales para dirigirse al tema que interesa. Propias de entrevistas abiertas.                                            | Para usted, ¿qué quiere decir que esta empresa tenga calidad? ¿Qué le agrada más de la empresa? ¿Qué es lo más importante para tomar en cuenta cuando se va a comprar maquinaria de construcción en general? En los últimos seis meses, principalmente: ¿en qué tiendas ha comprado usted su ropa? |
| Preguntas para ejemplificar             | Sirven como disparadores para exploraciones más profundas. Se le solicita al entrevistado que proporcione un ejemplo de evento, suceso o categoría. | Usted ha comentado que la atención y el servicio en este hotel son pésimos. ¿Podría proporcionarme un ejemplo o varios? ¿Qué cualidades debe tener un buen supervisor de producción en esta empresa? Por favor, déme un ejemplo de lo que no debe hacer un operador en esta planta.                |
| Preguntas de estructura o estructurales | El entrevistador solicita al entrevistado una lista de conceptos a manera de conjunto o categorías.                                                 | De los productos que se fabrican en esta planta, ¿cuáles considera usted que son mejores a los que elabora la competencia (mencionarla)? ¿Podría decirme qué le desagrada de esta empresa o le agrada menos? ¿Qué recomendaciones haría para trabajar la biosíntesis de proteínas?                 |
| Preguntas de contraste                  | Al entrevistado se le cuestiona sobre similitudes y diferencias respecto a los temas y se le pide que clasifique símbolos en categorías.            | Comparando a los tres supervisores de producción, ¿quién motiva más a los trabajadores?, ¿quién sabe más de los procesos?, ¿quién es mejor líder? (y en cada caso, ¿por qué?) De estas dos motoniveladoras (A y B), ¿cuál es más potente?                                                          |

Este método ha sido muy utilizado en la industria en iniciativas de desarrollo organizacional. De hecho, los equipos para la calidad son una expresión de los grupos de enfoque. En el caso del estudio de Moreno-Ponce (2016), primero, se determinaron los problemas de calidad (166 en total), luego se identificó el tipo de falla (en 51.2% se referían a que no se respetó el sistema de calidad). Asimismo, inicialmente se analizaron las variables organizacionales cuantitativas para determinar las causas. Se obtuvo un diagnóstico integral, pero era necesario profundizar (por ejemplo, ¿a qué se debían las negligencias de los operadores? ¿Por qué se presentaban ciertos problemas si el clima laboral había sido positivo en los últimos años? ¿Cuál había sido el impacto de la capacitación en variables como la motivación?) y, sobre todo, recabar soluciones de parte de los propios colaboradores, ya que nadie conoce mejor un proceso o tarea laboral que quien la ejecuta diariamente y además, para lograr el compromiso con su implantación.

Por otro lado, los grupos de enfoque han sido usados para mejorar procesos de toda naturaleza (químicos o bioquímicos en el laboratorio, de construcción, procesos industriales, etc.) y cotejar resultados de distintos estudios (por ejemplo, exploraciones en astrofísica), pues se reúnen expertos que comparan métodos, procedimientos y efectos o alcanzan soluciones conjuntas.

En mercadotecnia se usan para evaluar productos y servicios, experiencias de compra, la publicidad (antes y después de que se presente a los clientes o consumidores) y las innovaciones, entre otras cuestiones.

Por ejemplo, los autores de esta obra efectuamos un estudio para una gran cadena de tiendas departamentales en México a fin de determinar, entre otros asuntos, el concepto



de moda de las mujeres mexicanas, sus tiendas preferidas (departamentales o no) donde compraban ropa y accesorios, las marcas que más les gustaban, cómo evaluaban a las tiendas de la cadena en comparación con su competencia y sugerencias de mejora. El método de recolección de los datos fue mediante un cuestionario aplicado a jóvenes y damas (16 años en adelante) y grupos de enfoque para ahondar en las respuestas. Se organizaron cinco sesiones en seis importantes ciudades de México (30 en total, 300 participantes). La guía de temas abarcó preguntas como: ¿Qué es la moda? ¿En qué tiendas acostumbran comprar su ropa? ¿Qué compraron durante el trimestre por rubro? (vestidos de noche, vestidos casuales, blusas, zapatos, accesorios de distintas clases). ¿En qué tiendas? ¿Por qué? ¿Cuál fue la experiencia de compra en cada tienda?, y otras relacionadas con variables como las cualidades de las tiendas departamentales y su comparación, evaluación de las secciones del departamento de ropa y accesorios para dama, relación entre tiendas y moda y otras.

## Codificación y registro o captura de los datos

A continuación hablaremos de este paso tan importante que es parte de la recolección de los datos y marca el inicio del análisis, pero en este capítulo nos limitaremos a la codificación cuantitativa, ya que en la investigación cualitativa, la codificación y el análisis son simultáneos, y estudiaremos ambos temas en el siguiente capítulo.

En el caso de valores o datos obtenidos de lecturas de las escalas de los instrumentos (como al aplicar termómetros, amperímetros, pistola láser para medir la velocidad, etc.), simplemente se registran o capturan en la matriz de los datos y con frecuencia se envían directamente del aparato a la computadora para analizarlos con el programa correspondiente.

Cuando los resultados o datos finales son producto de ecuaciones, razones, algoritmos y similares, se obtienen resolviendo las respectivas fórmulas o aplicando los procedimientos correspondientes, ya sea el propio investigador o mediante programación en el software adecuado. De cualquier forma, se registran en la matriz de datos.

Si los datos provienen de preguntas cerradas de cuestionarios o escalas de actitudes, las respuestas deben codificarse. Normalmente, la codificación ya está incluida en el instrumento (precodificada) y depende del nivel de medición de la variable unidimensional o sencilla o del ítem, indicador o dimensión de la variable multidimensional o compuesta. Ya hablamos de la codificación, pero profundicemos en el tema.

|    | Name    | Type    | Width | Decimals | Label                              | Values | Missing | Columns | Align | Measure |
|----|---------|---------|-------|----------|------------------------------------|--------|---------|---------|-------|---------|
| 1  | Empresa | Numeric | 8     | 0        | Nombre de la e (1, PEMSA)          | None   | 8       | Right   | Scale |         |
| 2  | Tipo    | Numeric | 8     | 0        | Tipo de empresa (1, Industrial)    | None   | 8       | Right   | Scale |         |
| 3  | Folio   | Numeric | 2     | 0        | None                               | 98     | 8       | Right   | Scale |         |
| 4  | PPP1    | Numeric | 2     | 0        | 1. Siempre que (1, Totalmente)     | 98     | 8       | Right   | Scale |         |
| 5  | PPP2    | Numeric | 2     | 0        | 2. En esta emp (1, Totalmente)     | 98     | 8       | Right   | Scale |         |
| 6  | PPP3    | Numeric | 2     | 0        | 3. Tengo confie (1, Totalmente)    | 98     | 8       | Right   | Scale |         |
| 7  | PPP4    | Numeric | 2     | 0        | 4. En mi depart (1, Totalmente)    | 98     | 8       | Right   | Scale |         |
| 8  | PPP5    | Numeric | 2     | 0        | 5. En mi depart (1, Totalmente)    | 98     | 8       | Right   | Scale |         |
| 9  | PPP6    | Numeric | 2     | 0        | 6. En esta emr (1, Totalmente)     | 98     | 8       | Right   | Scale |         |
| 10 | PPP7    | Numeric | 2     | 0        | 7. Los directivo (1, Totalmente)   | 98     | 8       | Right   | Scale |         |
| 11 | PPP8    | Numeric | 2     | 0        | 8. Los directiv (1, Totalmente)    | 98     | 8       | Right   | Scale |         |
| 12 | PPP9    | Numeric | 2     | 0        | 9. Los directivo (1, Totalmente)   | 98     | 8       | Right   | Scale |         |
| 13 | PPP10   | Numeric | 2     | 0        | 10. En este emr (1, Totalmente)    | 98     | 8       | Right   | Scale |         |
| 14 | PPP11   | Numeric | 2     | 0        | 11. En el depart (1, Totalmente)   | 98     | 8       | Right   | Scale |         |
| 15 | PPP12   | Numeric | 2     | 0        | 12. Todos nos (1, Totalmente)      | 98     | 8       | Right   | Scale |         |
| 16 | PPP13   | Numeric | 2     | 0        | 13. Mi familia s (1, Totalmente)   | 98     | 8       | Right   | Scale |         |
| 17 | PPP14   | Numeric | 2     | 0        | 14. En esta emr (1, Totalmente)    | 98     | 8       | Right   | Scale |         |
| 18 | PPP15   | Numeric | 2     | 0        | 15. En esta emr (1, Totalmente)    | 98     | 8       | Right   | Scale |         |
| 19 | PPP16   | Numeric | 2     | 0        | 16. En esta emr (1, Totalmente)    | 98     | 8       | Right   | Scale |         |
| 20 | PPP17   | Numeric | 2     | 0        | 17. En esta emr (1, Totalmente)    | 98     | 8       | Right   | Scale |         |
| 21 | PPP18   | Numeric | 2     | 0        | 18. En esta emr (1, Totalmente)    | 98     | 8       | Right   | Scale |         |
| 22 | PPP19   | Numeric | 2     | 0        | 19. Estoy satisf (1, Totalmente)   | 98     | 8       | Right   | Scale |         |
| 23 | PPP20   | Numeric | 2     | 0        | 20. Estoy satisf (1, Totalmente)   | 98     | 8       | Right   | Scale |         |
| 24 | PPP21   | Numeric | 2     | 0        | 21. Estoy contento (1, Totalmente) | 98     | 8       | Right   | Scale |         |

Codificar los datos significa asignarles un valor numérico o símbolo que los represente. Es decir, a las categorías (opciones de respuesta o valores) de cada reactivo, indicador o variable se les designan números o caracteres que tienen un significado. Por ejemplo, si tuviéramos la variable "género" con sus respectivas categorías, masculino y femenino, a cada categoría le asignaríamos un valor. Esto podría ser:

**Variáble:** género (medición nominal)

| Categoría | Categorías (códigos ) (codificación ) |
|-----------|---------------------------------------|
| Masculino | 1                                     |
| Femenino  | 2                                     |

Al registrar el género de los casos o unidades de análisis, tendríamos uno y dos para identificar a cada uno; por ejemplo, 1, 1, 2, 2, 1 (indicaría dos hombres, dos mujeres, un hombre).

Otro ejemplo sería con la pregunta cerrada: En esta empresa, ¿con qué frecuencia se elabora el reporte de resultados? (medición ordinal)

| Códigos | Categorías                |
|---------|---------------------------|
| 1       | Mensualmente              |
| 2       | Bimestralmente            |
| 3       | Trimestralmente           |
| 4       | Semestralmente            |
| 5       | Otro (especificar): _____ |

En ocasiones, medimos por escala de intervalos o razón, pero decidimos agrupar los valores en categorías de un nivel de medición menor; por ejemplo, de razón a intervalos. Imaginemos que estamos midiendo la calidad de un producto con relación a estándares, digamos, de fresas. La norma del comprador especifica que la fresa deba tener de 34 a 36 milímetros de diámetro y un peso de 22 gramos. Supongamos que tomamos muestras de cajas de fresas de un lote para exportación (elegimos la primera caja, supongamos que contiene 50). Pesamos las fresas. Las variables, categorías y codificación (por intervalos) podrían ser las que se muestran en la tabla 9.8.

● **Tabla 9.8** Ejemplo de codificación de las categorías de variables.

| Variable: diámetro de la fresa (mm) |             |                          |
|-------------------------------------|-------------|--------------------------|
| Códigos                             | Categoría   | Cumplimiento de la norma |
| 1                                   | Menos de 25 | Definitivamente no       |
| 2                                   | 26-29       | No                       |
| 3                                   | 30-33       | Incumplimiento menor     |
| 4                                   | 34 o más    | Cumplimiento de la norma |

En el caso de las frases de la escala de Likert, se pusieron ejemplos con su respectiva codificación (5 a 1 o 1 a 5, según fueran positivas o negativas). Así, se transfieren las respuestas del instrumento a la matriz de datos. Esto a veces se efectúa a mano (se lee la respuesta y se

anota en la matriz) o directamente del instrumento contestado a la matriz (cuando se usa un sistema de lectura óptica o la respuesta la marca el propio sujeto en un cuestionario electrónico para PC, laptop, teléfono celular o tableta; o bien, que se llena en una página electrónica).

| Caso | F1 Humano | F2 Atención | F3 Preocupación | Fk |
|------|-----------|-------------|-----------------|----|
| 1    | 5         | 4           | 4               |    |
| 2    |           |             |                 |    |
| 3    |           |             |                 |    |
| 4    |           |             |                 |    |
| 5    |           |             |                 |    |
| k    |           |             |                 |    |

1. "Para mi empresa soy un ser humano con nombre y apellidos, y no únicamente un número o un empleado más"

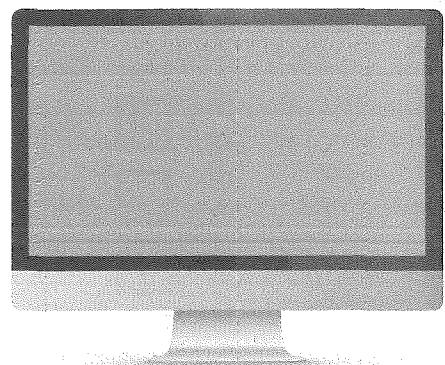
|                                                               |                                         |                                                             |                                            |                                                       |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Totalmente de acuerdo (5) | <input type="checkbox"/> De acuerdo (4) | <input type="checkbox"/> Ni de acuerdo ni en desacuerdo (3) | <input type="checkbox"/> En desacuerdo (2) | <input type="checkbox"/> Totalmente en desacuerdo (1) |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------|

2. "Esta compañía presta atención a los empleados todos los días"

|                                                    |                                                    |                                                             |                                            |                                                       |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Totalmente de acuerdo (5) | <input checked="" type="checkbox"/> De acuerdo (4) | <input type="checkbox"/> Ni de acuerdo ni en desacuerdo (3) | <input type="checkbox"/> En desacuerdo (2) | <input type="checkbox"/> Totalmente en desacuerdo (1) |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------|

3. "Esta empresa realmente se preocupa por sus empleados"

|                                                    |                                                    |                                                             |                                            |                                                       |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Totalmente de acuerdo (5) | <input checked="" type="checkbox"/> De acuerdo (4) | <input type="checkbox"/> Ni de acuerdo ni en desacuerdo (3) | <input type="checkbox"/> En desacuerdo (2) | <input type="checkbox"/> Totalmente en desacuerdo (1) |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------|



En el caso de preguntas abiertas, se codifican ya que conocemos todas las respuestas de los sujetos o al menos las principales tendencias de respuestas en una muestra de los cuestionarios aplicados.

El procedimiento consiste en encontrar y dar nombre a los patrones generales de respuesta (respuestas similares o comunes), listarlos y asignarles un valor numérico o símbolo. Así, cada patrón constituirá una categoría de respuesta. Para cerrar las preguntas abiertas se sugiere el siguiente procedimiento de Hernández-Sampieri *et al.* (2014):

1. Elegir un número de cuestionarios mediante un método adecuado de muestreo que asegure la representatividad de los casos o unidades de análisis.
2. Revisar los cuestionarios y agrupar contestaciones similares a la pregunta en categorías o patrones de respuesta.
3. Determinar la frecuencia con que aparece cada categoría.
4. Seleccionar las categorías o patrones que se presentan con mayor frecuencia.
5. Darle un nombre o título a cada patrón y asignarle su código, tomando en cuenta el nivel de medición de las respuestas.

Por ejemplo, en una investigación sobre mejora de la calidad se hizo una pregunta abierta: "¿De qué manera la alta gerencia busca obtener la cooperación del personal para el desarrollo del proyecto de calidad?" (Hernández-Sampieri *et al.*, 2014).

Las respuestas fueron múltiples, pero se encontraron los patrones generales de respuesta que se muestran a continuación.

## EJEMPLO

### De codificación de preguntas abiertas

Códigos Categorías (frecuencias)

- | Código | Categoría (frecuencia)                                          |
|--------|-----------------------------------------------------------------|
| 1      | Se involucra al personal y se comunica con él (28)              |
| 2      | Motivación e integración/mejoramiento del ambiente laboral (22) |
| 3      | Capacitación (14)                                               |
| 4      | Incentivos/recompensas (11)                                     |
| 5      | Difundiendo el valor “calidad” o la filosofía de la empresa (7) |
| 6      | Grupos o sesiones de trabajo (7)                                |
| 7      | Otras (33)                                                      |

Normalmente, en “otras” se abarcan frecuencias menores de 10 por ciento.

Al “cerrar” preguntas abiertas y codificarlas, debe tenerse en cuenta que un mismo patrón de respuesta puede expresarse con diferentes palabras. Por ejemplo, si se piden sugerencias para mejorar el proceso de manufactura, las respuestas: “cambiar la máquina AUG-31 por una más nueva”, “innovar con equipo más reciente” se agruparían en la categoría o el patrón de respuesta *modernizar la maquinaria*.

Finalmente, los datos se integran en la matriz o base de datos.

## Probar los instrumentos (pruebas piloto y calibración)

Desde luego, esta fase depende del tipo de instrumento de recolección de los datos. Con aparatos, equipos y sistemas de medición, el investigador debe asegurarse de que el instrumento (por ejemplo, una balanza, un durómetro o un termómetro) se encuentra calibrado y que se trata de uno aprobado por un estándar internacional (asociación científica o profesional). Lo primero implica realizar varias pruebas y comparar los valores obtenidos con la medida correspondiente de un patrón de referencia. También, suelen hacerse distintas mediciones de la misma unidad con el instrumento (como sería pesar un objeto varias veces). Si no se registran diferencias significativas, el aparato o sistema está calibrado. Incluso, en aparatos de precisión se calculan coeficientes de correlación (con múltiples medidas). Hay ocasiones en que se solicita ayuda de un experto calibrador o una compañía especializada.

Cuando estamos lidiando con procedimientos o fórmulas (por ejemplo, distintas ecuaciones para determinar la pérdida de suelo o en el caso introducido de la estimación de masa en sistemas de control ambiental en aeronaves durante la fase de diseño conceptual, en el que tenemos varios métodos como el de la Universidad de Stanford, el de Torenbeek y el de Asker), conviene hacer el mismo cálculo de las diferentes formas y correlacionar resultados (a veces con una unidad o fenómeno y otras con múltiples muestras), tal como hizo Ramírez-Carrasco (2012). Para tales herramientas, esta prueba piloto y la calibración también constituyen la forma de determinar la validez y confiabilidad del instrumento de medición.



- En el caso de cuestionarios y escalas de actitudes, la prueba piloto consiste en aplicar el instrumento a una pequeña muestra de casos con el propósito de probar su pertinencia y eficacia (incluyendo instrucciones), así como las condiciones y procedimientos de aplicación. Si la población es pequeña, suelen bastar 30 a 40 casos. Pero la manera rigurosa de hacerlo es obtener una muestra representativa de la propia muestra ( $n$ ), que a su vez fue elegida del universo o población ( $N$ ), utilizando STATS\* u otro procedimiento.



Tratándose de indicadores, seguramente tendremos una mezcla de calibraciones, correcciones entre aquellos que la teoría señala, vínculos estadísticos y muestreo. Todo depende de la operacionalización de la variable.

En el caso de entrevistas y grupos de enfoque (métodos de recolección de datos cualitativos) la prueba piloto implica aplicar al menos un grupo de enfoque y unas cuantas entrevistas (tres a cinco) y ver que la guía de temas y los procedimientos (incluyendo al conductor de las sesiones y los entrevistadores) funcionen y se capture la información deseada.

## Versión final

La versión final es el resultado de todas las revisiones del instrumento o sistema de medición y su forma de aplicación, con los ajustes que sean requeridos (quitar o agregar reactivos, adicionar un componente a la ecuación, reformular el procedimiento, modificar instrucciones, tiempo para responder). En el caso de cuestionarios y escalas de actitudes, esta versión definitiva incluye un diseño atractivo.



## Capacitación del personal

Esta etapa consiste en instruir y motivar a las personas que habrán de aplicar los instrumentos o sistemas de medición y codificar las respuestas o valores obtenidos. Su compromiso es vital. Cuando es el propio investigador quien levanta la información, es importante que reflexione para aplicarse al máximo.

## Obtener autorizaciones o permisos

Es fundamental recabar los permisos necesarios de personas o representantes de organizaciones que tengan que ver con el estudio, para aplicar los instrumentos o sistemas de medición.

## Aplicación de instrumentos

Aplicar los instrumentos o sistemas de medición a las unidades, participantes o casos de la investigación representa la oportunidad de confrontar el trabajo conceptual y de planeación con la realidad.

- Cuando se usan sistemas de medición es necesario capacitar a las personas que habrán de aplicar los instrumentos para codificar las respuestas o valores obtenidos.

## Organizar los datos recolectados y prepararlos para el análisis

Los datos cuantitativos o valores numéricos obtenidos se codifican (los que no se encuentren codificados) y se registran o capturan en una matriz o base de datos para ser analizados, en el programa que se haya elegido.

En nuestros días, los datos cualitativos se integran en una base de datos y se codifican y analizan simultáneamente, como veremos en el siguiente capítulo.

La matriz cuantitativa es parte del programa o software de análisis estadístico, ya sea Excel, SPSS (Statistical Package for the Social Sciences o Paquete Estadístico para Ciencias Sociales), Minitab, STATA u otro equivalente. La matriz o archivo de datos tiene columnas que representan las variables sencillas o unidimensionales del estudio o indicadores (ítems, preguntas, frases, reactivos o similares) de las dimensiones si son compuestas o multidimensionales. Las filas son casos o unidades de la investigación. Es decir, cada casilla es un valor obtenido en un indicador, reactivo o variable sencilla por un caso. En pocas palabras, la matriz contiene datos de casos por variable o indicador.

Supongamos que un investigador efectúa un estudio con fresas y pretende medir en las fresas las siguientes variables con sus categorías: diámetro (1 = 25 o menos mm, 2 = 26-29 mm, 3 = 30-33 mm y 4 = 34 o más mm), peso (en gramos, valores directos, no intervalos), salud (2 = libres de cualquier marca o cicatriz de insectos o enfermedades, 1 = cicatrices o marcas superficiales, 0 = cicatrices profundas, vestigios de plaga), longitud del pedúnculo (1 = dentro de la norma, 0 = fuera de la norma) y adherencia de pedúnculo (1 = sí, 0 = no). Ahora imaginemos que toma muestras al azar de las cajas y mide a las unidades (fresas) en las variables. Captura los datos en la matriz de Excel (en la figura 9.5 se muestra una con los primeros 25 productos). Sus datos están listos para analizarse.

Figura 9.5 Matriz de Excel con las variables por medir en las fresas.



Un estudio pretende medir en las fresas las variables de diámetro, peso, salud, longitud del pedúnculo y adherencia de pedúnculo.

eran mutuamente excluyentes); el aparato no registró la respuesta, no se pudo observar la conducta, etc. A estos datos que faltan se les denominan “valores perdidos”. En estas situaciones, se crean una o varias categorías de valores perdidos y se les asignan códigos. Por ejemplo: si en una frase un sujeto no marcó ninguna alternativa, podríamos agregar la categoría 0 = no contestó.

## ¿Qué características debe cubrir todo instrumento o sistema de recolección de los datos?



Todo instrumento de recolección de los datos debe cubrir dos requisitos indispensables: confiabilidad y validez.

La *confiabilidad* de un instrumento se refiere al grado en que su aplicación repetida a la misma unidad o persona produce resultados iguales. Por ejemplo, si se midiera en este momento la temperatura ambiental usando un termómetro que indicara que estamos a 22°C, un minuto más tarde señalara 5°C y tres minutos después indicara 40°C, no sería un termómetro confiable, ya que su aplicación repetida produce resultados distintos. O una báscula que para el mismo objeto en varias mediciones arrojara un peso distinto. De igual modo, una prueba de inteligencia que hoy señala que el niño Bruno es un genio y cuando lo volvemos a aplicar (digamos, un mes después) indica que su inteligencia es baja.

Como dijimos, los aparatos o sistemas ya calibrados y probados poseen confiabilidad. En el caso de escalas de actitudes, la fiabilidad suele determinarse mediante un coeficiente que va de 0 (nula confiabilidad) a 1.00 (confiabilidad perfecta). El coeficiente más usado es el de alfa-Cronbach ( $\alpha$ ), que veremos con más detalle en el siguiente capítulo.

La *validez* es el grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir. Por ejemplo, un instrumento válido para calcular la inteligencia debe evaluar la inteligencia y no la memoria. Pongamos un caso extremo: no mediríamos el peso de objetos con una cinta métrica, pues sería absurdo, sino con una báscula.

Cuando la herramienta de medición es un equipo o aparato, la calibración y las pruebas nos indican si posee validez. Cuando hay varios procedimientos de medición, el valor de la correlación entre los valores que producen al medir la misma unidad representa la validez.

Con escalas de actitudes y pruebas estandarizadas hay varias clases de evidencias sobre la validez que deben aportarse:

1. *Validez de contenido*. Se refiere al grado en que la medición representa al concepto o variable medida. Por ejemplo, una prueba de operaciones aritméticas no tendrá validez de contenido si incluyera solo problemas de resta y excluyera problemas de suma, mul-

La primera unidad es una fresa de 25 mm o menos (1), con un peso de 8.3 gramos, saludable, sin marcas ni cicatrices de insectos o enfermedades (2), con una longitud de pedúnculo dentro de la norma (1) y que se encuentra adherido (1); la segunda unidad también posee un diámetro de 25 mm o menos, pesa 9.0 gramos, saludable, con longitud de pedúnculo dentro de la norma y adherido, y así sucesivamente.

La matriz está completa cuando se han registrado o codificado todos los datos para los casos en cada una de las variables o indicadores. Podemos comenzar el análisis.

En ocasiones y por diversas causas no es posible registrar uno o más datos (valores de las celdas); por ejemplo: un participante no responde un reactivo o contesta incorrectamente (como marcar dos opciones, cuando las alternativas

tipificación o división. O bien, una encuesta del clima laboral que no abarque a todas las variables relevantes que se determinaron en la revisión de la literatura (por ejemplo, que deje de lado a la autonomía en el trabajo y a la motivación). Esta validez se demuestra con una adecuada revisión de la literatura (completa y actualizada) y la aprobación del instrumento por parte de expertos.

2. *Validez de criterio*. Se establece comparando los resultados del instrumento de medición con los de algún criterio externo que pretende medir lo mismo y tener una correlación positiva y estadísticamente significativa.
3. *Validez de constructo*. El investigador debe explicar cómo las mediciones del concepto o variable se vinculan de manera coherente con las mediciones de otras variables correlacionadas teóricamente (vínculos validados por la teoría). La técnica se denomina “análisis de factores”, que por la naturaleza introductoria de esta obra no se aborda. Para ello, puede consultarse Hernández-Sampieri, Méndez y Mendoza (2015).

## EJEMPLOS

### Introducción de un sistema de gestión de la calidad

Se medirían las ventas antes y después de la introducción del sistema de gestión de la calidad en las tres gasolineras, estableciendo una línea basal de seis meses. Esto es, medir el promedio mensual de litros totales vendidos durante este periodo y por producto o tipo de gasolina (alto octanaje y bajo octanaje), para asegurarnos de que no hay otras variables extrañas o contaminantes que incidan en las ventas al analizar las tendencias.

Durante la introducción del sistema de calidad continuarían las mediciones mensuales en las tres gasolineras y se vigilaría, con presencia de un investigador, que no se presenten factores que invaliden el estudio. Esta fase duraría seis meses.

Después de la implantación del sistema, se medirían otros siete meses las ventas a fin de verificar efectos en esta variable dependiente.

Los datos de ventas en litros se obtendrían de dos fuentes: verificación diaria en las bombas de servicio (despachadores) y resultados del auditor de la empresa. Para la validación de los datos se usaría el sistema Gage R&R.

### La pareja ideal

Se elaboró un instrumento inicial para recolectar los datos con base en preguntas (un cuestionario). Por ejemplo: “Pensando en tu relación ideal, ¿cuáles serían las características que más te gustaría que tuviera esa relación?” o bien: “¿Qué cualidades te gustaría que tuviera tu novio ideal?” Sin embargo, en la prueba piloto con 100 estudiantes, se observó que era mejor sustituir las preguntas por afirmaciones que fueran completadas por los participantes (por ejemplo: “Pensando en tu relación ideal, las características que más te gustaría que tuviera esa relación serían...”). Resultaban más comprensibles para ellos y fueron respondidas con mayor precisión. Así, el cuestionario se aplicó como entrevista de 16 preguntas.<sup>7</sup>

### Consumo de energía en hospitales

Para recolectar los datos de iluminación en los dos hospitales que contempla el caso de estudio, se utilizarán instrumentos que registran las variables con el sistema tradicional y se compararán con los resultados obtenidos de un simulador del uso del controlador difuso inteligente de energía artificial.

<sup>7</sup>El instrumento está disponible en Hernández-Sampieri *et al.*, 2010, p. 274.

### Abejas productoras de miel

Se aplicará una encuesta a la muestra seleccionada de apicultores con colmenas registradas en el Departamento de Agricultura de Ohio que iniciaron en primavera como enjambres artificiales. Los datos se recolectarán en primavera y en otoño, con un cuestionario diferente para cada estación, ya que en otoño se medirán los resultados de la colmena. Con los datos proporcionados por los apicultores, se evaluarán y compararán las siguientes variables: acumulación neta de alimento, producción neta de cera, población adulta y población de crías.

Además, se recolectarán datos del paisaje para complementar con un sistema de información geográfica (GIS).

### Perfil de egreso de los ingenieros esperados en la industria

Se aplicará una encuesta en una muestra total de 106 reclutadores de diversas empresas y giros industriales del Valle de México y los estados de San Luis Potosí, Guanajuato y Querétaro. La primera parte del instrumento estará conformada por preguntas cerradas que miden las siguientes variables: 1) imagen de las universidades, 2) conocimiento de los egresados, 3) habilidades desarrolladas y 4) actitudes desarrolladas. La segunda parte, profundizará en la percepción de los participantes acerca de los siguientes temas: habilidades deseadas en los egresados y participación de las carreras técnicas y sus egresados.

El levantamiento de datos se llevará a cabo en un lapso de dos meses, por teléfono y en persona, según lo que autoricen los empleadores.

### Trayectoria de las emprendedoras en México

La recolección de datos tendrá dos fases. La primera consistirá en aplicar una encuesta de cinco preguntas, para identificar el perfil de las participantes, a fin de asegurar la participación de emprendedoras de una microempresa o una PEC (pequeñas empresas en crecimiento), y por otro lado, de los actores del ecosistema de estos negocios. Luego, en la segunda fase se aplicarán 126 encuestas para seleccionar a las participantes que serán invitadas a formar parte de los grupos de enfoque o se les aplicarán las entrevistas a profundidad. Ambas fases tienen la finalidad de filtrar y separar las respuestas de las emprendedoras de una microempresa y una PEC. Por último, se efectuarán nueve grupos de enfoque, en donde participarán 50 emprendedoras, 45 encuestas a los actores del ecosistema, es decir, productores y prestadores de servicios a las PEC y cinco entrevistas a profundidad con expertos en el sector.

Los instrumentos de recolección de datos tienen el objetivo de entender el proceso de las mujeres emprendedoras en México, así como el entorno inmediato para hacer prosperar sus negocios, por lo que se explorarán los siguientes conceptos:

1. Características de las mujeres emprendedoras en México y sus pequeñas empresas en crecimiento.
2. Actores clave que forman un ecosistema enfocado en apalancar el potencial de mujeres emprendedoras en México.
3. Ecosistemas facilitadores para emprendedoras mexicanas, de carácter político, financiero, desarrollo de capacidades y habilidades, redes de apoyo y factores culturales, familiares y educativos.
4. Motivación para emprender.
5. Buenas prácticas identificadas en el sector.
6. Recomendaciones para los actores del ecosistema.

## EJERCICIOS

- Para continuar desarrollando la propuesta de investigación que has trabajado desde el primer capítulo, describe qué técnicas de recolección de datos utilizarás y justifica tu elección.
- En el capítulo anterior, analizaste una encuesta nacional referente a algún tema interesante de tu país. Ahora, consulta el instrumento de recolección de datos que utilizaron (cuestionario) e identifica las variables que se midieron, analiza la forma en la que se redactaron los ítems y las opciones de respuesta. Prepara una exposición para presentar tu análisis a tus compañeros.
- Retoma el tema del ejercicio anterior e imagina una investigación complementaria con enfoque cualitativo, ¿qué preguntas incluirías en una guía de temas para una entrevista a profundidad?

## ¿QUÉ APRENDÍ?

- Haz equipos de trabajo con dos o tres personas. Busquen en el sitio electrónico del libro de Metodología de la investigación, en el apartado de apéndices el archivo titulado: Principales bancos / servicios de obtención / páginas Web. Escojan un apéndice y encuentren un estudio de carácter empírico que les parezca interesante.<sup>8</sup> Hagan una exposición en la que mencionen los siguientes elementos:
  - Objetivo del estudio.
  - Enfoque del estudio.
  - Hipótesis del estudio (si las hay).
  - VARIABLES que se estudian. Señalen si son cuantitativas, cualitativas expresadas en números o propiamente cualitativas.
- Plantea dos ejemplos, aparte de los que vienen en el texto de este capítulo, para cada uno de los niveles de medición de variables que se mencionan en la siguiente tabla.

| Tipo de variable        | Ejemplo |
|-------------------------|---------|
| Variables nominales     |         |
| Variables ordinales     |         |
| Variables de intervalos |         |
| Variables de razón      |         |

- Elabora una entrevista con al menos siete preguntas abiertas, cuya finalidad sea conocer la percepción de un profesionista en ejercicio acerca de los retos que enfrenta en su profesión, así como su opinión sobre los conocimientos, habilidades y aptitudes que demanda el mercado laboral para los futuros egresados de su ramo. Tu entrevista debe contener preguntas de contraste, preguntas estructurales, preguntas para exemplificar y preguntas generales, al menos una de cada tipo.

Ahora aplica la entrevista. Localiza un profesionista que ejerza y que haya estudiado tu misma carrera. Coméntale que grabarás sus respuestas, en formato de audio, con fines académicos, o si te lo permite, grábala como video, así podrás efectuar un análisis de su conducta durante la entrevista.

<sup>8</sup> El link de la página web lo puedes consultar en el apartado: ¿Hay más? de este capítulo.

## ¿HAY MÁS?

- Álvarez-Gayou, J.L. (2003). *Cómo hacer investigación cualitativa*. México: Paidós Educador.
- Bergman, M. y Coxon, A. (2005). *The Quality in qualitative methods*. Recuperado de <http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/457/974#g26>.
- García, T. (2003). El cuestionario como instrumento de investigación. Recuperado de [http://www.univsantana.com/sociologia/El\\_Cuestionario.pdf](http://www.univsantana.com/sociologia/El_Cuestionario.pdf).
- Gobierno Bolivariano de Venezuela (2008). *Selección, diseño y construcción de instrumentos*. Recuperado de <http://www.rena.edu.ve/cuartaEtapa/metodologia/Tema7.html>.
- Hernández-Sampieri, R. [UniCeaya] (2014, julio 13). *Confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos* [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=MMHIkt9edmk>.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a. ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5a. ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.
- Hernández-Sampieri, R., Méndez, S. y Mendoza, C.P. (2016). *Online Learning Center de Metodología de la investigación*. Recuperado de [http://novella.mhhe.com/sites/000001251x/student\\_view0/](http://novella.mhhe.com/sites/000001251x/student_view0/).
- Margaret Sanger Center International (2009). *Recolectar datos*. Recuperado de [http://www.stepstoolkit.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=121&Itemid=158&lang=es#mddg](http://www.stepstoolkit.org/index.php?option=com_content&view=article&id=121&Itemid=158&lang=es#mddg).
- Martínez, M. (2006). Validez y confiabilidad en la metodología cualitativa. *Paradigma*. 27 (2), 07-33.

## GLOSARIO

**Codificación** Asignarles un valor numérico o símbolo que represente los datos, ya que es necesario para analizarlos.

**Confiabilidad** Grado en que la aplicación repetida de un instrumento al mismo caso o persona produce resultados iguales.

**Contextos de administración de cuestionarios y escalas** Formas en las que se aplican los cuestionarios: autoadministrado o por entrevista (personal, telefónica o electrónica).

**Cuestionario** Instrumento formado de preguntas, cuyas opciones de respuesta pueden estar predeterminadas (cerradas) o no (abiertas), que recopila información sobre diversas variables o conceptos y es aplicado a una o más personas en diferentes contextos.

**Datos** Información sobre hechos, fenómenos, objetos, experiencias, percepciones, actitudes y comportamientos que puede analizarse y convertirse en conocimiento.

**Entrevista** Reunión presencial o virtual con la finalidad de que una persona (el entrevistador) obtenga información de parte de otra (el entrevistado) u otras (entrevistados). Las entrevistas se basan en una guía de asuntos o preguntas sobre las variables de interés.

**Escala Likert** Conjunto de ítems que se presentan en forma de afirmaciones para medir la reacción del sujeto en cinco categorías, aunque se han adaptado a menos o más opciones.

**Escalas de actitudes** Son medidas compuestas de alguna actitud. Incluyen diferentes ítems que se combinan para medir la actitud en cuestión.

**Grupos de enfoque** Reuniones de grupos pequeños o medianos (tres a 10 personas), en las cuales los participantes conversan en torno a uno o varios temas en un ambiente relajado e informal, moderados por un especialista en dinámicas grupales.

**Indicador o ítem** Unidad mínima de información que proporciona un dato o valor de una dimensión o variable. Los indicadores son descripciones de lo que puede observarse o inferirse empíricamente y señalan la ocurrencia de la dimensión o aspecto evaluado.

**Instrumento de medición** Herramienta utilizada en la investigación empírica para medir o evaluar un concepto o variable. Los instrumentos pueden adoptar muchas formas, como cuestionarios, encuestas, entrevistas, aparatos electrónicos, etcétera.

**Validez** Grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir.

# Análisis de los datos

## ¿QUÉ VAS A LOGRAR?



Al terminar este capítulo analizarás la información recolectada en la etapa anterior para que, a partir de dicho análisis, deduzcas las conclusiones apropiadas para tu investigación y elabores el informe del estudio.

## ¿QUÉ TE VAS A LLEVAR?

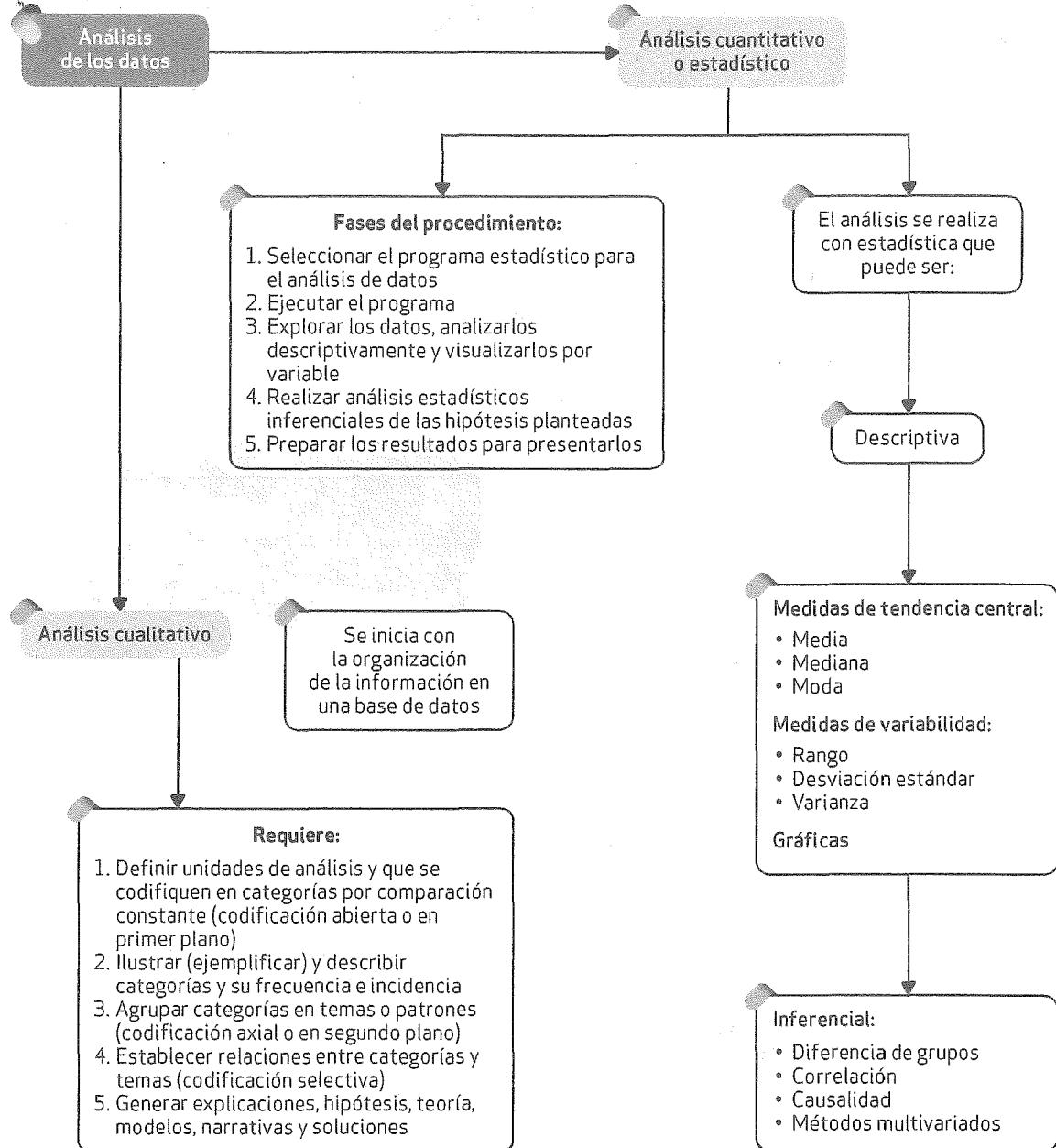


Capacidad de análisis, síntesis y abstracción, capacidad para identificar, plantear y resolver problemas, habilidades de investigación, capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica, capacidad crítica y autocrítica, habilidad en el uso de tecnologías de información y comunicación y para analizar el desarrollo de la disciplina en el ámbito local y nacional, con fundamento en la investigación científica.

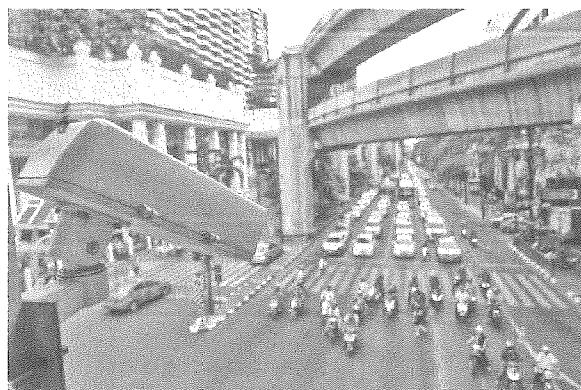
## ¿QUÉ SABES ACERCA DE...?

Comenta con tu profesor y con tus compañeros de clase:

1. ¿Es necesario hacer un análisis de los datos obtenidos en nuestra investigación? ¿Por qué?
2. ¿Se analizan de igual modo los datos cuantitativos que los datos cualitativos?
3. ¿Qué herramientas son útiles para hacer estos análisis?
4. ¿Cómo podemos asegurar que nuestro análisis es el adecuado?



## ¿TE INTERESA?



- En la actualidad el internet de las cosas tiene muchas aplicaciones en nuestra vida diaria, como las cámaras de circuito cerrado conectadas a estaciones de la policía.

Un término que ha sido muy popular los últimos años al hablar de los avances tecnológicos es el de “internet de las cosas”. Ese concepto se refiere a la posibilidad de que los objetos, del más cotidiano al más sofisticado, recaben datos y los transmitan a otros dispositivos y eventualmente a “la nube” en internet. Por mencionar un ejemplo de la aplicación del internet de las cosas, en la ciudad, pensemos en una cámara que registra la actividad vial en una avenida y envía registros a una base de datos, en la que se analiza y se genera información para mejorar el flujo del tránsito. Otro ejemplo son las pulseras que registran signos vitales, distancia recorrida y otros datos personales que permiten identificar para determinar el estado de salud, deporte y nutrición. La tecnología hace más que solamente capturar datos; además, los procesa y genera realimentación que sirve para que el mismo objeto cambie su con-

figuración y se adapte al uso que recibe e, incluso, que se adelante a ciertas acciones.

Las aplicaciones que se dan a los datos registrados por distintos dispositivos conectados a la nube apenas han comenzado a aprovechar su gran potencial. Imagina todos los datos registrados simplemente por el uso de computadoras, teléfonos, televisiones, relojes y cualquier dispositivo conectado a internet. Ahora, añade los datos que podrían recolectar los aparatos electrodomésticos que usamos en el hogar, los medios de transporte, la tecnología utilizada en oficinas, fábricas, hospitales, escuelas y así sucesivamente. La diversidad de datos que se pueden registrar es extensa. El reto será diseñar las mejores estrategias para hacer que esos datos “digan” algo, es decir, las estrategias para analizar los datos y llegar a conclusiones válidas y confiables.



- Los relojes inteligentes, que pueden registrar signos vitales, recorridos y otros datos son parte del internet de las cosas.



- Los datos cuantitativos se analizan a partir de la matriz que se generó.

## ¿Qué implica el análisis de los datos?

El análisis de los datos depende del tipo de datos que recopilaste: cuantitativos (numéricos) o cualitativos (narrativas escritas, visuales, auditivas, etcétera).

Los datos cuantitativos se analizan estadísticamente partiendo de la matriz que generaste (columnas = variables unidimensionales o indicadores, ítems o equivalentes de las variables compuestas o multidimensionales; renglones o filas = casos).

Los análisis cualitativos varían mucho con el diseño elegido. Hernández-Sampieri *et al.* (2015) anotan más de 20 clases de análisis para datos narrativos. Pero el más común y generalizado en las ciencias, sobre todo para el diseño

cuantitativo integral propuesto en el capítulo 7 se basa en la teoría fundamentada y se realiza a partir de una base de datos, como veremos adelante.

En ambos casos los análisis se realizan con programas computarizados. Comencemos por el análisis cuantitativo.

## Análisis cuantitativo

El proceso básico para el análisis cuantitativo se muestra en la figura 10.1

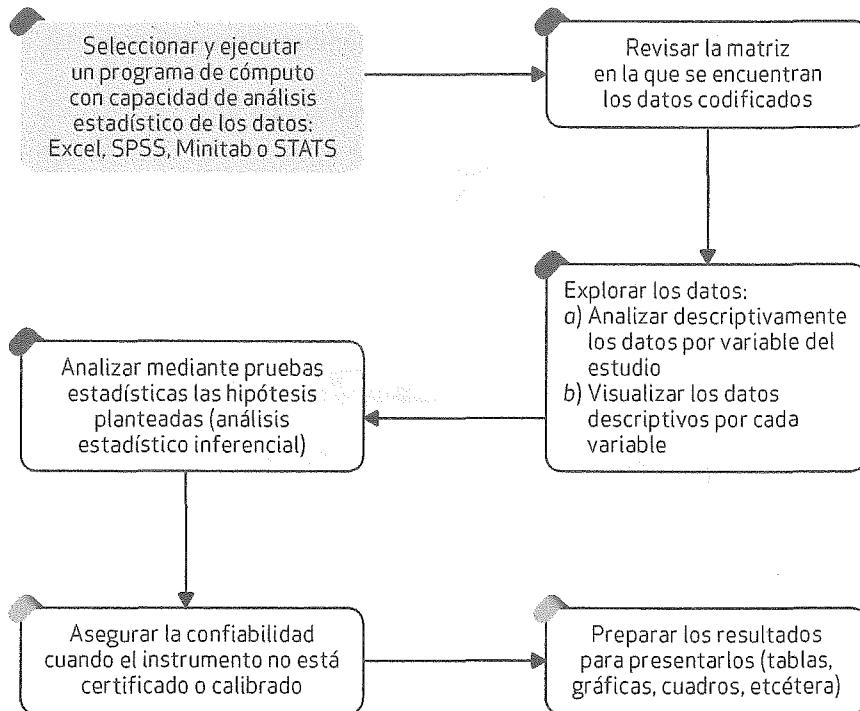


Figura 10.1 Proceso general de análisis cuantitativo.

### Seleccionar y ejecutar un programa de análisis por computadora

Para efectuar el análisis cuantitativo o estadístico se elige un programa, como Excel, Minitab, Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS), XLSTAT, BioStat y otros que se pueden descargar de internet, algunos son gratuitos y otros se ofrecen en versiones de prueba que luego hay que comprar. En ocasiones, las matrices de los datos y de las variables (como SPSS) se encuentran separadas, mientras que ciertos programas las integran visualmente (Minitab o BioStat, por ejemplo).

El funcionamiento de la mayoría es muy similar, ya que efectúan los análisis sobre la matriz que contiene los datos, en la cual, insistimos, las columnas son las variables unidimensionales (sencillas) del estudio o los indicadores de las dimensiones (ítems, reactivos o elementos parecidos) si son variables multidimensionales o compuestas, mientras que las filas son los casos de la investigación. Finalmente, cada celda contiene un dato numérico que significa un valor de un caso en una variable o indicador, como vimos en el capítulo anterior con el ejemplo del estudio de las fresas. Veamos un ejemplo simple con diversas variables.



Supongamos que haces una encuesta entre tus compañeros de clase a mitad del semestre o cuatrimestre escolar y tienes las siguientes variables de un cuestionario:

1. Género (1 = masculino, 2 = femenino).
2. Edad (1 = menos de 18, 2 = 19-21, 3 = 22-23, 4 = más de 23 años).
3. Deporte favorito para practicar (1 = futbol, 2 = basquetbol, 3 = beisbol, 4 = voleibol, 5 = atletismo, 6 = otros).
4. Actitud hacia el profesor de estadística (variable multidimensional o compuesta; tres ítems tipo Likert en los que la escala en cada uno es 5 = totalmente de acuerdo, 4 = de acuerdo, 3 = ni de acuerdo, ni en desacuerdo, 2 = en desacuerdo, 1 = totalmente en desacuerdo).
  - “Mi profesor de estadística es un maestro siempre dispuesto a ayudar a todos sus alumnos” (1 a 5).
  - “Mi profesor de estadística es una buena persona” (1 a 5).
  - “Mi profesor de estadística me agrada” (1 a 5).
5. Calificación en estadística del primer examen o parcial (0 a 10).

La matriz de datos que correspondería al cuestionario es la que aparece en la figura 10.2.

| Casos | Variables |      |         |           |           |           |                          |      | Actitud general |
|-------|-----------|------|---------|-----------|-----------|-----------|--------------------------|------|-----------------|
|       | Género    | Edad | Deporte | Actitud 1 | Actitud 2 | Actitud 3 | Calificación estadística |      |                 |
| 1     | 1         | 1    | 1       | 5         | 4         | 5         | 9                        | 4.67 |                 |
| 2     | 2         | 2    | 1       | 3         | 2         | 1         | 8                        | 2.0  |                 |
| 3     | 1         | 2    | 1       | 5         | 5         | 5         | 10                       | 5.0  |                 |
| 4     | 2         | 2    | 2       | 5         | 5         | 4         | 8                        | 4.67 |                 |
| 5     | 2         | 2    | 2       | 4         | 4         | 5         | 9                        | 4.33 |                 |
| 6     | 1         | 3    | 5       | 1         | 1         | 2         | 5                        | 1.33 |                 |
| 7     | 2         | 4    | 4       | 4         | 5         | 4         | 8                        | 4.33 |                 |
| 8     | 2         | 3    | 2       | 3         | 4         | 3         | 7                        | 3.33 |                 |
| 9     | 1         | 2    | 3       | 4         | 5         | 5         | 9                        | 4.67 |                 |

Valores en las celdas: datos  
(intersección entre casos y variables)

Variable multidimensional  
o compuesta

Figura 10.2 Matriz de datos para el análisis del ejemplo del cuestionario para compañeros de clase.

La actitud general (variable agregada) se obtuvo al promediar los resultados a las tres frases o ítems referentes a la actitud hacia el profesor de estadística (Actitud 1 + Actitud 2 + Actitud 3/3).

La presentación de la matriz varía en cada programa, pero debemos recalcar que su estructura es similar en casi todos, como puede apreciarse en la figura 10.3.

SPSS

Minitab

|    | C1-T<br>mfr                          | C2-T<br>calories | C3<br>protein | C4<br>fat | C5<br>sodium | C6<br>fiber | C7<br>carbs | C8<br>sugars | C9<br>shelf | C10<br>potassium | C11<br>vitamins | C12-T<br>libra | C13 | C14 | C15 | C16 |
|----|--------------------------------------|------------------|---------------|-----------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|------------------|-----------------|----------------|-----|-----|-----|-----|
| 1  | 100% Bran                            | N                | 212.121       | 12.1212   | 3.0320       | 393.938     | 30.320      | 15.1515      | -18.1816    | 3                | 448.406         | enriched       |     |     |     |     |
| 2  | All-Bran                             | K                | 212.121       | 12.1212   | 3.0320       | 787.373     | 27.2727     | 21.2121      | 15.1515     | 3                | 983.597         | enriched       |     |     |     |     |
| 3  | All-Bran with Extra Fiber            | K                | 100.000       | 8.0000    | 0.0000       | 200.000     | 29.0000     | 16.0000      | 0.0000      | 3                | 650.000         | enriched       |     |     |     |     |
| 4  | Apple Cinnamon Cheerios              | G                | 145.667       | 2.66657   | 2.66657      | 210.000     | 2.0000      | 14.0000      | -13.3333    | 1                | 93.333          | enriched       |     |     |     |     |
| 5  | Apple Jacks                          | K                | 110.000       | 2.0000    | 0.0000       | 125.000     | 1.0000      | 11.0000      | 14.0000     | 2                | 30.000          | enriched       |     |     |     |     |
| 6  | Basic 4                              | G                | 173.333       | 4.0000    | 2.66657      | 240.000     | 2.6667      | 24.0000      | 10.6667     | 3                | 133.333         | enriched       |     |     |     |     |
| 7  | Bran Chex                            | R                | 134.328       | 2.9851    | 298.507      | 5.9709      | 22.3981     | 0.9552       | 1           | 185.557          | enriched        |                |     |     |     |     |
| 8  | Bran Flakes                          | P                | 134.329       | 4.4776    | 0.00000      | 313.433     | 7.4627      | 19.4036      | 7.4627      | 3                | 293.592         | enriched       |     |     |     |     |
| 9  | Cap'n Crunch                         | O                | 160.000       | 1.3333    | 2.66657      | 283.333     | 0.0000      | 16.0000      | 16.0000     | 2                | 46.667          | enriched       |     |     |     |     |
| 10 | Cheerios                             | G                | 83.000        | 4.8000    | 1.60000      | 232.000     | 1.6000      | 13.6000      | 0.8000      | 1                | 84.000          | enriched       |     |     |     |     |
| 11 | Cinnamon Toast Crunch                | G                | 160.000       | 1.3333    | 4.00000      | 280.000     | 0.0000      | 17.3333      | 12.0000     | 2                | 60.300          | enriched       |     |     |     |     |
| 12 | Clusters                             | G                | 220.000       | 6.0000    | 4.00000      | 280.000     | 4.0000      | 26.0000      | 14.0000     | 3                | 210.300         | enriched       |     |     |     |     |
| 13 | Cocoa Puffs                          | G                | 110.000       | 1.0000    | 1.00000      | 180.000     | 0.0000      | 12.0000      | 13.0000     | 2                | 55.000          | enriched       |     |     |     |     |
| 14 | Com Chex                             | R                | 110.000       | 2.0000    | 0.0000       | 280.000     | 0.0000      | 22.0000      | 3.0000      | 1                | 25.000          | enriched       |     |     |     |     |
| 15 | Com Flakes                           | K                | 100.000       | 2.0000    | 0.00000      | 290.000     | 1.0000      | 21.0000      | 2.0000      | 1                | 35.000          | enriched       |     |     |     |     |
| 16 | Com Pops                             | K                | 110.000       | 0.0000    | 0.00000      | 30.0000     | 1.0000      | 13.0000      | 12.0000     | 2                | 20.000          | enriched       |     |     |     |     |
| 17 | Count Chocula                        | G                | 110.000       | 1.0000    | 1.00000      | 180.000     | 0.0000      | 12.0000      | 13.0000     | 2                | 65.000          | enriched       |     |     |     |     |
| 18 | Creakin' Oat Bran                    | K                | 220.000       | 5.0000    | 6.00000      | 280.000     | 8.0000      | 20.0000      | 14.0000     | 3                | 320.000         | enriched       |     |     |     |     |
| 19 | Crispbk                              | K                | 110.000       | 2.0000    | 0.00000      | 220.000     | 1.0000      | 21.0000      | 3.0000      | 3                | 30.000          | enriched       |     |     |     |     |
| 20 | Crispy Wheat & Raisins               | G                | 133.333       | 2.6657    | 1.33333      | 186.667     | 2.6667      | 14.6657      | 13.3333     | 3                | 160.000         | enriched       |     |     |     |     |
| 21 | Double Chex                          | R                | 133.333       | 2.6657    | 0.00000      | 253.333     | 1.3333      | 24.0000      | 5.6657      | 3                | 105.557         | enriched       |     |     |     |     |
| 22 | Froot Loops                          | K                | 110.000       | 2.0000    | 1.00000      | 125.000     | 1.0000      | 11.0000      | 13.0000     | 2                | 30.000          | enriched       |     |     |     |     |
| 23 | Frosted Flakes                       | K                | 145.667       | 1.3333    | 0.00000      | 265.667     | 1.3333      | 18.5667      | 14.5667     | 1                | 33.333          | enriched       |     |     |     |     |
| 24 | Frosted Mini-Wheats                  | K                | 125.000       | 3.7500    | 0.00000      | 0.0000      | 3.7500      | 17.5000      | 0.7500      | 2                | 125.000         | enriched       |     |     |     |     |
| 25 | Fruit & Fiber Dates Walnuts and Oats | P                | 179.104       | 4.4776    | 2.98507      | 230.000     | 7.4627      | 17.9105      | 14.9254     | 3                | 298.507         | enriched       |     |     |     |     |
| 26 | Fruity Bran                          | K                | 179.104       | 4.4776    | 0.00000      | 358.209     | 7.4627      | 20.8955      | 17.9104     | 3                | 283.582         | enriched       |     |     |     |     |
| 27 | Fruity Pebbles                       | P                | 145.667       | 1.3333    | 1.33333      | 100.000     | 0.0000      | 17.0000      | 16.0000     | 2                | 31.333          | enriched       |     |     |     |     |

Figura 10.3 Ejemplos de matrices de datos en varios programas (continúa).

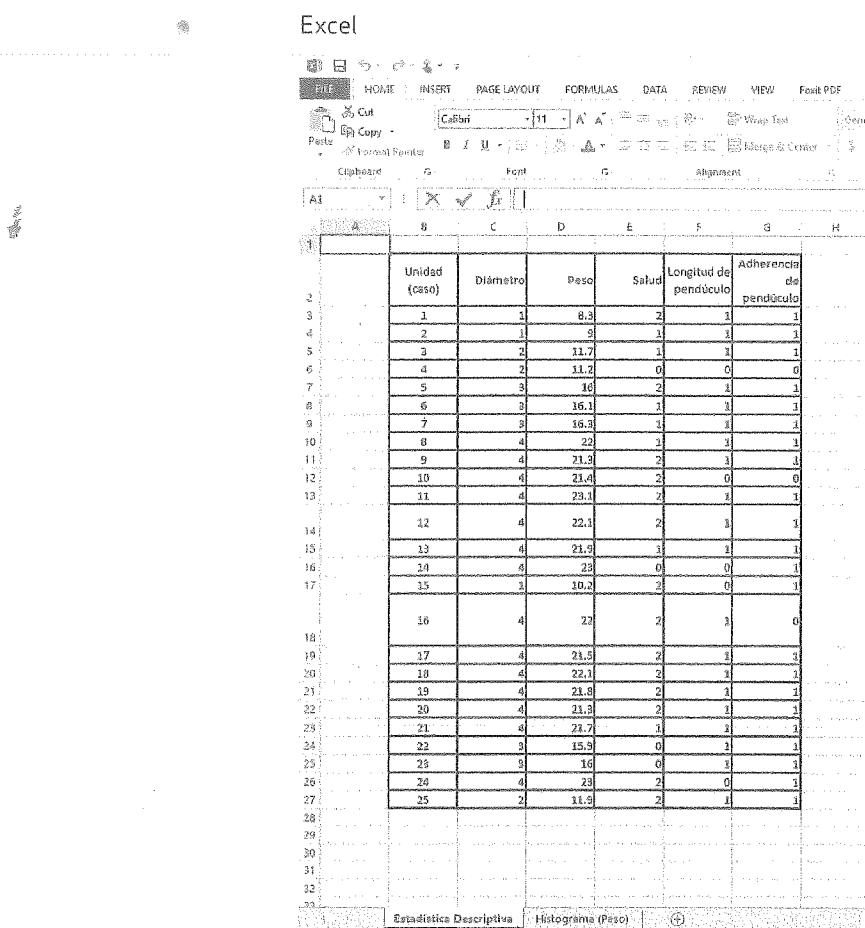


Figura 10.3 Ejemplos de matrices de datos en varios programas (continuación).



Ahora bien, ¿qué programa usar para nuestro análisis? Esta pregunta que se hacen muchos estudiantes tiene una respuesta común en la que coinciden diversos investigadores: para análisis descriptivos e inferenciales básicos, prácticamente cualquiera es excelente. Escoge el que haya en tu institución o el que conozcas, si ya has cursado alguna asignatura de estadística o equivalente. Para análisis más complejos (multivariados) pueden ser SPSS o Minitab (o algún otro propio para tu disciplina).

En la tabla 10.1 se da un resumen de SPSS, Minitab y Excel.

Tabla 10.1 Programas de análisis estadístico más generalizados.

| IBM SPSS®                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Minitab®                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Excel®                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SPSS® (Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales) de la empresa del mismo nombre, que es parte de IBM. Contiene dos partes que se denominan: 1) vista de variables (para indicar características de las variables y cómo se codifica cada categoría de estas, y consecuentemente, el significado de los datos), y 2) vista de los datos (matriz de datos). Puede realizar diferentes tipos de análisis descriptivos e inferenciales. | Minitab abre una sesión inicial de trabajo (que se define con nombre y fecha) y se despliega una matriz u hoja de trabajo (en la parte superior de la pantalla aparece la sesión y en la parte inferior se presenta la matriz). Se definen las variables (C [columnas]): nombre, formato (numérico, texto, fecha y hora), ancho (en dígitos), descripción y orden de los valores. Los renglones o filas son casos. Los análisis realizados aparecen en la sesión (parte o pantalla superior) y las gráficas se reproducen en recuadros. | Programa informático escrito y distribuido por Microsoft Office. Permite analizar, administrar y compartir información para la toma de decisiones inteligentes. Las herramientas de análisis y visualización permiten realizar un seguimiento y resaltar importantes tendencias de datos. Produce gráficas (de pastel, histogramas y otras) con resultados de diversas posibilidades y un diseño gráfico atractivo. |

## Revisión de la matriz

En todos los programas se abre la matriz creada por el investigador, la cual contiene los datos codificados que se recopilaron en el estudio, con la finalidad de verificar que no haya errores de captura (visualmente y con la instrucción respectiva para revisión de la matriz). Además, puede solicitarse la distribución de frecuencias de las variables (casos en las categorías) del estudio para ver si en alguna variable hay errores de codificación (o bien, de las columnas o indicadores, ítems o equivalentes). Por ejemplo, en SPSS, con la investigación de la fresa y su respectiva matriz, si al solicitar la distribución obtenemos un resultado no contemplado, como el siguiente (figura 10.4), se localiza el error y corrige.

| Adherencia del pedúnculo |    |            |            |                   |                      |
|--------------------------|----|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válido                   |    | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
| No                       | 3  | 12.0       | 12.0       | 12.0              | 12.0                 |
| Sí                       | 21 | 84.0       | 84.0       | 96.0              |                      |
| 44                       | 1  | 4.0        | 4.0        | 100.0             |                      |
| Total                    | 25 | 100.0      | 100.0      |                   |                      |

Observamos un dato incorrecto porque en la variable solamente hay dos categorías: "no" y "sí". El "44" no puede existir, es un error

Localizamos la casilla con este error:

|    |   |      |   |   |    |  |
|----|---|------|---|---|----|--|
| 23 | 3 | 16.0 | 0 | 1 | 1  |  |
| 24 | 4 | 23.0 | 2 | 0 | 1  |  |
| 25 | 2 | 11.9 | 2 | 1 | 44 |  |

Lo corregimos:

|    |   |      |   |   |   |  |
|----|---|------|---|---|---|--|
| 23 | 3 | 16.0 | 0 | 1 | 1 |  |
| 24 | 4 | 23.0 | 2 | 0 | 1 |  |
| 25 | 2 | 11.9 | 2 | 1 | 1 |  |

Figura 10.4 Ejemplo de error en la matriz al revisar la distribución de frecuencias de la respectiva variable.

## Exploración de los datos

Después de depurar los errores en la matriz, comenzamos a efectuar los análisis estadísticos básicos, los cuales dependen fundamentalmente de dos factores:

1. El nivel de medición de las variables.
2. Las hipótesis formuladas.

En el capítulo anterior, al hablar de la recolección de los datos, se dijo que los niveles de medición son cuatro: 1) nominal, 2) ordinal, 3) de intervalos y 4) de razón. Para fines de análisis, estos dos últimos son iguales.

## Análisis descriptivo de los datos por variable



Lo primero en la exploración de los datos es el análisis descriptivo de cada variable de la investigación. Esto implica el conteo de casos que se presentaron en las categorías de las variables con el propósito de conocer tendencias. No se muestran resultados de columnas de la matriz, a menos que representen variables unidimensionales medidas de interés para el estudio. Tal es el caso de una escala Likert, compuesta por varias frases (ítems) y las respuestas de la muestra. No se exponen los resultados de cada frase o columna, sino los de toda la escala (el conjunto de ítems que integran la actitud medida, ya sea sumando valores o promediándolos). En la figura 10.2 (matriz de datos para el análisis del ejemplo del cuestionario para compañeros de clase), con la escala de la actitud hacia el profesor de estadística que tenía tres reactivos o frases (Actitud 1, Actitud 2 y Actitud 3), se analiza descriptivamente la actitud general y este es el resultado que se incluye en el reporte (no Actitud 1 sola, ni las otras dos por separado).

$$\text{Actitud 1} + \text{Actitud 2} + \text{Actitud 3} = \text{Actitud total}$$

$$\frac{\text{Actitud 1} + \text{Actitud 2} + \text{Actitud 3}}{3} = \text{Actitud total}$$

En el ejemplo se creó en la última columna una variable que considera promedios (se le denominó “actitud general”, es decir, el segundo caso de arriba, y es la variable que se analiza descriptivamente. Esta columna es una variable multidimensional o compuesta).

El conteo se hace por medio de la *distribución de frecuencias*, la cual constituye un conjunto de puntuaciones ordenadas en sus respectivas categorías; generalmente, se presenta como una tabla. A continuación veamos varios ejemplos.

### EJEMPLOS

#### Pareja ideal

Imaginemos que en la investigación sobre la pareja ideal se le pregunta a una muestra de los jóvenes estudiantes si tienen o no pareja. Con 242 casos tenemos los siguientes resultados.

● Tabla 10.2. Estatus actual respecto de la pareja.

| Categorías         | Códigos | Frecuencias absolutas | Frecuencias relativas (porcentajes) |
|--------------------|---------|-----------------------|-------------------------------------|
| Sí tienen pareja   | 1       | 53                    | 21.9                                |
| No tienen pareja   | 2       | 162                   | 66.9                                |
| No sabrían definir | 3       | 26                    | 10.7                                |
| No respondieron    | 9       | 1                     | 0.4                                 |
| Total              |         | 242                   | 100.0                               |

De la tabla se desprende que poco más de la quinta parte tiene pareja; prácticamente 67% no tiene. Uno de cada 10 no sabe definir (es posible que se encuentren en una relación, sin llegar a considerar a la otra persona como pareja, sino tal vez simplemente amigo o amiga). Para saberlo, hubiera ayudado una pregunta como la siguiente: “¿Por qué dices que no sabes definir?” Se trata de una variable nominal, aunque algunos la denominarían “cuantitativa”.

## Fresas

En el ejemplo de las fresas con la variable diámetro (rangos agrupados en intervalos) tenemos la siguiente distribución de frecuencias para esta variable ordinal (sería de razón si tuviéramos los datos en milímetros).

• **Tabla 10.3** Distribución de frecuencias con el diámetro de la fresa (como lo proporciona SPSS)

| Diámetro de las fresas |               |            |                   |                      |       |
|------------------------|---------------|------------|-------------------|----------------------|-------|
|                        | Frecuencia    | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |       |
| Válido                 | 25 mm o menos | 3          | 12.0              | 12.0                 | 12.0  |
|                        | 26-29 mm      | 3          | 12.0              | 12.0                 | 24.0  |
|                        | 30-33 mm      | 5          | 20.0              | 20.0                 | 44.0  |
|                        | 34 mm o más   | 14         | 56.0              | 56.0                 | 100.0 |
|                        | Total         | 25         | 100.0             | 100.0                |       |

Más de la mitad de las fresas analizadas posee un diámetro de 34 mm o más. Si fuéramos agricultores, administráramos un negocio de exportación de fresas o como ingenieros bioquímicos quisiéramos mejorar la calidad del producto mediante ingeniería genética, este dato nos dice mucho.

Si tuviéramos un experimento y en el grupo al que se aplica el tratamiento (supongamos, un procedimiento genético o un nuevo abono orgánico) obtuviéramos los resultados anteriores (tabla 10.3) y en el otro grupo (de control, sin intervención genética o con abono tradicional) los siguientes resultados de la hoja de cálculo (en Excel), empezaríamos a concluir que el tratamiento experimental funciona, porque produce fresas con mayor diámetro. Pero debemos seguir analizando.

- Como se observa en los ejemplos, las tablas de distribuciones de frecuencias tienen diversos componentes (columnas): las categorías de la variable, los códigos de las categorías (en algunos programas o versiones), las frecuencias absolutas (número de casos en cada categoría), las frecuencias relativas (porcentaje que representa el número de casos de cada categoría respecto al total) y frecuencias relativas acumuladas (porcentaje de lo que se va acumulando en cada categoría, desde la primera hasta la última).

En ocasiones, el investigador tiene su variable medida en intervalos o razón y la dispersión de sus datos es muy grande, por lo que quiere reducir el número de categorías o trabajar con menos intervalos. Por ejemplo, supongamos que en una fábrica que elabora pantalones de mezclilla uno de los operadores utilizando cierta máquina produce por turno diario (durante 39 días) las siguientes piezas: 250, 265, 280, 222, 211, 250, 251, 260, 277, 289, 258, 300, 245, 211, 209, 223, 303, 296, 243, 268, 266, 278, 301, 315, 278, 245, 233, 244, 215, 290, 282, 300, 315, 317, 325, 310, 333, 335, 320. Si hicieramos la distribución de frecuencias, nos darían demasiadas categorías. Sería mejor agruparlas en rangos. Por ejemplo, cada 20: 200-219, 220-239, 240-259, 260-279, 280-299, 300-319, 320-339. Así tendríamos una distribución de frecuencias más manejable.

| Producción de unidades por turno |            |            |                   |                      |       |
|----------------------------------|------------|------------|-------------------|----------------------|-------|
|                                  | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |       |
| Válido                           | 200-219    | 4          | 10.3              | 10.3                 | 10.3  |
|                                  | 220-239    | 3          | 7.7               | 7.7                  | 17.9  |
|                                  | 240-259    | 8          | 20.5              | 20.5                 | 38.5  |
|                                  | 260-279    | 7          | 17.9              | 17.9                 | 56.4  |
|                                  | 280-299    | 5          | 12.8              | 12.8                 | 69.2  |
|                                  | 300-319    | 8          | 20.5              | 20.5                 | 89.7  |
|                                  | 320-339    | 4          | 10.3              | 10.3                 | 100.0 |
| Total                            |            | 39         | 100.0             | 100.0                |       |

Algunos profesores piden hacer esta agrupación manualmente o utilizando los puntos medios de cada intervalo. Cualquier programa de análisis estadístico lo hace con unas cuantas instrucciones.

A los valores no registrados por alguna razón se les denomina “perdidos” (por ejemplo, quienes no contestan una pregunta en un cuestionario o escala, quienes marcan dos opciones cuando solamente podían una y no se sabe cuál es su respuesta exacta, cuando el aparato no registra el valor de una unidad). Tales valores se incluyen en la columna de porcentajes y son excluidos del análisis de la columna de porcentajes válidos, aunque en algunos programas pueden sustituirse por la media o un pronóstico sobre la base del resto de los datos.

Normalmente, no debe tolerarse más de 10% de valores perdidos, pero cada caso requiere un análisis profundo. Todo depende del planteamiento o fenómeno medido. Muchas

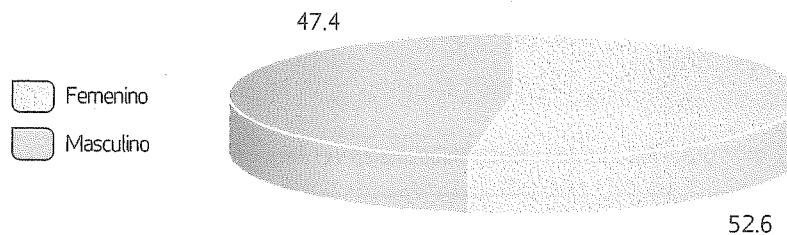
veces, cuando se presenta una gran cantidad de estos valores es por deficiencias en el instrumento de medición.

Las distribuciones de frecuencias, particularmente cuando utilizamos los porcentajes, pueden presentarse en forma de histogramas o gráficas de otro tipo (por ejemplo: de pastel). Las tablas o distribuciones de frecuencias y las gráficas se comentan o interpretan. A continuación se muestran algunos ejemplos.

## EJEMPLOS

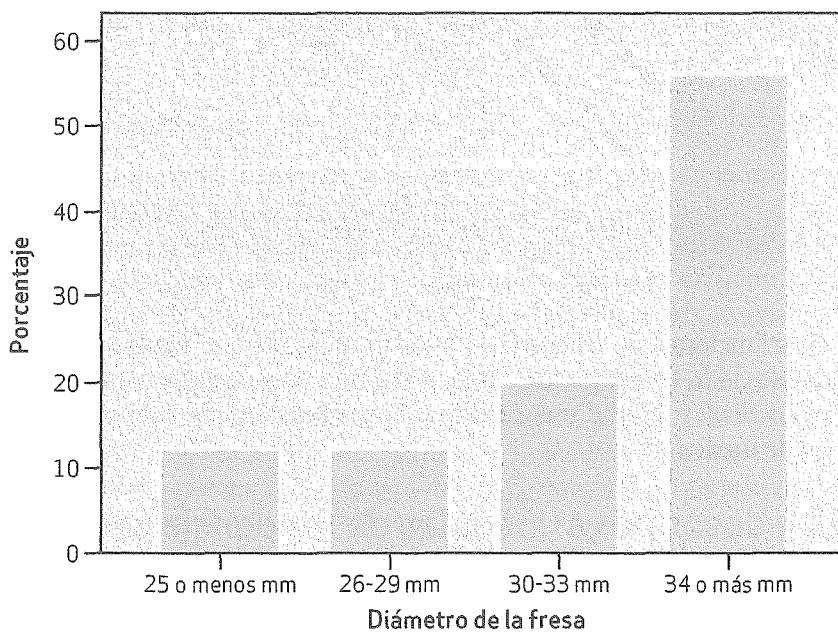
### Gráfica de pastel

En un estudio sobre las causas del ausentismo en una planta industrial, se presentaron distintas estadísticas demográficas, entre estas, el género.

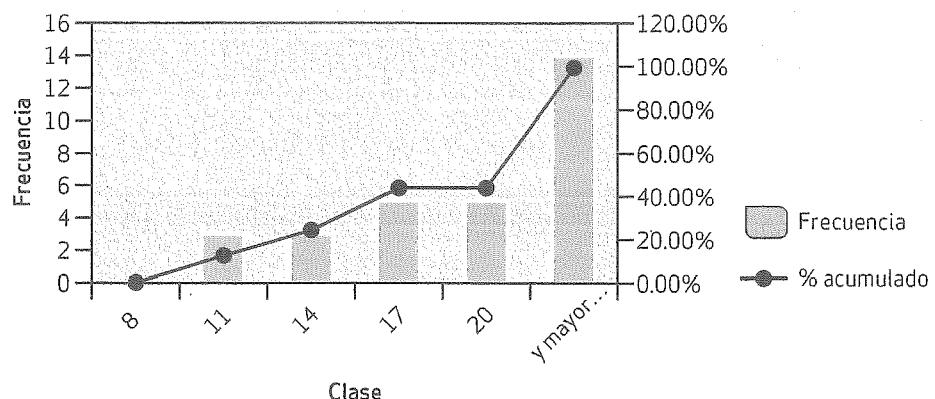


### Histograma

Estudio de las fresas: diámetro

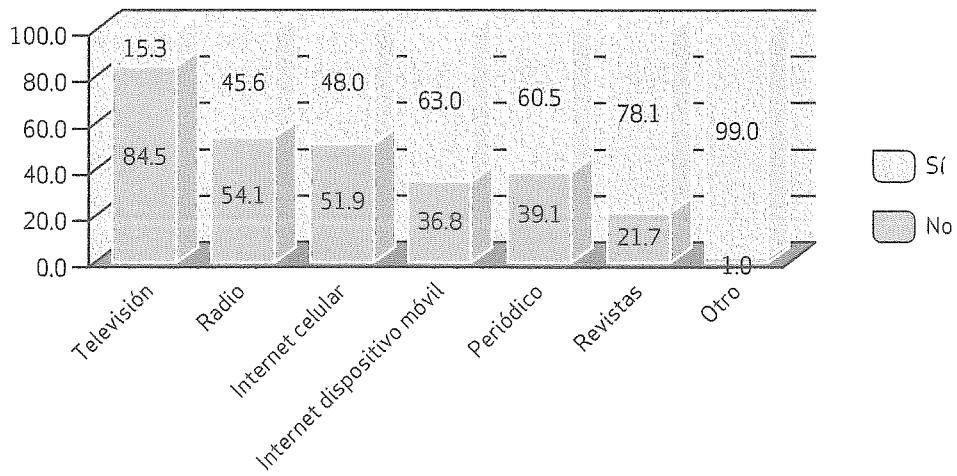


### Peso de la fresa (por sus puntos medios en intervalos)



### Investigación sobre el uso de medios en un estado o provincia de México (mediante cuestionario)

¿Qué medios de comunicación sueles ver, leer o escuchar?



Con las distribuciones de frecuencias y las gráficas, lo que hacemos es visualizar los datos por variable de la investigación. Tales distribuciones se utilizan con variables unidimensionales (sencillas) o multidimensionales (varios indicadores, ítems o equivalentes) de cualquier nivel de medición.

### Estadística descriptiva: medidas de tendencia central y variabilidad

Para realizar el análisis descriptivo de los datos por variable, además de la distribución de frecuencias es necesario determinar las medidas de tendencia central y de variabilidad o dispersión.



## Medidas de tendencia central

Las medidas de tendencia central son los valores medios de la distribución de frecuencias. Son útiles para ubicar los resultados de la muestra en la escala de medición de la variable en cuestión. Las medidas de tendencia central principales son tres: moda, mediana y media. El nivel de medición de la variable establece cuáles son apropiadas para interpretar.

La *moda* es la categoría, puntuación o intervalo (o punto medio) que ocurre con mayor frecuencia. En el ejemplo del estatus actual respecto a la pareja era “2”, o no tienen pareja. En el caso del diámetro de la fresa era “34 mm o más” (con 14). Se utiliza con todos los niveles de medición.

La *mediana* es el valor que divide a la distribución o escala presentada por la mitad (o en dos). Esto es, 50% de los casos caen por debajo de la mediana y el otro 50% por encima. La mediana refleja la posición intermedia de la distribución de frecuencias. Por ejemplo, si en tu salón la mediana de edad es de 20 años, esto significa que la mitad sobrepasa esta edad y el otro medio es más joven. La mediana mundial es de 28.4 años (Central Intelligence Agency, 2013). Constituye una medida de tendencia central propia de los niveles de medición ordinal, por intervalos y de razón. No tiene sentido con variables nominales, porque en este nivel no hay jerarquías ni noción de “encima o debajo”.

La *media* es la medida de tendencia central más utilizada y puede definirse como el promedio aritmético de una distribución. Se simboliza como  $\bar{X}$  y es la suma de todos los valores dividida entre el número de casos. Es una medida que únicamente se aplica a mediciones por intervalos o de razón, pues carece de sentido para variables medidas en un nivel nominal u ordinal. Es sensible a los valores extremos. Por ejemplo, hasta 2015 el mejor promedio goleador de Lionel Messi al final de una temporada ha sido en la 2011-2012, en la que terminó con 1.23 goles por partido. Por su parte, el promedio más alto de Cristiano Ronaldo ha sido de 1.10 goles por partido en la temporada 2014-2015 (Acosta, 2016).

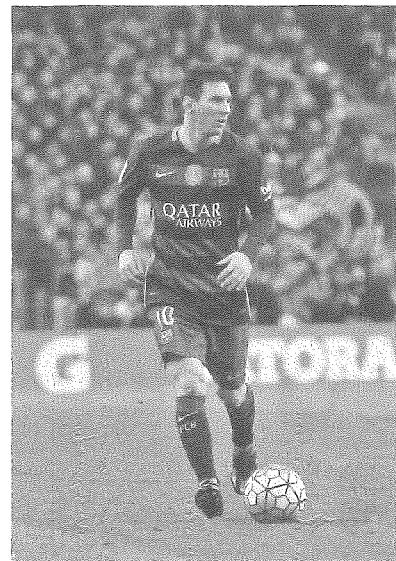
Estos valores son altos o bajos dependiendo de la distribución. Por ejemplo, un promedio de calificación de 5 en una materia es bajo si la escala va de 0 a 10, pero no si esta oscila entre 0 y 5.

## Medidas de variabilidad

Las medidas de la variabilidad indican la dispersión de los datos en la escala de medición y responden a la pregunta sobre dónde están diseminadas las puntuaciones obtenidas. Las medidas de tendencia central son valores en una distribución y las medidas de la variabilidad son intervalos que designan distancias o un número de unidades en la escala de medición utilizada. Las medidas de la variabilidad más socorridas son rango, desviación estándar y varianza.

El *rango*, también denominado “recorrido”, es la diferencia entre la puntuación superior y la puntuación inferior, e indica el número de unidades en la escala de medición que se necesitan para incluir los valores máximo y mínimo. Por ejemplo, si en una muestra la persona mayor tiene 30 años y la menor 17, el rango será 13. Cuanto más grande sea el rango, mayor será la dispersión de los datos de una distribución.

La *desviación estándar* o típica es el promedio de desviación de las puntuaciones con respecto a la media. Esta medida se expresa en las unidades originales de medición de la distribución. Se interpreta con relación a la media. Cuanto mayor sea la dispersión de los datos alrededor de la media, mayor será la desviación estándar. Se simboliza con  $s$  o la sigma minúscula  $\sigma$ .



● El mejor promedio goleador de Lionel Messi al final de una temporada ha sido en la de 2011-2012, en la que terminó con 1.23 goles por partido.

- La desviación estándar se interpreta como cuánto se desvía de la media, en promedio, un conjunto de puntuaciones.

Supongamos que un investigador obtuvo para su muestra una media (promedio) de ingreso familiar mensual de 9 000 pesos y una desviación estándar de 1 000. La interpretación es que los ingresos familiares de la muestra se desvían, en promedio, mil unidades monetarias respecto a la media.

La desviación típica solo se utiliza en variables medidas por intervalos o de razón.

La *varianza* es la desviación estándar elevada al cuadrado y se simboliza  $s^2$ . Es un concepto estadístico muy importante, que fundamenta muchas pruebas cuantitativas. Diversos métodos estadísticos parten de la descomposición de la varianza. Sin embargo, con fines descriptivos se utiliza preferentemente la desviación estándar.



## ¿Cuál es la utilidad de interpretar las medidas de tendencia central y de variabilidad?



Las medidas de tendencia central y de variabilidad revelan el comportamiento de las variables de la investigación. De hecho, todos los seres humanos las utilizamos cotidianamente para saber con mayor exactitud cómo es nuestro entorno. Imagínate a un entrenador de fútbol que va a dirigir a un equipo en una final, lo importante que le resulta saber el promedio y clases de goles por partido que anota el equipo contrario (y por jugador), el tipo

y la frecuencia de errores que comete cada rival, la velocidad máxima y mínima (en campo abierto, de pique, etc.) que pueden alcanzar los jugadores contendientes y otros datos. Es información básica para planear su estrategia y todo el juego. Asimismo, a un gerente de producción le sirve conocer el tipo (categorías) y promedio de los errores cometidos en la planta (por turno, máquina, operario; al día, al mes, al año), así como los rechazos de productos y sus causas, la media y mediana de ausentismo, etcétera.

Al describir cada variable interpretamos las medidas de tendencia central y de la variabilidad en conjunto, no aisladamente, y dependiendo del nivel de medición de cada variable unidimensional o multidimensional.

En variables nominales, básicamente se interpretan las frecuencias absolutas y relativas en cada categoría y la moda; en variables ordinales, todas las clases de frecuencias en cada categoría, así como la moda y la mediana. En variables de



• A un gerente de producción le sirve conocer el tipo y promedio de los errores cometidos en la planta, así como los rechazos de productos y sus causas, la media y mediana de ausentismo.

intervalos o razón se utilizan todas las columnas de la tabla o distribución de frecuencias y las estadísticas completas (siendo la media, el rango y la desviación estándar de gran valor).

Imaginemos en el ejemplo de los pantalones que calculamos los siguientes valores (tabla 10.4).

● **Tabla 10.4** Estadísticos descriptivos del ejemplo de producción de pantalones de mezclilla.

|                                  | Estadísticos descriptivos |       |        |        |       |        |                     |           |
|----------------------------------|---------------------------|-------|--------|--------|-------|--------|---------------------|-----------|
|                                  | N                         | Rango | Mínimo | Máximo | Suma  | Media  | Desviación estándar | Varianza  |
| Producción de unidades por turno | 39                        | 126   | 209    | 335    | 10613 | 272.13 | 36.564              | 1 336.957 |
| N válido (por lista)             | 39                        |       |        |        |       |        |                     |           |

¿Qué podríamos decir? ¿El promedio es alto o bajo? Todo depende de la escala potencial y la norma (lo que puede producir una máquina de este tipo y un operador modelo). Si suponemos que la norma es de 300 unidades diarias, el promedio durante los 39 días medidos es más bien bajo (272.13). La desviación típica es de 36.5 y el rango de 126, quiere decir que hay variaciones constantes. ¿Cómo es posible que en unos días la productividad esté entre 200 y 219 (si recordamos la respectiva distribución de frecuencias) y otros en el rango de 320-339? Definitivamente, hay un problema de confiabilidad en la producción de ese operador con esta máquina. En cambio, si la norma indica 200, el promedio resulta alto y otro es el panorama.

En escalas de tipo Likert, para interpretar los resultados lo primero que hacemos es tomar en cuenta el rango potencial de la escala (puntuación mayor y puntuación menor posible). Supongamos que aplicamos una escala para medir la "actitud hacia el supervisor de producción" de un turno en una fábrica (digamos que la escala tuviera cuatro frases o ítems y se promediaran sus valores). El rango potencial es de uno a cinco (figura 10.5).

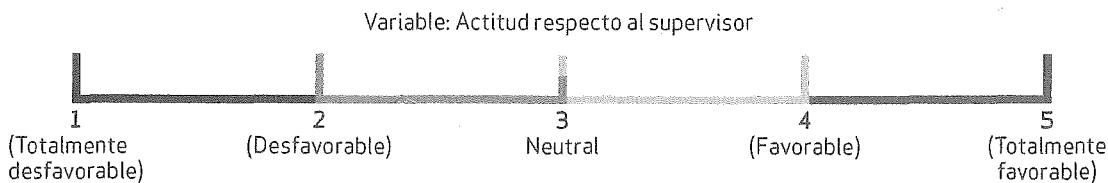


Figura 10.5 Ejemplo de escala con rango potencial.

Si obtuviéramos los siguientes resultados:

$$\text{Moda} = 4.0 \quad \text{Mediana} = 4.0 \quad \text{Media}(\bar{X}) = 4.2$$

$$\text{Desviación estándar} = 0.7$$

$$\text{Puntuación más alta (máximo)} = 5.0$$

$$\text{Puntuación más baja (mínimo)} = 2.0$$

$$\text{Rango real: } 3$$

Podríamos hacer la siguiente interpretación descriptiva: la actitud hacia el supervisor es favorable. La categoría que más se repitió (moda) fue 4 (favorable). Cincuenta por ciento de los individuos está por encima del valor 4 y el restante 50% por debajo (mediana). En promedio, los participantes se ubican en 4.2 (favorable). Asimismo, se desvían de este último valor, en promedio, 0.7 unidades de la escala. Ninguna persona calificó al supervisor de manera totalmente desfavorable (no hay "1"). Las puntuaciones tienden a ubicarse en valores más bien elevados.

En cambio, si los resultados fueran:

Variable: actitud respecto al supervisor

$$\text{Moda} = 1.0 \quad \text{Mediana} = 1.4 \quad \text{Media}(\bar{X}) = 1.3$$

$$\text{Desviación estándar} = 0.4 \quad \text{Máximo} = 3.0 \quad \text{Mínimo} = 1.0 \quad \text{Rango: } 2.0$$

La interpretación es que la actitud hacia el supervisor es muy desfavorable. Y si hay conflictos en el turno, ya podemos tener una idea de por qué.

Desde luego, para quien considera a las escalas de actitudes como ordinales o cualitativas, la mediana es la estadística interpretada.

## Analizar mediante pruebas estadísticas las hipótesis planteadas (análisis estadístico inferencial)

Cuando el planteamiento del problema y el estudio cuantitativo tienen un alcance final exploratorio o descriptivo, aquí concluyen los análisis. Pero, si se establecieron hipótesis o los



objetivos y las preguntas de investigación pretenden vincular variables, es necesario efectuar un análisis estadístico inferencial.

La estadística inferencial tiene dos propósitos esenciales: 1) probar hipótesis y 2) estimar parámetros. Por cuestiones de espacio, los fines introductorios de la obra y los temarios, explicaremos brevemente y de manera simplificada ambas finalidades.<sup>1</sup>

Si pretendemos generalizar los resultados de nuestra muestra a la población debemos tener una muestra probabilística. Asimismo, al determinar su tamaño, recordemos que elegimos un nivel de confianza (regularmente hay dos: 0.05 y 0.01). Dependiendo de tal nivel, podemos hacer generalizaciones de la muestra al universo con un 95% o 99% de confianza (la probabilidad de que nuestros valores —desde una media hasta el resultado de una prueba estadística— obtenidos en la muestra sean estimaciones certeras de los valores de la población). Además, los resultados de toda prueba o método estadístico van acompañados del nivel de significancia, que indica el grado en que pueden generalizarse (una vez más, porcentaje a favor de un pronóstico o estimación correcta, por así decirlo).

Veamos este concepto del nivel de confianza y significancia con un ejemplo coloquial. Imagina que en una rifa de un premio (digamos, un viaje al próximo mundial de fútbol) hay 100 boletos. Si compras 95 tienes grandes probabilidades de sacar el premio (95% de probabilidades, .05 en “términos de significancia”), pero si adquieres 99 boletos, tus probabilidades de irte al mundial son mayores (99% o .01). Casi seguro. Desde luego, nunca se tiene la certeza total en una estimación, sino que son grados de probabilidad. Las estimaciones de tamaño de muestra y los resultados de las pruebas estadísticas exigen que tus valores sean tales que tengas como mínimo 95% a tu favor para que puedas generalizar a la población o probar tu hipótesis.

A veces el nivel de significancia o significación puede ser todavía más riguroso, por ejemplo, 0.001, 0.00001, 0.00000001 (Liao, 2003), pero al menos debe ser de 0.05. No se acepta un nivel de 0.06 (94% a favor de la generalización confiable), porque se busca hacer ciencia lo más exacta posible. Cuando leas en un reporte de investigación (como un artículo científico) que un resultado fue significativo al nivel del 0.05 ( $p < 0.05$ ), entenderás que indica que hay 5% de posibilidad máxima de error al aceptar la hipótesis, correlación o valor obtenido al aplicar una prueba estadística, o 5% de riesgo de que se rechace una hipótesis nula cuando era verdadera. Si la significancia es 0.0001, implica que hay certidumbre de 99.99 por ciento.

Hay dos tipos de análisis que pueden realizarse para probar hipótesis: análisis paramétricos para variables de intervalos y razón y análisis no paramétricos para variables nominales y ordinales.<sup>2</sup> Sin embargo, veremos las pruebas por el tipo de hipótesis o propósito planteado.

## Comparación de grupos o conjuntos de puntuaciones

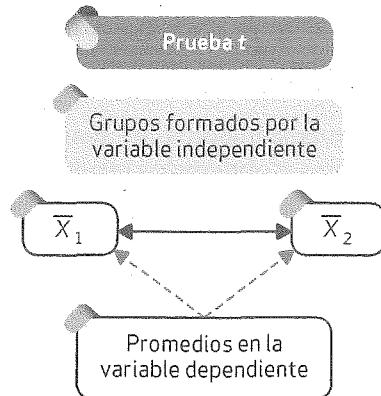
### Prueba t

Cuando pretendemos contrastar dos grupos por sus medias o promedios utilizamos la prueba  $t$  de Student. Por ejemplo, comparar la productividad entre dos plantas maquiladoras por sus promedios diarios de artículos fabricados en un periodo (digamos, un mes o un trimestre), el nivel en que dos medicamentos reducen la presión arterial de los pacientes (en promedio) o el grado en que dos pesticidas afectan el grado de contaminación del agua

<sup>1</sup> Las explicaciones se han simplificado haciendo analogías que a algunos expertos pueden parecerles superficiales. Por cuestiones de espacio omitimos temas como la distribución muestral, el teorema central del límite, la curva normal, algoritmos y teoría de probabilidad. Las comillas utilizadas en varios términos no son para resaltar, sino con la finalidad de contextualizar.

<sup>2</sup> Una vez más, por tratarse de un libro introductorio, se omiten las explicaciones sobre los criterios de que en la estadística paramétrica la distribución poblacional de la variable dependiente debe ser normal y cuando se contrastan poblaciones las varianzas deben ser homogéneas.

(tomando muestras y obteniendo la media en cada caso). Se utiliza en experimentos (entre preprueba y posprueba o dos pospruebas). Esto se esquematizaría de la siguiente manera:



**Definición:** es una prueba estadística para evaluar si dos grupos difieren entre sí de manera significativa respecto a sus medias en una variable. Se simboliza:  $t$ .

**Hipótesis de diferencia entre dos grupos.** La hipótesis de investigación propone que dos grupos difieren entre sí de manera significativa y la hipótesis nula plantea que los grupos no difieren significativamente.

**Variables:** la comparación se realiza sobre una variable (regularmente y de manera teórica: dependiente). Si hay diferentes variables, se efectuarán varias pruebas  $t$  (una por cada variable), y la razón que motiva la creación de los grupos puede ser conceptualizada como una variable independiente. La prueba no es propiamente de causalidad, sino que el investigador, con base en su planteamiento y revisión de la literatura, a una la considera independiente y a la otra dependiente.

Por ejemplo, un experimento con dos grupos, en el que a uno se le aplica el estímulo experimental y al otro no, es de control.

**Nivel de medición de la variable supuestamente independiente:** cualquiera, pero reducida a dos categorías (individuos productivos-individuos no productivos, género, dos productos que compiten entre sí).

**Nivel de medición de la variable de comparación (dependiente):** intervalos o razón.

**Cálculo e interpretación:** el valor  $t$  es calculado por el programa estadístico.

## EJEMPLO

Imaginemos que un bioquímico y un investigador médico quieren saber cuál de dos medicamentos reduce en mayor medida la presión arterial en pacientes hipertensos: un betabloqueador (el cual facilita que el corazón palpite a una tasa más lenta y con menos fuerza) o un bloqueador de los receptores de angiotensina II (BRA) para relajar los vasos sanguíneos y reducir la presión arterial.

En una muestra de 45 pacientes, a 21 les administra durante determi-



- Un investigador médico y un bioquímico quieren saber cuál de dos medicamentos reduce en mayor medida la presión arterial en pacientes hipertensos.

nado periodo un betabloqueador y a 24 el bloqueador BRA. Mide el nivel de presión arterial sistólica (llamada comúnmente "alta") antes de suministrar los medicamentos y después del periodo, y registra el dato de disminución en cada caso. La hipótesis puede ser: "Habrá diferencia entre los dos medicamentos en cuanto a la reducción de la presión arterial".

Para saber cuál de los dos medicamentos fue más eficaz, el investigador aplica el análisis de prueba  $t$  en su programa y obtiene los resultados de la tabla 10.5 (son dos).

● Tabla 10.5 Resultados de la prueba  $t$ .

| Estadísticas de grupo                 |                               |    |       |                     |                         |
|---------------------------------------|-------------------------------|----|-------|---------------------|-------------------------|
|                                       | Tipo de medicamento prescrito | N  | Media | Desviación estándar | Media de error estándar |
| Reducción de la presión arterial (mm) | Betabloqueador                | 21 | 13.29 | 4.361               | .952                    |
|                                       | Bloqueador BRA                | 24 | 8.83  | 3.583               | .731                    |

Vemos que hay diferencia entre las medias = 4.46.  
 ¿Será significativa?

Entonces, revisamos los resultados de  $t$ . Hay varios, pero nos concentraremos en la diferencia expresada por el valor  $t$  y la significancia (resultados en la siguiente tabla).

| Prueba de muestras independientes     | Prueba de Levene de calidad de varianzas |      | Prueba $t$ para la igualdad de medias |       |                  |                      |                              |          |          | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |  |
|---------------------------------------|------------------------------------------|------|---------------------------------------|-------|------------------|----------------------|------------------------------|----------|----------|------------------------------------------------|--|
|                                       | F                                        | Sig. | t                                     | gl    | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | Inferior | Superior |                                                |  |
| Reducción de la presión arterial (mm) | Se asumen varianzas iguales              | .334 | .566                                  | 3.759 | 43               | .001                 | 4.452                        | 1.184    | 2.064    | 6.841                                          |  |
|                                       | No se asumen varianzas iguales           |      |                                       | 3.710 | 38.830           | .001                 | 4.452                        | 1.200    | 2.024    | 6.880                                          |  |

El valor  $t$  es significativo (Sig.) al nivel del .001. Nosotros buscábamos que fuera al 0.05 o más bajo (el nivel de significancia), al 0.01 (porque recuerda que es lo que "juega en contra"); pero resulta que todavía es mucho más riguroso (.001 < .01), aún más significativo (menor riesgo, más de 99% de apoyo, 99.9%). La diferencia entre las medias es real, a favor del medicamento betabloqueador (media de 13.29). Cuando la significancia es 0000 quiere decir en términos coloquiales que es "supersignificativo".

Se acepta o prueba la hipótesis de la diferencia de medias en esta muestra de sujetos.

Algunos estudiantes se confunden porque creen que cuanto más alto es el valor de significancia, mejor; pero resulta todo lo contrario. Como representa un nivel de riesgo, cuanto más bajo sea, mayor certeza de la diferencia, y ello ocurre conforme el valor  $t$  se incrementa, tomando en cuenta los grados de libertad.

Esta lógica priva en todos los resultados de pruebas estadísticas.

Los resultados entre los programas pueden variar un poco, pero la información básica para interpretar es similar. En el ejemplo anterior se usó SPSS 22.

En Minitab se utiliza el análisis de varianza (F), que puede ser para dos o más grupos. Veamos los mismos resultados del ejemplo en la figura 10.6, únicamente en el valor F equivalente al  $t$ .

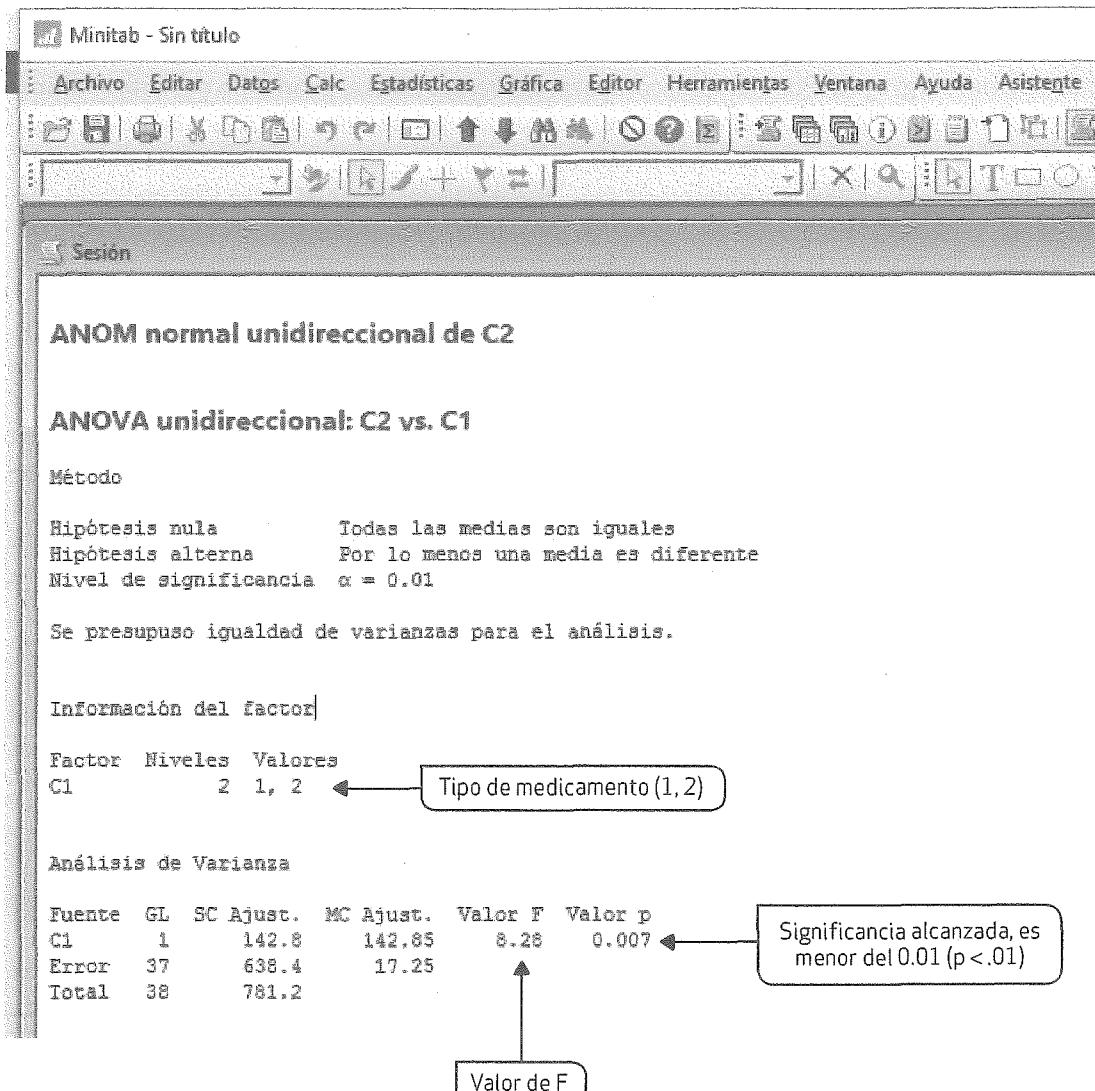


Figura 10.6 Resultados de diferencia de dos medias en Minitab 17.

Recuerda que los grupos o conjuntos pueden ser la velocidad de una reacción química en dos procesos, la pérdida de suelo en dos parcelas, la actitud hacia el director de la empresa en dos departamentos, siempre y cuando se comparan promedios o medias.

En la prueba  $t$ , los programas solicitan que se especifique si las muestras o grupos son independientes (desapareados) o relacionados (apareados). La diferencia es que cuando se definen como independientes, implica que son casos que provienen de distintas poblaciones; que fueron seleccionados, valga la redundancia, de manera independiente (por ejemplo, dos grupos diferentes de personas en un experimento, uno el experimental y el otro de con-

tral). En cambio, cuando son relacionados quiere decir que provienen de la misma población (como sería el caso de que los mismos sujetos sean el grupo experimental y el de control, o que sean medidos en la prueba y la posprueba y el método estadístico  $t$  contrasta estas dos medias).



### Análisis de varianza unidireccional o de un factor (ANOVA)

En el caso de que el planteamiento del problema implique comparar las medias o varianzas de más de dos grupos (tres, cuatro o  $k$ ), se elige el análisis de varianza unidireccional (ANOVA). En realidad contrasta distribuciones como la prueba  $t$ , solamente que son más conjuntos de puntuaciones o grupos. Por ejemplo, comparar las ventas diarias promedio durante el último mes de cinco tiendas, la longitud promedio de piezas producidas por tres máquinas (digamos, varillas para la construcción), la satisfacción de los clientes de cuatro hoteles durante un periodo vacacional (entre promedios de escalas Likert), las calificaciones promedio de cuatro grupos de alumnos en una materia y otros. Si deseamos comparar simultáneamente las medias de dos grupos de un experimento antes y después, aplicamos el análisis de varianza (tenemos cuatro promedios, los de las prepruebas y los de las pospruebas).

*Definición:* es una prueba estadística para analizar si más de dos grupos difieren significativamente entre sí en cuanto a sus medias y varianzas. Aunque también con dos grupos se puede utilizar, como lo vimos anteriormente con el ejemplo en Minitab.

*Hipótesis:* de diferencia entre más de dos grupos. La hipótesis de investigación propone que los grupos difieren significativamente entre sí y la hipótesis nula que los grupos no difieren significativamente.

*Variables:* una variable definida como independiente, denominada factor (que origina la segmentación) y la otra como dependiente. Aquí también, esta causalidad es asumida por el investigador.

*Nivel de medición de las variables:* la variable independiente es categórica y la dependiente es por intervalos o razón.

El hecho de que la variable independiente sea categórica significa que es posible formar grupos diferentes (como ocurría con la prueba  $t$ ). Puede ser una variable nominal, ordinal, por intervalos o de razón (pero en estos últimos dos casos la variable debe reducirse a categorías).

A continuación se dan algunos ejemplos:

- Nivel socioeconómico (muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo) (contrastarse su tiempo de uso de redes sociales en internet).
- Antigüedad del empleado en la empresa (de cero a un año, más de un año a cinco años, más de cinco años a 10, más de 10 años a 20 y más de 20 años) (cotejarse su productividad).
- Estadio del cáncer de próstata (I, II, III y IV) (comparar su grado de depresión).
- Obesidad / peso: peso insuficiente, normopeso, sobrepeso, obesidad en grados (I, II, III y IV —extrema—) (cotejar sus niveles de glucosa y presión arterial). Serían dos análisis de varianza, uno por variable dependiente.
- Giro de la empresa: comercial, industrial y de servicios (comparar su grado de apalancamiento).
- Tipo de concreto premezclado (estándar, de fraguado rápido, reforzado con fibras, auto-compactante, poroso, antibacteriano, etc.) (contrastar su resistencia).

*Interpretación:* el análisis de varianza unidireccional produce un valor conocido como  $F$  o razón  $F$ , que compara las variaciones en las puntuaciones debidas a dos diferentes fuentes: variaciones entre los grupos que se cotejan y variaciones dentro de los grupos. Si el valor  $F$  es significativo, implica que los grupos difieren entre sí en sus promedios, y consecuentemente, se acepta la hipótesis de investigación y se rechaza la nula.

Imaginemos una vez más que el bioquímico y el investigador médico, en su estudio sobre el efecto de distintos medicamentos para reducir la presión arterial, deciden validar sus descubrimientos en otra muestra de pacientes. Ahora, además de los dos fármacos anteriores (betabloqueador y bloqueador BRA), agregan uno nuevo: un vasodilatador (que envía una señal a los músculos en las paredes de los vasos sanguíneos para que se relajen), el cual se suministra a otro grupo, al que también se le mide la disminución de la presión. Tenemos, pues, tres grupos para contrastar las medias de descenso de la presión arterial ( $n = 96$  personas). En el programa, por ejemplo, SPSS, efectuamos el ANOVA y obtenemos los resultados de la figura 10.7.

Hipótesis: "El betabloqueador tendrá un efecto mayor en la reducción de la presión arterial que los demás medicamentos".

| Descriptivos                          |    |       |                     |                |                                              |       |        |        |
|---------------------------------------|----|-------|---------------------|----------------|----------------------------------------------|-------|--------|--------|
| Reducción de la presión arterial (mm) |    |       |                     |                |                                              |       |        |        |
|                                       | N  | Media | Desviación estándar | Error estándar | 95% del intervalo de confianza para la media |       | Mínimo | Máximo |
| Betabloqueador                        | 30 | 13.27 | 3.695               | .675           | 11.89                                        | 14.65 | 3      | 22     |
| Bloqueador BRA                        | 32 | 8.31  | 3.257               | .576           | 7.14                                         | 9.49  | 3      | 18     |
| Vasodilatador                         | 34 | 6.00  | 2.697               | .462           | 5.06                                         | 6.94  | 3      | 13     |
| Total                                 | 96 | 9.04  | 4.391               | .448           | 8.15                                         | 9.93  | 3      | 22     |

Se observa que las medias son diferentes. El medicamento menos eficaz para reducir la presión arterial es el vasodilatador (6.00) y se confirma que el que mejor funciona es el betabloqueador (13.27).

Para asegurar que esta diferencia es significativa, vemos el valor F:

| ANOVA                                 |                   |    |                  |        |      |
|---------------------------------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| Reducción de la presión arterial (mm) |                   |    |                  |        |      |
|                                       | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F      | Sig. |
| Entre grupos                          | 867.092           | 2  | 433.546          | 41.793 | .000 |
| Dentro de grupos                      | 964.742           | 93 | 10.374           |        |      |
| Total                                 | 1831.833          | 95 |                  |        |      |

Se acepta la hipótesis de investigación.

Si el resultado hubiera sido:

El valor de F es muy significativo ( $p < .01$ )

| F    | Sig. |
|------|------|
| 8.61 | .090 |

La significancia no es menor de 0.05 (.09 > .05), esto implicaría que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los grupos y se rechazaría la hipótesis de investigación y se aceptaría la nula. Cualquier resultado en la significancia mayor de .05 (0.06, 0.18, 0.52, etc.), implica que no alcanzamos el nivel de confianza mínimo de 95%. Este razonamiento e interpretación aplica a todo resultado de aplicar una prueba o método estadístico.

Figura 10.7 Resultados del análisis de varianza de un factor.



## Diferencia de porcentajes o proporciones

Ahora, el interés sería comparar dos grupos en términos de porcentajes o proporciones para ver si difieren significativamente entre sí. Por ejemplo, en dos plantas el porcentaje de aplicaciones de un proceso en el que se respetó el sistema de calidad, en dos embarques el porcentaje o la proporción de contenedores debidamente embalados, el porcentaje de reacciones químicas logradas con cierta norma en dos laboratorios, el porcentaje de individuos motivados en su trabajo entre el turno matutino y vespertino y otros.

**Definición:** es una prueba para analizar si dos proporciones o porcentajes difieren significativamente entre sí.

**Hipótesis:** de diferencia de proporciones en dos grupos o conjuntos de puntuaciones.

**Variable:** la comparación se realiza sobre una variable. Si hay varias, se efectuará una prueba de diferencia de proporciones por variable.

**Nivel de medición de la variable de comparación:** cualquier nivel, incluso por intervalos o razón, pero siempre expresados en proporciones o porcentajes.

**Procedimiento e interpretación:** este análisis se realiza muy fácilmente en el programa STATS®, que puede descargarse del Centro de Recursos en Línea o de la página electrónica de este libro.

En el programa se te solicita se llenen los elementos necesarios. Supongamos que una empresa productora de automóviles tiene como norma 29 horas de fabricación por unidad. Una de sus plantas (denominémosla como "A", que es el grupo 1) cumple la norma en 98% de 120 casos medidos y otra planta ("B" o grupo 2) en 90% de 114. Obviamente, la planta "A" cubre un mayor porcentaje, ¿pero es significativa esta diferencia? Abrimos STATS® y elegimos el subprograma *Difference Between Two Independent Proportions* ("Diferencia entre dos proporciones independientes") y colocamos los datos en las casillas que corresponde, como en la figura 10.8.

n de casos medidos  
en el grupo 1

n de casos medidos  
en el grupo 2

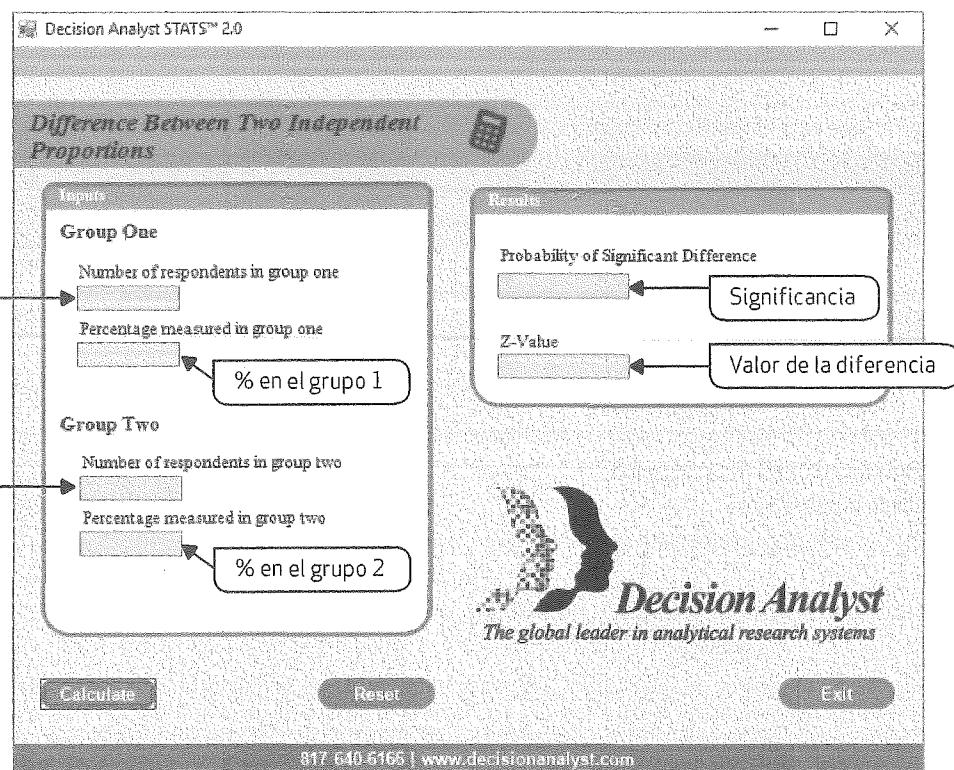


Figura 10.8 Cálculo de la diferencia entre dos porcentajes o proporciones en el programa STATS® (continúa).

Al introducir los datos solicitados, se oprime el botón *Calculate* (Calcular) y se obtiene el valor Z y su nivel de significancia.

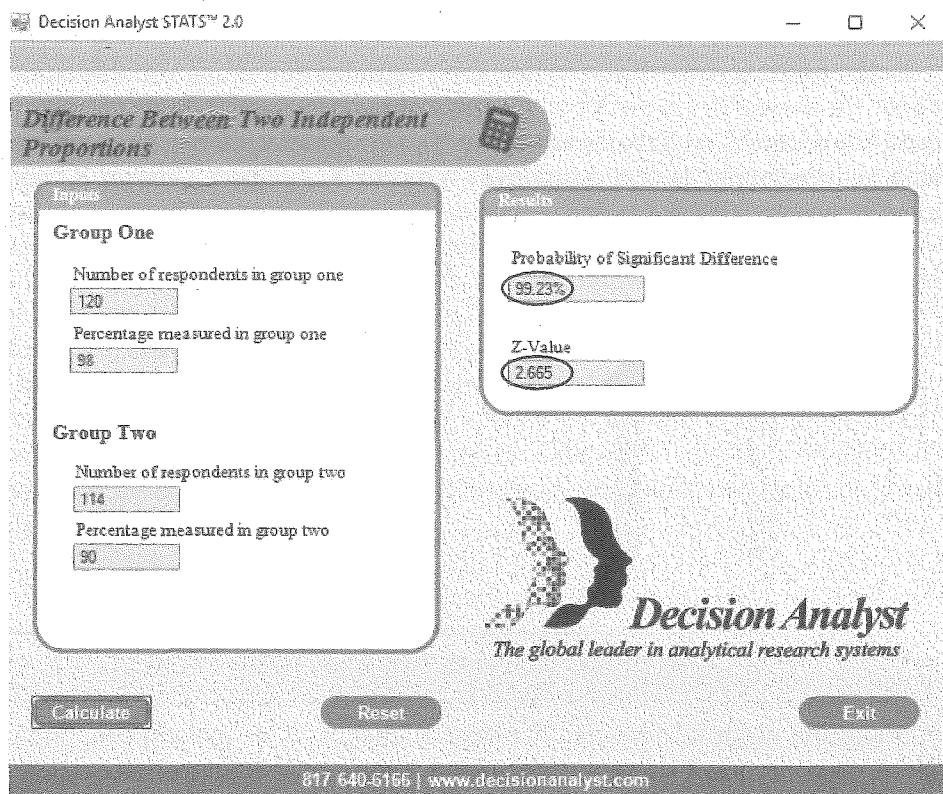


Figura 10.8 Cálculo de la diferencia entre dos porcentajes o proporciones en el programa STATS® (continuación).

STATS® proporciona el valor Z (que es el equivalente al valor *t*, pero ahora son porcentajes) y la significancia como nivel de confianza. Algunos programas de análisis estadístico, como este, generan el nivel de confianza más que la significancia. Pero en realidad es lo mismo, porque ambos resultan complementarios, unos en términos de proporciones (0.99 o 0.95) y otros en porcentajes, como en el ejemplo (en este caso es 99.23%, que representa el porcentaje a nuestro favor de que la diferencia sea significativa). Asimismo, lo podemos expresar en el nivel de significancia restando este porcentaje a 100% y luego dividiéndolo entre 100, así:  $100 - 99.23 = 0.77$  y  $0.77/100 = 0.0077$  (este valor es menor del .01, lo que implica que es significativo en este nivel,  $p < 0.01$ ).

Los porcentajes podrían también referirse a los casos en los cuales tuvo efecto el estímulo experimental y a los casos en los que no.

## Correlación entre variables y causalidad bivariada lineal

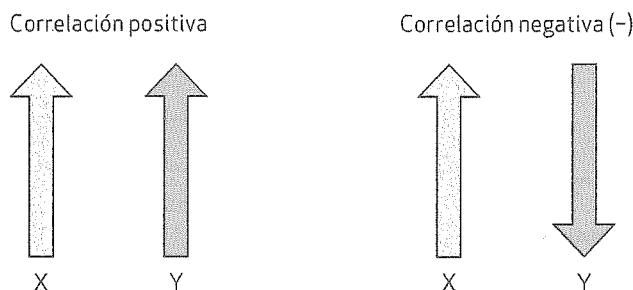
En investigaciones correlacionales que se fundamentan en planteamientos e hipótesis que vinculan variables, se utilizan las pruebas de correlación.

La hipótesis de investigación postula que hay relación significativa entre las variables y la hipótesis nula que no.

La selección de la prueba adecuada depende del nivel de medición de las variables a correlacionar. Cuando las variables son de intervalos o razón se utiliza frecuentemente el coeficiente de correlación de Pearson, con variables ordinales de múltiples rangos los coeficientes Kendall y Spearman, y en el caso de variables nominales u ordinales (unas cuantas

categorías), la chi-cuadrada. También veremos brevemente otros coeficientes de asociación. Antes de revisar estos métodos estadísticos, debemos explicar qué es un coeficiente de correlación y cómo se interpreta.

Los coeficientes tienen dos componentes: dirección (positiva o negativa) y magnitud. Una correlación positiva entre dos variables  $X$  y  $Y$  significa que si una variable aumenta, la otra también (“A mayor  $X$ , mayor  $Y$ ” y viceversa; altos valores en  $X$  corresponden a altos valores en  $Y$ , bajos valores en  $X$ , bajos valores en  $Y$ ). Una correlación negativa implica que si una variable se incrementa, la otra disminuye (“a mayor  $X$ , menor  $Y$ ”, “mayor  $Y$ , menor  $X$ ”; altos valores en una variable se asocian con bajos de la otra). Eso podría esquematizarse así:



Los coeficientes pueden variar de -1.00 a 1.00, donde:

- 1.00 = Correlación negativa perfecta. “A mayor  $X$ , menor  $Y$ ”, de manera proporcional. Es decir, cada vez que  $X$  aumenta una unidad,  $Y$  disminuye siempre una cantidad constante. Esto también se aplica “a menor  $X$ , mayor  $Y$ ”.
- 0.90 = Correlación negativa muy fuerte
- 0.75 = Correlación negativa considerable
- 0.50 = Correlación negativa media
- 0.25 = Correlación negativa débil
- 0.10 = Correlación negativa muy débil
- 0.00 = No existe correlación alguna entre las variables
- 0.10 = Correlación positiva muy débil
- 0.25 = Correlación positiva débil
- 0.50 = Correlación positiva media
- 0.75 = Correlación positiva considerable
- 0.90 = Correlación positiva muy fuerte
- 1.00 = Correlación positiva perfecta. (“A mayor  $X$ , mayor  $Y$ ” o “a menor  $X$ , menor  $Y$ ”, de manera proporcional. Cada vez que  $X$  aumenta,  $Y$  aumenta siempre una cantidad constante).

Estas interpretaciones son relativas, pero concuerdan con diversos autores (Hernández-Sampieri *et al.*, 2014).

### *Coeficiente de correlación de Pearson*

*Definición:* es una prueba estadística para analizar la relación entre dos variables medidas en un nivel por intervalos o de razón. Se le conoce también como “coeficiente producto-momento”. Se calcula a partir de las puntuaciones obtenidas en una muestra en dos variables. Se relacionan las puntuaciones recolectadas de una variable con las puntuaciones obtenidas de la otra, con los mismos participantes o casos.

*Se simboliza:*  $r$ .



*Variables:* dos. La prueba en sí no considera a una como independiente y a la restante como dependiente, ya que no evalúa la causalidad. Teóricamente, cabe establecer la noción de causa-efecto (independiente-dependiente), pero la prueba no lo asume.

*Ejemplos donde puede aplicarse:* asociar el nivel de ácido úrico (miligramos) con los valores de creatinina (mg/dl, miligramo por decilitro) en adultos mayores, vincular el precio de venta de un automóvil (determinada unidad monetaria) con el kilometraje recorrido, correlacionar la cantidad de alquitrán de los cigarrillos con su grado de emisión de monóxido de carbono (CO), ambas variables medidas en sus escalas de miligramos; relacionar la rigidez percibida por los trabajadores de parte de los supervisores de producción (escala Likert asumida como de intervalos) con el grado de innovación en el área (número de innovaciones), asociar el grado de integración en grupos de pymes (número de acciones de integración) y sus ventas (cierta unidad monetaria) y otros.

Vayamos al ejemplo de la presión arterial del químico y el investigador médico. Supongamos que además de la medida de reducción de la presión arterial, durante la investigación se evaluó la pérdida de peso (kilogramos). Así, se tiene la hipótesis: "a mayor pérdida de peso, mayor reducción de la presión arterial". Se lleva a cabo (digamos en SPSS) el análisis de correlación bivariada de Pearson y se obtienen los siguientes resultados de la tabla compuesta 10.6.

● Tabla 10.6 Resultados de la correlación lineal de Pearson.

| Estadísticos descriptivos             |        |                     |    |
|---------------------------------------|--------|---------------------|----|
|                                       | Media  | Desviación estándar | N  |
| Reducción de la presión arterial (mm) | 9.04   | 4.391               | 96 |
| Pérdida de peso                       | 5.5699 | 3.81754             | 96 |

| Correlaciones                         |                                            |                                       |                 |
|---------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
|                                       |                                            | Reducción de la presión arterial (mm) | Pérdida de peso |
| Reducción de la presión arterial (mm) | Correlación de Pearson<br>Sig. (bilateral) | 1                                     | .784**          |
|                                       | N                                          | 96                                    | 96              |
| Pérdida de peso                       | Correlación de Pearson<br>Sig. (bilateral) | .784**<br>.000                        | 1               |
|                                       | N                                          | 96                                    | 96              |

\*\*La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Podemos observar que la correlación resultó positiva considerable y el nivel de significancia es menor al 0,01. Cuando es así, no se incluye el signo de "+" (más), únicamente se presenta el símbolo de menos ("−") cuando es negativa (por ejemplo,  $r = -.39$ ). Algunos programas suelen proporcionarlo en una tabla en la que se cruzan las variables; por lo tanto, cada coeficiente aparece dos veces. Asimismo, en casi todos los programas de análisis estadístico y en los artículos científicos suele marcarse con un asterisco (\*) si el coeficiente es significativo al nivel del 0,05 y con dos (\*\*) si resultó significativo al nivel del 0,01.

Es claro en el ejemplo que se comprueba la hipótesis de investigación: cuanto más peso se pierde, la presión arterial disminuye en mayor medida. Los pacientes hipertensos deben bajar su peso con una dieta adecuada y ejercicio.

Cuando el coeficiente  $r$  de Pearson se eleva al cuadrado ( $r^2$ ) se obtiene el coeficiente de determinación y el resultado indica la varianza de factores comunes entre dos variables (covariación). Esto es, el porcentaje de la variación de una variable debido a la variación de la otra y viceversa (o cuánto explica o determina una variable la variación de la otra). En el ejemplo anterior, el valor de  $r^2$  es igual a 0.61, y quiere decir que la disminución de la presión arterial y la pérdida de peso comparten 61% de varianza común, esto es, poco más de la mitad de la variabilidad de una variable está explicada por la otra.

Veámoslo gráficamente en la figura 10.9.

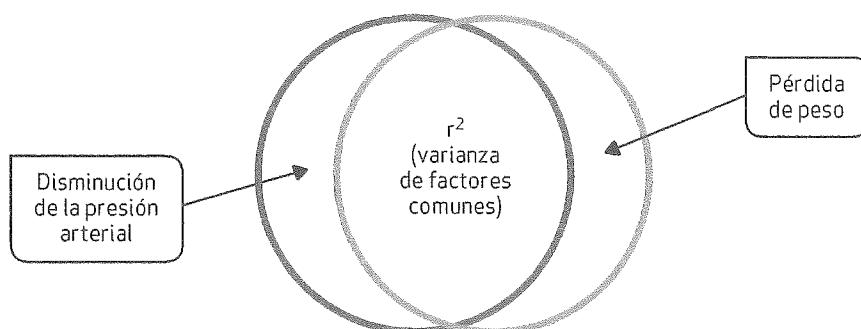


Figura 10.9 Varianza de factores comunes entre disminución de la presión arterial y pérdida de peso.

Creswell (2005) señala que un coeficiente de determinación ( $r^2$ ) entre 0.66 y 0.85 ofrece una buena predicción de una variable respecto de la otra variable; y por encima de 0.85 implica que ambas variables miden casi el mismo concepto subyacente, son "cercanamente" un constructo semejante.

El coeficiente de correlación de Pearson es útil para relaciones lineales, pero no para relaciones curvilineales. En este caso o cuando las variables son ordinales, se suele usar la rho ( $\rho$ ) de Spearman.

### Regresión lineal



La regresión lineal es una extensión del coeficiente de correlación de Pearson. Es una prueba que asume causalidad.

**Definición:** es un modelo estadístico para estimar el efecto de una variable sobre otra. Está asociado con el coeficiente  $r$  de Pearson. Brinda la oportunidad de predecir las puntuaciones de una variable a partir de las puntuaciones de la otra. Cuanto mayor sea la correlación entre las variables (covariación), mayor capacidad de predicción.

**Hipótesis:** correlacionales y causales.

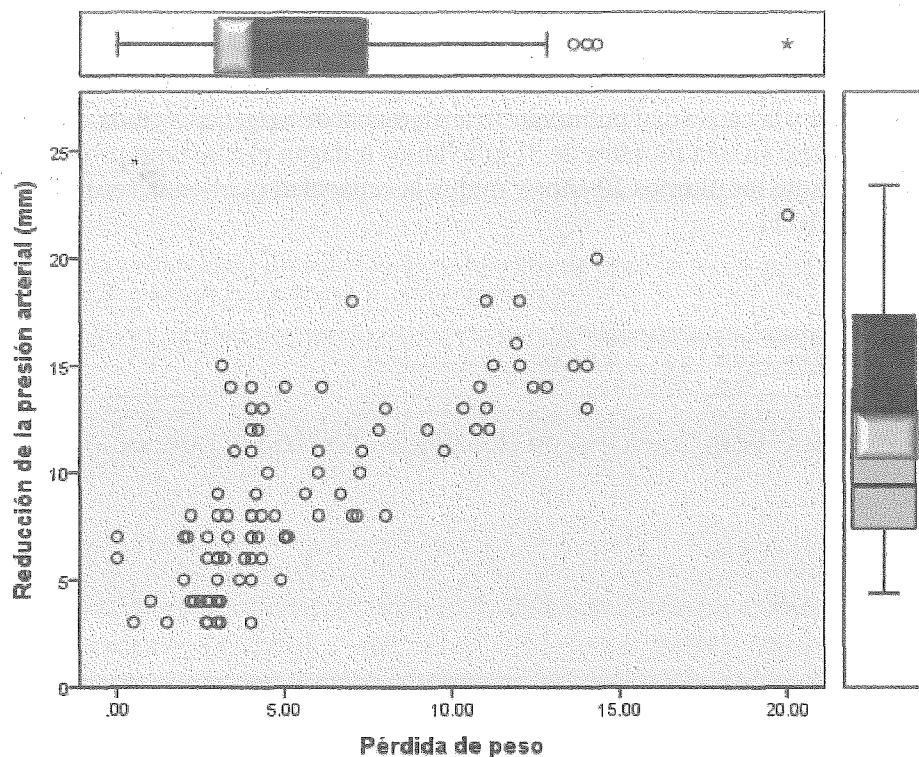
**Variables:** dos. Una se considera como independiente y otra como dependiente; pero, para poder hacerlo, debe tenerse un sólido sustento teórico.

**Nivel de medición de las dos variables:** intervalos o razón.

**Procedimiento e interpretación:** la regresión lineal se determina con base en el diagrama de dispersión, que consiste en una gráfica en la que se relacionan las puntuaciones de una muestra en dos variables en los ejes cartesianos. Cada eje representa una variable.

Veamos dos diagramas de dispersión entre la pérdida de peso (variable independiente) y la disminución de la presión arterial (variable dependiente) en la figura 10.10.

SPSS®



Minitab®

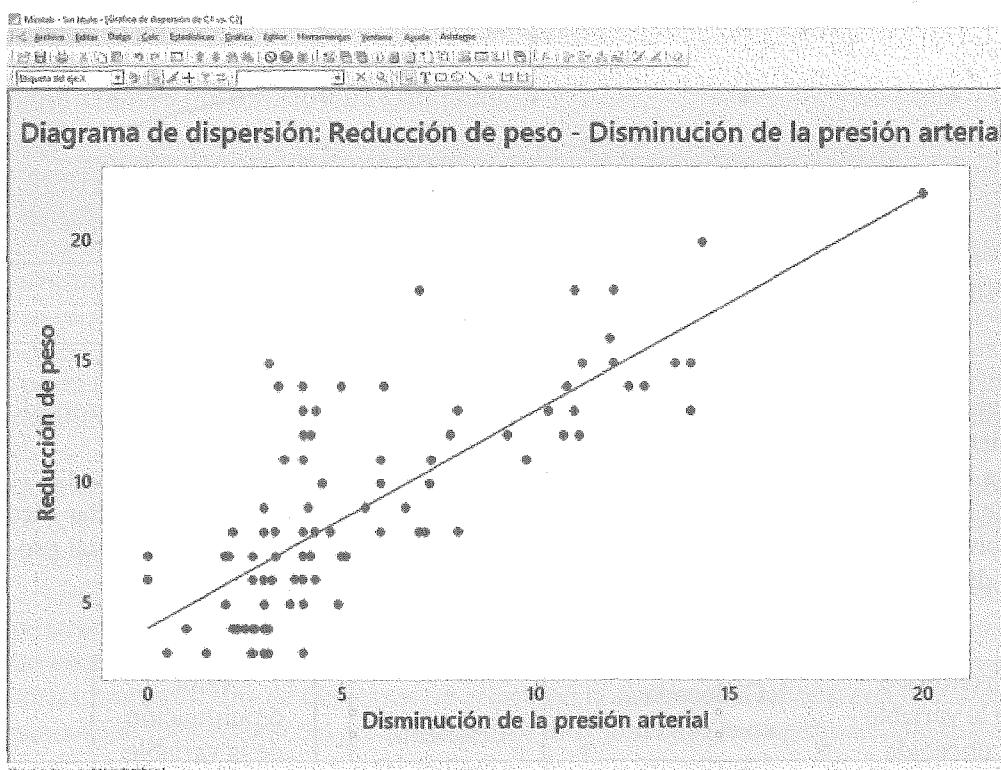


Figura 10.10 Diagramas o gráficas de dispersión para el ejemplo de la pérdida de peso y la reducción de la presión arterial en SPSS y Minitab.

- Así, cada punto representa un caso y un resultado de la intersección entre las puntuaciones en ambas variables. La tendencia es ascendente porque la correlación es positiva.

Cuando el coeficiente de correlación es negativo, obtenemos gráficas con tendencias descendentes. Imaginemos que el bioquímico y el médico quieren conocer la relación entre el consumo de cigarrillos y la capacidad pulmonar (transferencia de oxígeno, medida en cinco grados: 1 a 5). Entonces, en una muestra de 31 individuos indagan el consumo promedio diario de cigarrillos durante los últimos 10 años y miden la capacidad pulmonar, resultando el diagrama de la figura 10.11.

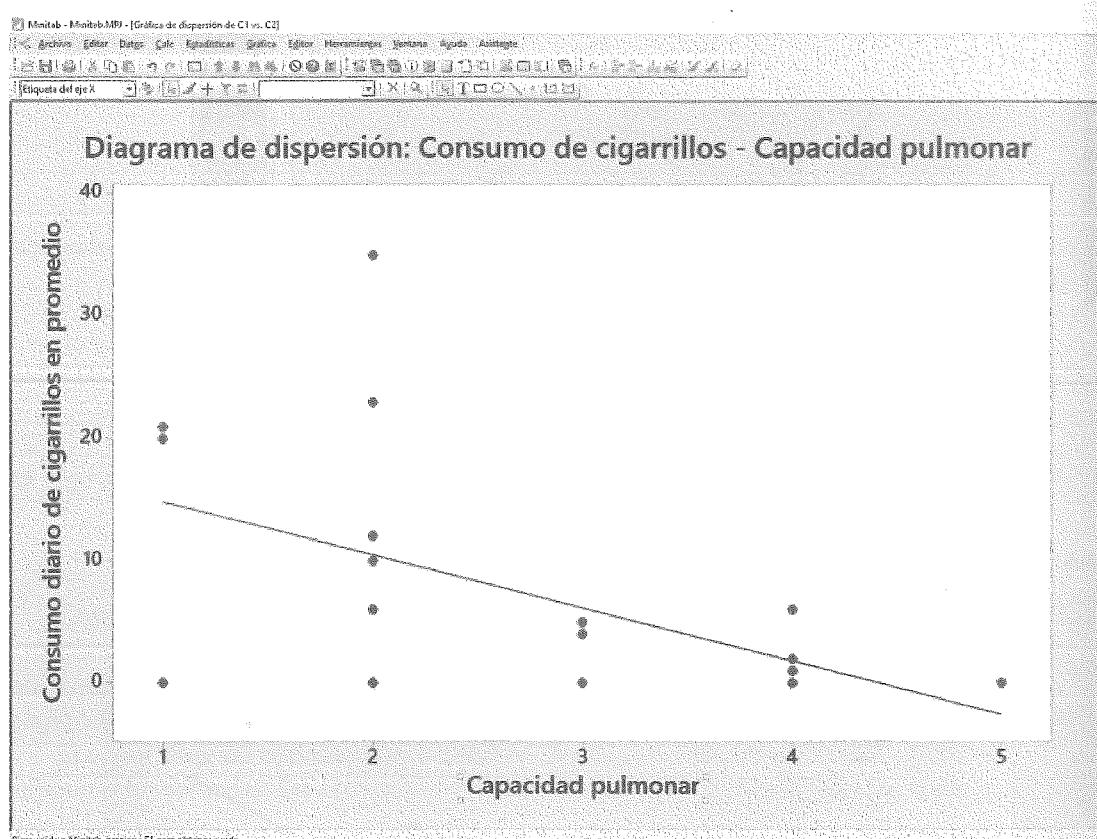


Figura 10.11 Diagrama de dispersión entre dos variables correlacionadas negativamente.

El coeficiente  $r$  es:  $-0.633$  (valor  $p = 0.000$ ). Sería una prueba de que fumar está asociado con deficiencias en el sistema pulmonar del organismo.

Ahora bien, para hacer la predicción de las puntuaciones de una variable dependiente a partir de las puntuaciones de la otra, que se toma como independiente, debemos dar otro paso: resolver la ecuación de regresión lineal a través del programa de análisis, el cual proporciona diversos resultados, entre los que se encuentra la citada ecuación:

$$\text{Pronóstico de la variable concebida como dependiente} = \text{Ordenada en el origen (constante, intersección)} + \left[ \begin{array}{c} \text{Pendiente de inclinación} \\ \hline \end{array} \right] \left[ \begin{array}{c} \text{Valor o puntuación de la variable concebida como independiente} \\ \hline \end{array} \right]$$

Algunos autores la expresan así:  $Y = a + bX$ ; otros con distintos términos, pero los elementos son los mismos.

Ejemplifiquemos con el caso de la pérdida de peso (variable independiente) y la reducción en la presión arterial (variable dependiente).

La ecuación de regresión fue:

$$C1 = 4.020 + 0.9016 (C2) \text{ [Así se expresa en Minitab]}$$

Para pronosticar un valor en la reducción de presión a una pérdida de peso determinada (digamos 5 kilos) sería: 8.528 mm. En SPSS es:

| Modelo | Coeficientes <sup>a</sup>      |                |                             |      |        |            | Correlaciones |       |      |
|--------|--------------------------------|----------------|-----------------------------|------|--------|------------|---------------|-------|------|
|        | Coeficientes no estandarizados |                | Coeficientes estandarizados |      | t      | Sig.       |               |       |      |
|        | B                              | Error estándar | Beta                        |      |        | Orden cero | Parcial       | Parte |      |
| 1      | (Constante)                    | 4.020          | .497                        |      | 8.094  | .000       |               |       |      |
|        | Pérdida de peso (b)            | .902           | .074                        | .784 | 12.237 | .000       | .784          | .784  | .784 |

<sup>a</sup> Variable dependiente: Reducción de la presión arterial (mm).

Resulta lo mismo.

### Coeficientes para variables ordinales

Hay varios coeficientes para correlacionar variables ordinales, entre los que destacan rho de Spearman ( $\rho$ ) y tau b de Kendall ( $t$ ). En ambos, los individuos, casos o unidades de análisis de la muestra deben poder ordenarse por rangos (jerarquías).



Son coeficientes utilizados para relacionar estadísticamente escalas tipo Likert por los investigadores que las consideren ordinales. Por ejemplo, relacionar la jerarquía organizacional (director general, director, gerente, etc.) con su motivación laboral (escalas Likert); nivel socioeconómico (A+, A/B, B, C+, C típico, C-, D y E; 1, 2, 3, 4, 5...) y grado de desnutrición (primer grado, segundo grado y tercer grado); jerarquía de valores humanos (primer lugar, segundo lugar, tercer lugar, etc.) y cooperación con los compañeros de trabajo (muy elevada, elevada, media, baja, muy baja); estadio del cáncer de vejiga o colon (0, I, II, III y IV o metástasis) y depresión (medida por escalas Likert); gravedad de la incidencia de tizón de halo (1, 3, 5, 7 y 9) y grado de susceptibilidad de una variedad de planta (muy susceptible, susceptible, moderadamente resistente, resistente) y otros.

Se interpretan al igual que  $r$  de Pearson (de -1.00 a 1.00, pasando por cero) y también los programas de análisis estadístico proporcionan matrices de comparación. Por ejemplo, en un estudio de Hernández-Sampieri (2004), en un diagnóstico del clima organizacional con varias muestras, una de 606 casos, se relacionó la satisfacción laboral con la moral en la organización (percepción del grado en que los miembros de una organización o departamento colaboran y cooperan, se apoyan mutuamente y mantienen relaciones de amistad y compañerismo, además de mostrar entusiasmo y ánimo en su trabajo); ambas variables medidas por escalas Likert. El resultado se muestra en la tabla 10.7.

● Tabla 10.7 Ejemplo de resultados de coeficientes de Kendall y Spearman.

|                  |              |                             | Correlaciones |              |
|------------------|--------------|-----------------------------|---------------|--------------|
|                  |              |                             | Moral         | Satisfacción |
| Tau b de Kendall | Moral        | Coefficiente de correlación | 1.000         | .508**       |
|                  |              | Sig. (2-colas)              | .000          |              |
| Rho de Spearman  | Satisfacción | N                           | 606           | 606          |
|                  |              | Coefficiente de correlación | .508**        | 1.000        |
|                  | Moral        | Sig. (2-colas)              | .000          |              |
|                  |              | N                           | 606           | 606          |
|                  | Satisfacción | Coefficiente de correlación | 1.000         | .663**       |
|                  |              | Sig. (2-colas)              | .000          |              |
|                  |              | N                           | 606           | 606          |

\*\* Correlación es significativa al nivel del 0.01 (2 colas).

Como se observa en la tabla, ambas variables están relacionadas positivamente en los dos coeficientes (vinculación media): 0.508 y 0.66.

Estos coeficientes se utilizan también para dos variables que ordenan por rangos a los casos analizados. Por ejemplo, supongamos que contemplamos dos variables para determinar quién de 10 supervisores debe ser ascendido a gerente de producción ( $n = 30$  personas). Entonces, les pedimos que colectivamente los evalúen y jerarquicen (ordenen) según sus conocimientos técnicos y su capacidad para motivar a los trabajadores, y se obtienen los siguientes resultados:

|           | Conocimientos | Motivación |
|-----------|---------------|------------|
| Bruno     | 1             | 2          |
| Roberto   | 2             | 5          |
| Christian | 3             | 1          |
| Sergio    | 4             | 3          |
| Ricardo   | 5             | 4          |
| Lauro     | 6             | 6          |
| Lucio     | 7             | 8          |
| María     | 8             | 7          |
| Agustín   | 9             | 10         |
| Eugenio   | 10            | 9          |

Calculamos los coeficientes respectivos y obtenemos para tau b = 0.733 ( $p = .003$ ) y para rho = 0.88 ( $p = .001$ ). Ambas variables están considerablemente asociadas.

La diferencia entre los dos coeficientes para casos de rangos es la siguiente: el coeficiente de Kendall ( $\tau$ ) resulta un poco más significativo cuando los datos contienen un número considerable de rangos empatados. El coeficiente rho de Spearman parece ser una aproximación cercana al coeficiente  $r$  de Pearson cuando los datos son continuos (por ejemplo, no caracterizados por un número considerable de empates en cada rango, como sería en escalas Likert). De acuerdo con Creswell (2005), sirve también para analizar relaciones curvilineales. A. J. Onwuegbuzie (en Salkind, 2007) correlacionó mediante el coeficiente rho el porcentaje de juegos ganados con el número de puntos anotados en una temporada para jerarquizar el desempeño de los equipos de la Liga Nacional de Fútbol Americano (NFL).

### Coeficientes para variables nominales y ordinales

De los coeficientes para variables nominales u ordinales (en este segundo caso, con unas cuantas categorías), tal vez el más usado es la chi-cuadrada o  $\chi^2$ .

**Definición:** es una prueba estadística para evaluar hipótesis acerca de la relación entre dos variables categóricas.

Se simboliza:  $\chi^2$ .

**Hipótesis a probar:** correlacionales.

**Variables de la versión básica:** dos. La prueba no considera relaciones causales.

**Nivel de medición de las variables:** nominal u ordinal (o intervalos o razón reducidas a ordinales).

**Procedimiento:** se calcula por medio de una tabla de contingencia o tabulación cruzada, que es un cuadro de dos dimensiones, cada dimensión con una variable. A su vez, cada variable se divide en dos o más categorías.

Un ejemplo de una tabla de contingencia se presenta en la tabla 10.8.

● **Tabla 10.8** Ejemplo de tabla de contingencia con el caso de las fresas.

| Tabla de contingencia<br>2x3<br>(son los niveles de las categorías de ambas variables) |    | Salud visible de la fresa                   |                                      |                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                        |    | Cicatrices profundas,<br>vestigios de plaga | Cicatrices o marcas<br>superficiales | Libres de cualquier<br>marca o cicatriz<br>de insectos<br>o enfermedades |
|                                                                                        |    |                                             | Recuento                             | Recuento                                                                 |
| Adherencia del pedúnculo                                                               | No | 3                                           | 0                                    | 6                                                                        |
|                                                                                        | Sí | 9                                           | 21                                   | 36                                                                       |

El programa proporciona el resultado de chi-cuadrada:

| Pruebas de chi-cuadrada de Pearson |              |                           |
|------------------------------------|--------------|---------------------------|
|                                    |              | Salud visible de la fresa |
| Adherencia del pedúnculo           | Chi-cuadrada | (4.992)                   |
|                                    | gl           | 2                         |
|                                    | Sig.         | .082                      |

Los resultados se basan en filas y columnas no vacías en cada subtabla más interior.

Como podemos ver en la significancia ( $Sig. = .082$ ), esta es mayor del .05; por lo tanto, si la hipótesis de investigación fuera: "A mayor adherencia del pedúnculo, mayor salud visible de la fresa", se rechazaría, pues no hay un vínculo significativo entre ambas variables. Desde luego, chi-cuadrada es sensible al número de casos, y es mucho mejor cuantos más haya. Cuando la muestra es representativa, los resultados son estimaciones muy precisas de la población.

En la misma muestra, al correlacionar las variables "adherencia del pedúnculo" con "longitud del pedúnculo", tenemos la siguiente tabla de contingencia y la de valores de chi-cuadrada (tabla compuesta 10.9).

● Tabla 10.9 Correlación entre adherencia del pedúnculo y longitud del pedúnculo en chi-cuadrada.

| Tabla de contingencia<br>2x2<br>(son los niveles de las categorías de ambas variables) |    | Longitud del pedúnculo |                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|------------------------|--------------------|
|                                                                                        |    | Fuera de la norma      | Dentro de la norma |
| Adherencia del pedúnculo                                                               | No | 6                      | 3                  |
|                                                                                        | Sí | 9                      | 57                 |

| Pruebas de chi-cuadrada de Pearson |              |                        |
|------------------------------------|--------------|------------------------|
| Adherencia del pedúnculo           | Chi-cuadrada | Longitud del pedúnculo |
|                                    |              | 13.920<br>1<br>.000    |

Los resultados se basan en filas y columnas no vacías en cada subtabla más interior.

Las variables se encuentran asociadas al nivel de significancia del .01 (el resultado es: .000).

Otros ejemplos serían correlacionar en hortalizas el sistema de siembra utilizado (siembra directa y siembra en almácigo) con tamaños de la hortaliza (tres rangos: alto, medio, bajo), implantación de un sistema de calidad (ISO 9001 versión 2015, Deming Prize, Modelo Iberoamericano de Excelencia en la Gestión, Modelo Europeo de Excelencia) y giro de la empresa (industrial, comercial o de servicios), género (masculino, femenino) con riesgo de infarto (alto, medio, bajo), etcétera.

Debido a la aplicación de este método estadístico, en la investigación médica se han encontrado diferencias en el desarrollo de ciertas enfermedades entre grupos de individuos. Por ejemplo, Al-Serri, Ismael, Al-Bustan y Al-Rashdan (2015) descubrieron en una muestra de 580 personas (196 con enfermedades cardiovasculares, 204 con estos padecimientos y diabetes, y 180 seres humanos sanos) que los que tenían el alelo I en su carga genética tendían a padecer diabetes mellitus de tipo 2 ( $OR = 1.84$ ,  $p = 0.00009$ ). OD (*odds ratio*) es una derivación de chi-cuadrada.

Aparte de la chi-cuadrada, hay otros coeficientes para evaluar si están correlacionadas las variables de la tabla de contingencia o tabulación cruzada. En la tabla 10.10 se describen los coeficientes más importantes para tal finalidad.<sup>3</sup>

● Tabla 10.10 Principales coeficientes para tablas de contingencia.

| Coeficiente    | Para cuadros o tablas de contingencia... | Nivel de medición de ambas variables                                          | Interpretación                                                                                                                           |
|----------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Phi ( $\phi$ ) | 2x2                                      | Nominal. Puede utilizarse con variables ordinales reducidas a dos categorías. | Varía de 0 a 1, donde cero implica ausencia de correlación entre las variables; y uno, que hay correlación perfecta entre las variables. |

(continúa)

<sup>3</sup>En SPSS se encuentran otros que se incluyen por nivel de medición: Kappa, McNemar, Cochran, riesgo y más.

● Tabla 10.10 Principales coeficientes para tablas de contingencia (continuación).

| Coeficiente                                            | Para cuadros o tablas de contingencia...                                                                                                                      | Nivel de medición de ambas variables                                          | Interpretación                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coeficiente de contingencia C de Pearson               | Cualquier tamaño. De hecho es un ajuste de $\phi$ para tablas con más de dos categorías en las variables. Incluso funciona mejor con tablas de $5 \times 5$ . | Nominal. Puede utilizarse con variables ordinales reducidas a dos categorías. | Varía de 0 a 1.                                                                                                                                                                         |
| V de Cramer ( $C$ )                                    | Cualquier tamaño.                                                                                                                                             | Cualquier nivel de variables, pero siempre reducidas a categorías.            | Varía de 0 a 1.                                                                                                                                                                         |
| Lambda de Goodman-Kruskal o solo Lambda ( $\lambda$ )  | Cualquier tamaño.                                                                                                                                             | Cualquier nivel de variables, pero siempre reducidas a categorías.            | Fluctúa entre 0 y 1, asume causalidad en su versión asimétrica, lo que significa que puede predecirse a la variable dependiente definida en la tabla sobre la base de la independiente. |
| Coeficiente de incertidumbre o entropía o $U$ de Theil | Cualquier tamaño.                                                                                                                                             | Cualquier nivel de variables, pero siempre reducidas a categorías.            | Oscila entre 0 y 1, asume causalidad.                                                                                                                                                   |
| Gamma de Goodman y Kruskal                             | Cualquier tamaño.                                                                                                                                             | Ordinal.                                                                      | Varía de -1 a +1 (-1 es una relación negativa perfecta, y +1 una relación positiva perfecta).                                                                                           |
| Tau-a, Tau-b y Tau-c ( $\tau_a, \tau_b, \tau_c$ )      | Cualquier tamaño.                                                                                                                                             | Ordinal.                                                                      | Varían de -1 a +1. $\tau_a$ y $\tau_b$ son asimétricas, y $\tau_c$ es simétrica.                                                                                                        |
| D de Somers                                            | Cualquier tamaño.                                                                                                                                             | Ordinal.                                                                      | Varía de -1 a +1.                                                                                                                                                                       |
| Kappa                                                  | Cualquier tamaño.                                                                                                                                             | Datos categorizados por intervalo.                                            | Regularmente de 0 a 1.                                                                                                                                                                  |

### Coeficientes de correlación entre distintos niveles de medición

Los anteriores coeficientes de correlación bivariados son para tablas de contingencia:

|            |             | Variable 1  |             |
|------------|-------------|-------------|-------------|
|            |             | Categoría A | Categoría B |
| Variable 2 | Categoría 1 | A1          | B1          |
|            | Categoría 2 | A2          | B2          |

Pero hay otros coeficientes que asocian variables con distintos niveles de medición, los cuales se presentan en la tabla 10.11.

● Tabla 10.11 Coeficientes de correlación para variables con distintos niveles de medición.

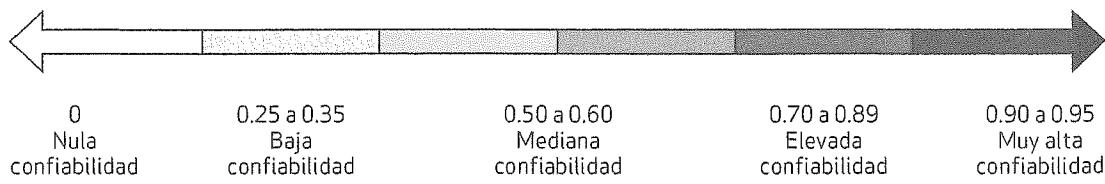
| Coeficiente                      | Nivel de medición de las variables                     | Ejemplos                                                                                                                                                                            | Interpretación                                                                                            |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Biserial ( $r_b$ )               | Una ordinal y la otra por intervalos o razón.          | En un proceso de calidad: Jerarquía en la organización e innovación (número de ideas innovadoras factibles en un periodo).                                                          | -1.00 (correlación negativa perfecta). 0.0 (ausencia de relación). +1.00 (correlación positiva perfecta). |
| Biserial por rangos ( $r_{rb}$ ) | Una variable nominal y la otra ordinal.                | Tipo de envase de plástico [1 = fabricado con HDPE (polietileno de alta densidad), 2 = elaborado con PVC (policloruro de vinilo)] y elasticidad [esfuerzo (Pa) / deformación (m/m)] | -1.00 (correlación negativa perfecta). 0.0 (ausencia de relación). +1.00 (correlación positiva perfecta). |
| Biserial puntual ( $r_{pb}$ )    | Una variable por intervalos o razón y la otra nominal. | Compromiso con la organización (Likert) y área funcional donde se labora: comercialización, recursos humanos, producción.<br>Género y niveles de creatinina (mg/dL)                 | -1.00 (correlación negativa perfecta). 0.0 (ausencia de relación). +1.00 (correlación positiva perfecta). |

## Correlación múltiple entre variables de intervalos o razón

Hasta aquí hemos visto coeficientes de correlación entre dos variables, pero frecuentemente estamos interesados en analizar la relación entre tres o más variables de manera simultánea. Lo primero es correlacionar cada par de variables (los programas lo reportan en una tabla de correlaciones) y luego podemos utilizar el coeficiente de correlación parcial, que se define como la correlación entre dos variables si la tercera asociada se mantiene constante (se simboliza como  $r_{123}$ ) y se interpreta como cualquier coeficiente de correlación. Asimismo, también se ha desarrollado el coeficiente de determinación múltiple ( $R^2$ ), que mide el grado en que dos o más variables independientes en conjunto están relacionadas con una variable dependiente. Oscila entre 0 y 1. Requiere que la teoría indique causalidad entre las independientes y la dependiente. Por ejemplo, si las independientes fueran: motivación, satisfacción laboral e involucramiento en el trabajo, y la dependiente productividad, si  $R^2 = .725$ , este sería el grado en que las tres causas de manera conjunta se vinculan estadísticamente con el efecto.

## Coeficiente de confiabilidad alfa de Cronbach ( $\alpha$ )

Ya señalamos que la confiabilidad de un instrumento, procedimiento o fórmula puede determinarse correlacionando los valores que produce con las puntuaciones obtenidas de otra medición en los mismos casos o muestra (con Pearson, Spearman o Kendall, según sea el nivel de medición de las respectivas escalas). Cuando tenemos más de dos mediciones en los mismos casos o varios ítems que conforman una escala Likert (por ejemplo, cinco frases para evaluar la percepción del liderazgo del supervisor de producción), se aplica el coeficiente de confiabilidad alfa de Cronbach, que puede variar entre 0 (nula confiabilidad o inexistente) y 1.00 (confiabilidad perfecta), lo cual se representa en la figura 10.12.



● Figura 10.12 Variación del coeficiente de confiabilidad.

Veamos un ejemplo.

Méndez (2016), en un diagnóstico del clima organizacional entre trabajadores, aplicó la siguiente escala de actitudes para evaluar al superior inmediato y todos los reactivos contuvieron categorías tipo Likert (1 = Totalmente en desacuerdo, 2 = En desacuerdo, 3 = Ni de acuerdo, ni en desacuerdo, 4 = De acuerdo y 5 = Totalmente de acuerdo): 1) “mi jefe me da la libertad para tomar decisiones que tienen que ver con mi trabajo”, 2) “mi jefe me informa de cuáles son mis deberes y responsabilidades”, 3) “mi jefe me brinda apoyo siempre que lo necesito”, 4) “mi jefe es para mí un ejemplo”, y 5) “mi jefe logra que mis compañeros y yo trabajemos como un verdadero equipo”. Determinó la confiabilidad, cuyos resultados podemos observar en la tabla compuesta 10.12.

**Tabla 10.12** Resultados de Alfa-Cronbach como los proporciona SPSS®

| Resumen de procesamiento de casos |                       |     |       |
|-----------------------------------|-----------------------|-----|-------|
|                                   |                       | N   | %     |
| Casos                             | Válido                | 606 | 100.0 |
|                                   | Excluido <sup>a</sup> | 0   | .0    |
|                                   | Total                 | 606 | 100.0 |

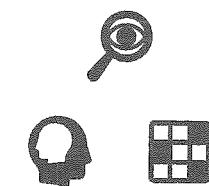
<sup>a</sup> La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

| Estadísticas de fiabilidad |                |
|----------------------------|----------------|
| Alfa de Cronbach           | N de elementos |
| .809                       | 5              |

Como podemos ver, su coeficiente es bastante aceptable. Alfa de Cronbach es sensible al número de ítems, con más reactivos tiende a elevarse. Desde luego, demasiados reactivos pueden ser redundantes.

## Otros análisis

En este capítulo se han revisado los análisis más comunes de manera práctica y enfocados en su interpretación, recordando que en la actualidad la mayoría de los análisis se efectúan mediante programas de cómputo. Debido al alcance introductorio de esta obra no se examinaron los modelos lineales y no lineales multivariados. Si estás interesado en ellos, en la sección “¿Hay más?”, podrás encontrar fuentes para profundizar en algunos, sobre todo en Hernández-Sampieri, Méndez y Mendoza (2015), que es una página electrónica gratuita de McGraw-Hill.



## Análisis cualitativo

Como ya dijimos, hay una gran variedad de análisis para datos cualitativos o narrativas (análisis de dominio, taxonómico, conversacional, semiótico, etc.), pero nos vamos a enfocar en un proceso de análisis que concuerda con el diseño cualitativo integral y que tal vez resulta el más sistemático y utilizado en ciencias distintas a las sociales y humanas, lo cual se resume en la figura 10.13.

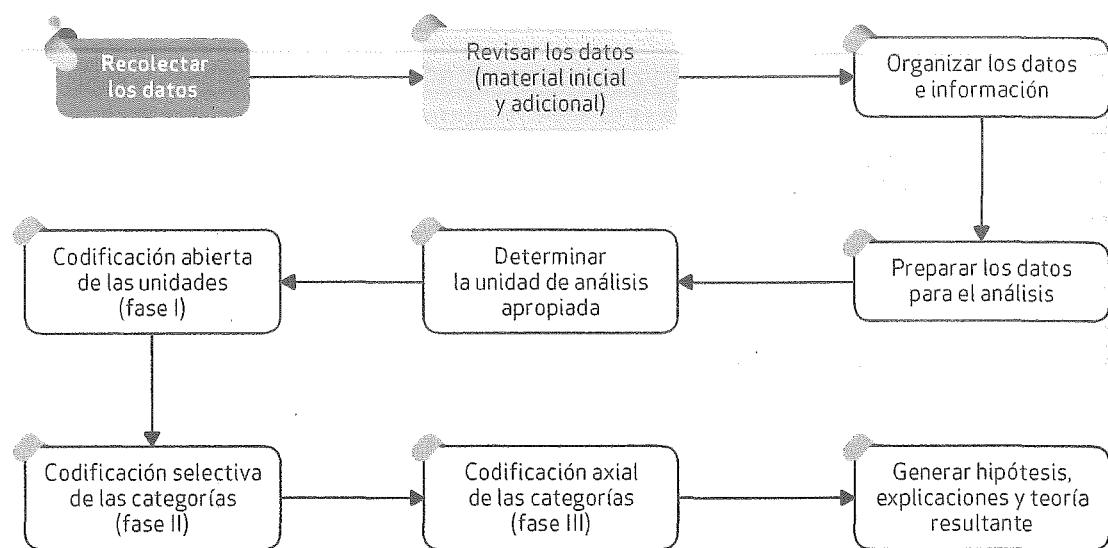


Figura 10.13 Procedimiento general del análisis para el diseño cualitativo integral.

Veamos el proceso etapa por etapa, con ejemplos.

## Recolectar los datos

Esta fase se examinó en el capítulo anterior, pero debemos agregar que aunque se utilicen ciertas herramientas para obtener los datos cualitativos como las entrevistas a profundidad, los grupos de enfoque, la observación cualitativa, la revisión de documentos, artefactos, vestigios y registros y la fotografía participativa, el verdadero instrumento de recolección de ellos es el propio investigador, que efectúa las entrevistas, dirige, participa u observa en los grupos de enfoque, interactúa con los participantes, y sus sentidos son los que captan la información.

Asimismo, los instrumentos deben elaborarse para que generen datos pertinentes. Por ejemplo, si pretendemos capturar en un grupo de enfoque las experiencias de ingenieros industriales calificados con la finalidad de optimizar un proceso de producción y el instrumento es una guía de tópicos, las preguntas deben estar dirigidas a conocer los factores críticos de éxito y amenazas que pudieran intervenir en ello, las condiciones que facilitan su mejora, las variables que pueden afectar, tiempos y movimientos, mediciones y otras cuestiones vinculadas con el planteamiento del problema de investigación. De lo contrario, no surgirán datos útiles.

## Revisar los datos (material inicial y adicional)

Con frecuencia, en el análisis cualitativo no esperamos a tener todos los datos para iniciar (en el análisis cuantitativo se comienza hasta que se han recabado los datos completos) o debemos regresar al campo o contexto de la indagación para recolectar información adicional (más entrevistas, documentación, grupos de enfoque). En ciertas circunstancias hacemos un análisis con los primeros datos para ver si estamos obteniendo lo adecuado. El curso del estudio va dirigiéndonos por el camino correcto a responder a las preguntas de investigación.

Por lo anterior, unas veces la revisión de los datos es paulatina y otras resulta general.

Esta tarea nos ayuda a contar con un panorama completo de la información recabada y a saber si estamos en la dirección que nos hemos trazado. De esta pueden surgir hipótesis iniciales.

Casi siempre el volumen de los datos es muy amplio; nada más imaginemos que, en promedio, una hora de grabación le toma a un profesional cuatro horas transcribirla (Trusted Translations, 2010). Una entrevista de una hora ocupa un mínimo de 12 cuartillas a espacio simple (Colina y Díaz Barriga, 2012). De acuerdo con nuestra experiencia, el promedio se encuentra entre 19 y 22. De cualquier manera, es una gran cantidad de información. En la actualidad, hay varios programas que realizan transcripciones como TalkTyper, Express Scribe y otros.

## Organizar los datos e información

Dado el volumen de los datos, deben estar bien organizados. El conjunto se compila en una base de datos, la cual alimentará al software de análisis, que acepta toda clase de archivos (documentos en texto —en Word, por ejemplo—, videos, audios, imágenes de toda clase, como fotos, manuscritos escaneados, notas en libretas electrónicas, resultados, tablas y gráficas de otros programas como SPSS y Minitab, etcétera).

Tal base puede estructurarse según uno o más criterios, como los siguientes:

1. Cronológico (por ejemplo, orden en que fueron recolectados: por día y bloque de mañana, tarde y noche).
2. Por sucesión de acontecimientos (por ejemplo, en el caso de una catástrofe, como una inundación o terremoto: antes de la calamidad, durante el fenómeno, inmediatamente después de la catástrofe —digamos hasta que cesaron los efectos físicos— y etapa posterior o secuela).
3. Por tipo de datos: entrevistas, observaciones, documentos, fotografías, artefactos.
4. Por grupo o participante (por ejemplo: Laura, Lucy, Bruno, Alonso, Paulina, Roberto...; mujeres y hombres; directivos, gerentes, jefes, trabajadores).
5. Por ubicación del ambiente (producción, compras, ventas, mantenimiento, aseguramiento de calidad).
6. Por tema (por ejemplo, etapas de un proceso —químico, de manufactura, de construcción de un edificio—; en un estudio sobre los problemas de atención en un hospital: ingreso de los pacientes, urgencias, terapia intensiva, atención a familiares, trabajo de laboratorio, actitudes de médicos, enfermeras, paramédicos, administrativos).
7. Importancia del participante (testimonios de actores clave, testimonios de actores secundarios).

Las narrativas orales y los videos deben transcribirse, y se suelen analizar en su formato original y como archivos de texto.

Ya organizada la base de datos, comienza la codificación de todo el material.

Por ejemplo, López y Hernández-Sampieri (2014) realizaron un estudio para, entre otras cuestiones, comprender lo que la responsabilidad social significa e implica para empresarios del estado de Michoacán en México. El método de recolección de los datos fue la entrevista en profundidad con ellos (cinco de organizaciones que habían obtenido el distintivo de Empresa Socialmente Responsable y seis que no lo habían recibido). Los datos fueron organizados por entrevista.

Pacas (2010) llevó a cabo una investigación a fin de detectar los factores clave que hacen competitivo al capital humano del sector hotelero en puestos a nivel operativo en una provincia de México (Querétaro). Aplicó cuestionarios semiestructurados a propietarios de hoteles o directores generales, clientes y especialistas en recursos humanos del ramo; llevó a cabo un grupo de enfoque con estos últimos y efectuó observaciones en campo y entrevistas abiertas con empleados. Primero estructuró los datos por método de recolección y, en cada uno, por clase de informante.



## Preparación de los datos para el análisis y selección de la unidad de análisis apropiada

Con los datos listos como documentos en el software de análisis (más adelante enunciaremos los principales programas), debemos determinar la unidad de análisis, la cual puede variar en extensión y naturaleza dependiendo del tipo de instrumento que se haya utilizado y el formato en que se encuentren los datos (texto, audio, video o fotografías).

Cuando se tiene texto, es común que sea la línea o renglón, el párrafo o la página; pero también si se trata de entrevistas transcritas, cada respuesta del entrevistado, y en grupos de enfoque, cada nueva intervención de un sujeto; en audio o video, períodos (minuto, cada  $k$  minutos) o cada nueva participación.

Para quienes efectúan un estudio cualitativo por primera vez, se recomienda que se considere una unidad de análisis cada ocasión en que se hace referencia directa o indirectamente a un tema vinculado al planteamiento del problema. Por ejemplo, en la indagación sobre la responsabilidad social desde la perspectiva del empresario, cada vez que se aludía a la responsabilidad se determinó que constitúa una unidad.

### Codificación abierta de las unidades (fase I)



En la fase I de codificación abierta se revisa unidad por unidad y, en cada caso, el investigador se interroga: ¿Tiene que ver con el planteamiento?, ¿se relaciona con mis preguntas y objetivos de investigación? Cuando la respuesta es negativa, se desecha la unidad. En el caso de que la unidad se vincule al planteamiento, entonces como analista debo cuestionar: ¿A qué se refiere esta unidad?, ¿qué me señala respecto a mi planteamiento?, ¿qué significa? A continuación, establece una categoría y le asigna un código. Pasa a la siguiente unidad y se repite las mismas interrogantes. Además, la compara con la anterior y se pregunta: ¿este segmento se refiere a lo mismo?, ¿es similar o distinto?, ¿puede agruparse con el otro o menciona algo diferente? Si es similar, se considera que pertenece a la misma categoría y se agrupa junto al primero. Si es desigual pero se asocia al planteamiento, genera una segunda categoría y la codifica. El investigador revisa la tercera unidad y repite el proceso, y continúa con la cuarta, la quinta, etc.; siempre contrastando cada unidad nueva con las anteriores. La decisión al evaluar las unidades es si se ubica en alguna categoría previa o establece una nueva. Así, emergen las categorías y los códigos que las identifican. Las unidades que no hacen referencia al planteamiento se eliminan siempre.

De las unidades se pasa a descubrir categorías por comparación constante. Veamos un ejemplo.

En el estudio sobre centros comerciales del capítulo 7, cuyo objetivo era comprender la experiencia de compra de clientes mayores de edad, conocer sus preferencias en cuanto a centros comerciales, determinar los factores que inciden en su evaluación de un centro comercial y lograr que definieran lo que para ellos constituye el centro comercial ideal, el instrumento de recolección de los datos fueron los grupos de enfoque. La unidad de análisis se estableció como cada vez que algún participante comentaba sobre los centros comerciales en general o en particular. La guía de temas incluía la pregunta: ¿Cuáles son las principales razones por las que prefieren un determinado centro comercial?, ante la cual algunas respuestas literales fueron: "Yo prefiero el centro comercial que me quede más cerca de mi casa" (unidad 1), "Lo que más me gusta de un centro comercial es que tenga variedad de tiendas, vaya, ¡que haya de todo!" (unidad 2), "Voy mucho al centro comercial Z,<sup>4</sup> a comprar, a reunirme con mis amigas, a pasear, más que a otros, porque es el más cercano" (unidad 3), "Pues a mí me agrada más el centro comercial W porque encuentro muchas opciones de compra" (unidad

<sup>4</sup>No se menciona el nombre del centro comercial por acuerdo con el cliente que encargó la investigación.

4), "Yo voy a este centro porque hay diversas alternativas de diversión, yo no voy a un centro comercial nada más a comprar, más bien voy a relajarme, pasear y divertirme" (unidad 5), "¿Por qué elijo un centro comercial? Pues por cercanía" (unidad 6), "Yo, por la tienda ancla" (tienda departamental) (unidad 7), "Siempre preferiré la que tenga más cines, bares, restaurantes y entretenimiento" (unidad 8). La codificación se ilustra en la figura 10.14.

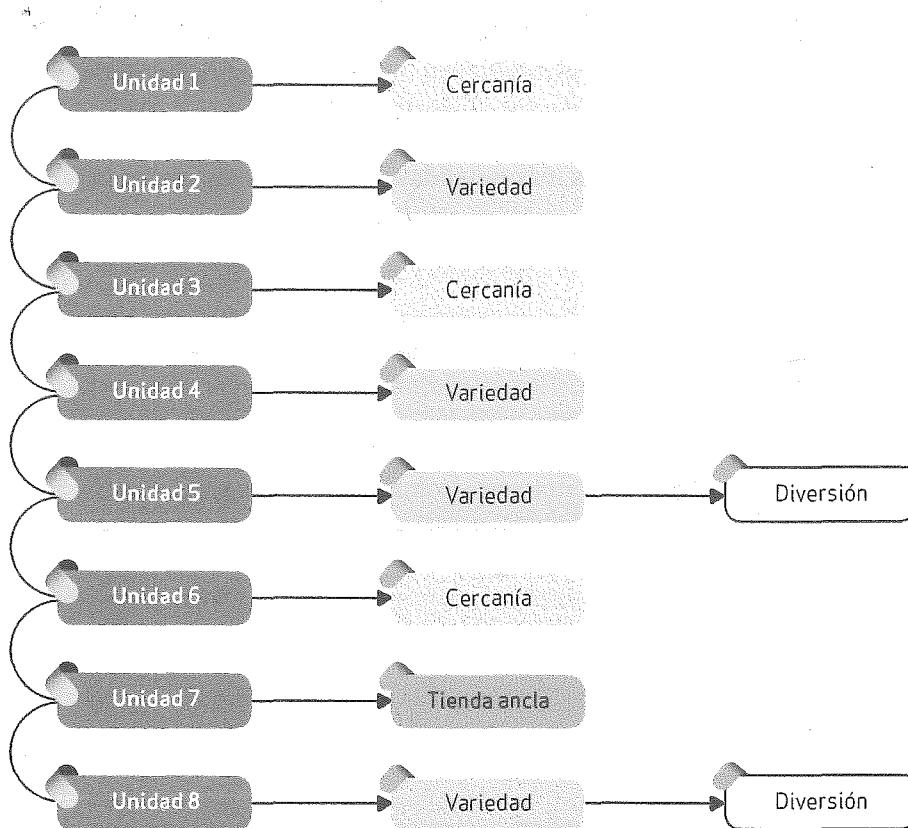


Figura 10.14 Ejemplo de codificación abierta o en primer plano con el estudio de centros comerciales.

Debes notar que la codificación cualitativa no es asignar unidades a categorías previamente establecidas, como en la codificación cuantitativa, sino que las unidades producen o generan categorías. Cada categoría nueva se inscribe y codifica. De las que se van repitiendo, se registra su incidencia para considerar su importancia. Al final, se obtiene un conjunto de categorías sobre el planteamiento del problema, cada una con su código.

Dicho de otra forma, los códigos surgen de los datos (más precisamente, de los segmentos de datos): van mostrándose y los “capturamos” en categorías emergentes. Usamos la codificación para comenzar a revelar significados potenciales y desarrollar ideas, conceptos e hipótesis. Así vamos comprendiendo lo que sucede con los datos (empezamos a generar un sentido de entender el planteamiento del problema).

Los códigos (nombres o identificadores de las categorías) deben reflejar las categorías que representan (como en el caso de los centros comerciales, la categoría “variedad” se



Los códigos deben reflejar las categorías que representan, como en el caso del ejemplo de los centros comerciales.

refiere a diversas opciones de tiendas, actividades, giros, lugares de entretenimiento). En el ejemplo que ahora nos ocupa, comenzamos a pensar en las implicaciones de los resultados: si los factores clave son cercanía y variedad, las promociones y la publicidad deben enfocarse en las zonas residenciales de los alrededores del centro comercial, y si no hay variedad de oferta en los espacios y tiendas, debe buscarse. O si pretendemos construir un centro, es recomendable que entre los arrendatarios de los locales haya de todo tipo (artículos del hogar, restaurantes, cafés, bares) y que la edificación se planee en ese sentido.

Moreno-Ponce (2016), en su investigación ya mencionada sobre las razones principales de los problemas de calidad en dos plantas de flechas automotrices, al realizar los primeros grupos de enfoque determinó que había 79 categorías (la unidad de análisis fue la intervención de cada participante), siendo las más repetidas las que se muestran en la tabla 10.13.

**Tabla 10.13** Categorías emergentes del estudio sobre los problemas de calidad en plantas automotrices.

| Razones (categorías producidas)                        | Frecuencia de mención |
|--------------------------------------------------------|-----------------------|
| Urgencia de producir con los materiales                | 51                    |
| Negligencia del operador                               | 29                    |
| Fallas en las máquinas                                 | 28                    |
| Falta de claridad en el rol de los líderes             | 26                    |
| Capacitación deficiente a los operadores en sus tareas | 25                    |
| Falta de reconocimiento                                | 22                    |
| Exceso de formalización y burocracia                   | 19                    |
| Falta de trabajo en equipo                             | 18                    |
| Problemas de la maquinaria                             | 18                    |
| Cargas de trabajo excesivo                             | 15                    |

Pacas (2010), por ejemplo, encontró, entre otras, las siguientes categorías que hacen competitivo al empleado del sector hotelero: empatía, amabilidad, conocimientos de su trabajo, honestidad, compromiso con la empresa y los huéspedes y proactividad (en los tres segmentos de su análisis).

Una técnica sencilla para producir categorías es la de “agrupamiento” (Hernández-Sampieri *et al.*, 2014). Primero, se anotan los temas vinculados al planteamiento mencionados en las entrevistas o grupos o bien detectados en las observaciones y documentos. Luego, se determina cuáles son comunes (se repiten una y otra vez), cuáles son los más distintivos (muy relacionados con el planteamiento) y cuáles solamente se mencionan una o pocas veces. Estos últimos se descartan. Al final, se agrupan temas. Esto se ilustra gráficamente de la siguiente manera (puede ser un formato):

| Lista de temas | ¿Cuáles son comunes? (se repiten frecuentemente) | ¿Cuáles son los más distintivos? (vinculados al planteamiento) | Agrupamiento (¿cuáles se pueden agrupar?) |
|----------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1              |                                                  |                                                                |                                           |
| 2              |                                                  |                                                                |                                           |
| 3              |                                                  |                                                                |                                           |
| k              |                                                  |                                                                |                                           |

Asimismo, cuando una palabra o término vinculado al planteamiento aparece frecuentemente en varias unidades, puede indicar la presencia de una categoría.

A veces una misma unidad produce dos o más categorías, como era el caso de "yo voy a este centro porque hay diversas opciones de diversión, yo no voy a un centro comercial nada más a comprár, más bien voy a relajarme, pasear y divertirme" (variedad y diversión).

## Codificación selectiva de las categorías (fase II)

Esta etapa implica varias cuestiones. En primer lugar, ilustrar cada categoría con unidades o segmentos (por ejemplo, frases o comentarios de los participantes, o cuando se trata de animales de sus conductas o reacciones). No hay un número exacto de cuántas unidades, pero deben ser las suficientes para que quien revise la investigación tenga una clara idea de cuál categoría es. Es común que las más importantes sean entre tres y cinco. Por ejemplo, en Pacas (2010) una de las categorías fue la de "empatía del empleado con el cliente" y algunas citas ilustrativas fueron: "Que entienda las necesidades del cliente", "Que trate de pensar como el cliente", "Que se ponga en los zapatos del cliente, incluso que el empleado se anticipé a las necesidades de los clientes" (aquí también el participante se refiere a *iniciativa*), "Que aprenda a conocer a los huéspedes, vamos, los diferentes tipos y logre empatía con cada uno").

En segundo lugar, comentar lo que quiere decir la categoría para los participantes, más la interpretación del investigador. Por ejemplo: la empatía es considerada por los sujetos como el atributo más importante del empleado de un hotel. Para ellos, significa acercarse al cliente, permanecer al pendiente de sus exigencias, conocer sus necesidades, identificar sus expectativas y detectar los distintos tipos de clientes. Esta empatía fue algo recurrente en las entrevistas.

En tercer lugar, la codificación selectiva implica descubrir patrones o temas más generales (en algunos programas de análisis se denominan "familias de códigos"), agrupando categorías muy vinculadas. Por ejemplo, Pacas (2010) concentró las siguientes categorías: empatía, amabilidad, calidez en el trato al cliente y cordialidad en un tema que denominó "actitud de servicio al cliente". Asimismo, las categorías "adelantarse a lo que requiere el cliente", "iniciativa" y "proactividad" en un patrón más amplio que denominó simplemente como "proactividad".

Moreno-Ponce (2016) agrupó varias categorías en el tema "problemas de maquinaria" (fallas de las máquinas, descompostura de máquinas, variaciones de los equipos, fallas de máquinas reconstruidas, falta de mantenimiento preventivo a la maquinaria, maquinaria obsoleta o vieja).

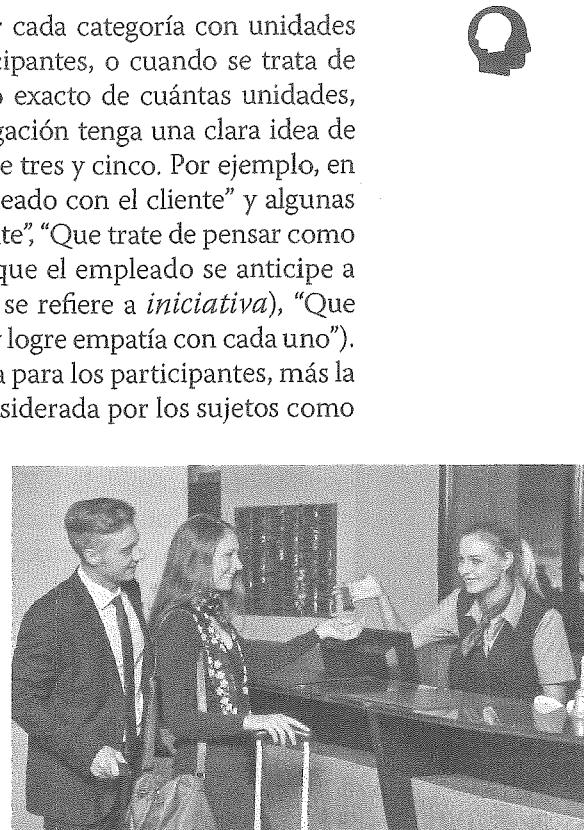
Obviamente, categorías (subconjuntos) y los patrones o temas (agrupaciones o conjuntos de las primeras) deben no solamente referirse al planteamiento del problema de investigación, sino también contribuir a entenderlo.

López y Hernández-Sampieri (2014), en el citado estudio de la responsabilidad social con empresarios y mediante sus análisis, descubrieron en sus datos 13 temas o familias que agruparon a 90 categorías o códigos. Veamos un ejemplo.

**Tema:** Impacto en la empresa.

**Definición:** Representa para los participantes la forma como la responsabilidad social ha dejado huella de manera interna en la empresa o para esta, desde su perspectiva.

**Categorías emergentes:** Acciones en puerta, beneficios para el personal, beneficios económicos, beneficios fiscales, experiencia crítica, experiencia satisfactoria y resultados esperados (número de citas: 55).



La empatía se considera el atributo más importante de los empleados que atienden al turismo.

*Ejemplos de unidades o citas expresadas por los participantes para la categoría beneficios para el personal:* 1) “Se ha logrado una mayor unión con los trabajadores, gracias a los eventos de responsabilidad social que se llevan a cabo, esto permite una satisfacción, compromiso y hasta pertenencia del trabajador, vaya, para el orgullo de pertenecer a la empresa”; 2) “La responsabilidad social tiene efectos en la reputación interna, es un tema que la gente aprecia mucho [...] tuvimos más de 1 200 respuestas a esa encuesta donde la gente se expresa muy bien; cuando les mandamos el agradecimiento, se toman incluso la molestia de contestarte y decirte ¡qué bueno que el banco esté trabajando en este tipo de cosas, me siento muy satisfecho de trabajar en un lugar como este!”

Desde luego, como se ha visto en los ejemplos, parte del análisis es el conteo de frecuencias de categorías y temas para determinar su importancia. Incluso se suelen presentar los porcentajes (que en ocasiones no suman 100%, pues hay unidades que generan más de una categoría, multirrespuestas).

## Codificación axial de las categorías (fase III) y generación de hipótesis, explicaciones y teoría resultante

Esta etapa implica relacionar categorías o temas. Hay categorías tan importantes que se convierten en temas. Es importante describir los vínculos e interconexiones entre categorías y temas, particularmente entre estos últimos. Para este efecto, pueden utilizarse matrices que conecten categorías (como si fueran correlaciones), mapas y diagramas; además de explicaciones en profundidad. Finalmente, debe responderse a las preguntas de investigación y generar teoría fundamentada.

Por ejemplo, en el estudio de los centros comerciales, se generó el modelo que se representa en la figura 10.15.

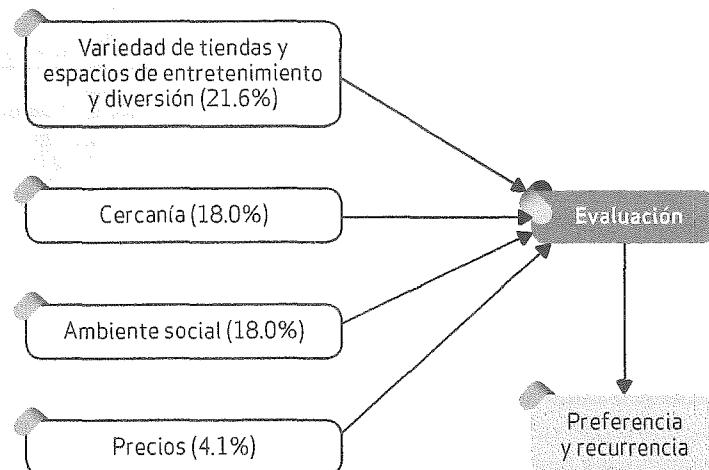


Figura 10.15 Modelo que explicó los factores centrales que inciden en la evaluación y preferencia de un centro comercial.

Los precios en este estudio no fueron importantes para evaluar a los centros comerciales y, consecuentemente, para la preferencia y recurrencia. Sí para tomar decisiones de compra. Desde luego, el estudio se realizó con sectores medios y altos de la población en una época en que la crisis económica no era tan grave. Hay personas que solamente van de paseo o a tomar un café. Asimismo, en otras investigaciones más recientes, se ha agregado al modelo la cuestión de la seguridad.

Dos de los resultados centrales fueron que: 1) el centro comercial vino a sumarse en México a los zócalos o plazas centrales de las ciudades como opción para pasear y divertirse,

y en algunos casos como la número uno; y 2) el centro comercial ha evolucionado de ser un espacio fundamentalmente de compra, a uno de entretenimiento, recreación y convivencia.

Además, se establecen conclusiones como la siguiente del estudio de López y Hernández-Sampieri (2014):

### ¿QUÉ ES LA RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL?

Las categorías que se descubrieron que inciden en la comprensión de la responsabilidad social empresarial son *la forma de entender la función de la empresa* (producir riqueza desde un concepto amplio), *el concepto de riqueza* (económica, humana y social), *los grupos de interés que reciben mayor atención* (colaboradores y medio ambiente), *los motivos para involucrarse en estrategias de responsabilidad social* (prácticas, invitación externa y la mentalidad directiva), *el alcance de la visión* (la sustentabilidad solo se logra con un enfoque de largo plazo) y *la actitud del empresario* (nivel de convencimiento y conciencia social), la vinculación entre la responsabilidad social y el éxito de la organización (la ejecución de prácticas de RSE supone una planeación estratégica precisa) y el lugar donde las empresas enfocan su responsabilidad (su operación interna o las externalidades de la misma).

## Terminación del análisis cualitativo

En ocasiones, con los casos incluidos en la muestra original no es suficiente para responder las preguntas de investigación y cumplir cabalmente con los objetivos trazados y tenemos que agregar algunas unidades. Por ello, cuando los estudiantes realizan estudios cualitativos frecuentemente se preguntan: ¿Cuándo debemos dejar de recolectar y analizar datos?, ¿en qué momento concluir el estudio?

Al respecto, son dos los indicadores fundamentales:

1. Cuando se han “saturado” las categorías y no surge información novedosa. Por ejemplo, en la investigación sobre los centros comerciales, llegó un momento en que ya no había ninguna experiencia que aportara nuevas categorías o razones por las que se evalúan y prefieren estos (ni en general ni en particular), ni sugerencias de mejora diferentes, tampoco comentarios distintos. Los datos se vuelven redundantes o repetitivos, a eso se le denomina *saturación*.
2. En el momento en que hayamos respondido al planteamiento del problema (que fue evolucionando) y que comprendamos el fenómeno investigado.

## Programas de análisis cualitativo

En la actualidad hay diferentes programas de análisis cualitativo: Atlas.ti, NVivo, Ethnograph, NUD\*IST, WinMax y otros. Todos aceptan diferentes clases de datos cualitativos o narrativas como textos, imágenes, audio, video, etc., y te ayudan en las labores de codificación abierta, selectiva y axial (en las tres fases). Conectan a las categorías tanto para agruparlas en temas o patrones como para relacionarlas en modelos de teoría fundamentada.



### EJEMPLOS

#### Introducción de un sistema de gestión de la calidad

A fin de responder a la pregunta de investigación: ¿Las estaciones de servicio en las cuales se implante un sistema de gestión de la calidad lograrán mayores ventas que otra en la cual no se introduzca ningún sistema?, se llevó a cabo, entre otros análisis estadísticos, una prueba *t* en cada gasolinera (el promedio de las prepruebas —línea basal—



de las ventas mensuales en litros en comparación con el promedio de las pospruebas —ventas mensuales en litros también—, una vez que se completó la implantación de los sistemas). Asimismo, se efectuó un análisis de varianza entre todos los promedios de las pospruebas de los tres conjuntos de puntuaciones. En los grupos en los que se estableció un sistema de gestión de la calidad (ISO o propio), el valor de  $t$  fue significativo al nivel del 0.001 y en el grupo de control, no. Entre los grupos en los que se implantó un sistema (ISO y propio) no hubo diferencias significativas. Se comprobó la hipótesis de investigación.

La estación de servicio con modelo propio incrementó sus ventas en 24%, en comparación con los datos previos al experimento. La estación de servicio con modelo ISO incrementó sus ventas en 23%. La gasolinera sin introducción del sistema no mostró cambios significativos.

### La pareja ideal

Los análisis fueron realizados en el programa SPSS. Por motivos de espacio se mencionarán únicamente algunos análisis efectuados y se incluirá la gráfica de la variable “percepción del noviazgo”. Los análisis estadísticos que se generaron fueron: estadística descriptiva para cada variable, es decir, distribución de frecuencias, medidas de tendencia central y medidas de la variabilidad.

Uno de los ítems más relevantes para el estudio fue conocer qué era un noviazgo para los estudiantes que participaron en la investigación, para lo cual uno de cada 10 estudiantes definió explícitamente al noviazgo por la dimensión prematrimonial (“la relación en la que conoces a la persona con quien te vas a casar”); 15.25% señaló que el noviazgo es una “etapa de la vida”. La variable corresponde a un nivel de medición nominal, por lo cual se eligió como valor estadístico descriptivo a la moda. En la figura 10.16 se encuentra la gráfica que se obtuvo como resultado del registro de respuestas de los participantes.

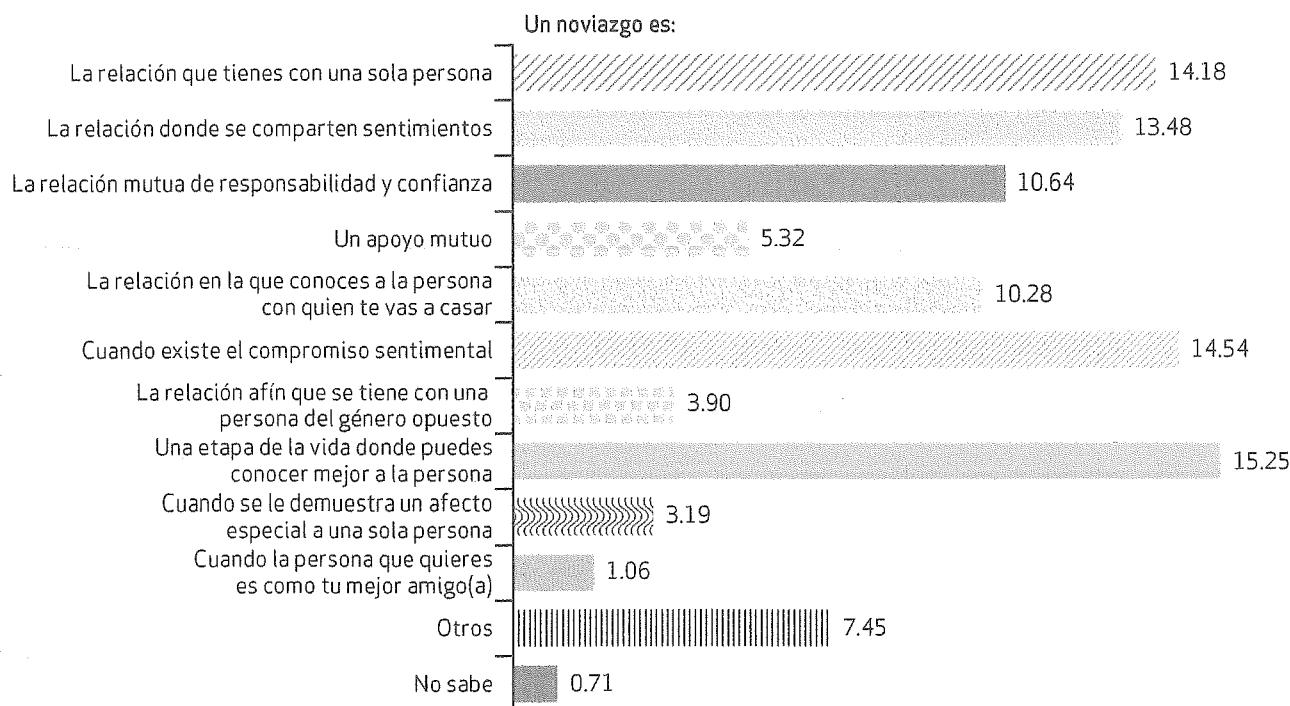


Figura 10.16 Definición del noviazgo.

Un último comentario es que al realizar una prueba de diferencia de proporciones entre hombres y mujeres respecto a la apariencia física, no cabe duda de que los estudiantes celayenses le dan mayor importancia a esta que sus compañeras (significancia menor del 0.05).

### **Consumo de energía en hospitales**

Tanto los datos de iluminación recolectados en ambos hospitales del caso de estudio como los obtenidos por el simulador del uso del controlador difuso inteligente de energía artificial se analizaron estadísticamente para compararlos. Los resultados del simulador indicaron un potencial de ahorro de energía artificial significativo en ambos casos.

### **Abejas productoras de miel**

Los datos recolectados en la muestra de colmenas sobre las variables de acumulación neta de alimento, producción neta de cera, población adulta y población de crías se analizaron estadísticamente con la intención de correlacionarlos con los datos recolectados acerca de la composición del paisaje. Al interpretar las pruebas estadísticas de correlación se encontró que tanto la acumulación neta de alimento como la producción neta de cera estaban relacionadas positivamente con las tierras de cultivo y negativamente correlacionadas con los bosques y praderas. La acumulación de alimento de la colonia también estaba correlacionada negativamente con la razón área urbana: tierras de cultivo.

### **Perfil de egreso de los ingenieros esperados en la industria**

Los resultados se presentaron agrupados por empresas del Valle de México y la región Bajío. Se entregó un reporte ejecutivo a las organizaciones, el cual también se publicó en la revista *Manufactura* en julio de 2014. Por motivos de espacio se mencionan únicamente tres de los resultados del estudio, así como las frecuencias efectuadas a partir del análisis descriptivo de los datos.

*Resultado 1.* Destacan la incapacidad de trabajar en equipo, falta de habilidades de liderazgo, carencia de idiomas, ausencia de vinculación con la práctica profesional y desconocimiento de nuevas tecnologías.

*Resultado 2.* Las universidades con más presencia en el mundo empresarial e industrial son públicas.

*Resultado 3.* Los egresados de carreras técnicas son destinados a puestos operativos y los ingenieros son requeridos en áreas de coordinación y gerencia.

#### **Frecuencias de las fortalezas y debilidades de los egresados**

| <b>¿Qué les falla o de qué carecen?</b> |     |
|-----------------------------------------|-----|
| Práctica y experiencia                  | 41% |
| Dominio de idiomas                      | 13% |
| Conocimientos técnicos                  | 7%  |
| Trabajar en equipo                      | 5%  |
| Liderazgo                               | 5%  |

#### **¿En qué están bien los egresados?**

| <b>¿En qué están bien los egresados?</b> |     |
|------------------------------------------|-----|
| Bien preparado, buenos conocimientos     | 17% |
| Buena preparación técnica                | 5%  |
| Cumplen con lo que la empresa necesita   | 6%  |
| Conocimientos teóricos                   | 4%  |
| Actitud de trabajar y aprender           | 2%  |

### Trayectoria de las emprendedoras en México

Los resultados de este estudio fueron publicados en diversos medios con fines académicos, científicos, comerciales y sociales, por Fries, González y Rivera (2014), con el objetivo de mejorar las prácticas inclusivas de las mujeres emprendedoras de pequeñas empresas en crecimiento en México, para lo cual participaron organizaciones como la Red Aspen de Emprendedoras para el Desarrollo (ANDE) y la Fundación Bahnorite.

Para llevar a cabo los análisis de los datos recolectados en los nueve grupos focales, se trabajó según los principios de la teoría fundamentada: 1) se identificaron las unidades de análisis, derivado de la organización, transcripción y revisión de las respuestas, anotaciones y bitácoras, 2) se designaron categorías y códigos, 3) se describieron las categorías emergentes y exemplificaron con citas de las participantes o ilustraciones, 4) las categorías se agruparon en temas, se relacionaron e insertaron ejemplos, para posteriormente concluir con una descripción narrativa y detallada de las relaciones entre estas, generar hipótesis, explicaciones y dar lugar a la teoría emergente.

A continuación, se ilustra uno de los mapas de los conceptos examinados, que establece la relación entre categorías derivadas de la exploración efectuada para determinar la percepción acerca de los ecosistemas facilitadores de su emprendimiento, los cuales fueron definidos por ellas mismas como “un agente que se encuentra en el entorno de su empresa y facilita su crecimiento y estabilidad”; esta definición fue producto del análisis de todas las respuestas.



Figura 10.17 Percepción de los ecosistemas facilitadores del emprendimiento femenino.

Una conclusión, al respecto de la categoría anteriormente ilustrada, fue que las mujeres de la investigación a menudo desconocen o no cuentan con la información adecuada sobre las opciones de financiamiento disponibles. Su principal apoyo económico proviene de su familia, amigos, ahorros, ingresos propios obtenidos de ventas o empleos, así como de tarjetas de crédito.

## EJERCICIOS

- Diseña la estrategia de análisis de datos que seguirías para el proyecto que has desarrollado en los ejercicios de los capítulos previos.
- Consulta alguna noticia sobre un descubrimiento científico que capte tu atención. Identifica la conclusión a la que llegaron los investigadores y después indaga en la fuente original el tipo de análisis de datos que realizaron para alcanzarla. Responde las siguientes preguntas:
  - ¿Cuál fue la conclusión del estudio?
  - ¿Cómo llegaron a esa conclusión los investigadores?
  - ¿El análisis de los datos fue suficiente y apropiado para llegar a esa conclusión? ¿Por qué?
- Observa en YouTube alguna entrevista realizada por un periodista a alguna personalidad que te interese (político, deportista, cantante, actor). Al terminar, haz una lista de las categorías en las que clasificarías el contenido de la entrevista si la analizaras cualitativamente.

## ¿QUÉ APRENDÍ?



- Identifica la referencia de algún artículo publicado en revistas científicas, derivado de las investigaciones ganadoras de un Ig Nobel. Primero, vuelve a leer el apartado: "¿Te interesa?", del capítulo 9, y sigue el enlace que se anota ahí. Una vez que seleccionas el estudio, llena la tabla. Algunos datos los deberás deducir a partir de otros que vengan en el texto.

| Variables del estudio | Nivel de medición de las variables | Análisis estadístico descriptivo | Menciona las hipótesis | Análisis estadísticos inferenciales aplicados a la prueba de la hipótesis |
|-----------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
|                       |                                    |                                  |                        |                                                                           |

- Piensa en tu cantante o grupo musical favorito y consulta su discografía. Si es muy amplia elige únicamente los últimos tres discos. Efectúa un análisis cualitativo, guiándote con los pasos del diseño integral. Tus unidades de análisis serán los nombres de canciones, la letra, puesto que ocupó en las listas de popularidad nacionales o mundiales y fotografías del álbum. El objetivo es generar una familia de categorías que te permita comprender sus obras musicales y deducir una hipótesis acerca de la personalidad del intérprete y la relación con sus canciones.
- Para repasar el tema de la confiabilidad, busca un artículo cuyo objetivo sea validar una escala de medición. Apóyate en los enlaces del apartado "¿Hay más?" del capítulo 5. Lee con atención el estudio y aplica la escala validada a una muestra piloto, cuyas unidades de análisis mantengan las mismas características con las de la investigación, y mide nuevamente la confiabilidad de la escala. ¿Cuáles fueron tus resultados? Si encuentras alguna diferencia entre los resultados del artículo con los tuyos, explica por qué.



- Atlas.ti (2002). *Qualitative data analysis*. Recuperado de: <http://www.atlasti.com/es/productintro.html>.
- Hernández Sampieri, R., Méndez, S. y Mendoza, C.P. (2016). *Online Learning Center de Metodología de la investigación*. Recuperado de: [http://novella.mhhe.com/sites/000001251x/student\\_view0/](http://novella.mhhe.com/sites/000001251x/student_view0/).
- IBM (2012). *SPSS Software Predictive analytics software and solutions*. Recuperado de: <http://www-01.ibm.com/software/analytics/spss/>.
- Rodríguez, C., Lorenzo, O. y Herrera, L. (2005). *Teoría y práctica del análisis de datos cualitativos: Pro-*

*ceso general y criterios de calidad*. Recuperado de: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/654/65415209.pdf>.

- The World Factbook 2013-14. Washington, DC: Central Intelligence Agency, 2013. Recuperado de: [https://www.cia.gov/library/publications/resources/the-world-factbook/docs/contributor\\_copyright.html](https://www.cia.gov/library/publications/resources/the-world-factbook/docs/contributor_copyright.html)
- Utah State University (2010). *Análisis de datos y probabilidad*. Recuperado de: [http://nlvm.usu.edu/es/nav/category\\_g\\_3\\_t\\_5.html](http://nlvm.usu.edu/es/nav/category_g_3_t_5.html)

## GLOSARIO

**Categoría cualitativa** Concepto surgido de las unidades de análisis, vinculado al planteamiento del problema, y que los investigadores analizan para organizar los resultados. Debe guardar una relación estrecha con los datos.

**Codificación cualitativa** Proceso mediante el cual se van generando por comparación constante de unidades de análisis, las categorías presentes en cierto material textual, audiovisual o simbólico.

**Código cualitativo** Clave que identifica a las categorías que emergen de la comparación constante de segmentos o unidades de análisis (se trata de números o símbolos).

**Desviación estándar** Promedio de desviación de las puntuaciones con respecto a la media y que se expresa en las unidades originales de medición de la distribución o variable medida.

**Distribución de frecuencias** Conjunto de puntuaciones ordenadas en sus respectivas categorías.

**Media** Promedio aritmético de un conjunto de puntuaciones o distribución y es la medida de tendencia central más utilizada.

**Mediana** Valor que divide un conjunto de puntuaciones por la mitad.

**Medidas de la variabilidad** Intervalos que indican la dispersión de los datos en la escala de medición.

**Medidas de tendencia central** Valores medios o centrales de una distribución que sirven para ubicarla dentro de la escala de medición.

**Moda** Categoría o puntuación que se presenta con mayor frecuencia.

**Rango** Indica la extensión total de los datos en la escala.

**Unidad de análisis cualitativa** Segmento de significado. Las unidades de análisis más comunes para transcripciones son: palabras, líneas, párrafos, intervenciones de personas, páginas o cada vez que se cambia de tema.

**Variables de la investigación** Propiedades medidas y que forman parte de las hipótesis o que se pretenden describir.

**Variables de la matriz de datos** Columnas de la matriz de análisis de un programa estadístico.

**Varianza** Se utiliza en análisis inferencial.

# Elaboración del reporte de resultados

## ¿QUÉ VAS A LOGRAR?

Al finalizar este capítulo, podrás elaborar, en colaboración con tus compañeros de equipo, el reporte de la investigación que has estado realizando, de acuerdo con los elementos que se revisarán en este apartado.

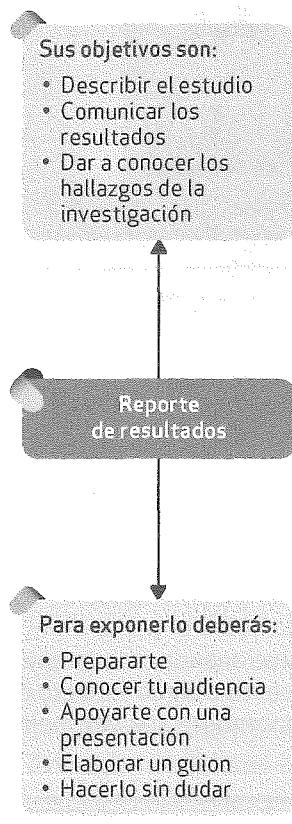
## ¿QUÉ TE VAS A LLEVAR?

Habilidades de investigación, capacidad de análisis, síntesis y abstracción, capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica, capacidad de comunicación oral y escrita y analizar el desarrollo de la disciplina en el ámbito local y nacional, con fundamento en la investigación científica.

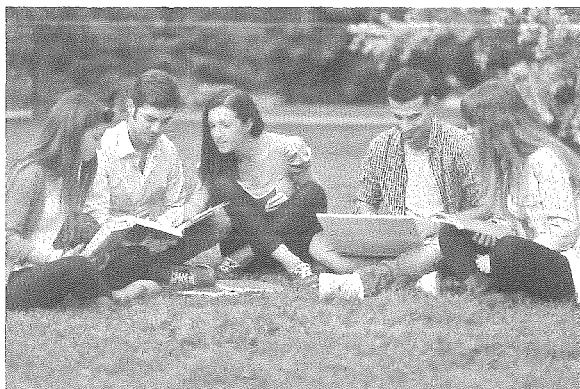
## ¿QUÉ SABES ACERCA DE...?

Comenta con tu profesor y con tus compañeros de clase:

1. ¿Por qué es importante que se conozca mi investigación?
2. ¿Cómo pueden presentarse los resultados de una investigación?
3. ¿Qué apartados o elementos debe tener un informe de investigación?
4. ¿Cuál debe ser el contenido de cada uno de esos elementos?
5. ¿Cómo debo exponer mi proyecto de investigación?



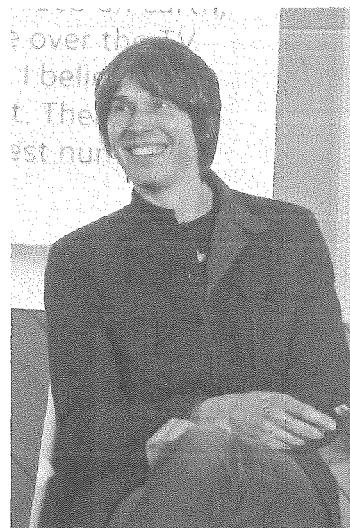
## ¿TE INTERESA?



Un investigador no trabaja solo en un laboratorio, aislado, sino que lo hace en equipo y discute ideas con sus colegas.

Al pensar en un investigador, vienen a la mente la imagen del científico alejado del mundo o el estereotipo de un genio encerrado en su laboratorio. La realidad es muy diferente: trabajan en equipo, comparten y discuten ideas, no descubren algo en un momento de inspiración: ¡eureka! sino que constantemente ponen a prueba sus resultados: los presentan en congresos, los publican en reportes, los explican en sus clases o hasta en videos por internet. En pocas palabras, comparten el conocimiento que generan entre sus colegas especialistas y la sociedad.

Para citar un ejemplo, tomemos al polémico físico Brian Cox, quien trabaja en la Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN) junto con otros 2 500 investigadores de 600 universidades e institutos y alrededor de 12 000 científicos invitados de 120 nacionalidades. Brian trabaja específicamente en el experimento ATLAS del CERN, pero por lo que es más conocido es por la difusión que hace de su trabajo y de



Brian Cox es físico, miembro avanzado de física de partículas en la Escuela de Física y Astronomía de la Universidad de Manchester, y uno de los principales difusores de la investigación científica para el público en general.

la física en general en diferentes medios de comunicación para todo público a través de programas de radio, televisión y en redes sociales.

Así pues, ahora que conoces el proceso de investigación científica y que has comenzado a hacer tus propios trabajos de investigación, lo único que falta es que presentes los resultados para que difundas el conocimiento que has generado. De este modo es como la ciencia, no solo ha llegado hasta el punto en el que está, sino que continúa evolucionando, con la aportación de cada persona que investiga algún aspecto de la realidad para tratar de comprender cada vez mejor el mundo en el que vivimos.<sup>1</sup>

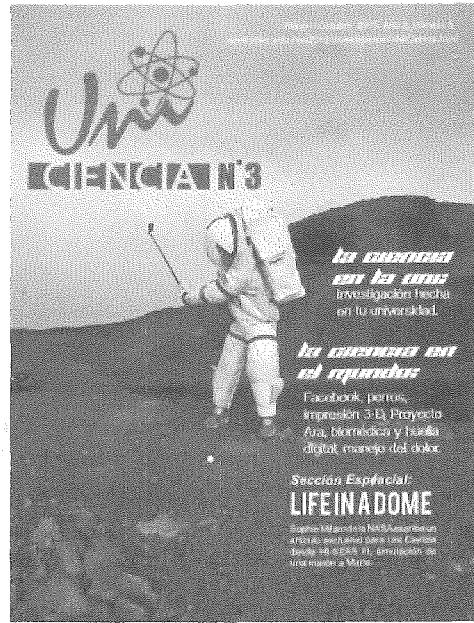
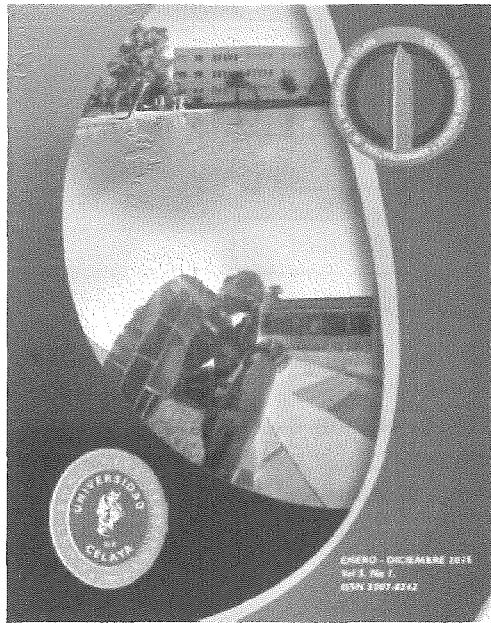
## ¿Por qué es importante que se conozca mi investigación?



Tu proyecto de investigación estará completo cuando se comuniquen los resultados; es decir, el proyecto debe difundirse para que continúe la evolución del conocimiento y la resolución de problemáticas. Tu estudio no existe si no se comparte y se da a conocer entre los interesados. Incluso, algunos expertos consideran que el paso final de una investigación es comunicar los resultados para ser conocidos por una comunidad académica, discutirlos y, así, contribuir al conocimiento científico universal. Este proceso de divulgación se lleva a cabo de varias maneras, tanto formales como informales. Entre los medios tradicionales para la comunicación de tu estudio se encuentran: tesis, tesinas, reportes de investigación,

<sup>1</sup>CERN (2015). About CERN. Recuperado de: <http://home.cern/about>.

libros, artículos, carteles, ponencias de congresos, presentaciones audiovisuales, informes técnicos, informes de estadía, entre otros. Cualquiera que sea el medio, debemos identificar las normas para elaborar el reporte final, ya que normalmente varían en extensión y criterios de redacción. La tendencia actual es incluir solo los elementos y contenidos realmente necesarios, para que los resultados sean discutidos y comprendidos, lo que significa que no basta con expresarlos, sino que, además, la audiencia entienda con claridad el contenido.



● Las revistas académicas son un medio de difundir la investigación.

Dar a conocer tu proyecto de investigación tiene los siguientes objetivos:

1. Generar conocimiento, saberes y posibles soluciones, para el bienestar de tu entorno social.
2. Contribuir al fortalecimiento del campo o disciplina en la cual se efectuó la investigación.
3. Adquirir habilidades o competencias de carácter científico, las cuales pueden ser transferidas a la práctica profesional.
4. Verificar los aportes de nuestra investigación con los de otros investigadores.
5. Someter los resultados a debate y validación externa para realimentar los hallazgos.

Además, comunicar los resultados de un proyecto te dará una satisfacción personal, debido a las exigencias que establecen los usuarios de la investigación, de dar a conocer los resultados de manera coherente y clara.

## ¿Qué apartados contiene un reporte de resultados de una investigación?

La calidad de la presentación de un reporte de investigación puede enriquecer o restar valor a los resultados; en cambio, la uniformidad de sus elementos mejorará la claridad, composición, legibilidad, revisión y discusión de los hallazgos. En la figura 11.1 se dan los elementos más comunes de los reportes de investigación en contextos académicos.



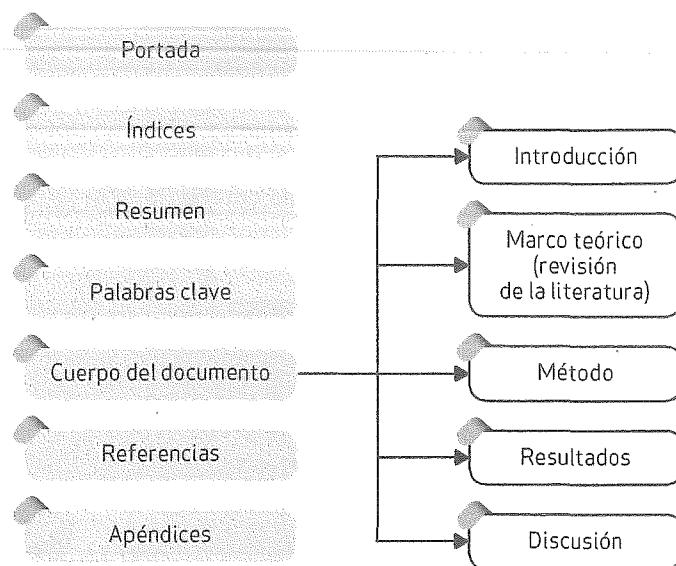
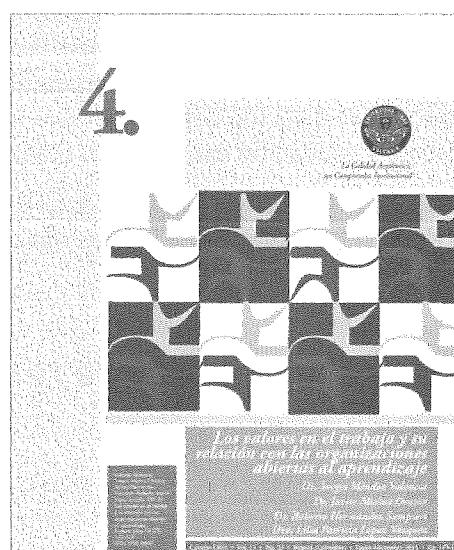


Figura 11.1 Elementos fundamentales de un reporte de investigación.

## 1. Portada

La *portada* lleva el título de la investigación, el nombre del autor o los autores y la institución a la que pertenecen (por ejemplo, tu escuela) o el nombre de la institución que patrocina el estudio, así como la fecha y el lugar en que se presenta el informe. La Asociación Psicológica Americana (American Psychological Association, 2010) hace las siguientes recomendaciones para el título de un trabajo:

- Debe sintetizar la idea principal del escrito.
- Debe identificar las variables reales o los aspectos teóricos que se investigan, así como la relación entre ellos.
- Se debe evitar utilizar abreviaturas.
- Idealmente, su extensión no será de más de 12 palabras.
- Debe escribirse con letra inicial mayúscula, centrarse entre el margen izquierdo y el derecho, y estar situado en la mitad superior de la página.



Ejemplo de un título de investigación.

## 2. Índices

Por lo común hay varios *índices*. Primero el de contenido, en el que se enuncian capítulos, apartados y subapartados (diferenciados por numeración progresiva o tamaño y características de la tipografía). También hay un índice de tablas y uno de figuras, que varían según el medio en el que se presentan los resultados, aunque es más común el primero.

| ÍNDICE DE CONTENIDOS                                       |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| DEDICATORIA                                                | 1  |
| AGRADECIMIENTOS                                            | 2  |
| SUMARIO                                                    | 3  |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS                                       | 4  |
| INTRODUCCIÓN                                               | 5  |
| CAPÍTULO 1                                                 | 7  |
| REVISIÓN DE LA LITERATURA                                  | 7  |
| 1.1. FACTORES ASOCIADOS                                    | 8  |
| 1.2. ANTECEDENTES                                          | 9  |
| 1.3. CARACTÉRISTICAS DE LOS CUIDADORES                     | 11 |
| 1.4. CUIDADO FORMAL E INFORMAL                             | 12 |
| 1.5. TRANSICIÓN A UN NUEVO ROL COMO CUIDADOR               | 14 |
| 1.6. CUIDADORES EN OTROS PAÍSES                            | 17 |
| 1.7. CUIDADORES Y GÉNERO                                   | 18 |
| 1.8. EL CUIDAR COMO ACTO HUMANITARIO                       | 20 |
| 1.9. CUIDADOR Y FAMILIA                                    | 21 |
| 1.10. SOBRECARGA DEL CUIDADOR                              | 23 |
| 1.11. CATÁSTROFE NEUROLÓGICA Y CALIDAD DE VIDA DEL ENFERMO | 23 |
| 1.12. SÍNDROME DE ESTRES POST TRAUMA                       | 24 |
| CAPÍTULO 2                                                 | 27 |
| MÉTODO                                                     | 27 |
| 2.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN                           | 28 |
| 2.2. CONTEXTO O AMBIENTE                                   | 28 |
| 2.3. PROCEDIMIENTO                                         | 33 |
| 2.4. DISEÑO                                                | 34 |
| 2.5. OBSERVACIÓN                                           | 35 |
| 2.6. ENTREVISTAS                                           | 35 |

Ejemplo de un índice de contenido.

## 3. Resumen o sumario

El *resumen* es una síntesis breve del contenido esencial del reporte de investigación para que los lectores interesados conozcan las generalidades del estudio. Usualmente se compone de los siguientes elementos:

- Planteamiento del problema (preferentemente, expresado en una sola oración).
- Hipótesis principal (si se estableció). En una oración.
- Método (mención de diseño, instrumentos y muestra). En un párrafo.
- Resultados más importantes (tres o cuatro). Uno a tres párrafos son suficientes.
- Discusión (principales conclusiones y descubrimientos, así como implicaciones o preguntas para futuras investigaciones). Dos párrafos.

Debe ser comprensible, sencillo, informativo, completo, conciso, coherente y específico.

En el caso de los artículos para revistas científicas, se solicitan resúmenes entre 150 y 250 palabras. En tesis y dissertaciones, se sugiere que no exceda las 320 palabras (la norma es de 300). Para reportes técnicos se recomienda un mínimo de 200 palabras y un máximo de 300. Casi en todas las revistas académicas y tesis se exige que el resumen esté en el idioma original en que se produjo el estudio (en nuestro caso, en español) y en inglés. En inglés adopta el nombre de *abstract* y normalmente se coloca en letra cursiva.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Resumen</b></p> <p>El presente estudio estableció como objetivo central centrar con la exploración en el ámbito laboral mexicano de un modelo que contextualice al clima y lo vincule con la cultura organizacional. La investigación se basó en el estudio de Hernández Sampieri (2008) quien eligió el modelo de valores en competencia (HVC) con el mismo objetivo.</p> <p>Adicionalmente, los resultados fundamentaron dicho modelo en una muestra heterogénea de 11 organizaciones de la Región Central de México (973 casos).</p> <p>Adicionalmente al modelo, se buscó robustecer el instrumento diseñado por Hernández Sampieri (2008) mismo que pretende medir el clima organizacional en función del HVC. La herramienta, con las adaptaciones necesarias demostró ser capaz de discriminar entre organizaciones y en términos generales validez y confiabilidad.</p> <p><b>Palabras clave:</b> cultura organizacional, clima organizacional, modelo de valores en competencia, validación.</p> | <p><b>Abstract</b></p> <p>The purpose of this study was to continue the exploration of a model in the mexican labor field that contextualizes organizational climate and links it with organizational culture. This research was based in the study of Iván Hernández Sampieri (2008) who chose the Competing Values Framework (CVF) with the same objective.</p> <p>Overall, the findings of the study founded the model in a heterogeneous sample of 11 organizations (n=973) in the central region of Mexico.</p> <p>In addition to the model, we tried to improve the instrument designed by Hernández Sampieri (2008) which intent to measure organizational climates according to the CVF. The instrument proved in general, with reliability and validity, the capability to discriminate amongst organizations.</p> <p><b>Keywords:</b> organizational culture, organizational climate, Competing Values Framework, validation.</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Ejemplo de un resumen y sumario.

#### 4. Palabras clave

Las *palabras clave* son términos que describen la esencia del estudio. Regularmente se incluyen entre tres y cinco. Si tu estudio se publica en algún *journal* o revista académica, éstas se anotan en inglés y en cursiva y se denominan *keywords*.

A continuación se da un ejemplo adaptado de un resumen de un estudio efectuado por Herrera-García, Moreno-Quintero y Martner-Peyreongue (2014, p. 51) y sus palabras clave.

Evaluación de una nueva estrategia de atención a los despegues y aterrizajes en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, para reducir los costos de operación de las aeronaves y las demoras de los pasajeros



- En una investigación se planteó resolver los problemas de saturación de un aeropuerto.

El propósito de esta investigación fue evaluar una nueva estrategia para atender las operaciones aéreas en un aeropuerto con problemas de saturación, a fin de reducir los costos de operación de las aeronaves y las demoras de los pasajeros. Para ello, se preparó una estrategia de simulación de despegues y aterrizajes de aeronaves en las pistas 05-L y 05-R del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM); para lo cual se recolectó y procesó información operacional del aeropuerto, se estableció un modelo conceptual, posteriormente se construyó un modelo de simulación en un programa de cómputo, se efectuaron las pruebas piloto y validación del modelo, finalmente se realizaron las corridas con el sistema de interés. Los resultados mostraron que la estrategia propuesta generaba beneficios significativos, al efectuar un ahorro de 28.6 millones de pesos anuales.

#### Palabras clave:

Aeropuerto, costo de operación, demora, modelo de simulación.

#### 5. Cuerpo del documento (contenido)

La mayoría de las veces el *cuerpo del documento* abarca los siguientes apartados o capítulos:

*Introducción.* En ésta se anotan los antecedentes (tratados brevemente y de manera concreta), el planteamiento del problema (objetivos y preguntas de investigación, así como la justificación del estudio), el contexto de la investigación (cómo, cuándo y dónde se realizó), las variables o los conceptos de la investigación (Dahlberg, Wittink y Gallo, 2010; Hernández-Sampieri *et al.*, 2014). Es importante que se comente la utilidad del estudio para el campo profesional.

Laflen (2001) recomienda una serie de preguntas para elaborar la introducción: ¿qué descubrió o probó la investigación?, ¿qué clase de problema se estudió?, ¿cómo y por qué se

trabajó de cierta manera?, ¿qué motivó la investigación?, ¿por qué se escribe el reporte? y ¿qué debe saber o entender el lector al terminar de leerlo?

*Marco teórico o revisión de la literatura.* En esta parte se refieren y comentan las teorías que se manejaron y los estudios previos relacionados con el planteamiento. Se hace un resumen de los temas y descubrimientos más importantes del pasado y se señala cómo nuestra investigación amplía la literatura actual. Finalmente, la revisión debe responder esta pregunta: ¿dónde estamos ubicados actualmente en cuanto al conocimiento referente a nuestras preguntas y objetivos de investigación?

Algunos ejemplos de la redacción inicial para párrafos del marco teórico son:

- “En la literatura referente (vinculada, relacionada, previa...) a nuestro planteamiento se ha encontrado que... (referencias) y... (referencia)”
- “En estudios previos (referencias) se ha concluido que...”
- “Los antecedentes nos señalan..., ... (referencias)” y... (referencias)
- “En investigaciones se ha dejado en claro... (referencias)...”
- “Por otro lado, también se ha descubierto (demostrado, recalculado, indicado...) (referencias)”
- “Además, se ha concluido que... (referencias)”
- “Regularmente en este tipo de estudios se ha indicado que... (referencias)”
- “El estudio propuesto concuerda con (referencias)...,” “se diferencia en...”

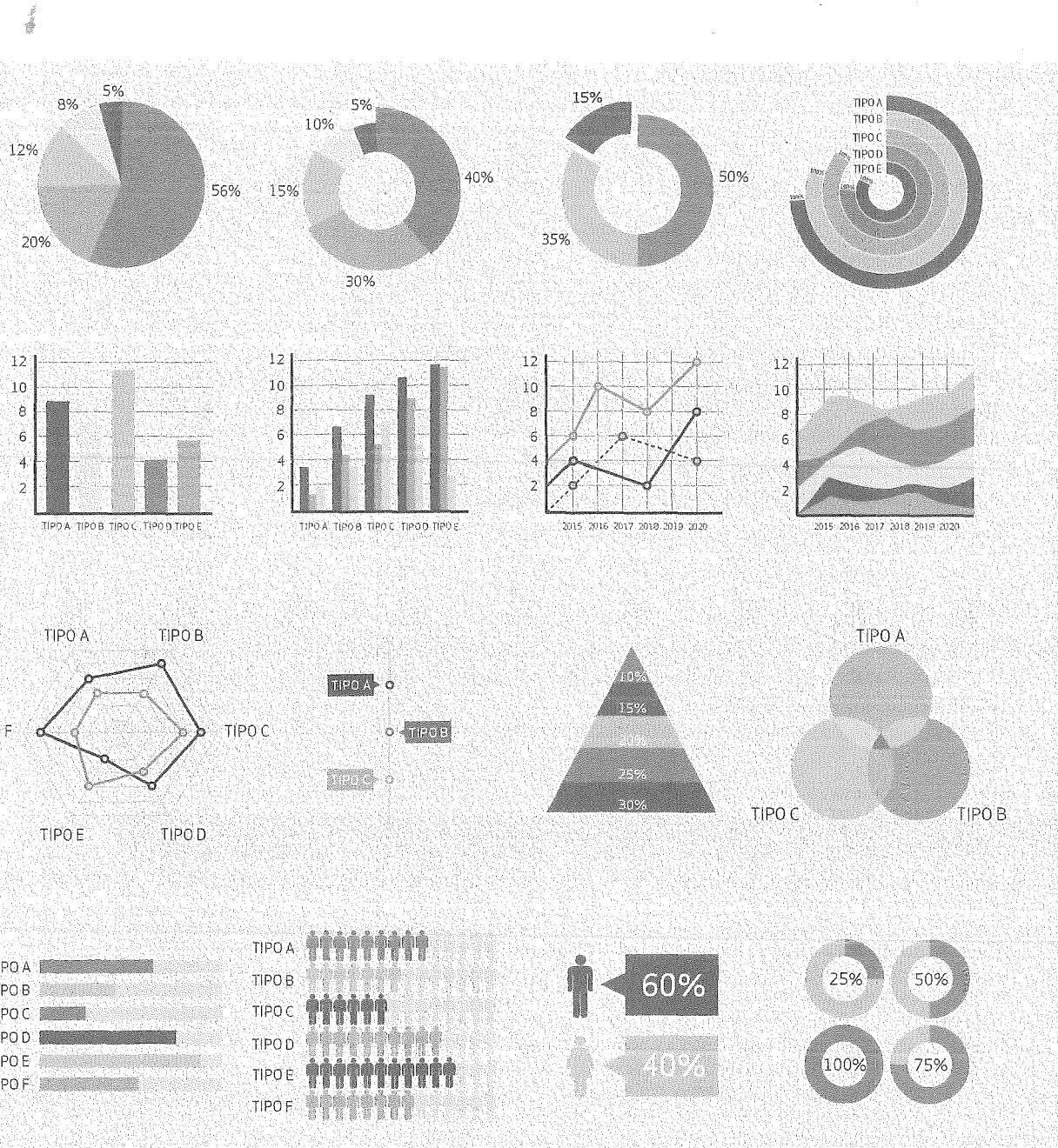
*Método.* En esta parte del reporte se describe cómo fue llevada a cabo la investigación; se describen y justifican los subprocessos realizados de manera completa, concreta, clara y argumentando por qué se hizo así. Dependiendo del enfoque, se deben describir los elementos que se encuentran en la tabla 11.1.

■ **Tabla 11.1** Elementos del método de investigación.

| Enfoque cuantitativo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Enfoque cualitativo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Enfoque de la investigación, alcance, hipótesis, diseño (experimental o no experimental —diseño específico—, así como intervenciones, si es que se utilizaron), población y muestra (definición del universo, descripción de los casos —completa, y si son personas los datos demográficos que sean pertinentes—, tipo de muestra —estrategia y procedimiento de selección—, tamaño final o $n$ y niveles de confianza y error), instrumento de recolección de datos (qué datos fueron recabados, cuándo fueron recogidos y cómo: forma de recolección o instrumentos de medición utilizados, con indicación de la confiabilidad, validez y objetividad, así como las variables o conceptos, eventos, situaciones y categorías) y estrategia de análisis de datos. | Enfoque de la investigación, contexto o ambiente (lugar o sitio y tiempo, así como accesos y permisos), muestra o participantes (tipo, procedencia, edades, género y demás características relevantes), diseño, técnicas de recolección de los datos (que incluya qué técnicas se llevaron a cabo, dónde, cuándo, con quiénes) y estrategia de análisis de datos. |

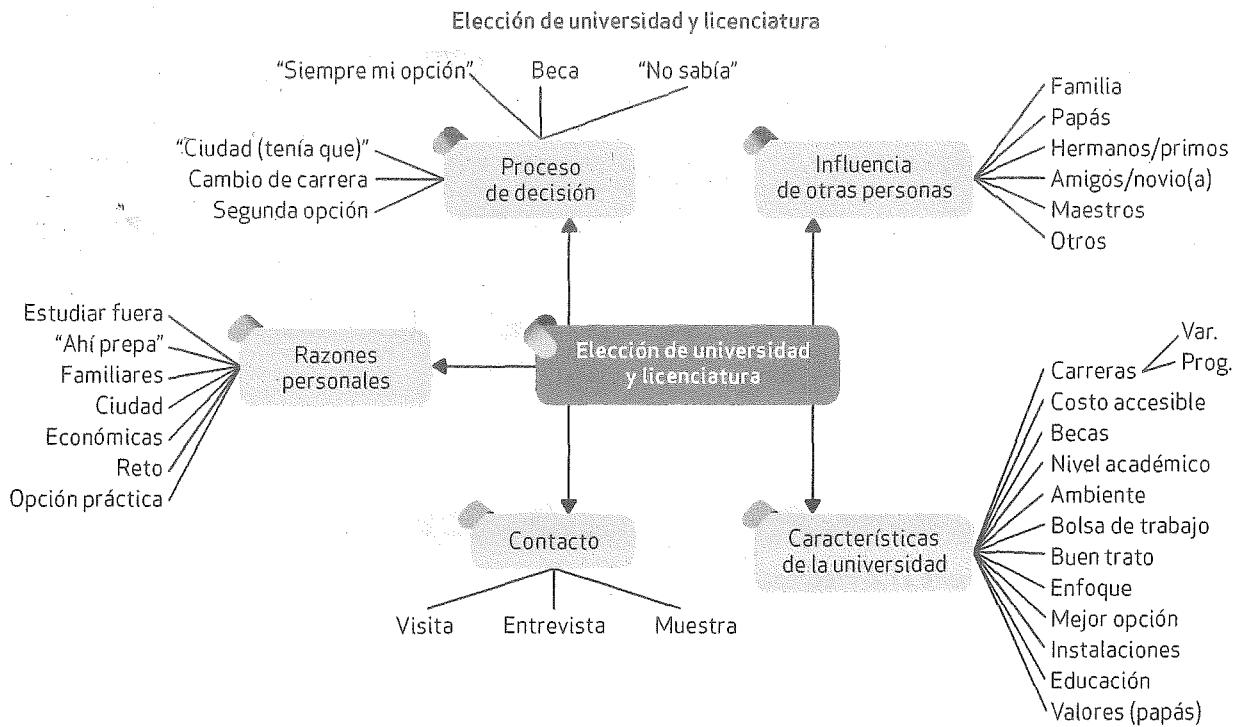
*Resultados.* Los resultados son el producto del análisis de la información. Si es el caso, se incluyen los resultados cuantitativos y los cualitativos. En cuanto a los primeros, comprenden el tratamiento estadístico que se dio a los datos. Regularmente el orden es: 1) análisis

descriptivos de los datos, y 2) análisis inferenciales para responder a las preguntas o probar hipótesis (en el mismo orden en que fueron formuladas las hipótesis o las variables). La Asociación Psicológica Americana (American Psychological Association, 2010) recomienda que primero se describa de manera breve la idea principal que resume los resultados o descubrimientos y, luego, se detallen los resultados.



Los resultados cuantitativos de una investigación comprendían el trato estadístico que se le dio a los datos.

Para el caso de los resultados cualitativos, se sugiere efectuar una presentación en forma narrativa. Se ejemplifican con citas textuales representativas y pueden utilizarse apoyos visuales como mapas mentales, diagramas, figuras, o cualquier otro apoyo que permita identificar las familias de categorías emergentes.



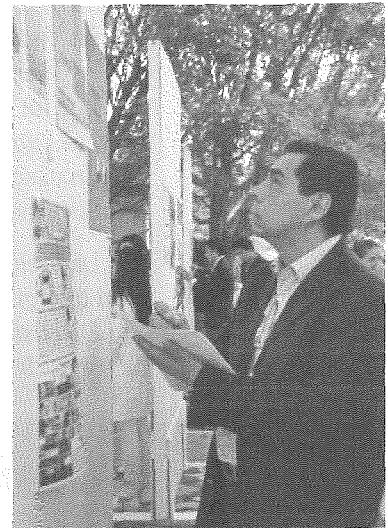
Los esquemas, diagramas y mapas mentales apoyan visualmente los resultados cualitativos de una investigación.

En este apartado no se incluyen conclusiones ni sugerencias, así como tampoco se explican las implicaciones de la investigación. Esto se hace en el siguiente apartado.

En la sección de resultados, el investigador se limita a describir sus resultados. Una manera útil de hacerlo es mediante tablas, cuadros, gráficas, dibujos, diagramas, mapas y figuras generados por los análisis. Son elementos que sirven para organizar los datos, de tal manera que el usuario o lector los pueda leer y decir: "me queda claro que esto se vincula con aquello, con esta variable ocurre tal cuestión..." Básicamente, hay dos tipos de elementos gráficos: 1) tablas de resultados (cruzan información entre columnas y renglones o filas), y 2) figuras (cuadros, fotografías, gráficas, diagramas, dibujos y mapas). Las figuras se incluyen por su valor informativo, por lo que deben ser simples y claras, para que no se conviertan en distractores. A continuación te mostramos una gráfica con la cual se exemplifica un estudio efectuado para un canal de televisión en México, al cual, para fines ilustrativos, llamaremos ZTv. En la figura 11.2 se grafica la frecuencia con la cual los televidentes ven el canal.

En la figura 11.2 se muestra, como apoyo de la gráfica, una breve descripción en un formato de iPad para completar la exposición visual del reporte de investigación. De esta manera, puedes diseñar tu reporte de investigación con el apoyo de material gráfico que fortalezca los resultados y aporte contenido creativo y sustancial, especialmente cuando expongas tu proyecto en ferias de ciencias o exposiciones científicas.

Las tablas y figuras llevan una ordenación distinta en números arábigos, es decir, cada tipo una numeración con distinta secuencia (por ejemplo: tabla 1, tabla 2, tabla 3, etc.; y figura 1, figura 2, figura 3). Todas las tablas y figuras deben incluir el título, en la parte superior,



Una manera útil de describir los hallazgos es mediante tablas, cuadros, gráficas, dibujos, diagramas y figuras generados por el análisis.

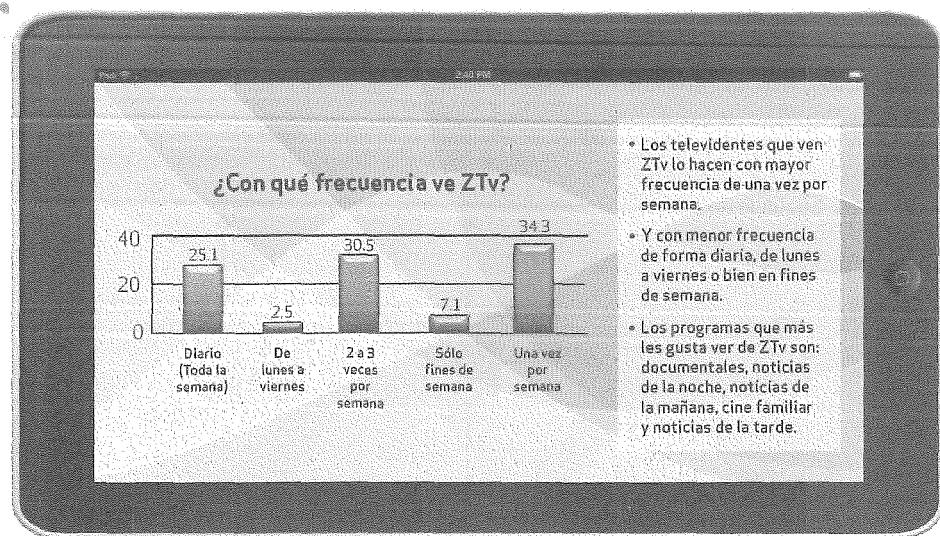


Figura 11.2 Frecuencia con la cual se ve el canal ZTV.

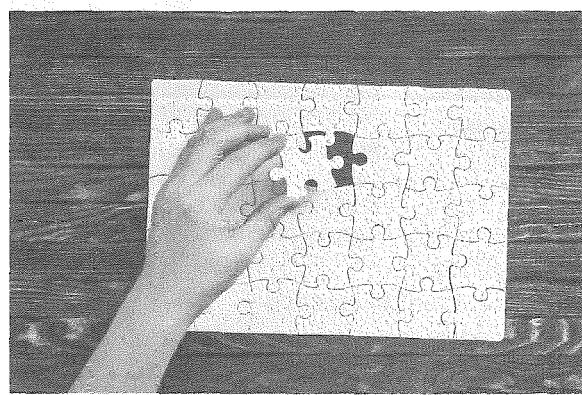
que las identifica. Wiersma y Jurs (2008) recomiendan los siguientes puntos para elaborar tablas estadísticas:

- El título debe especificar el contenido de la tabla, así como tener un encabezado y los subencabezados necesarios (por ejemplo, en columnas y renglones, diagonales).
- No debe mezclarse una cantidad inmanejable de estadísticas (por ejemplo, incluir en la misma tabla medias, desviaciones estándar, correlaciones, razón F).
- En cada tabla se deben espaciar los números y las estadísticas incluidas (para que sean legibles).
- Los formatos de las tablas tienen que ser coherentes y homogéneos dentro del reporte.
- Las categorías de las variables deben distinguirse claramente entre sí.
- En caso de incluir expresiones matemáticas, deben estar escritas claramente y utilizar el Sistema Internacional.

La mejor regla para elaborar una tabla es organizarla lógicamente y eliminar la información que pueda confundir al lector.

*Discusión.* Así se llama ahora a las conclusiones, recomendaciones, implicaciones y limitaciones de un estudio.

En esta sección se: 1) derivan conclusiones, 2) hacen recomendaciones para otros estudios (por ejemplo, nuevas preguntas, muestras, instrumentos, líneas de investigación, etc.) y se indica lo que sigue y lo que debe hacerse, 3) generalizan los resultados a la población, 4) evalúan las implicaciones del estudio, 5) establece la manera como se respondieron las preguntas de investigación, así como si se cumplieron o no los objetivos, 6) relacionan los resultados con los estudios existentes (vincular con el marco teórico y señalar si nuestros resultados coinciden o no con la literatura, en qué sí y en qué no), 7) reconocen las limitaciones de la investigación (por ejemplo, tamaño de muestra, grupos de comparación, algún problema en la medición de una variable, etc.), 8) destaca la importancia y significado de todo el estudio y la forma como encaja en el conocimiento dis-



La discusión es la última pieza del trabajo de investigación y en la que se dan las conclusiones, recomendaciones, implicaciones y limitaciones de un estudio.

ponible, 9) explican los resultados inesperados y 10) cuando no se probaron las hipótesis es necesario señalar o al menos especular sobre las razones.

Al elaborar las conclusiones, es aconsejable verificar que estén los puntos indicados aquí y recordar que no se trata de repetir los resultados, sino de resumir los más importantes.

Desde luego, las conclusiones deben ser congruentes con los datos. La adecuación de estas respecto de la generalización de los resultados deberá evaluarse en términos de aplicabilidad a diferentes muestras y poblaciones. Si el planteamiento cambió, es necesario explicar por qué y cómo se modificó. Esta parte debe redactarse de tal manera que se facilite la toma de decisiones respecto de una teoría, un curso de acción o un problema. El reporte de un experimento tiene que explicar con claridad las influencias de los tratamientos.

## 6. Referencias (bibliografía)

Son las fuentes primarias utilizadas por el investigador para elaborar el marco teórico u otros propósitos; se incluyen al final del reporte, ordenadas alfabéticamente, aunque este orden puede variar en función al estilo editorial que se utilice. Debe haber concordancia entre las citas en el texto y la lista de referencias: todas las fuentes citadas en el texto deben aparecer en la lista de referencias (bibliografía). Las citas son aquellos marcadores que se incluyen al redactar un documento con el fin de mostrar al lector la fuente de cierto fragmento del texto. Estos datos se integran junto a la información que fue tomada de la fuente que se cita y normalmente va *entre paréntesis* (Cuevas, 2011). Siempre que se utilizan datos o ideas obtenidas de otra fuente, se debe citar para darle el debido crédito al autor o autores, así como para indicar al lector de dónde se obtuvo la información.

| Citas en el texto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |      |                |                                                                                         |                                                     |                                                                                    |                                                                        |             |                                                                             |                      |                              |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |                       |                                                                                                                                          |                              |          |                                                        |   |                  |                                                                                                                                                                                |                                                   |                                          |                                                                                                                                   |                                    |                               |                                                                                                                                 |                |                   |                                                                                                                                      |                     |                   |   |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------|--------------------------------------------------------|---|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|---|---|
| <b>¿Cuándo citar?</b> Siempre que se utilizan datos e ideas obtenidos de otra fuente, se debe citar dicha fuente para darle el debido crédito (y evitar el plagio) y para informar al lector de dónde se obtuvo la información.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |      |                |                                                                                         |                                                     |                                                                                    |                                                                        |             |                                                                             |                      |                              |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |                       |                                                                                                                                          |                              |          |                                                        |   |                  |                                                                                                                                                                                |                                                   |                                          |                                                                                                                                   |                                    |                               |                                                                                                                                 |                |                   |                                                                                                                                      |                     |                   |   |   |
| <b>¿Qué se incluye en la cita?</b> En una cita en el texto del documento se debe incluir el autor y el año de publicación.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |      |                |                                                                                         |                                                     |                                                                                    |                                                                        |             |                                                                             |                      |                              |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |                       |                                                                                                                                          |                              |          |                                                        |   |                  |                                                                                                                                                                                |                                                   |                                          |                                                                                                                                   |                                    |                               |                                                                                                                                 |                |                   |                                                                                                                                      |                     |                   |   |   |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Caso</th> <th>Lo que se cita</th> <th>Ejemplo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Un autor</td> <td>Apellido, año de publicación.</td> <td>García, 2014</td> </tr> <tr> <td>Dos autores</td> <td>Apellido del primer autor y apellido del segundo autor, año de publicación.</td> <td>Ramírez y Díaz, 2014</td> </tr> <tr> <td>Tres, cuatro o cinco autores</td> <td>La primera vez que se citan; apellido de cada autor, año de publicación<br/>Citas subsiguientes: apellido del primer autor, seguido de la frase "et al." (en cursivas y entre paréntesis) y seguido al final, año de publicación.</td> <td>Hernández, Fernández y Rodríguez, 2014<br/>Hernández et al., 2014</td> </tr> <tr> <td>Seis o más autores</td> <td>Apellido del primer autor, seguido de la frase "et al.", año de publicación<br/>El nombre del grupo se escribe completamente en la primera cita y el año de publicación. Si los autores son muy conocidos se puede omitir a partir de la siguiente.</td> <td>Hernández et al., 2014<br/>Organización de las Naciones Unidas, 2013<br/>ONU, 2013</td> </tr> <tr> <td>Grupos contra autores</td> <td>Cuando un documento no tiene autores, se citan las primeras palabras de la referencia (por lo menos, el título) y el año de publicación.</td> <td>Documento a publicidad, 2012</td> </tr> <tr> <td>Un autor</td> <td>Citar la publicación original y el año de publicación.</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Autores anónimos</td> <td>Cuando las primeras letras publicadas en el mismo año, es necesario diferenciar una obra de otra agregando una letra minúscula (a, b, c, d...) después del año de publicación.</td> <td>Anónima, 2013<br/>Anónimo, 2013a<br/>Anónimo, 2013b</td> </tr> <tr> <td>Autores con varias obras en el mismo año</td> <td>Cuando se cita a dos autores diferentes que comparten el mismo apellido, se agregan los iniciales del nombre para identificarlos.</td> <td>López, G., 2013<br/>López, L., 2013</td> </tr> <tr> <td>Autores con el mismo apellido</td> <td>Cuando se cita un documento sin fecha disponible, en el lugar donde iría el año de publicación, se escribe la abreviatura s. f.</td> <td>Aguirre, s. f.</td> </tr> <tr> <td>Fecha desconocida</td> <td>Cuando se cita una obra digital muy antigua, se cita el año de la traducción que se consultó anteriormente por la bibliografía trax.</td> <td>Abrilando, trad. J.</td> </tr> <tr> <td>Trabajos clásicos</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  | Caso | Lo que se cita | Ejemplo                                                                                 | Un autor                                            | Apellido, año de publicación.                                                      | García, 2014                                                           | Dos autores | Apellido del primer autor y apellido del segundo autor, año de publicación. | Ramírez y Díaz, 2014 | Tres, cuatro o cinco autores | La primera vez que se citan; apellido de cada autor, año de publicación<br>Citas subsiguientes: apellido del primer autor, seguido de la frase "et al." (en cursivas y entre paréntesis) y seguido al final, año de publicación. | Hernández, Fernández y Rodríguez, 2014<br>Hernández et al., 2014 | Seis o más autores | Apellido del primer autor, seguido de la frase "et al.", año de publicación<br>El nombre del grupo se escribe completamente en la primera cita y el año de publicación. Si los autores son muy conocidos se puede omitir a partir de la siguiente. | Hernández et al., 2014<br>Organización de las Naciones Unidas, 2013<br>ONU, 2013 | Grupos contra autores | Cuando un documento no tiene autores, se citan las primeras palabras de la referencia (por lo menos, el título) y el año de publicación. | Documento a publicidad, 2012 | Un autor | Citar la publicación original y el año de publicación. | — | Autores anónimos | Cuando las primeras letras publicadas en el mismo año, es necesario diferenciar una obra de otra agregando una letra minúscula (a, b, c, d...) después del año de publicación. | Anónima, 2013<br>Anónimo, 2013a<br>Anónimo, 2013b | Autores con varias obras en el mismo año | Cuando se cita a dos autores diferentes que comparten el mismo apellido, se agregan los iniciales del nombre para identificarlos. | López, G., 2013<br>López, L., 2013 | Autores con el mismo apellido | Cuando se cita un documento sin fecha disponible, en el lugar donde iría el año de publicación, se escribe la abreviatura s. f. | Aguirre, s. f. | Fecha desconocida | Cuando se cita una obra digital muy antigua, se cita el año de la traducción que se consultó anteriormente por la bibliografía trax. | Abrilando, trad. J. | Trabajos clásicos | — | — |
| Caso                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Lo que se cita                                                                                                                                                                                                                                     | Ejemplo                                                                          |      |                |                                                                                         |                                                     |                                                                                    |                                                                        |             |                                                                             |                      |                              |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |                       |                                                                                                                                          |                              |          |                                                        |   |                  |                                                                                                                                                                                |                                                   |                                          |                                                                                                                                   |                                    |                               |                                                                                                                                 |                |                   |                                                                                                                                      |                     |                   |   |   |
| Un autor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Apellido, año de publicación.                                                                                                                                                                                                                      | García, 2014                                                                     |      |                |                                                                                         |                                                     |                                                                                    |                                                                        |             |                                                                             |                      |                              |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |                       |                                                                                                                                          |                              |          |                                                        |   |                  |                                                                                                                                                                                |                                                   |                                          |                                                                                                                                   |                                    |                               |                                                                                                                                 |                |                   |                                                                                                                                      |                     |                   |   |   |
| Dos autores                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Apellido del primer autor y apellido del segundo autor, año de publicación.                                                                                                                                                                        | Ramírez y Díaz, 2014                                                             |      |                |                                                                                         |                                                     |                                                                                    |                                                                        |             |                                                                             |                      |                              |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |                       |                                                                                                                                          |                              |          |                                                        |   |                  |                                                                                                                                                                                |                                                   |                                          |                                                                                                                                   |                                    |                               |                                                                                                                                 |                |                   |                                                                                                                                      |                     |                   |   |   |
| Tres, cuatro o cinco autores                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | La primera vez que se citan; apellido de cada autor, año de publicación<br>Citas subsiguientes: apellido del primer autor, seguido de la frase "et al." (en cursivas y entre paréntesis) y seguido al final, año de publicación.                   | Hernández, Fernández y Rodríguez, 2014<br>Hernández et al., 2014                 |      |                |                                                                                         |                                                     |                                                                                    |                                                                        |             |                                                                             |                      |                              |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |                       |                                                                                                                                          |                              |          |                                                        |   |                  |                                                                                                                                                                                |                                                   |                                          |                                                                                                                                   |                                    |                               |                                                                                                                                 |                |                   |                                                                                                                                      |                     |                   |   |   |
| Seis o más autores                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Apellido del primer autor, seguido de la frase "et al.", año de publicación<br>El nombre del grupo se escribe completamente en la primera cita y el año de publicación. Si los autores son muy conocidos se puede omitir a partir de la siguiente. | Hernández et al., 2014<br>Organización de las Naciones Unidas, 2013<br>ONU, 2013 |      |                |                                                                                         |                                                     |                                                                                    |                                                                        |             |                                                                             |                      |                              |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |                       |                                                                                                                                          |                              |          |                                                        |   |                  |                                                                                                                                                                                |                                                   |                                          |                                                                                                                                   |                                    |                               |                                                                                                                                 |                |                   |                                                                                                                                      |                     |                   |   |   |
| Grupos contra autores                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Cuando un documento no tiene autores, se citan las primeras palabras de la referencia (por lo menos, el título) y el año de publicación.                                                                                                           | Documento a publicidad, 2012                                                     |      |                |                                                                                         |                                                     |                                                                                    |                                                                        |             |                                                                             |                      |                              |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |                       |                                                                                                                                          |                              |          |                                                        |   |                  |                                                                                                                                                                                |                                                   |                                          |                                                                                                                                   |                                    |                               |                                                                                                                                 |                |                   |                                                                                                                                      |                     |                   |   |   |
| Un autor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Citar la publicación original y el año de publicación.                                                                                                                                                                                             | —                                                                                |      |                |                                                                                         |                                                     |                                                                                    |                                                                        |             |                                                                             |                      |                              |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |                       |                                                                                                                                          |                              |          |                                                        |   |                  |                                                                                                                                                                                |                                                   |                                          |                                                                                                                                   |                                    |                               |                                                                                                                                 |                |                   |                                                                                                                                      |                     |                   |   |   |
| Autores anónimos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Cuando las primeras letras publicadas en el mismo año, es necesario diferenciar una obra de otra agregando una letra minúscula (a, b, c, d...) después del año de publicación.                                                                     | Anónima, 2013<br>Anónimo, 2013a<br>Anónimo, 2013b                                |      |                |                                                                                         |                                                     |                                                                                    |                                                                        |             |                                                                             |                      |                              |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |                       |                                                                                                                                          |                              |          |                                                        |   |                  |                                                                                                                                                                                |                                                   |                                          |                                                                                                                                   |                                    |                               |                                                                                                                                 |                |                   |                                                                                                                                      |                     |                   |   |   |
| Autores con varias obras en el mismo año                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Cuando se cita a dos autores diferentes que comparten el mismo apellido, se agregan los iniciales del nombre para identificarlos.                                                                                                                  | López, G., 2013<br>López, L., 2013                                               |      |                |                                                                                         |                                                     |                                                                                    |                                                                        |             |                                                                             |                      |                              |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |                       |                                                                                                                                          |                              |          |                                                        |   |                  |                                                                                                                                                                                |                                                   |                                          |                                                                                                                                   |                                    |                               |                                                                                                                                 |                |                   |                                                                                                                                      |                     |                   |   |   |
| Autores con el mismo apellido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Cuando se cita un documento sin fecha disponible, en el lugar donde iría el año de publicación, se escribe la abreviatura s. f.                                                                                                                    | Aguirre, s. f.                                                                   |      |                |                                                                                         |                                                     |                                                                                    |                                                                        |             |                                                                             |                      |                              |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |                       |                                                                                                                                          |                              |          |                                                        |   |                  |                                                                                                                                                                                |                                                   |                                          |                                                                                                                                   |                                    |                               |                                                                                                                                 |                |                   |                                                                                                                                      |                     |                   |   |   |
| Fecha desconocida                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Cuando se cita una obra digital muy antigua, se cita el año de la traducción que se consultó anteriormente por la bibliografía trax.                                                                                                               | Abrilando, trad. J.                                                              |      |                |                                                                                         |                                                     |                                                                                    |                                                                        |             |                                                                             |                      |                              |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |                       |                                                                                                                                          |                              |          |                                                        |   |                  |                                                                                                                                                                                |                                                   |                                          |                                                                                                                                   |                                    |                               |                                                                                                                                 |                |                   |                                                                                                                                      |                     |                   |   |   |
| Trabajos clásicos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | —                                                                                                                                                                                                                                                  | —                                                                                |      |                |                                                                                         |                                                     |                                                                                    |                                                                        |             |                                                                             |                      |                              |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |                       |                                                                                                                                          |                              |          |                                                        |   |                  |                                                                                                                                                                                |                                                   |                                          |                                                                                                                                   |                                    |                               |                                                                                                                                 |                |                   |                                                                                                                                      |                     |                   |   |   |
| <b>¿Dónde se incluye la cita?</b> Si el nombre del autor se escribe dentro o fuera del parentésis según sea el caso:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |      |                |                                                                                         |                                                     |                                                                                    |                                                                        |             |                                                                             |                      |                              |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |                       |                                                                                                                                          |                              |          |                                                        |   |                  |                                                                                                                                                                                |                                                   |                                          |                                                                                                                                   |                                    |                               |                                                                                                                                 |                |                   |                                                                                                                                      |                     |                   |   |   |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Caso</th> <th>Ejemplo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cuando la fuente original es parte de la frase, el autor se ubica fuera del parentésis:</td> <td>Ramírez y Díaz (2014) identificaron los factores...</td> </tr> <tr> <td>Cuando la fuente original no es parte de la frase, se ubica dentro del parentésis:</td> <td>En el estudio publicado por Hernández et al. (2014) se encontró que...</td> </tr> </tbody> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  | Caso | Ejemplo        | Cuando la fuente original es parte de la frase, el autor se ubica fuera del parentésis: | Ramírez y Díaz (2014) identificaron los factores... | Cuando la fuente original no es parte de la frase, se ubica dentro del parentésis: | En el estudio publicado por Hernández et al. (2014) se encontró que... |             |                                                                             |                      |                              |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |                       |                                                                                                                                          |                              |          |                                                        |   |                  |                                                                                                                                                                                |                                                   |                                          |                                                                                                                                   |                                    |                               |                                                                                                                                 |                |                   |                                                                                                                                      |                     |                   |   |   |
| Caso                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Ejemplo                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                  |      |                |                                                                                         |                                                     |                                                                                    |                                                                        |             |                                                                             |                      |                              |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |                       |                                                                                                                                          |                              |          |                                                        |   |                  |                                                                                                                                                                                |                                                   |                                          |                                                                                                                                   |                                    |                               |                                                                                                                                 |                |                   |                                                                                                                                      |                     |                   |   |   |
| Cuando la fuente original es parte de la frase, el autor se ubica fuera del parentésis:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Ramírez y Díaz (2014) identificaron los factores...                                                                                                                                                                                                |                                                                                  |      |                |                                                                                         |                                                     |                                                                                    |                                                                        |             |                                                                             |                      |                              |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |                       |                                                                                                                                          |                              |          |                                                        |   |                  |                                                                                                                                                                                |                                                   |                                          |                                                                                                                                   |                                    |                               |                                                                                                                                 |                |                   |                                                                                                                                      |                     |                   |   |   |
| Cuando la fuente original no es parte de la frase, se ubica dentro del parentésis:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | En el estudio publicado por Hernández et al. (2014) se encontró que...                                                                                                                                                                             |                                                                                  |      |                |                                                                                         |                                                     |                                                                                    |                                                                        |             |                                                                             |                      |                              |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |                       |                                                                                                                                          |                              |          |                                                        |   |                  |                                                                                                                                                                                |                                                   |                                          |                                                                                                                                   |                                    |                               |                                                                                                                                 |                |                   |                                                                                                                                      |                     |                   |   |   |

### Ejemplo de citas en el texto.

En las citas en el texto se incluyen el nombre del autor y el año de publicación. Normalmente, estos son los primeros datos que se escriben en la referencia completa para que el lector las pueda identificar de forma inmediata.

Ahora bien, ¿qué datos se deben incluir en las referencias? Esto depende del estilo editorial, aunque en cualquier caso, debido a que la lista de referencias tiene la finalidad de proporcionar la información necesaria para que el lector localice y consulte las fuentes citadas, se deben incluir todos los datos de manera precisa y completa.

| Referencias                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Al-khalifa, K. N. y Aspinwall, E. M. (2000). Using the Competing Values Framework to identify the ideal culture profile for TQM: a UK perspective. <i>International Journal of Manufacturing Technology and Management</i> , 2 (1), 1024-1040.                                     | Berrio, A. A. (2003). Competing Values Framework: A profile of Ohio State University Extension. <i>Journal of Extension</i> , 41, 2 [versión electrónica]. Recuperado de <a href="http://www.jes.org/joe/2003april/a3.shtml">http://www.jes.org/joe/2003april/a3.shtml</a> . |
| An, J. Y., Yom, Y. y Ruggiero, J. S. (2011). Organizational culture, quality of work life and organizational effectiveness in Korean University hospitals. <i>Journal of Transcultural Nursing</i> , 22 (1), 22-30. DOI: 10.1177/1043659609360849.                                 | Blanchard, K. H., Carlos, J. P. y Randolph, A. (2001). <i>The 3 keys to empowerment: Release the power within people for astonishing results</i> . San Francisco, CA, EE. UU.: Berrett-Koehler Publishers.                                                                   |
| Arjucen, P. (2003). Diseño y validación de un instrumento de medición del clima organizacional y la satisfacción laboral en una empresa avícola nacional. Tesis de maestría no publicada. Instituto de Estudios de Posgrado en Ciencias y Humanidades, A.C., México, D.F., México. | Brunet, L. (2002). <i>El clima de trabajo en las organizaciones</i> . México, D.F., México: Trillas.                                                                                                                                                                         |
| Arnaud, A. (2010). Conceptualizing and measuring ethical work climate: Development and validation of the Ethical Climate Index. <i>Business Society</i> , 49 (2), 345-358.                                                                                                         | Cameron, K. S. y Quinn, R. E. (1999). <i>Diagnosing and changing organizational culture</i> . Upper Saddle River, NJ, EE. UU.: Prentice Hall Series in Organizational Development.                                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Cameron, K. S. y Quinn, R. E. (2006). <i>Diagnosing and changing organizational culture</i> (edición revisada). San Francisco, CA, EE.UU.: Jossey-Bass.                                                                                                                      |

Ejemplo de referencias.

## 7. Apéndices

Los *apéndices* son útiles para describir con mayor profundidad ciertos materiales, sin distraer la lectura del texto principal del reporte o evitar que rompan con el formato. Algunos ejemplos de apéndices son el instrumento de recolección de los datos utilizados (completos), un nuevo programa computacional, análisis estadísticos adicionales, el desarrollo de una fórmula complicada, fotografías, etc. El material se inserta en el orden en el que se menciona en el texto.

Cabe destacar que en reportes para publicarse, como los artículos de una revista científica, se desarrollan todos los elementos de manera muy concisa o resumida. En todo momento debe buscarse claridad, precisión y explicaciones directas, así como eliminar repeticiones, argumentos innecesarios y redundancias injustificadas. En el lenguaje debemos ser muy cuidadosos y sensibles, pues no es conveniente utilizar términos despectivos al referirnos a personas con capacidades distintas, grupos étnicos diferentes al nuestro u otros.

## Los reportes deben redactarse utilizando un estilo de publicaciones adecuado

Siempre, el reporte de los resultados de una investigación debe utilizar un estilo apropiado para citar en el texto y colocar al final las referencias bibliográficas; esto permitirá uniformar la estructura en la cual se documenta y publica un estudio. Hay diversos estilos de publicación: 1) estilo APA (de la Asociación Americana de Psicología, para ciencias sociales, aunque se usa en otras, incluso en ingenierías), 2) estilo Vancouver (muy usado en publicaciones de ciencias de la salud), 3) estilo Harvard (utilizado preponderantemente en áreas como la física y las ciencias naturales), 4) Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), que predomina en publicaciones de ingeniería, particularmente de ingeniería eléctrica, 5) American Chemical Society (ACS), usado por investigadores de química, y 6) International Standardization Organization (ISO 690), utilizado para diversas disciplinas, frecuentemente solicitado en revistas científicas de ingeniería. No se profundizará en este tema, ya que en el sitio en internet del libro hay manuales editoriales, entre ellos APA, Vancouver e IEEE, para que completes tus conocimientos en el tema.

## ¿Cómo expongo mi proyecto de investigación?

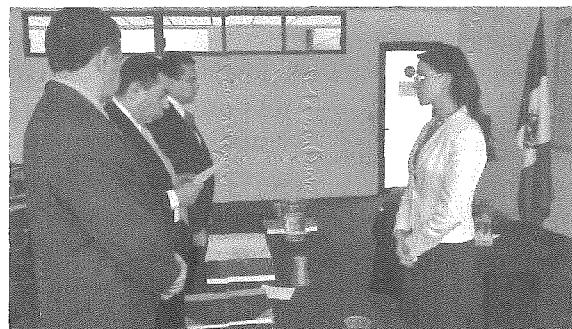


A continuación te daremos algunas recomendaciones prácticas para presentar de manera verbal tu proyecto, especialmente cuando debes hacerlo frente a un auditorio, tu grupo, o bien, para defender tu idea ante sínodos evaluadores, como es el caso de tesis, tesinas, reportes de estadía o prácticas profesionales.

- Prepárate.** Si no sabes del tema, no te sentirás seguro para exponerlo; sin embargo, no es tu caso, porque te has preparado; tú y tu equipo han estado inmersos en todo el proceso de la investigación para platicar del tema.
- Conoce tu audiencia.** Identifica con detalle el perfil de los participantes, pues te permitirá tener una idea clara de cómo captar su atención durante la exposición. Si se trata de jóvenes de tu edad, tú mejor que nadie sabe cómo mantenerlos atentos. En caso de que sean profesores, empresarios o un grupo de evaluadores ajenos a tu contexto académico, ten en mente sus objetivos y las necesidades que detonaron la investigación, para que respondas a las preguntas que les sugiera el contenido de tu presentación.
- Apóyate.** Diseña una presentación con el material de tu investigación. Te sugerimos que el orden coincida con el reporte, colocando los elementos que revisamos en párrafos anteriores, excluyendo los índices, referencias y apéndices. La exposición debe concentrarse de manera primordial en la introducción, método, resultados y discusión, estos dos últimos con mayor énfasis. La estructura de tu presentación debe caracterizarse por su calidad, y no por su cantidad; aquí te hacemos una serie de sugerencias:
  - No satures tus diapositivas de texto. Coloca palabras clave y complementa con figuras, fotografías, tablas o algún material que refuerce la idea central, sin abusar de las imágenes.
  - El tamaño de la letra debe ser tal que todo el auditorio pueda leer desde cualquier lugar. La tipografía que utilices debe ser sencilla y evita los diseños elaborados.
  - Cuida los contrastes de colores entre el fondo y la letra. No uses colores brillantes, como el amarillo. No combines tonalidades en una sola diapositiva, ya que pueden distraer al público.
  - El uso de multimedia, como audios o videos, puede ser enriquecedor, si lo usamos para generar sorpresa, llamar la atención e, incluso, cerrar nuestra participación; pero abusar sin un argumento sólido puede ser contraproducente. Asimismo, evita las animaciones de texto, imágenes y transiciones rebuscadas, procurando utilizar efectos sencillos, como "aparecer" y "desaparecer".
  - La estructura debe ser sencilla, sistemática, coherente, pertinente y dinámica. Actualmente existen aplicaciones tecnológicas para hacer paso a paso presentaciones eficientes.



● Antes de exponer los resultados, debes prepararte.



● Incluso en un examen profesional, el investigador debe enfocarse en los objetivos y las necesidades que detonaron la investigación cuando se responda a las preguntas de los sinodales.



● Un buen apoyo es hacer una presentación a base de figuras, fotografías o tablas que ayuden a reforzar la idea central.

- caces; por ejemplo: [www.prezi.com](http://www.prezi.com), [www.powtoon.com](http://www.powtoon.com) y [docs.google.com/presentation/](http://docs.google.com/presentation/).
- Considera el tiempo con el que cuentas para efectuar tu exposición. Esto te dará un parámetro de cuántas diapositivas debes diseñar.
4. *Guíate*. Elabora un guion. No debe ser muy complejo, solo tener las ideas centrales de cada diapositiva o del documento que debas presentar. Puedes hacerlo en tarjetas bibliográficas, que se compran en las papelerías o se hacen con el material que prefieras. La finalidad es colocar los datos que consideres esenciales para apoyar tu exposición: estadísticas, ejemplos, fechas, autores, casos o información con los cuales captes la atención o sorprendas a tu audiencia. La atención debe centrarse en ti, no en la presentación, que solo es un apoyo. Incluso, sin la presentación, tienes que demostrar qué dominas el tema, por lo que deberás repasar el contenido de tus tarjetas y practicarlo, y ver que todas las herramientas que utilizarás están listas y en buenas condiciones.
  5. *Hazlo*. El día de tu exposición preséntate antes para revisar que todos los materiales que requieres están listos.
  6. Sé *precavido*, para que no se produzca algún contratiempo que ponga en riesgo todo tu trabajo y preparación. Recuerda que solo tú sabes el contenido de la exposición, eres el experto en el tema, por lo que debes mantenerte tranquilo y transmitir seguridad y dominio de la investigación. Toma en cuenta los siguientes puntos: 1) lleva una vestimenta apropiada al contexto, 2) cuida el volumen, tono y velocidad de la voz, 3) proyecta con tus posturas y gestos la seguridad que tienes en tu manejo del tema, 4) mantén el contacto visual con el auditorio, no te centres en un solo lugar ni tampoco te sientes, o camines apresuradamente de un lado a otro, se trata de no descuidar ningún punto de tu escenario sin exagerar, solo actúa de manera natural, sin demostrar nerviosismo; 5) no leas el material, ya que solo es un apoyo, y nunca des la espalda al público, y 6) disfruta el tiempo de tu presentación; en caso de equivocarte, no te disculpes ni lo hagas evidente, sino que continúa y da las gracias al concluir.

## EJEMPLOS DESARROLLADOS

Por cuestiones de espacio, solamente se presentará el índice de uno de los reportes de los ejemplos que se trabajaron en el libro: *Perfil de egreso de los ingenieros esperados en la industria*. Los apartados no se despliegan completos.

1. Introducción
2. Revisión de la literatura (marco teórico)
  - 2.1 Contexto de las facultades y escuelas de ingenierías manufactureras en México
  - 2.2 Contexto de los ingenieros del sector manufacturero en México
  - 2.3 Conocimientos técnicos desarrollados en los programas de estudio
    - 2.3.1 Definición de conocimientos técnicos en el campo de ingenierías
    - 2.3.2 Tipos de conocimientos técnicos
  - 2.4 Competencias "suaves" adquiridas en los programas de estudio
    - 2.4.1 Definición de competencias "suaves" en el campo de ingenierías

- 2.4.2 Tipos de competencias "suaves" en el campo de ingenierías
- 2.5 Actitudes y habilidades hacia el trabajo de los ingenieros manufactureros
3. Método
  - 3.1 Alcance de la investigación
  - 3.2 Hipótesis
  - 3.3 Diseño de investigación
  - 3.4 Población y muestra
  - 3.5 Descripción de la recolección de datos
  - 3.6 Estrategia de análisis de datos
4. Resultados
5. Discusión
  - 5.1 Limitantes
  - 5.2 Resultados
  - 5.3 Recomendaciones
  - 5.4 Conclusiones
6. Referencias bibliográficas
7. Apéndice: Cuestionario



## EJERCICIOS

1. Elabora el índice del reporte de investigación que has realizado con tus compañeros de equipo a lo largo de los capítulos anteriores.
2. Ingresa a los enlaces sugeridos de la sección “¿Hay más?” del capítulo 5 y elige dos artículos: uno cuantitativo y otro cualitativo. Identifica los siguientes apartados: 1) portada, 2) índice, 3) resumen y *abstract*, 4) palabras clave, 5) cuerpo del documento: introducción, marco teórico (revisión de la literatura), método, resultados, discusión, 6) referencias y 7) apéndices. Una vez identificados los elementos, coméntalos con otro compañero de clase y contesten las siguientes preguntas: ¿Encontraron los ele-
- mentos solicitados?, ¿no localizaron alguno?, ¿los elementos y el contenido coinciden con lo estudiado en este capítulo?, ¿qué estilo de publicación se utilizó en cada uno? Señalen las diferencias entre los elementos identificados en los artículos.
3. En la biblioteca de tu escuela, en equipos de dos, elijan una tesis, tesina o reporte de estadía, con la ayuda del personal. Identifiquen los elementos de un reporte final de investigación y preparen una presentación con los apartados de la tesis a manera de síntesis, en algún programa electrónico apropiado (PowerPoint, Flash, Prezi). Expónganlo al resto del grupo.

## ¿QUÉ APRENDÍ?

1. Consulta directorios de revistas científicas en español, como Redalyc, Scielo o LatIndex, e identifica una revista a la cual puedes enviar un artículo con el reporte de los resultados de tu investigación.
2. En la misma revista científica, escoge un artículo que te parezca interesante y analízalo. Identifica la estructura y muéstralas a tus compañeros.
3. Compara un artículo científico publicado en una revista científica arbitrada (*journal*) con un artículo de alguna revista comercial de difusión de la ciencia (como *Popular Science*, *Science* o *¿Cómo ves?*) y con un texto o video de algún comunicador de la ciencia (como Sergio de Régules, Diego Golombek, Juan Tonda Mazón, Brian Cox, Neil deGrasse Tyson). Analiza la estructura de cada uno. ¿Qué similitudes y diferencias observas entre estas tres formas de presentar resultados de investigación? ¿Para qué audiencia y propósito es más apropiado cada formato? ¿Por qué?

cia (como *Popular Science*, *Science* o *¿Cómo ves?*) y con un texto o video de algún comunicador de la ciencia (como Sergio de Régules, Diego Golombek, Juan Tonda Mazón, Brian Cox, Neil deGrasse Tyson). Analiza la estructura de cada uno. ¿Qué similitudes y diferencias observas entre estas tres formas de presentar resultados de investigación? ¿Para qué audiencia y propósito es más apropiado cada formato? ¿Por qué?



## ¿HAY MÁS?

- American Chemical Society (2006). *The ACS Style Guide: Effective Communication of Scientific Information*. Recuperado de <http://pubs.acs.org/ISBN/9780841239999>.
- American Psychological Association (2010). *Manual de estilo de publicaciones de la American Psychological Association* (3a. ed.). México: El Manual Moderno.
- American Psychological Association (2012). Publication manual. Recuperado de <http://www.apastyle.org/index.aspx>
- Creswell, J. (2005). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (2a. ed.). Upper Saddle River, NJ, EE.UU.: Prentice-Hall.
- ISO 690 (2010). *Guidelines for bibliographic references and information resources*. Recuperado de [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?cs\\_number=43320](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?cs_number=43320).
- Murdoch University (2016). *IEEE Style*. Recuperado de <http://libguides.murdoch.edu.au/c.php?g=246207&p=1640218>.
- OpenThesis (2009). *Upload and Search Theses and Dissertations*. Recuperado de <http://www.openthesis.org/login.html>.
- ProQuest (2012). *PQDT Open*. Recuperado de <http://pqdtopen.proquest.com/#>.

## GLOSARIO

**Elementos del reporte de investigación** Portada, índice, resumen, palabras clave, introducción, marco teórico (revisión de la literatura), método, resultados, discusión, referencias y apéndices.

**Estilo editorial** Estilo de publicación apropiado para citar referencias en el texto y al final en las referencias bibliográficas. Hay varios estilos de

publicación, ya que las normas varían de acuerdo con la disciplina de la investigación.

**Reporte de investigación** Documento en el cual se describe el estudio efectuado, es decir, qué investigación se realizó, cómo se llevó a cabo y qué resultados y conclusiones se obtuvieron.

# Referencias

- Abbagnano, N. (1955). *Historia de la filosofía*. España, Cataluña, Barcelona: Montaner y Simon, S.A.
- Ackerman, E. (2015). *Topher white: Repurposing Cellphones to Defend the Rain Forest*. IEEE Spectrum. Institute of Electrical and Electronics Engineers. Recuperado de <http://spectrum.ieee.org/geek-life/profiles/topher-white-repurposing-cellphones-to-defend-the-rain-forest>
- Acosta, M. (2016). *Messi vs Cristiano Ronaldo*. Recuperado de <http://www.michelacosta.com/messi-vs-cristiano-ronaldo/>
- Adelson, J. L. y McCoach, D. B. (2010). Measuring the mathematical attitudes of elementary students: The effects of a 4-point or 5-point Likert-type scale. *Educational and Psychological Measurement*, XX(X), 1-12. DOI: 10.1177/0013164410366694.
- Álvarez-Gayou, J. L. (2003). *Cómo hacer investigación cualitativa: Fundamentos y metodología*. México, DF, México: Paidós.
- Al-Serri, A., Fatma, I., Al-Bustan, S. A. y Al-Rashdan, I. (2015). Association of the insertion allele of the common ACE gene polymorphism with type 2 diabetes mellitus among Kuwaiti cardiovascular disease patients. *Journal of the Renin-Angiotensin Aldosterone System*. Publicación anticipada en línea. DOI: 10.1177/1470320315610255
- American Association for the Advancement of Science (1990). *Ciencia: Conocimiento para todos*. Recuperado de <http://www.project2061.org/esp/publications/sfaa/online/sfaatoc.htm>.
- American Psychological Association (2010). *Manual de publicaciones de la American Psychological Association* (trad. Miroslava Guerra Frías). México, D. F., México: El Manual Moderno.
- Anglia Ruskin University (2012). *Guía de referencias de Harvard*. Recuperado de <http://libweb.anglia.ac.uk/referencing/harvard.htm>
- Araneda, J. C. y Cumsille, F. (2002). Uso de drogas en la población laboral de Chile. *Boletín Científico Asociación Chilena de Seguridad*, 4 (8), 13-24.
- Atkin, R. J. y Fox, N. (1980). *An introduction to the theory of elasticity*. Nueva York, NY, EE. UU.: Longman.
- Babbie, E. R. (2012). *The practice of social research* (13a. ed.). Belmont, CA, EE. UU.: Wadsworth Publishing.
- Backus, F. R. y Mahalik, J. R. (2011). The masculinity of Mr. Right: Feminist identity and heterosexual women's ideal romantic partners. *Psychology of Women Quarterly*, 35(2), 318-326. DOI: 10.1177/0361684310392357.
- Baena, G. (2002). *Metodología de la investigación*. México, D. F., México: Grupo Patria Cultural.
- Bahar, E. (2008). Intelligence: An analysis of the american experience from the perspective of critical theory. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 8(1), 79-87.
- Barrientos-Gutiérrez, T., Reynales-Shigematsu, L. M., Thrasher, J. y Lazcano-Ponce, E. (2012). Se busca mercado adolescente: Internet y videojuegos, las nuevas estrategias de la industria tabacalera. *Salud Pública de México*, 54 (3), 303-314.
- Baxter, L. A. y Braithwaite, D. O. (2008). *Engaging theories in interpersonal communication: Multiple perspectives*. Thousand Oaks, CA, EE. UU.: Sage.
- Becerril, R. (2013). AMEF como parte del PPAP de nuevos productos en el área de juntas de calidad. Recuperado de: [http://reaxion.utleon.edu.mx/Art\\_AMEF\\_como\\_parte\\_del\\_PPAP.html](http://reaxion.utleon.edu.mx/Art_AMEF_como_parte_del_PPAP.html)
- Benavides, V. (2015). *Diseño del plan de gestión ambiental para la industria textil Aritex de Colombia*. Recuperado de <http://bdigital.uao.edu.co/handle/10614/7875>
- Black, J. A. y Champion, D. J. (1976). *Methods and issues in social research*. Nueva York, NY, EE. UU.: John Wiley & Sons.
- Blalock, H. M. (1985). *Causal models in the social sciences* (2a. ed.). Nueva York, NY, EE. UU.: Aldine Pub.
- Boslaugh, S. (2007). Health, definitions of. En S. Boslaugh (ed.), *Encyclopedia of epidemiology*. SAGE Publications. Recuperado de [http://www.sage-e-reference.com/epidemiology/Article\\_n193.html](http://www.sage-e-reference.com/epidemiology/Article_n193.html).
- Bunge, M. (1980). *La Ciencia, su método y su filosofía*. Buenos Aires, Argentina: Siglo XX.

- Cameron, J. (Director) (2012). *Titanic: El capítulo final con James Cameron [Documental]*. En J. Cameron (Productor). *Titanic*, Washington, DC, EE UU.: National Geographic.
- Carnap, R. (1936). Testability and meaning. *Philosophy of Science*, 3 (4), 420-427.
- Castrejón, C. (2012). *Modelo para la comercialización de los productos desarrollados en los centros de investigación tecnológica en el estado de Guanajuato*. Universidad de Celaya, Celaya, Guanajuato, México.
- Central Intelligence Agency (2013). *The world factbook 2013-14*. Washington, DC, EE. UU.: Central Intelligence Agency. Recuperado de [https://www.cia.gov/library/publications/resources/the-world-factbook/docs/contributor\\_copyright.html](https://www.cia.gov/library/publications/resources/the-world-factbook/docs/contributor_copyright.html)
- Centro de Investigación para el Desarrollo (2014). *Encuesta de competencias profesionales 2014: ¿Qué buscan —y no encuentran— las empresas en los profesionistas jóvenes?* México, D.F., México: CIDAC.
- Cheek, J. (2008). Research design. En L. M. Given (ed.), *The Sage encyclopedia of qualitative research methods*. Sage Publications. Recuperado de [http://www.sage-ereference.com/research/Article\\_n384.html](http://www.sage-ereference.com/research/Article_n384.html).
- Chen, J., Kingston, N., Tiemann, G. y Gu, F. (2010). Hypothesis. En N. J. Salkind (ed.), *Encyclopedia of research design*. SAGE Publications. Recuperado de [http://www.sagererefERENCE.com/researchdesign/Article\\_n182.html](http://www.sagererefERENCE.com/researchdesign/Article_n182.html).
- Chips con moléculas de ADN (28 de febrero de 2010). Recuperado de <http://mundosholograficos.blogspot.mx/2010/02/chips-con-moleculas-de-adn.html>.
- Christensen, L. B. (2006). *Experimental methodology* (10a. ed.). Boston, MA, EE. UU.: Allyn & Bacon.
- CIDE (Centro de Investigación y Docencia Económicas) (2004). Análisis económico. Recuperado de <http://www.cide.edu/analisiseconomico/glosario.html>.
- Comisión Europea (2014, diciembre). *Las empresas de la UE deben impulsar la inversión en I+D para mantener su competitividad mundial*. Recuperado de [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-14-2342\\_es.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-14-2342_es.htm)
- Cornell University Library (2005). *Library vocabulary: Common terms defined*. Recuperado de <http://www.library.cornell.edu/olinuris/ref/research/vocab.html>.
- Creswell, J. W. (2005). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (2a. ed.). Upper Saddle River, NJ, EE. UU.: Prentice-Hall.
- Creswell, J. W. (2009). *Research design: Qualitative, quantitative and mixed approaches* (3a. ed.). Thousand Oaks, CA, EE. UU.: Sage.
- Creswell, J. W. (2012). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (3a. ed.). Thousand Oaks, CA, EE. UU.: SAGE Publications.
- Creswell, J. W. (2013a). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4a. ed.). Thousand Oaks, CA, EE. UU. SAGE.
- Creswell, J. W. (2013b). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (3a. ed.). Thousand Oaks, CA, EE. UU. SAGE.
- Crosas, J. (2006). *La publicidad invade el espacio público de nuestras ciudades*. Recuperado de <http://oceanodigital.oceano.com/Universitas/welcome.do?at=lp&prd=6&login=unilat&password=un1010>
- Cuevas, A. (2011). *Citas en el texto y bibliográficas*. Universidad de Celaya, Gto., México. Manuscrito no publicado.
- Cuevas, A., Méndez, S. y Hernández-Sampieri, R. (2014). *Introducción al estilo APA para citas y referencias* (3a. ed.). Universidad de Celaya, México. Recuperado de <http://www.udec.edu.mx/2012/Investigacion/investigacion.htm>
- Dahlberg, B., Wittink, M. N. y Gallo, J. J. (2010). Funding and publishing integrated studies: Writing effective mixed methods manuscripts and grant proposals. En A. Tashakkori y Ch. Teddlie (eds.), *SAGE handbook of mixed methods in social and behavioral research* (pp. 775-802). Thousand Oaks, CA, EE. UU.: SAGE.
- Dancy, J. (1993). *Introducción a la epistemología contemporánea*. Madrid, España: Tecnos.
- Davenport-Hines, R. (2012). *Voyagers of the Titanic: Passengers, sailors, shipbuilders, aristocrats, and the worlds they came from*. Nueva York, NY, EE. UU.: William Morrow.
- Duarte, E. (2013, noviembre). Estas son las empresas que más invierten en investigación y desarrollo (I+D). QuimiNet.com. Recuperado de <http://www.quiminet.com/empresas/estas-son-las-empresas-que-mas-invierten-en-investigacion-y-desarrollo-id-3666588.htm>
- Duits, L. y Van Romondt, P. (2009). Girls make sense: Girls, celebrities and identities. *European Journal of Cultural Studies*, 12 (1), 41-58. DOI: 10.1177/1367549408098704.
- Eastwick, P. W. y Neff, L. A. (2012). Do ideal partner preferences predict divorce? A tale of two metrics. *Social Psychological and Personality Science*, en prensa (publicado en línea, 2 de febrero). DOI: 10.1177/1948550611435941.
- Eaton, J. P. y Haas, Ch. (2011). *Titanic: Triumph and tragedy* (3a. ed.). Somerset, UK: Haynes Publishing.
- Elliott, S. N. (2006). *Social skills rating system*. En N. J. Salkind (ed.), *Encyclopedia of measurement and statistics*. SAGE Publications. Recuperado de

- [http://www.sage-ereference.com/statistics/Article\\_n419.html](http://www.sage-ereference.com/statistics/Article_n419.html).
- European Geosciences Union (2015). *Press Release: What would a tsunami in the Mediterranean look like?* Recuperado de <http://www.egu.eu/news/190/what-would-a-tsunami-in-the-mediterranean-look-like/>
- Flannagan, D., Marsh, D. L. y Fuhrman, R. (2005). Judgments about the hypothetical behaviors of friends and romantic partners. *Journal of Social and Personal Relationships*, 22(6), 797-815.
- Fortune (2015). *The 10 biggest R&D spenders worldwide*. Recuperado de <http://fortune.com/2014/11/17/top-10-research-development/>
- Franco, L. (2012). *La relación entre la satisfacción respecto a la comunicación interna y la satisfacción laboral en escuelas secundarias de Guanajuato en México*. Disertación doctoral no publicada, Universidad de Celaya, Guanajuato, México.
- Fries, R., González, M. y Pesquera, M. (2014). *Creando Oportunidades: Fortaleciendo el ecosistema para emprendedoras en México*. Recuperado de: <http://e-igualdad.net/sites/default/files/CreandoOportunidades-VfW-Dic2014.pdf>
- Gaarder, J. (1995). *El mundo de Sofía: Novela sobre la historia de la filosofía*. México D. F., México: Patria.
- García, P. y Hernández-Sampieri, R. (2005). *La televisión y el niño* (Inf. téc. núm. 1). Celaya, Guanajuato, México: Universidad de Celaya.
- Gettier, E. (1963). *Is justified true belief knowledge?* Recuperado de <http://www.ditext.com/gettier/gettier.html>.
- Gobierno de Navarra (2006). *Información básica sobre sistemas de riego a presión en unidades de riego*. Recuperado de <http://www.riegosdenavarra.com/publica/FollSistemasRie.pdf>.
- Graham, J. M. (2011). Measuring love in romantic relationships: A meta-analysis. *Journal of Social and Personal Relationships*, 28 (6), 748-771. DOI: 10.1177/0265407510389126.
- Guerra, J. F., Valdez, R. M. y Aldrete, M. G. (2006). Antecedentes históricos sociales de la obesidad en México. *Investigación en Salud*, VII (2), 90-94.
- Guthrie, W. (1980). *Los filósofos griegos*. México D. F., México: Fondo de Cultura Económica.
- Hackman, J. R. y Oldham, G. R. (1980). *Work redesign*. Reading, MA, EE. UU.: Addison-Wesley.
- Hernández Galicia, R. (1989). *SIDA con factor de riesgo postransfusión, receptores y contactos*. México, D.F., México: Petróleos Mexicanos.
- Hernández-Sampieri, R. (2005). *Validación de una escala para medir el clima organizacional en el contexto laboral mexicano* (Cuadernos del Centro de Investigación, núm. 2). Celaya, Guanajuato, México: Universidad de Celaya, Centro de Investigación.
- Hernández-Sampieri, R. et al. (2008). *Consulta con profesores iberoamericanos para determinar criterios de calidad en la realización de investigaciones*. Universidad de Celaya, Gto., México. Manuscrito no publicado.
- Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. P. (2008, noviembre). El matrimonio cuantitativo-cualitativo: el paradigma mixto. En J. L. Álvarez Gayou (Presidente), 6o. Congreso de Investigación en Sexología. Congreso efectuado por el Instituto Mexicano de Sexología, A. C. y la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México.
- Hernández-Sampieri, R., Contreras, R. y Méndez, S. (2012). Construcción de un instrumento para medir el clima organizacional en función del Modelo de los Valores en Competencia. *Contaduría y Administración* (UNAM), manuscrito aceptado para su publicación en 2012.
- Hernández-Sampieri, R., Zapata, N. y Mendoza, C. (2013). *Fundamentos de metodología de la investigación para bachillerato*. México, D. F., México: McGraw-Hill Interamericana Editores.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a. ed.). México, D. F., México: McGraw-Hill Interamericana.
- Herrera-García, A., Moreno-Quintero, E. y Martínez-Peyrelongue, C. D. (2014). Evaluación de una nueva estrategia de atención a los despegues y aterrizajes en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, para reducir los costos de operación de las aeronaves y las demoras de los pasajeros. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 15 (1), 51-61.
- Hessen, J. (1981). *Teoría del conocimiento*. Madrid, España: Espasa-Calpe.
- Holmes, B. M. y Johnson, K. R. (2009). Adult attachment and romantic partner preference: A review. *Journal of Social and Personal Relationships*, 26 (6-7), 833-852. DOI: 10.1177/0265407509345653.
- Hornung, S. y Rousseau, D. M. (2007). Active on the job proactive in change: How autonomy at work contributes to employee support for organizational change. *Journal of Applied Behavioral Science*, 43, 401-426.
- HR Wallingford (2015). *Tsunami simulator (second generation)*. Recuperado de <http://www.hrwallingford.com/facilities/tsunami-simulator-2nd-generation>
- Instituto de Investigaciones Jurídicas de la Universidad Nacional Autónoma de México (2012). *Ley de Aguas Nacionales* (art. 3, Folio: 9131). Recuperado de <http://info4.juridicas.unam.mx/ijure/fed/15/4.htm>

- Irving, C. J. y English, L. M. (2011). Community in cyberspace: gender, social movement learning, and the internet. *Adult Education Quarterly*, 61 (3), 262-278. DOI: 10.1177/0741713610380448.
- Kerlinger, F. N. y Lee, H. B. (2002). *Investigación del comportamiento: Métodos de investigación en ciencias sociales*. México, D. F., México: McGraw-Hill Interamericana Editores.
- Kodak (2015). Página web. Recuperado de [http://www.kodak.es/ek/ES/es/About\\_Kodak\\_Top/Our\\_Company.htm](http://www.kodak.es/ek/ES/es/About_Kodak_Top/Our_Company.htm)
- Kuhn, T. (1982). *La estructura de las revoluciones científicas*. México D. F., México: Fondo de Cultura Económica.
- Laflen, A. (2001). *Writing a report*. Recuperado de <http://owl.english.purdue.edu/owl/>
- León, O. G. y Montero, I. (2003). *Métodos de investigación en psicología y educación* (3a. ed.). Madrid, España: McGraw-Hill Interamericana de España.
- Leuty, M. y Hansen, J. C. (2006). Neo Personality Inventory. En N. J. Salkind (ed.), *Encyclopedia of measurement and statistics*. SAGE Publications. Recuperado de [http://www.sage-ereference.com/statistics/Article\\_n308.html](http://www.sage-ereference.com/statistics/Article_n308.html).
- Liao, T. F. (2003). Level of significance. En M. S. Lewis-Beck, A. Bryman y T. F. Liao (eds.), *Encyclopedia of social science research methods*. Thousand Oaks, CA, EE. UU.: SAGE. Recuperado de [http://www.sage-ereference.com/socialscience/Article\\_n487.html](http://www.sage-ereference.com/socialscience/Article_n487.html)
- Lieber, E. y Weisner, T. S. (2010). Meeting the practical challenges of mixed methods research. En A. Taschakkori y Ch. Teddlie (eds.), *SAGE handbook of mixed methods in social and behavioral research* (pp. 559-579). Thousand Oaks, CA, EE. UU.: SAGE.
- Lina, A. (2011). *Creación de un molino para el reciclado de pet con materiales de reúso*. Recuperado de <http://www.uts.edu.mx/Principal/images/Vinculacion/Estadias/guia1ejemplo.pdf>
- López, P. y Hernández-Sampieri, R. (2014). Conceptualización de la responsabilidad social corporativa en directivos de empresas mexicanas. En R. Hernández-Sampieri, S. Méndez y C. P. Mendoza (eds.), *Metodología de la investigación: Centro de Recursos en Línea* (6a. ed.). México, D. F., México: McGraw-Hill Interamericana.
- López-Sintas, J., Filimon, N. y García-Álvarez, M. E. (2012). A social theory of internet uses based on consumption scale and linkage needs. *Social Science Computer Review*, 30(1), 108-129. DOI: 10.1177/0894439310390611.
- Manpower (2014). *La escasez de talento continúa*. México, D.F., México: ManpowerGroup.
- Manufactura (2014). 4 hallazgos de las ingenierías en México. *Manufactura*, 7, 31-50.
- Markey, P. M. y Markey, C. N. (2007). Romantic ideals, romantic obtainment, and relationship experiences: The complementarity of interpersonal traits among romantic partners. *Journal of Social and Personal Relationships*, 24 (4), 517-533. DOI: 10.1177/0265407507079241.
- Mason, S. (1988). *Historia de las ciencias* (tomo 1). México D. F., México: Alianza Editorial Mexicana.
- Matthews, G., Zeidner, M. y Roberts, R. D. (2003). *Emotional intelligence: Science and myth*. Cambridge, MA, EE. UU.: The MIT Press.
- Méndez, S. (2016). *Diagnóstico del clima organizacional*. Manuscrito no publicado.
- Mertens, D. M. (2010). *Research and evaluation in education and psychology: Integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods* (3a. ed.). Thousand Oaks, CA, EE. UU.: Sage.
- Meza, J. L. (junio, 2014). La metamorfosis científica del fútbol. *¿Cómo ves?*, 16 (187), 16-19.
- Moreno-Ponce, F. (2016). *Análisis de los problemas en plantas de una empresa de autopartes automotrices*. Celaya, Guanajuato, México: Universidad de Celaya.
- Moreno, T. M. (2010, marzo). ¿Qué buscan las empresas en un empleado? CNN Expansión. Recuperado de <http://www.cnnexpansion.com/mi-carrera/2010/03/12/que-buscan-las-empresas>
- Muy Interesante (2014). ¿Cuánto dinero se invierte en investigación y desarrollo en el mundo? *Muy Interesante*, XXXII, 3, pp. 72-73.
- National Library of Medicine (2007). *Citing medicine: The NLM Style guide for authors, editors and publishers*. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK7262/>
- Nielsen, D. S., Brixen, K. y Huniche, L. (2010). Men's experiences of living with osteoporosis: Focus group interviews. *American Journal of Men's Health*, XX(X), 1-11. DOI: 10.1177/1557988310372800.
- Nietzsche, F. (1985). *Obras inmortales*. España, Cataluña, Barcelona: Teorema S. A.
- Núñez, C. (2001). Exploración del sentido de vida a través del diseño de un instrumento cuantitativo. Tesis de maestría no publicada, Universidad de Celaya, Guanajuato, México.
- O'Leary, K. D., Acevedo, B. P., Aron, A., Huddy, L. y Mashek, D. (2012). Is long-term love more than a rare phenomenon? If so, what are its correlates? *Social Psychological and Personality Science*, 3(2), 241-249. DOI: 10.1177/1948550611417015.
- Olivé, L. y Pérez, A. (2006). *Metodología de la investigación*. México D. F., México: Santillana.

- Organización de los Estados Iberoamericanos (2009). *Cultura científica en Iberoamérica. Encuesta en grandes núcleos urbanos*. Recuperado de <http://www.oei.es/salactsi/CulturaCientificaEnIberoamerica.pdf>.
- Organización Internacional del Trabajo (2015). *Perspectivas laborales y sociales en el mundo: Tendencias en 2015*. Ginebra, Suiza: Organización Internacional del Trabajo.
- Organización Internacional del Trabajo (2014). *Tendencias mundiales del empleo 2014*. Ginebra, Suiza: Organización Internacional del Trabajo.
- Pacas, M. V. (2010). *Análisis del capital humano en la economía del conocimiento y su relación con los intangibles y la competitividad*. Tesis doctoral no publicada. Universidad de Celaya, Celaya, Guanajuato, México.
- Paniagua, M. (1985). *Análisis del comportamiento del comprador y vendedor industrial*. Manuscrito no publicado, Instituto Politécnico Nacional, México, D.F., México.
- Peña, A. (enero-marzo, 1995). *La investigación científica en México. Estado actual, algunos problemas y perspectivas*. Recuperado de <http://redalyc.uemex.mx/pdf/132/13206702.pdf>
- Pérez, L. y Eraso, M. (2014). *Diseño y construcción de un robot terrestre que sirva de plataforma para desarrollo de investigaciones en el área de robótica móvil en ambientes abiertos y cerrados*. Recuperado de <http://bdigital.uaq.edu.co/bits-tream/10614/6869/1/T05006.pdf>
- Platón (trad. 1979). *Obras completas* (2a. ed.). Madrid, España: Aguilar.
- Pontes, M. (2012). *El Titanic: ¿Descanse en Paz?* Recuperado de <http://marenostrum.org/buceo/pecios/titanic/index.htm>.
- Pontificia Universidad Católica de Chile (2012). *Alpiste para todos*. Recuperado de [http://www.ucsudable.cl/alimentacion\\_32.html](http://www.ucsudable.cl/alimentacion_32.html).
- Popper, K. (1980). *La lógica de la investigación científica*. Madrid, España: Tecnos.
- Prowse, J. y Prowse, P. (2008). Role redesign in the National Health Service: The effects on midwives' work and professional boundaries. *Work, Employment and Society*, 22 (4), 695-712.
- Ramos, E. R. (2014). *Modelo de calidad integral como alternativa para elevar la productividad en franquicias PEMEX*. Disertación doctoral no publicada, Universidad de Celaya, Celaya, Guanajuato, México.
- Redsand, A. (2006). *Viktor Frankl: A life worth living*. Nueva York, NY, EE. UU.: Clarion Books.
- Robin, L. (1962). *El pensamiento griego y los orígenes del espíritu científico*. México D.F., México: UTHEA.
- Rodríguez, L., Esparza, O., Carrillo, I. (2006). Relación entre videojuegos violentos y la frustración. *Revista Científica Electrónica de Psicología*, 8, 155-164.
- Rogers, E. y Shoemaker, F. F. (1971). *Communication of innovations: A cross-cultural approach* (2a. ed.). Nueva York, NY, EE. UU.: The Free Press.
- Romero, G., Hernández, R., Garay, I. y Hernández, R. (en prensa). Manual de investigación epidemiológica. En Hernández-Sampieri, Méndez, S. y Mendoza, P. (eds.), *Centro de Recursos en Línea de Metodología de la investigación* (6a. ed.). Recuperado de <http://www.mhhe.com/he/hmi6e>
- Russell, J. E. A. (2008). Promoting subjective well-being at work. *Journal of Career Assessment*, 16(1), 117-131.
- Salkind, N. J. (2007). *Spearman'S Rho. Encyclopedia of measurement and statistics*. Thousand Oaks, CA, EE. UU.: SAGE.
- Salkind, N. J. (2008). Case studies. En N. J. Salkind (ed.). *Encyclopedia of educational psychology*. SAGE Publications. Recuperado de [http://www.sage-ereference.com/educationalpsychology/Article\\_n34.html](http://www.sage-ereference.com/educationalpsychology/Article_n34.html).
- Sánchez, C. y García, M. Y. (2010). Índices de desempeño de los distritos de riego del noroeste de México. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 9(1), pp. 1-4.
- Sebastián, J. (ed.) (2007). *Claves del desarrollo científico y tecnológico de América Latina*. Madrid, España: Fundación Carolina/Siglo XXI.
- Sjoberg, G. y Nett, R. (1980). *Metodología de la investigación social*. México, D.F., México: Trillas.
- Stringer, E. T. (1999). *Action research: A handbook for practitioners* (2a. ed.). Thousand Oaks, CA, EE. UU.: Sage.
- TechBloGeek (2015). *Kodak presentó su primer smartphone Android*. Recuperado de <https://techblogeek.com/kodak-presento-su-primer-smartphone-android/>
- The Japan Times Online. (2007). *Relief for A-bomb victims*. Recuperado de <http://www.japantimes.co.jp/text/ed20070815a2.html>.
- Titanic Inquiry Project (2012). *Electronic copies of the inquiries into the disaster*. Recuperado de <http://www.titanicinquiry.org/>.
- Torres, J. (2010). *Diseño y construcción de un prototipo automático para preparar composta*. Recuperado de <http://www.cenidet.edu.mx/subaca/web-mktro/submenus/investigacion/tesis/53%20Julio%20Torres%20Sandoval.pdf>
- Universidad Nacional Autónoma de México (2012). *Osteoporosis*. Recuperado de [http://www.dgdc.unam.mx/not\\_osteoporosis.html](http://www.dgdc.unam.mx/not_osteoporosis.html).

- University of Southern California y Bendixen & Associates (2002). *Post-9/11 survey* (Inf. Téc s. n.). Los Ángeles, CA, EE. UU.: University of Southern California, Annenberg Institute for Justice and Journalism/New California Media/Bendixen & Associates.
- Valladares, L. y Coelho, M. P. (2011). *La investigación urbana en América Latina: Tendencias actuales y recomendaciones*. Gestión de las Transformaciones Sociales, Documentos de debate núm. 4. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Recuperado de <http://www.unesco.org/most/vallspa.htm>.
- Vanguardia (2012). *Se espera un "boom" en uso de redes sociales en México*. Recuperado de <http://www.vanguardia.com.mx/seesperaunboomenusoderedessocialesenmexico-1261078.html>
- Vázquez, A., Rojas, E. (2011). *Metodología de la investigación*. México, D.F., México: Santillana.
- Wartofsky, M. (1973). *Introducción a la filosofía de la ciencia*. Madrid, España: Alianza Universidad.
- Wikipedia (2012). *La velocidad*. Recuperado de <http://es.wikipedia.org/wiki/Velocidad>.
- Wikipedia (2015). *Producto interno bruto*. Recuperado de [http://es.wikipedia.org/wiki/Producto\\_interno\\_bruto](http://es.wikipedia.org/wiki/Producto_interno_bruto)
- Williams, M. (2003). Hypothesis. En M. S. Lewis-Beck, A. Bryman, y T. F. Liao (eds.), *The Sage encyclopedia of social science research methods*. SAGE Publications. Recuperado de [http://sage-ereference.com/socialscience/Article\\_n405.html](http://sage-ereference.com/socialscience/Article_n405.html).
- Yin, R. K. (2013). *Case study research: Design and methods* (5a. ed.). Thousand Oaks, CA, EE. UU.: Sage.
- Zacchilli, T. L., Hendrick, C. y Hendrick, S. S. (2009). The romantic partner conflict scale: A new scale to measure relationship conflict. *Journal of Social and Personal Relationships*, 26(8), 1073-1096. DOI: 10.1177/0265407509347936.
- Zetina, P. et al. (2014). Química de pulpa de café a diferentes tiempos de ensilaje. Puerto Vallarta, Jalisco, México. *Memorias del XXXV Encuentro Nacional de la Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química*, pp. 1455-1458.

# Créditos

## Capítulo 1

Pág. 4 Cientos de personas se reúnen en protesta por la economía igualitaria en Madrid, España. © Pedro Rufo / Shutterstock.com

Pág. 4 Oradores oyentes en un desayuno de negocios en la oficina de Rosbank el 20 de diciembre de 2012 en Moscú, Rusia. © Pavel L Photo and Video / Shutterstock.com

Pág. 5 Inauguración de la nueva sala de control para los ferrocarriles y el tour de planta. En la sede de la ALSTOM el 1 de octubre de 2014, Milano, Italia. © Viappy / Shutterstock.com

Pág. 6. Sello impreso por Sweden, muestra a Antoine Henri Becquerel, Pierre y Marie Curie, circa 1963. © rook76 / Shutterstock.com

Pág. 7 Exterior del Parlamento Europeo en Strasburgo, Francia el 20 de marzo del 2013. © Botond Horvath / Shutterstock.com

Pág. 7 Sede central de Novartis el 14 de septiembre de 2012 en Basilea, Suiza. Novartis es un companyranking farmacéutica multinacional sueca, número dos en ventas de Big Pharma en 2010. © lucarista / Shutterstock.com

Pág. 8 Trabajadora usando casco de seguridad en el sitio de construcción de la EXPO 2015, Milán. © Paolo bona / Shutterstock.com

Pág. 8 Hombre prepara döner kebab el 7 de octubre de 2013. Es un platillo otomano del siglo 18. El gyro griego, el shawarma árabe y el taco al pastor mexicano se derivan de este platillo. © ChameleonsEye / Shutterstock.com

Pág. 10 Charlize Theron llegando a la premiere de "Blanca Nieves y el Cazador". © Featureflash Photo Agency / Shutterstock.com

Pág. 10 Porsche 911 turbo S en el IAA motor show el 13 de septiembre del 2013 en Frankfurt. Más de 1 000 expositores de 35 países están presentes en el salón del automóvil más grande del mundo. © VanderWolf Images / Shutterstock.com

Pág. 12 Google es una multinacional Americana especializada en productos y servicios relacionados con internet. La mayor parte de sus beneficios se deriva de AdWords. © Twin Design / Shutterstock.com

Pág. 13 Trabajadores en plataforma costa afuera del Golfo de Tailandia desde la orilla de Songkran cerca de 230 km. © think4photop / Shutterstock.com

## Capítulo 2

Pág. 19 Los científicos experimentan con vitrocultivos en un intento por reducir la dependencia de las importaciones extranjeras el 31 de octubre de 2009 en Kirguistán. © Tracing Tea / Shutterstock.com

Pág. 20 Modelos del sistema solar en el planetario en Moscú, Rusia. © BestPhotoPlus / Shutterstock.com

Pág. 21 Demostración del robot para el PWB en la exposición internacional de industria electrónica manufacturera, ElctronTechExpo, LEDTechExpo, el 19 de abril de 2011 en Moscú. © Dikiiy / Shutterstock.com

Pág. 21 Biólogo con estudiantes haciendo una prueba de ciencias sobre el agua del río. © goodluz / Shutterstock.com

## Capítulo 3

Pág. 28 Cristiano Ronaldo durante la Supercopa, Real Madrid contra FC Barcelona, el 29 de agosto del 2012 en el Estadio Santiago Bernabéu. © Javier Buckenmeyer / Shutterstock.com

Pág. 29 Drone con cámara. © fastfun23 / Shutterstock.com

Pág. 29 Mano de hombre señalando un teclado con diversos logotipos impresos de distintas redes sociales conocidas. © Bloomua / Shutterstock.com

Pág. 30 Evento en Milán, The Color Run el 7 de septiembre de 2013. Una pareja se besa entre la multitud que forma parte de la carrera urbana más divertida y colorida que existe. © Tinxi / Shutterstock.com

Pág. 32 Leonardo Da Vinci, una de las mentes más grandes de la humanidad. © Myper / Shutterstock.com

Pág. 32 Macrofoto de una PC, de signos y símbolos de Facebook. Facebook es un servicio de red social operado por Facebook, Inc. © Gelner Tivadar / Shutterstock.com

Pág. 33 Centro de reciclaje en Kanchanaburi, Tailandia; recoge botellas de plástico. © Paisan Changhirun / Shutterstock.com

## Capítulo 4

Pág. 40 Hermoso fondo vibrante de árboles de la selva tropical de América Central. Guatemala. © soft\_light / Shutterstock.com

Pág. 41 Fotografía de un mecánico trabajando en su garage. © Minerva Studio / Shutterstock.com

- Pág. 44 Pareja relajada en un picnic en un día de verano. © Jacob Lund / Fotolia
- Pág. 45 Refinería de petróleo. © SStedman / Fotolia
- Pág. 45 Inauguración de la nueva sala de control para los ferrocarriles y el tour de la planta. En la sede de ALSTOM, el 1 de octubre del 2014. © Viappy / Shutterstock.com
- Pág. 47 Hombre trabajando en una plantación de Tabaco en Valle de Viñales, Cuba. Las técnicas tradicionales se siguen usando para la producción de agricultura, especialmente de tabaco. © merc67 / Shutterstock.com
- Pág. 49 Hojas de aluminio apiladas en planta de función rusa Most-1, con sede en Moscú, Rusia. © Yulia Grigoryeva / Shutterstock.com
- Pág. 50 Trabajadores de montaje de tractores en la fábrica de tractores y máquinas en Brasil. © Alf Ribeiro / Shutterstock.com

## Capítulo 5

- Pág. 58 Conferencia de impresión 3D en Robot and Makers Milano Show, evento dedicado a la robótica el 30 de marzo de 2014. © Tinxi / Shutterstock.com
- Pág. 59 Biblioteca de la Universidad de Humboldt en Berlín. Es una de las bibliotecas científicas más avanzadas en Alemania. © katatonia82 / Shutterstock.com
- Pág. 60 Imagen de una feliz mujer usando una laptop en una cafetería. © Jacob Lund / Shutterstock.com
- Pág. 61 © 2016, Sage Publishing
- Pág. 62 © 2016, Sage Publishing
- Pág. 64 Vista desde el helicóptero para la descarga de metal de desecho en Buenos Aires, Argentina. © sunsinger / Shutterstock.com

## Capítulo 6

- Pág. 74 Jennifer Lawrence es "Katniss Everdeen" en LOS JUEGOS DEL HAMBRE. © The Hollywood Archive / Photostock
- Pág. 75 MILLENIALS | Concept Wallpaper. © PlusONE / Shutterstock.com
- Pág. 76 Cientos de personas a lo largo de la zona en São Paulo, Brasil. © Filipe Frazao / Shutterstock.com
- Pág. 77 Rama de árbol de café © peangdao / Fotolia
- Pág. 78 Accidente de avión en el set de la película "Guerra de los Mundos" con Tom Cruise en los Estudios Universal, Hollywood. © AntonIvanov / Shutterstock.com
- Pág. 79 Titanic. © McGraw-Hill Education - DAL
- Pág. 81 Vista de la presa de Ullíbarri Gamboa. La presa fue construida en 1950 para abastecer de agua a la ciudad de Vitoria-Gasteiz. © Ander Dylan / Shutterstock.com
- Pág. 83 Producción de la fábrica moderna de tecnologías farmacéuticas. Industria farmacéutica. Trabajadores farmacéuticos trabajando con cajas de químicos peligrosos en Odessa, Ucrania. © A\_Lesik / Shutterstock.com
- Pág. 84 Trabajadores de almacén preparando mercancías para despachar. © Monkey Business / Fotolia
- Pág. 86 Clase. © alexander zveiger / Shutterstock.com
- Pág. 87 Inauguración de la nueva sala de control para los ferrocarriles y el tour de la planta. En la sede de ALSTOM, el 1 de octubre del 2014. © Viappy / Shutterstock.com

## Capítulo 7

- Pág. 96 Grúa recoge un carro después de accidente el 24 de octubre de 2015 en Odessa, Ucrania. © Elena Larina / Shutterstock.com
- Pág. 97 Toma de estudio de minifigura de Lego confundida mirando fórmulas matemáticas. © cjmacer / Shutterstock.com
- Pág. 97 Ilustración de referencia famosa de París: Notre Dame, Torre Eiffel, Arco del Triunfo, Moulin Rouge, Louvre, Chalboard Background. Dibujo a mano, bosquejo incompleto. Palabras francesas. © Tatiana\_Kost94 / Shutterstock.com
- Pág. 97 Una pareja no identificada se besa en una plaza pública en un hermoso día de otoño. © Stefano Carnevali / Shutterstock.com
- Pág. 98 Cajas de pasta empaquetada viajando a lo largo de la línea de producción dentro de una fábrica de pastas. © Alessia Pierdomenico / Shutterstock.com
- Pág. 99 Fábrica de cerámica. © ziyaburak / Fotolia
- Pág. 102 Modelo Audi A4 en la prueba de conducir para evento de periodistas automotrices de Minsk. © VolhaHanna Kanashyts / Shutterstock.com
- Pág. 103 Mano de granjero vertiendo fertilizante químico sobre fondo verde. © Singkham / Shutterstock.com
- Pág. 107 Medición de la ampliación de la Ruta Estatal 178. David Oliveras (izquierda) y Sam Espinosa (derecha) forman parte del equipo de encuesta tomando las líneas y grados. © Richard Thornton / Shutterstock.com
- Página 107 Mujer que entrevista a un varón (foto de autor). © Roberto Hernández Sampieri / McGraw-Hill Education
- Página 110 Personas que caminan cerca del mostrador de registro de un lujoso hotel de Bangkok, Tailandia. © Phuong D. Nguyen / Shutterstock.com
- Página 111 Monitoreo de la producción de componentes electrónicos en fábrica de alta tecnología. © nikitabuida / Shutterstock.com
- Página 113 Vista aérea del daño ocasionado por el terremoto y tsunami ocurrido en Japón en 2011. © Sargent técnico Mickle DeNoris / USAF
- Página 113 Familia latina en el rally de la reforma de inmigración y el fin de las incursiones de lugar de trabajo en Washington, DC. © Ryan Rodrick Beiler / Shutterstock.com
- Página 114 Hombre que suelda algo. © motorradcbr / Fotolia
- Página 116 Recepcionista de hotel. © Kadmy / Fotolia
- Página 119 Mujer con telescopio en una noche estrellada de invierno. © allexxandarx / Fotolia
- Página 121 Pareja que sale a trabajar a campo de cosecha. © Budimir Jevtic / Fotolia

## Capítulo 8

- Página 128 "I love music with earphones". © 5second/Fotolia
- Página 128 YouTube. © Oejitv, reproducido con licencia de CC 4.0 International.
- Página 128 Acuarela de gente caminando. © okalinichenko / Fotolia.
- Página 132 Pantalla de Decision Analyst, STATS™ 2.0 Free Version. Copyright © 2008 by Decision Analyst.

Página 133 Pantalla de Decision Analyst, STATS™ 2.0 Free Version. Copyright © 2008 by Decision Analyst.  
 Página 134 Pantalla de Decision Analyst, STATS™ 2.0 Free Version. Copyright © 2008 by Decision Analyst.  
 Página 135 Campo regado por goteo © Norrie39 / Fotolia  
 Página 136 Gente en el Zócalo de la Ciudad de México. © db-travel/Alamy/Latinstock.

## Capítulo 9

Página 144 Los científicos Kurihara y Tsukada aceptaron el premio Ig Nobel 2012 por crear el martillo obstructor de discursos. © Jessica Rinaldi / Reuters /Latinstock-  
 Página 144 Perro que orina. © Dogs / Fotolia.  
 Página 147 Trabajador que quita rebabas de una placa de metal. © Fotolia RAW / Fotolia.  
 Página 151 Familia que posa para foto. © Roberto Hernández / McGraw-Hill Education.  
 Página 152 Ilustración de termómetro con las dos escalas: F y C. © McGraw-Hill Education.  
 Página 153 Terreno erosionado. © canadabrian / Alamy.  
 Página 154 Flechas automotrices en fábrica. © Herrndorff / Fotolia.  
 Página 160 Caritas de satisfacción. © niroworld / Fotolia.  
 Página 160 Niña que entrevista a niño. © Radius Images / Alamy.  
 Página 162 Hombre que hace compras en el súper. © Shutterstock / Korta.  
 Página 163 Pilotos de avión en cabina. © National Geographic Image Collection / Alamy Stock Photo.  
 Página 166 Mujer que es entrevistada por un hombre. © Chris Ryan / age fotostock.  
 Página 167 Granjero en campo. © Celestial Panoramas Ltd/ Alamy.  
 Página 168 Entrevistador que toma notas. © Lisa F. Young / Alamy.  
 Página 169 Gente reunida en mesa. © Roberto Hernández / McGraw-Hill Education.  
 Página 174 Joven en entrevista. © Roberto Hernández / McGraw-Hill Education.  
 Página 176 Campo de fresas. © lzf / Fotolia

## Capítulo 10

Página 184 Cámara de monitoreo. © Nygraphic / Fotolia.  
 Página 184 Mujer usando un smartwatch que mide su ritmo cardiaco. © DragonImages / Fotolia.  
 Página 184 Hombre analizando datos en computadoras. © Andrey Popov / Fotolia.  
 Página 196 Personas trabajando en fábrica. © Industrieblick / Fotolia.  
 Página 199 Hombre en laboratorio. © Tyler Olson / Fotolia  
 Página 204 Pantalla de Decision Analyst, STATS™ 2.0 Free Version. Copyright © 2008 by Decision Analyst.  
 Página 205 Pantalla de Decision Analyst, STATS™ 2.0 Free Version. Copyright © 2008 by Decision Analyst.  
 Página 221 Mall. © shock / Fotolia.  
 Página 223 Recepcionista ayudando a joven pareja. © ikonoklast\_hh / Fotolia.

## Capítulo 11

Página 234 Estudiantes sentados en el pasto. © Minerva Studio / Fotolia.  
 Página 234 El profesor Brian Cox la Semana de la Publicidad de Europa con la intervención "Exploring Outdoor Space in the Princess Anne Theatre", en Londres, el 25 de marzo de 2015. © Euan Cherry / Photostock.  
 Página 235 Cártula del número 5 de la Revista de la Universidad de Celaya. © Universidad de Celaya, México.  
 Página 235 Cártula del número 3 de la Revista Uni-ciencia. © Universidad de Celaya, México.  
 Página 238 Aterrizaje en aeropuerto de Varsovia, Polonia. © whitelook / Fotolia.  
 Página 241 Hombre consultando resultados de encuesta. © Roberto Hernández / McGraw-Hill Education.  
 Página 242 Mano poniendo última pieza de rompecabezas. © gekaskr / Fotolia.  
 Página 245 Mujer consultando en computadora. © Roberto Hernández / McGraw-Hill Education.  
 Página 245 Mujer en examen profesional. © Roberto Hernández / McGraw-Hill Education.  
 Página 245 Joven con mujer pegando infográficas para presentación. © Roberto Hernández / McGraw-Hill Education.

# Índice analítico

La *n* después de un número de página indica que la referencia se encuentra en las notas.

## A

- Abejas
  - de paquete, 138
  - forrajeras, 52
- Acceso desigual a fondos de emprendimiento, 34
- Ackerman, 40
- Acosta, 195
- Acuerdo Transpacífico de Cooperación Económica, 75
- Adelantos tecnológicos, 32
- Administración Nacional Aeronáutica y Espacial (NASA), 165
- Aguadelo, 48, 147, 148
- Al-Bustan, 214
- Al-Rashdan, 214
- Al-Serri, 214
- Alcance
  - explicativo, 99
  - inicial del estudio, 81
- Alcántara, 53
- Álvarez Gayou, 115
- American Chemical Society (ACS), 244
- Análisis
  - de correlación bivariada de Pearson, 207
  - de factores, 177
  - de indicadores, 155
  - de varianza unidireccional (ANOVA), 202
  - del discurso, 115
  - estadístico, 185
- Analogía de Popper, 19
- Antecedente(s), 64, 84, 99
- Aparatos que utilizan escalas universales, 155
- Apéndices, 244
- Aplicación de
  - cuestionarios, 160
  - de escalas de actitudes, 160
- Aportaciones de la investigación para la enseñanza, 45
- Aprender a investigar, 5
- Araneda, 131
- Arango, 48, 147, 148

- Artículos de una revista científica, 244
- Asignar distintos valores a la variable independiente, 99
- Asociación Americana de Psicología (APA), 61
- Asociación Nacional de Empresarias (ANDE), 139
- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, 138
- Asociación para el Avance de la Ciencia, 19
- Asociación Psicológica Americana (*American Psychological Association*), 236
- Aspectos sobre los que se centraría la investigación, 31
- Atkin, 88
- Atlas.ti, 225

## B

- Babbie, 21, 148
- Ballard, Robert D., 80
- Balón de Oro, 28
- Banco Mundial, 34, 53
- Barnes, Sternberg, 50
- Becquerel, Henri, 6
- Bibliografía del trabajo, 61
- BioStat, 185
- Black, 62
- Blaikie, 42
- Blalock, 62
- Bluetooth, 58
- Bolsa de Valores de Nueva York, 7
- Boslaugh, 161
- Buenas ideas
  - de investigación, 32
  - generan nuevas preguntas, 32
  - intrigan y motivan al investigador, 32
- Bunge, 19

## C

- Cameron, James, 80, 123
- Campo de estudio, 31

- Capacidad de descripción, explicación y predicción, 63
- Capacidades y habilidades generales más valoradas y reconocidas, 4
- Características
  - de la investigación científica, 20
  - de las hipótesis, 83
  - de los objetivos de investigación, 41
  - de una buena investigación, 30
  - del conocimiento científico, 19
- Categoría(s)
  - de la indagación cualitativa, 115
  - de la variable, 192
  - de respuesta, 172
  - de variables, 148
- Causas, 84, 147
  - en una relación entre variables, 99
  - eventuales, 146
  - por las que no se localiza talento, 4
- Censo nacional de población, 76
- Central Intelligence Agency, 195
- Centro de Investigación para el Desarrollo (CIDAC), 4
- Centro de Investigación y Docencia Económicas, 88
- Centro Universitario ITESBA, 138
- Certificación QUALI, 51
- Champion, 62
- Chen, 81
- Chi cuadrada, 213
- Chuikova, 50
- Ciencias
  - fácticas, 21
  - formales, 21
- Círculo virtuoso de conocimiento compartido, 58
- Citas en el texto, 243
- Clases de datos secundarios, 166
- Clasificación
  - de las hipótesis, 84
  - de las variables, 148
  - por su nivel de medición, 149
- del conocimiento, 18
- Cochran, 214*n*
- Codificación
  - cuantitativa, 170

- de preguntas abiertas, 172  
 Códigos de las categorías, 192  
 Coeficiente  
   de alfa-Cronbach, 176  
   de contingencia  $C$  de Pearson, 215  
   de correlación de Pearson, 206  
   de incertidumbre, 215  
   producto-momento, 206  
 $r$  de Pearson, 212  
 $\rho$  de Spearman, 212  
 Coeficiente Biserial, 216  
   por rangos, 216  
   puntual, 216  
 Coeficientes  
   de correlación bivariados, 215  
   para correlacionar variables ordinales, 211  
 Colina, 219  
 Comisión Europea, 7  
 Compartir la idea con personas informadas, 32  
 Competencia genérica, 5  
 Competencias específicas, 5  
 Complementariedad de los métodos  
   deductivo e inductivo, 22  
*Computer-Assisted Telephone Interviewing* (CATI), 161  
 Concepto de  
   cuestionario, 155  
   desviación estándar, 195  
   entrevista, 164  
   hipótesis, 81  
     alternativas, 85  
   investigación científica, 20  
   manipular, 99  
   mediana, 195  
   moda, 195  
   paradigma, 21  
   rango, 195  
   teoría, 21, 62  
   variable, 82  
   varianza, 196  
 Conceptos básicos usados en investigación científica, 21  
 Condición  
   antecedente, 99  
   consecuente, 99  
 Conectar experiencias personales con la idea de investigación, 33  
 Confiabilidad de un instrumento, 176  
 Congruencia lógica, 63  
 Conjeturas, 21  
 Conjunto de  
   constructos vinculados, 62  
   control, 101  
 Conocimiento  
   basado en la autoridad, 18  
   científico, 18  
   empírico, 18  
   filosófico, 18  
   humano, 18  
 Conocimientos  
   organizados y sistematizados, 82  
   y competencias que solicitan las empresas, 4  
 Consecuencia(s), 84  
   de la experimentación, 6  
   de la investigación, 6  
   del estudio, 41  
 Consecuente, 99  
 Consejo Británico de Investigaciones Comerciales, 79  
 Consejo Nacional para el Control de Estupefacientes (CONACE), 131  
 Construcción del conocimiento científico, 20  
 Constructivismo, 21  
   en sus diferentes vertientes, 115  
 Contenido de las preguntas de un cuestionario, 155  
 Contextualización de las hipótesis, 85  
 Conveniencia de la investigación, 45  
 Correlaciones  
   directamente proporcionales, 78  
   inversamente proporcionales, 78  
   negativas, 78  
   positivas, 78  
 Cox, Brian, 247  
 Creswell, 148, 212  
 Criterios para  
   evaluar una teoría, 63  
   generar ideas de investigación, 32  
   plantear un problema de investigación, 41  
 Crosby, 51  
 Cualidad deseable de una teoría, 63  
 Cualitativas  
   categóricas, 148  
   expresadas en números, 148  
 Cuantitativas, 148  
 Cuestionario(s), 146  
   autoadministrado, 160  
   estandarizados, 155  
 Cuestiones éticas en la realización de experimentos, 98  
 Cuevas, 243  
 Cultivo base, 77  
 Cultura hacedora, 58  
 Cumsville, 131
- D**
- Daimler, 7  
 Datos  
   agregados, 166  
   completos de identificación de la referencia, 61  
   narrativos de distintas clases, 115  
 Davenport-Hines, 79  
 Deficiencia en las investigaciones, 130  
 Definición  
   conceptual de las variables, 87  
   constitutiva de las variables, 87  
   de hipótesis, 81  
     de investigación, 84  
   de las variables, 87  
   de los términos, 87  
   de media, 195  
   de prueba  $t$  de Student, 199  
   del tipo de variable, 148  
   operacional de las variables, 88  
 deGrasse Tyson, Neil, 247  
 Delimitación correcta de la población, 130  
 Deming, 51  
 Departamento de Agricultura de Ohio, 138  
 De Régules, Sergio, 247  
 Desarrollo de una idea de investigación, 30  
 Descomposición de la varianza, 196  
 Descripción de conceptos o fenómenos, 78  
 Descubrimientos, 32  
   producto de investigaciones, 29  
 Desviación  
   estándar, 195  
   típica, 195  
 Díaz Barriga, 219  
 Directorio Industrial Industridata, 52  
 Directorio Industridata, 138  
 Discusión en grupo, 115  
 Diseño(s)  
   de estudio experimental factorial, 147  
   de investigación transversal, 109  
   factorial completo, 147  
 Distribución de frecuencias, 190  
 Duarte, 7  
 Duncan, 150n
- E**
- Eaton, 79  
 Economías emergentes, 4  
 Ecuaciones, 155  
 Editorial de medios Expansión, 52  
 Efectos, 84, 147  
 Eje del método deductivo, 81  
 Ejemplos de  
   muestras no probabilísticas, 136  
   racimos o conglomerados, 135  
   variables, 82  
 Elementos  
   del método de investigación, 239  
   del proceso de investigación, 8  
   del resumen, 237  
   para plantear un problema de investigación, 41  
 Emprendedoras en México, 34  
 Empresa manufacturera grande, 52

- Empresas que más destinan recursos a ID, 7
- Encuesta de Competencias Profesionales, 4
- Encuesta Nacional de la Juventud, 18
- Encuesta nacional de opinión, 129
- Enfoque, novedoso de la investigación, 31
- Engineering Toolbox, The*, 163
- Enjambres artificiales, 138
- Entendimiento del objeto de estudio, 87
- Entrevista(s)
- abiertas, 115, 166
  - en persona, 160
  - en profundidad, 164
  - estructuradas, 166
  - semiestructuradas, 166
  - telefónica, 160
- Equipos
- para la calidad, 169
  - que utilizan escalas universales, 155
- Errores al
- considerar la unidad de muestreo, 130
  - plantear el problema de investigación, 46
- Escala(s)
- autoadministrada, 160
  - de actitudes, 155
  - de intervalos, 171
  - universales, 161
- Escrutinio empírico de la hipótesis, 86
- Esencia del movimiento maker, 58
- Esfuerzo(s)
- circunferencial, 145
  - no autolimitantes, 145
  - occasional, 146
  - por expansión, 145
  - primario, 145
  - secundario, 145
  - sostenido, 145
  - terciario, 146
- Establecimiento de hipótesis, 59
- relaciones entre variables, 78
- Estadística paramétrica, 198n
- Estándar ISO 9001, 51
- Estilo
- APA, 61, 244
  - Harvard, 61, 244
  - Vancouver, 61, 244
- Estilos
- de publicación, 244
  - para organizar las referencias bibliográficas, 61
- Estímulo experimental, 101
- Estrategia bola de nieve, 138
- Estrategias
- de muestreo, 131
  - para preparar el marco teórico, 63
- Estratos de la población, 135
- Estructuralismo, 115
- Estructurar formalmente la idea de investigación, 31
- Estudio(s)
- correlacionales, 77
  - de Moreno-Ponce, 169
  - de triangulación, 22
  - descriptivos, 74
  - explicativos, 74, 78
  - exploratorios, 74
- Etapas en la elaboración del marco teórico, 59
- Ethnograph*, 225
- Etnografía, 115
- Etnometodología, 115
- Evaluación de
- datos secundarios, 155
  - experiencias personales, 115
- Evaluar distintas variables, 146
- Evapotranspiración, 77
- Evidencia empírica, 41
- Evidencias, 21
- a favor de la hipótesis, 87
  - en contra de la hipótesis, 87
  - sobre la validez de las escalas de actitudes, 176
  - sobre la validez de las pruebas estandarizadas, 176
- Examinar temas acotados, 32
- Excel, 175, 185
- Excelencia de la Gestión, 8
- Experimento, 99
- conductual, 112
- Experimentos
- con armas bacteriológicas, 98
  - con bombas atómicas, 98
  - puros, 104n
- Explicaciones tentativas, 81
- del fenómeno investigado, 81
- Exposiciones científicas, 241
- Express Scribe, 219
- F**
- Facebook, 29
- Fases del proceso general de investigación, 22
- Federación de Instituciones Mexicanas Particulares de Educación Superior, 138
- Feminismo, 115
- Fenomenología, 115
- Fenómenos, 63
- Ferias de ciencias, 241
- Ferman, 42
- Finalidad de los estudios correlacionales, 77
- Fines de la investigación, 45
- Fitness, 50
- Flash, 247
- Fletcher, 50, 89
- Flores, 52
- Fondo para el Desarrollo de Capacidades, 53
- Formas de definir las variables, 87
- Formulación del problema mediante objetivos y preguntas, 41
- Fórmulas, 155
- Foros de discusión, 29
- Fortune, 7
- Fotografía participativa, 164
- Fox, 88
- Frecuencias
- absolutas, 192
  - relativas, 192
  - acumuladas, 192
- Freightliner, 7
- Fries, 34, 53, 228
- Fuentes
- bibliográficas, 31
  - de las ideas de investigación, 28
  - electrónicas, 138
  - relacionadas con el planteamiento del problema de investigación, 58
- Fundación Banorte, 228
- G**
- Galyautdinova, 50
- Gamma de Goodman y Kruskal, 215
- Garay, 88
- Garay-Flühmann, 167
- Garcés, Luis, 28
- Generación Z, 75
- Generalizaciones empíricas, 63
- Gobierno de Guanajuato, 138
- Golombek, Diego, 247
- Gómez-Gordo, 146
- González, 34, 53, 228
- Google, 7
- Grado(s)
- de asociación entre las variables, 77
  - de calidad, 147
  - de generalidad de la teoría, 63
- Grupo
- de control, 101
  - en que está ausente la variable independiente, 101
  - experimental, 101
- Grupos
- apareados, 201
  - de enfoque, 164, 168
  - desapareados, 201
  - independientes, 201
  - relacionados, 201
- Gu, 81
- Guerrero, 46
- Gufas no investigadas, 75

**H**

- Haas, 79  
 Habilidades suaves, 89  
 Hall, 50  
 Hermenéutica, 115  
 Hernández, 88  
 Hernández Sampieri, 22, 66, 88, 148, 177, 211  
 Hipótesis, 21, 81, 82  
 alternativas, 85  
 causales, 84  
 científicas, 83  
 correlacionales, 84  
 de diferencia, 199  
 de investigación, 84  
 de la diferencia de grupos, 84  
 derivadas de preguntas de investigación, 82  
 de trabajo, 84  
 no necesariamente son verdaderas, 81  
 nulas, 85, 199  
 probada, 82  
 Holístico, 115  
 Holmes, 50  
 Hundimiento del Titanic, 79, 80

**I**

- IBM, 7  
 Ideas  
 de investigación, 28  
 iniciales, 30  
 vagamente relacionadas con el problema de estudio, 75  
 Identificadores de categorías, 150  
 Identificar ideas con potencial para ser investigadas, 33  
 Ig Nobel, 144  
 Implementación del diseño y su método, 96  
 Implicación práctica, 46  
 Indagación científica, 22  
 Indicadores para dejar de recolectar datos, 225  
 Índice  
 compuesto, 147  
 de contenidos, 237  
 de figuras, 237  
 de tablas, 237  
 Schmidt de Dolor por Picadura, 144  
 Información cualitativa, 168  
 Innovación de la teoría, 63  
 Instagram, 29  
 Institución Oceanográfica Woods Hole, 80  
*Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*, 244  
 Instituto de Biomecánica de Valencia, 28

- Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, 76n  
 Instituto Francés de Oceanografía (Ifremer), 80  
 Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 52  
 Instituto para la Seguridad en la Carretera (IIHS), 96  
 Instituto Tecnológico de Roque, 138  
 Instrumento(s)  
 de recolección de datos cuantitativos, 164  
 de recolección de los datos, 115  
 para medir las variables cualitativas, 155  
 para medir las variables cuantitativas, 155  
 para variables cualitativas, 164  
 Integración de la información recopilada, 64  
 Intel, 7  
 Interacción e introspección con grupos o comunidades, 115  
 Interaccionismo simbólico, 115  
 International Standardization Organization (ISO 690), 244  
 Internet, 29  
 Intervención experimental, 101  
 Inventiva de la teoría, 63  
 Inventos, 32  
 Inversión en investigación y desarrollo, 6  
 Inversiones en ID de empresas de la Unión Europea, 7  
 Investigación, 6  
 acción, 115  
 cualitativa, 115  
 integrativa, 22  
 mixta, 22  
 no experimental social, 111  
 Investigación científica, 82  
 aplicada, 20  
 básica, 20  
 Investigaciones  
 con alcances descriptivos, 74  
 correlacionales, 74  
 que establecen hipótesis, 81  
 Investigar sobre un tema que no se haya estudiado tanto, 30  
 IPN, 52  
 Ismael, 214  
 ISO, 8  
 ISO 9001, 51, 89  
 ISO 9001 2008, 51

**J**

- Johnson, 50, 52  
 Johnson and Johnson, 7  
 Juran, 51

- Jurs, 242  
 Justificación  
 básica, 147  
 de la investigación, 41, 45  
 del estudio, 45

**K**

- Kajita, Takaaki, 76  
 Kappa, 214n  
 Kelchner, 51  
 Kerlinger, 62  
 Khan, 165  
 Kingston, 81  
 Knobloch-Fedders, 50  
 Knudson, 50  
 Kodak, 7  
 Kuhn, Thomas, 19

**L**

- LatIndex, 247  
 Lavralcas, 42  
 Lecturas de las escalas de los instrumentos, 170  
 Lee, 62  
 Lemakb, 51  
 Lester, 33  
 Levin, 42  
 Lewkowicz, 42  
 Liga Nacional de Fútbol Americano (NFL), 212  
 Líneas de investigación institucionales, 29  
 Lipkus, 50  
 Lista(s) de  
 éxitos de Spotify, 128  
 las mejores canciones de Billboard, 128  
 referencias, 243  
 López, 51  
 Lugares donde pueden surgir ideas, 29

**M**

- Manipulación intencional de las variables independientes, 99  
 Manpower, 4, 52  
 Manufactura, 52  
 Marco(s)  
 de referencia para interpretar los resultados, 59  
 interpretativos, 115  
 teórico, 58  
 Matriz cuantitativa, 175  
 McDonald, Arthur B., 76  
 McNemar, 214n  
 Media, 195  
 Mediana, 195  
 Medición única, 147

- Medidas de dispersión, 194  
la variabilidad, 195  
tendencia central, 194  
variabilidad, 194
- Medios o instrumentos, 146
- Méndez, 46, 177
- Mendoza, 22, 46, 88, 177
- Mercedes Benz, 7
- Merck, 7
- Mertens, 66
- Messi, Lionel, 195
- Método
- cualitativo, 21
  - cuantitativo, 21
  - deductivo, 21
  - inductivo, 21
  - iterativo, 22
  - mixto, 22
  - para elaborar el marco teórico, 64
  - por índices, 64
- Métodos
- de investigación, 21
  - de recolección de datos cualitativos, 174
  - múltiples, 22
- Meza, 28
- Microsoft, 7
- Millennials, 75
- Minitab, 175, 185
- Moda, 195
- Modelo del hundimiento del Titanic, 80
- Moreno, 4
- Moreno-Ponce, 158, 163, 169, 222
- Motivos para justificar una investigación, 45
- Muestra
- característica, 128
  - de casos por investigar, 128
  - por cuotas, 137
  - probabilística estratificada, 135
- Muestras
- bola de nieve, 137
  - de casos diversos, 137
  - de casos extremos, 137
  - de expertos, 137
  - de fácil acceso, 137
  - de máxima variación, 137
  - dirigidas, 136
  - en cadena, 137
  - homogéneas, 137
  - no probabilísticas, 131, 136
  - por conveniencia, 137
  - por redes, 137
  - probabilísticas, 131
  - representativas de la población en términos de probabilidad, 131
- Muestreo
- aleatorio simple (MAS), 134
- estratificado, 135
- por conglomerados, 135
- por racimos, 135
- probabilístico, 135
- Multimétodos, 22
- Muy Interesante, 6
- N**
- Nanodispositivos médicos, 75
- National Geographic, 80
- Navarrete, 151
- Neutrinos, 76
- Nivel de medición de la variable de comparación, 199
- Nivel de medición de la variable independiente, 199
- Nokia, 7
- Norma ISO 14000, 135
- Novartis, 7
- Novedad de la investigación, 30
- NUD\*IST, 225
- Numéricas, 148
- Número de referencia del marco teórico, 66
- NViVo, 225
- O**
- Objetivo(s)
- de la investigación, 41
  - dirigidos a una consecuencia, 48
  - dirigidos a una etapa del proceso investigativo, 47
  - que no implican una investigación completa, 49
  - que plantean estudios dispersos, 49
  - que son de poco valor para desarrollar una investigación, 49
  - vago o muy general, 47
- Observación
- cualitativa, 164
  - no estructurada, 115
  - y análisis del contenido, 155
- Onizuka, 50
- Onwuegbuzie, A. J., 212
- Operacionalización de una variable, 88
- Ordenar la información, 64
- Organización de las Naciones Unidas (ONU), 53
- Organización del marco teórico, 63
- Organización Internacional del Trabajo, 4
- Origen de
- las hipótesis, 82
  - las investigaciones, 28
- Ortiz, 51
- Outwater, 161
- P**
- Pacas, 222
- Páginas electrónicas, 29
- académicas, 31
  - profesionales, 31
- Páginas en internet, 138
- Panasonic, 7
- Panchal, 165
- Papantoniou, 51
- Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS), 185
- Paradigmas más representativos en la historia de la ciencia, 21
- Partículas subatómicas, 76
- Paso de la idea al planteamiento del problema, 40
- Patrones
- generales de respuesta, 158, 172
  - y anomalías en los fenómenos estudiados, 115
- Pearce, 50
- PEMEX, 51
- Pequeña Empresa en Crecimiento (PEC), 138
- Pérez, 48, 147, 148
- Pérez-Lombard, 51
- Perfeccionar la idea de investigación, 40
- Personas que conocen del tema, 31
- Perspectiva
- de la teoría, 63
  - socio-histórica de Thomas Kuhn, 19
- Pesquera, 53
- PET (tereflatalato de polietileno), 33
- PIB (producto interno bruto), 6n
- Planteamiento(s)
- con objetivos imprecisos, 47
  - del problema de investigación, 40
- Plataformas en internet, 58
- Pontes, 79, 80
- Popper, Karl, 19
- Popular Science, 247
- Possibilidades alternas ante las hipótesis de investigación y nula, 85
- Positivismo, 21
- Pospositivismo, 21
- Postulado de una teoría, 82
- Pout, 51
- PowerPoint, 247
- Pragmatismo, 21
- Preguntas
- abiertas, 155
  - cerradas, 155
  - dicotómicas, 155
- de investigación, 41, 42
- demasiado generales, 42
- dirigidas a una consecuencia, 48
- dirigidas a una etapa del proceso investigativo, 47

generales, 42  
inadecuadas, 46  
que no implican una investigación completa, 49  
que plantean estudios dispersos, 49  
que son de poco valor para desarrollar una investigación, 49  
vagas, 46  
Premios Nobel, 144  
Premisa de la cultura hacedora, 58  
Prezi, 247  
Primer requisito de un experimento, 99  
Principales  
medidas de la variabilidad, 195  
medidas de tendencia central, 195  
métodos de investigación, 21  
Principio falsacionista, 19  
Problemas para localizar talento, 4  
Procedimiento  
de selección de casos, 136  
para cerrar las preguntas abiertas, 172  
sistemático, 134  
Proceso  
de vertebrar el marco teórico, 64  
general de investigación, 22  
inductivo, 115  
Profundizar en el campo de estudio, 31  
Programas de análisis cualitativo, 225  
Propiedades del enfoque cualitativo, 114  
Proposiciones comprobadas, 63  
Propósito de la recolección de datos, 115  
Prueba de la hipótesis, 86  
Pruebas validadas, 155  
Puntos de referencia, 64

**Q**

Quehacer científico, 21

**R**

Racimos, 135  
Ramesh, 165  
Ramírez Carrasco, 151, 163  
Ramos, 131  
Ramsey, 50  
Rango, 195  
Razón *F*, 202  
Recolección de los datos, 47, 115  
Recolectar datos  
de la realidad, 41  
empíricos, 41  
Recomendaciones  
básicas para desarrollar ideas, 32  
para el título de un trabajo, 236  
Recorrido, 195  
Redalyc, 247  
Red Aspen de Emprendedoras para el Desarrollo (ANDE), 53, 228  
Redes sociales, 29

Reeda, 51  
Reflexionar sobre la idea, 32  
Registro de historias de vida, 115  
Regla para elaborar una tabla, 242  
Relación  
causal entre variables, 99  
entre las variables, 83  
Relacionar experiencias personales con la idea de investigación, 33  
Relaciones entre variables, 82  
Relevancia social de la investigación, 45  
Requisitos  
de la variable independiente, 100  
del instrumento de recolección de los datos, 176  
Responsabilidad social empresarial, 225  
Respuestas  
comunes, 158, 172  
múltiples, 155  
mutuamente excluyentes, 155  
provisionales a las preguntas de investigación, 81  
similares, 158, 172  
Resumen, 237  
Revisión  
analítica de la literatura, 59  
de documentos, 115, 164  
de la literatura, 75  
de la matriz, 189  
Revista científica arbitrada, 247  
Revista Manufactura, 34, 138  
Reynolds, 88  
Rho de Spearman (*r*), 211  
Rivera, 34, 53, 228  
Roche, 7  
Rodríguez, Ángel, 28  
Rojas, 41  
Rolling Stone, 128  
Romero, 88  
Ronaldo, Cristiano, 28, 195  
Ruiz, 46  
Rusbult, 50

**S**

Salkind, 212  
Samsung, 7  
Saturación de la categoría, 225  
Scielo, 247  
*Science*, 247  
Segmentos de la población, 135  
Seis sigma, 8  
Seleccionar la perspectiva principal para abordar la idea de investigación, 31  
Selección en dos o más etapas, 136  
Sencillez de la teoría, 63  
Símbolo de las hipótesis alternativas, 85  
Símbolo de las hipótesis de investigación, 84

símbolo de las hipótesis nulas, 85  
Síndrome de exhaución por estrés laboral asistencial, 84  
Sistema(s)  
de gestión de la calidad ISO 9001, 51  
internacional, 242  
que utilizan escalas universales, 155  
Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (APPCC), 8  
Skype, 29  
Software de análisis estadístico, 175  
Sony, 7  
Sponsler, 52  
SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences* o Paquete Estadístico para Ciencias Sociales), 175  
STATA, 175  
Sternberg, 89  
Sugerencias para realizar entrevistas, 167

**T**

Tablas de distribuciones de frecuencias, 192  
TalkTyper, 219  
Tau b de Kendall (*t*), 211  
Técnica de  
análisis de factores, 177  
recolección de datos cualitativos, 168  
Técnicas  
activas de ahorro de energía, 51  
de recolección de datos, 21  
para recolección de datos, 115  
pasivas de ahorro de energía, 51  
Tecnologías de la información y comunicación (TIC), 78  
Tema(s)  
no estudiado, 30  
no investigados, 31  
poco investigados y no estructurados, 31  
ya investigados, estructurados y formalizados, 31  
ya investigados pero menos estructurados y formalizados, 31  
Tendencias de respuestas, 158  
Teoría(s), 62  
aplicables al problema de investigación, 63  
completamente desarrollada, 63  
crítica, 115  
Términos de la hipótesis, 83  
Thomas, 50  
Tiemann, 81  
Tipo de datos en un estudio cualitativo, 115  
Tipología de las variables, 148  
Tipos  
de esfuerzo de una tubería, 145

de hipótesis, 84  
de indagación cualitativa, 115  
de información o contenido, 61  
de instrumentos de recolección de datos, 155  
de investigación científica, 20  
de preguntas, 155  
en una entrevista, 168  
generales de estrategias de muestreo, 131  
Titanic, 79  
Titanic Inquiry Project, 79  
Tonda Mazón, Juan, 247  
Torres, 46  
Toyota, 7  
Tratamiento experimental, 101  
Trusted Translations, 219  
Twitter, 29, 58

**U**

UNAM, 52  
Unidad(es)  
de análisis, 135  
apropiada, 129  
de muestreo apropiada, 129  
de riego, 76  
muestral, 135  
Unión Europea, 7  
Utilidad  
de las teorías, 63  
de los estudios descriptivos, 77  
metodológica de la investigación, 45  
principal de los estudios correlacionales, 78

**V**

V de Cramer (C), 215  
Valadez, 46

Validación de las definiciones conceptuales y operacionales, 148  
Validez  
de constructo, 177  
de contenido, 176  
de criterio, 177  
del instrumento de medición, 176  
externa, 111  
Valor(es)  
de una variable para la investigación científica, 82  
metodológico, 46  
perdidos, 176  
teórico, 46  
de la investigación, 45  
Variable, 82  
agregada, 186  
compuesta, 145  
dependiente, 99  
independiente, 99  
medida en intervalos o razón, 192  
multidimensional, 145  
Variables, 76, 83  
categóricas, 150  
cuantitativas expresadas en números, 149  
cuantitativas naturales, 149  
de intervalos, 196  
de la investigación, 87  
de razón, 196  
dependientes, 84, 147  
dicotómicas, 150  
independientes, 84, 147  
con dos grados, 147  
intervinientes, 84  
nominales, 196  
ordinales, 150, 196  
Varianza, 196  
Velázquez, 51

**Ventajas**

de la investigación, 6  
de los datos secundarios, 166  
del marco teórico, 58

**Versión final**

Vertebra el marco teórico, 64

**Viabilidad**

de la investigación, 45  
del estudio, 41, 44

**Vinculación media**

Vínculos validados por la teoría, 177

**Visión de la teoría**

Volkswagen, 7

**W**

Wartofsky, 19  
Weis, 89  
*White Star Line*, 79  
White, Topher, 40  
Wiersma, 242  
Wikipedia, 6n, 88  
Williams, 82  
WinMax, 225

**X**

XLSTAT, 185

**Y**

You Tube, 29, 128, 229

**Z**

Zabludovsky, 53  
Zetina, 48