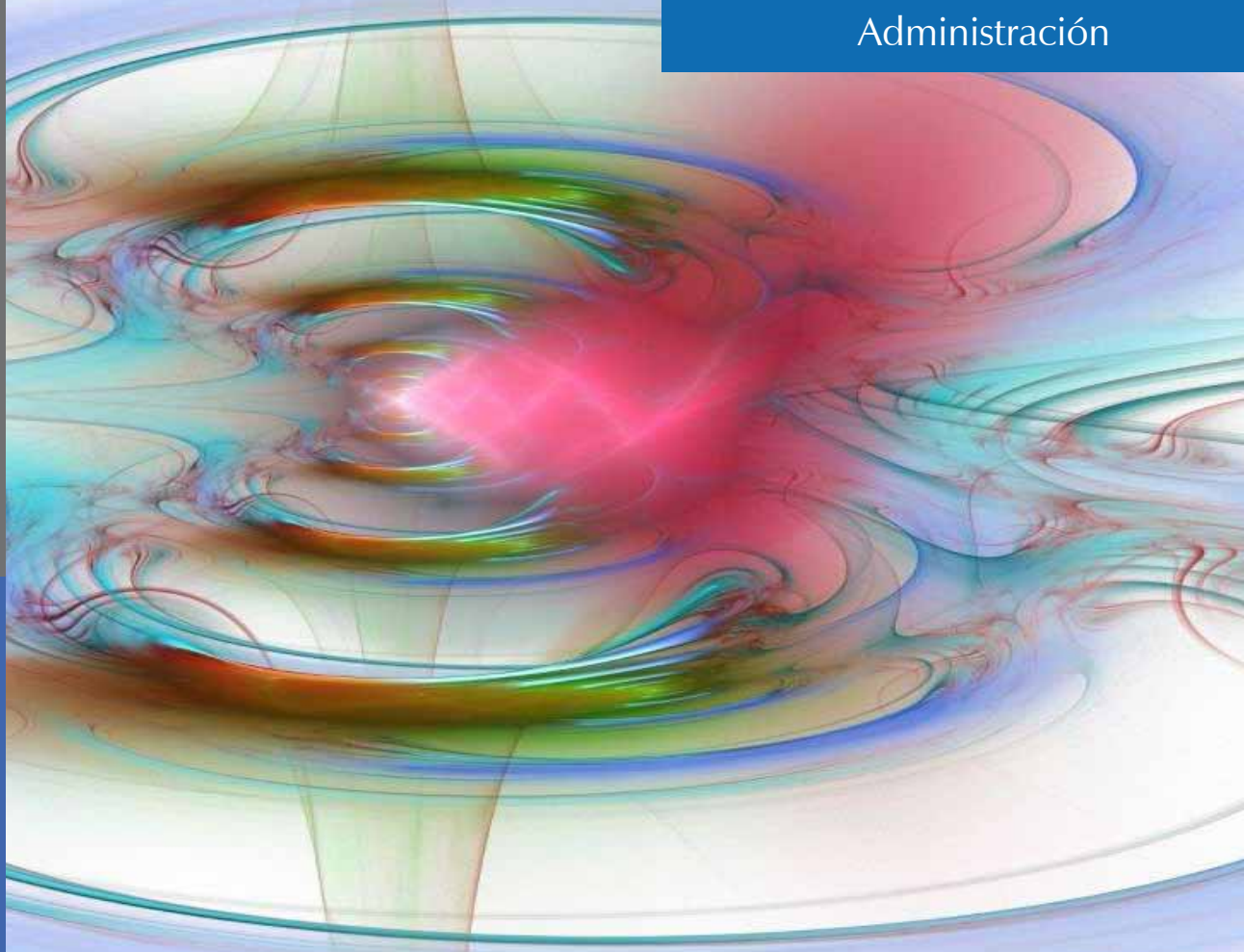
Administración



Metodología de la investigación para Administradores

Joaquín **García** Dihigo

ediciones de la U

Administración

Metodología de la investigación

para administradores

Joaquín **García** Dlhigo

ediciones de la U

García DIhigo, Joaquín

Metodología de la investigación para administradores --Joaquín García Dihigo, 1a. edición.
Bogotá: Ediciones de la U, 2016.
198 p. ; 24 cm.
ISBN 978-958-762-527-1
e-ISBN 978-958-762-528-8
1. Metodología de la investigación I. Tít.
001.4 cd 21 ed.

Área: Administración
Primera edición: Bogotá, Colombia, mayo de 2016
ISBN 978-958-762-527-1

© Joaquín García Dihigo
(Foros de discusión, blog del libro y materiales complementarios del autor en www.edicionesdelau.com)

© Ediciones de la U - Carrera 27 # 27-43 - Tel. (+57-1) 4065861 - 4942601
www.edicionesdelau.com - E-mail: editor@edicionesdelau.com
Bogotá, Colombia

Ediciones de la U es una empresa editorial que, con una visión moderna y estratégica de las tecnologías, desarrolla, promueve, distribuye y comercializa contenidos, herramientas de formación, libros técnicos y profesionales, e-books, e-learning o aprendizaje en línea, realizados por autores con amplia experiencia en las diferentes áreas profesionales e investigativas, para brindar a nuestros usuarios soluciones útiles y prácticas que contribuyan al dominio de sus campos de trabajo y a su mejor desempeño en un mundo global, cambiante y cada vez más competitivo.

Coordinación editorial: Adriana Gutiérrez M.
Carátula: Ediciones de la U
Impresión: Digiprint Editores SAS
Calle 63 bis #70-49, Pbx. (57+1) 4307050

Impreso y hecho en Colombia
Printed and made in Colombia

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro y otros medios, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

ediciones de la U
conocimiento a su alcance

Apreciad@ lector:

Es gratificante poner en sus manos esta obra, por esta razón le invitamos a que se registre en nuestra web: **www.edicionesdelau.com** y obtenga beneficios adicionales como:

- **Complementos digitales de esta obra**
- **Actualizaciones de esta publicación**
- **Interactuar con los autores a través del blog**
- **Descuentos especiales en próximas compras**
- **Información de nuevas publicaciones de su interés**
- **Noticias y eventos**

Complemento en WEB

Para nosotros es muy importante conocer sus comentarios. No dude en hacernos llegar sus apreciaciones por medio de nuestra web.

Visítenos en www.edicionesdelau.com

aprendiz@je en líne

Desarrollamos y generamos alianzas para la disposición de contenidos en plataformas web que contribuyan de manera eficaz al acceso y apropiación del conocimiento. Contamos con nuestro portal especializado en e-learning:

Visítenos en www.aprendizajeenlinea.com

Contenido

Prólogo **13**

Introducción **15**

Origen de la teoría científica 15
La ciencia medieval y renacentista 16
La ciencia moderna 17
Principales características de ciencia y conocimiento científico 19
Etapas del proceso de investigación 20
Nace una idea de investigación 21
Fuentes que podrían invalidar la idea de investigación 21

Capítulo 1.Diseño teórico de investigación **23**

Introducción 23
1.1. El problema 24
1.1.1. Los niveles del problema científico 25
1.1.2. Proceso de formulación del problema 27
1.1.3. Justificativa de problema 29
1.1.4. Requisitos que deben cumplir los problemas 30
1.1.5. Tipos de problemas 30
1.1.6. Recomendaciones para formular el problema 31
1.2. Las hipótesis 31
1.2.1. Estructura de las hipótesis 32
1.2.2. Formas de expresar las hipótesis 33
1.2.3. Funciones de las hipótesis 34
1.2.4. Niveles de las hipótesis en el plano cognoscitivo 35

1.3. Objetivos 35
1.3.1. Tipos de objetivos....36
1.3.2. Elementos a tener en cuenta a la hora de plantear los objetivos 37
1.4. Variables....37
1.5. Ejemplos de diseño teórico de investigación 39

Capítulo 2. Pautas a seguir en la redacción de referencias para la presentación de la bibliografía 45

2.1. Definiciones que son importantes para la confección de las referencias bibliográficas 47
2.2. Aspectos generales a considerar para la confección de la bibliografía 48
2.3. Sobre la organización de las citas y su enlace con la bibliografía 52
2.4. Ejemplos de cómo deben aparecer los asientos bibliográficos según diferentes tipos de documentos 55
2.4.1. Para documentos impresos 55
2.4.2. Para documentos electrónicos 56

Capítulo 3. Métodos de investigación 65

Introducción....65
3.1. Métodos teóricos de investigación....65
3.1.1. Los métodos de análisis y de síntesis 66
3.1.2. Los métodos de inducción y de deducción 66
3.1.3. El método hipotético-deductivo 68
3.1.4. El método de análisis histórico y el lógico....69
3.1.5. El método genético....69
3.1.6. Métodos de tránsito de lo abstracto a lo concreto 71
3.1.7. El método de modelación 71
3.1.8. El enfoque en sistema....73
3.2. Métodos empíricos de investigación....75
3.2.1. La observación....76
3.2.2. La entrevista 85

3.2.3. La encuesta 95
3.2.4. La medición 102
3.2.5. El experimento 109

Capítulo 4. Técnicas estadísticas para el procesamiento y análisis de la información 129

Introducción 129
4.1. Colección de la información 130
4.1.1. Tipos de muestreo 130
4.2. Estadística descriptiva 135
4.2.1. Análisis de datos cuantitativos 135
4.2.2. Análisis de datos cualitativos o referenciales 139
4.3. Medidas descriptivas 142
4.3.1. Medidas de tendencia central o posicionamiento 142
4.3.2. Medidas de variación o dispersión 144
4.4. Distribuciones de probabilidad teóricas asociadas a poblaciones 146
4.4.1. Distribuciones de variables aleatorias discretas 147
4.4.2. Distribuciones de variables aleatorias continuas más usadas 148
4.4.3. Distribuciones muestrales más importantes 150
4.5. Determinación del tamaño de la muestra 152
4.5.1. Tamaño de muestra para la estimación de una proporción 153
4.6. Estadística no paramétrica 155
4.6.1. Prueba binomial 156
4.6.2. La prueba de χ^2 de una muestra 156
4.6.3. La prueba de la rachas 158
4.6.4. La prueba de los signos 159
4.6.5. Prueba de rangos señalados y pares igualados de Wilcoxon 159
4.7. Estadística paramétrica 160
4.7.1. Correlación lineal 160
4.7.2. Regresión lineal 164
4.7.3. Análisis de los residuos 164
4.8. Análisis multivariados 165
4.8.1 Análisis Factorial 165

4.8.2. Análisis de Cluster 166
4.8.3. Análisis Discriminante 167

Capítulo 5. Herramientas para la solución de problemas 169

5.1. Lluvia de Ideas (Brainstorming) 169
5.2. Multivotación 171
5.3. Gráfica de Radar (Diagrama de Araña) (Radar Chart or Spider Diagram) 172
5.4. Diagrama de Causa y Efecto (Cause & Efect Diagram) 174
5.5. Diagrama de Interrelaciones (Interrelations Diagram) 177
5.6. Diagrama de Procesos 180
5.7. Gráficos de Control (Control Charts) 183
5.8. El Método Delphi (Delphi Method) 185
5.9. El Método del panel de Experto o Método del Coeficiente de Kendall 188
5.10. Matriz BCG 190

Anexo NORMAS APA 193

Bibliografía 203

Bibliografía Referida 203
Bibliografía Consultada 205

Índice de Figuras

Fig.1. Etapas del proceso de investigación. 20
Fig. 2. Elementos que integran el diseño teórico de la investigación. 23
Fig. 3. Ejemplos de planteamientos del problema desde el punto de vista de pregunta y afirmación. 25
Fig. 4. Esquema del proceso de formulación del problema. 28
Fig. 5. Ejemplo del proceso de formulación del problema. 28
Fig. 6. Ejemplo del proceso de formulación del problema. 29
Fig. 7. Formas de expresar las hipótesis. 33

Fig. 8. Características de las hipótesis. 34
Fig. 9. Objetivos generales y específicos. 36
Fig. 10. Ejemplo de variables dependientes e independientes. 38
Fig. 11. El método genético y sus variantes. 69
Fig. 12. Clasificación de las observaciones. 80
Fig. 13. Representación esquemática del ejemplo. 104
Fig. 14. Relación entre las variables y el control. 113
Fig. 15. Diseño factorial 2x2 sin grupo de control. 126
Fig. 16. Ejemplo de la técnica Multivotación. 172
Fig. 17. Ejemplo de Gráfica de Radar a partir de los resultados del programa de capacitación en calidad. 174
Fig. 19. Ejemplo del Diagrama de Interrelaciones a partir del cocido de una torta. 179
Fig. 20. Ejemplo de diagrama de proceso. 182
Fig. 21. Representación del Gráfico de Control. 184
Fig. 23. Matriz BCG. 190

Índice de Tablas

Tabla 1.1. Ejemplo de cómo desarrollar los niveles del problema científico en las empresas teniendo en cuenta la satisfacción del cliente. 26
Tabla 1.2. Ejemplo de los niveles del problema científico en cuanto a las finanzas en el sector empresarial. 26
Tabla 1.3. Ejemplo de análisis de un objeto de estudio visto de lo más general a lo más particular. 27
Tabla 3.1. Clasificación de las observaciones. 82
Tabla 3.2. Ejemplo de registro por frecuencia. 84
Tabla 3.3. Clasificación de las entrevistas. 88
Tabla 3.4. Encuesta para medir la cultura innovadora. 97
Tabla 3.5. Condiciones entre sistemas para cada escala. 106
Tabla 3.6. Clasificación de los errores. 108
Tabla 3.7. Clasificación de los experimentos. 111
Tabla 3.8. Diseño factorial 2x4x3 sin grupo de control. 126
Tabla 4.1. Formas de realizar el muestreo según la clasificación. 130

Tabla 4.2. Selección de la muestra..... 133
Tabla 4.3. Muestreo por cuotas..... 134
Tabla 4.4. Distribución de frecuencia. 136
Tabla 4.5. Tipos de frecuencia. 136
Tabla 4.6. Contingencia no paramétricas..... 157
Tabla 5.1. Objetivos de las unidades estratégicas..... 192

Prólogo

Mucho se ha escrito acerca de la metodología de la investigación científica vista desde diferentes ángulos: social, económica, histórica, etc. Con frecuencia son textos voluminosos que abordan con gran contenido teórico esta problemática.

El objetivo del presente libro es eminentemente práctico, recurriendo únicamente a los aspectos teóricos cuando estos sean esenciales para comprender o desarrollar ideas. De ahí que se expongan con mayor profundidad un conjunto de técnicas de investigación que están dirigidas, fundamentalmente, a la administración y a la gestión empresarial.

Esta es la modesta contribución que el presente libro pudiera aportar: una recopilación de técnicas actuales utilizadas en ciencias tan de boga como la dirección empresarial, el control de la calidad, la gestión de producción, la investigación de operaciones, la logística, la ergonomía y otras.

Se hace especial énfasis en el uso y manejo de la bibliografía. La aplicación del EndNote, como programa para la creación de bibliotecas personales, así como un profuso número de sitios actuales de Internet le transfieren frescura al libro.

La inclusión de una gran cantidad de ejemplos sin duda contribuye a esclarecer lo teóricamente expuesto, siendo algunos de estos tomados de tesis doctorales defendidas en los primeros años del presente siglo.

Por último, se debe señalar que el presente material es tan solo una versión imperfecta, por lo que se desea que los lectores nos hagan saber sus opiniones y sugerencias, las cuales serán de gran utilidad para el perfeccionamiento del mismo.

Los autores.

Introducción

La necesidad de la especie humana de explicarse a sí misma los fenómenos de la naturaleza ocasiona el surgimiento de la investigación. Muchos científicos coinciden en que la capacidad de razonamiento del hombre juega un papel imprescindible en el verdadero origen de la ciencia.

Su inicio data de los tiempos prehistóricos, cuando los pueblos del Paleolítico pintaban en las paredes de las cuevas, cuando los datos numéricos eran grabados en hueso o cuando las civilizaciones del Neolítico fabricaban objetos. En el artículo (*Historia del pensamiento científico*) se menciona que los testimonios escritos más antiguos de investigaciones protocientíficas proceden de las culturas mesopotámicas. Algunas tablillas, que datan aproximadamente del 2000 a.n.e., demuestran que los babilonios resolvían ecuaciones cuadráticas, conocían el teorema de Pitágoras y habían desarrollado un sistema sexagesimal de medidas, utilizado actualmente para las unidades de tiempo y ángulo. También, se conoce que en el período cronológico contemporáneo al de las culturas mesopotámicas, cerca del valle del Nilo, se tenía información sobre la forma de hallar el volumen de una parte de una pirámide y acerca del tratamiento de heridas y enfermedades. El calendario que empleamos hoy es el resultado indirecto de observaciones astronómicas prehelénicas.

Origen de la teoría científica

Se afirma que el conocimiento científico en Egipto y Mesopotamia era, sobre todo, de naturaleza práctica sin excesiva sistematización. Según (PARDO), "*El concepto de ciencia fue un descubrimiento fundamental del espíritu griego y dio origen a lo que se suele denominar cultura occidental. Así, más allá de todo elogio o de cualquier crítica posible hacia ella, cabe, desde un principio, reconocerla como el alfa y omega de nuestra civilización*". Citado por (DAVIS).

Entre los primeros sabios griegos, en el siglo VI a.n.e., se conoce al filósofo Tales de Mileto que introdujo el concepto de que la Tierra era un disco plano que

flotaba en el elemento universal, el agua. En la época posterior, los eruditos pitagóricos postulaban una Tierra esférica que se movía en una órbita circular alrededor de un fuego central. Pitágoras estableció una escuela de pensamiento en la que las Matemáticas se convirtieron en disciplina fundamental en toda investigación científica. En Atenas, en el siglo IV a.n.e., la filosofía natural jónica y la ciencia matemática pitagórica llegaron a una síntesis en la lógica de Platón y Aristóteles. Surgió la interacción entre la representación matemática trazada por Platón y la descripción cualitativa subrayada por Aristóteles, dando origen a la gran mayoría de los avances posteriores.

Luego de la muerte de Alejandro Magno, en la época helenística, surgen otras teorías sobre la configuración de la Tierra, destacando el científico Eratóstenes, quien obtuvo dimensiones muy precisas. Más tarde, el astrónomo Aristarco de Samos propuso un sistema planetario heliocéntrico (con centro en el Sol). En este período se destacan otras figuras de la ciencia, como son el matemático e inventor Arquímedes, quien sentó las bases de la Mecánica y la Hidrostática; el astrónomo Hiparco de Nicea desarrolló la Trigonometría; el filósofo Teofrasto fundó la Botánica, entre otros.

En el año 146 a.n.e., después de la destrucción de Cartago y Corinto por los romanos, surge una "pausa" en la investigación científica. No es hasta el siglo II d.n.e. que se produce una pequeña recuperación, cuando las obras médicas del filósofo y médico Galeno se convirtieron en tratados científicos de referencia para las civilizaciones posteriores.

La ciencia medieval y renacentista

La ciencia medieval y renacentista enmarca grandes logros, más en unos grupos culturales que en otros. Entre los principales grupos culturales se encontraban: el Occidente latino, el Oriente griego, la civilización musulmana, China, La India, la civilización maya y la civilización azteca. El mayor impacto lo tuvieron las innovaciones prácticas de origen chino, entre las que se encontraban los procesos de fabricación del papel y de la pólvora, el empleo de la imprenta y de la brújula en la navegación.

En el siglo XIII, surge una polémica entre los llamados realistas, quienes apoyaban el enfoque platónico, y los nominalistas, los cuales preferían la visión de Aristóteles, lo que origina descubrimientos de Óptica y Cinemática que prepararon el camino para Galileo y para el astrónomo alemán Johannes Kepler.

Más tarde, el avance científico fue interrumpido por la epidemia de peste y la Guerra de los Cien Años, aunque ya en el siglo XVI comenzaban a darse noticias

de descubrimientos. Nicolás Copérnico publicó *De revolutionibus orbium caelestium* (*Sobre las revoluciones de los cuerpos celestes*), que conmocionó la Astronomía. Andrés Vesalio corrigió y modernizó las enseñanzas anatómicas de Galeno y llevó al descubrimiento de la circulación de la sangre, con la publicación de *Humani corporis fabrica libri septem* (*Siete libros sobre la estructura del cuerpo humano*). En 1545, el matemático, físico y astrólogo italiano Gerolamo Cardano inició el período moderno en el Álgebra con la solución de ecuaciones de tercer y cuarto grado, mostrándolo en el libro *Ars magna* (*Gran arte*).

La ciencia moderna

El éxito de Galileo al combinar las funciones de erudito y artesano constituyó la ola rompiente de la investigación en la ciencia moderna. En el siglo XVII el científico añadió, a los métodos antiguos de inducción y deducción, la verificación sistemática a través de experimentos planificados, empleando instrumentos científicos como el telescopio, el microscopio y el termómetro. Al finalizar este siglo, el matemático y físico Evangelista Torricelli empleó el barómetro; el holandés Christiaan Huygens utilizó el reloj de péndulo; Robert Boyle y Otto von Guericke utilizaron la bomba de vacío. Después de esto, impacta Newton, en 1687, con la formulación de la ley de la gravitación universal; y junto al alemán Gottfried Wilhelm Leibniz, con la invención del cálculo infinitesimal, sentaron la base de las Matemáticas actuales.

El siglo XVIII, deja marcado en la historia el paso a la ciencia materialista a través de los descubrimientos de Newton y el sistema filosófico del matemático francés René Descartes. Uno de los éxitos de la época lo constituye el *Tratado elemental de Química* en 1789, publicado por el francés Antoine Laurent de Lavoisier, iniciando la revolución de la química cuantitativa.

En la próxima centuria, se destaca la teoría atómica de la materia postulada por el británico John Dalton. También se pueden mencionar otros científicos relevantes de la época como son: Faraday y James Clerk Maxwell, quienes demostraron la teoría electromagnética, y James Prescott Joule, el cual manifiesta la ley de la conservación de la energía.

En el siglo XVI, la investigación en América provocó avances, reconociéndose a los ilustrados José de Acosta y Gonzalo Fernández de Oviedo en Historia Natural, y a Pedro de Medina, Martín Cortés y Alonso de Santa Cruz en Náutica.

El siglo XVIII fue un período de progreso para la ciencia, destacándose el sabio Linneo con la nomenclatura binomial. Este ciclo se consideró "la época de las expediciones botánicas y científicas al Nuevo Mundo".

En América Latina, se consideran representativas de la renovación científica del siglo XIX una serie de instituciones como: la Sociedad de Historia Natural, la Comisión Geográfico-Exploradora y la Comisión Geológica, en México; el Observatorio Astronómico, la Academia de las Ciencias de Córdoba y otros en Argentina; y en Brasil, el Observatorio Nacional de Río de Janeiro, la Escuela de Minas de Ouro Preto, entre otros.

Ya en el siglo XX y el XXI, el avance se ha hecho impetuoso en descubrimientos, tan relevantes como los realizados por Einstein sobre la energía nuclear y el efecto fotoeléctrico o los desarrollados por Bill Gate en el campo de la informática.

Nuevos horizontes se abren a la ciencia tales como la biotecnología, el estudio del genoma humano o avances en la sociedad de la información.

Ponerse a la altura de su época es la misión de la ciencia y lo que prolonga su aliento es el tiempo. Cada grano de arena aportado servirá de pilar para que otros se yergan sobre él y continúen construyendo la obra más avanzada y pulida en la evolución de las especies: el desarrollo científico.

Definición de ciencia. Principales características

La ciencia es una palabra cuya definición, según varios autores, varía con la evolución del conocimiento científico. Entre los diferentes conceptos se pueden mencionar los siguientes:

"*Cuando se habla de ciencia se hace referencia a un conocimiento, es decir, a un cuerpo de ideas. A veces se confunde la tarea necesaria para producir esos conocimientos con los conocimientos mismos de éstos en tanto resultado de esa tarea. Hay que diferenciar, entonces, la investigación científica del conocimiento científico. La primera constituye la actividad productora del segundo.*"

(SÉLLER), citado por (DAVIS)

"*Conocimiento cierto de las cosas por sus principios y causas; cuerpo de doctrina metódicamente formado y ordenado, que constituye un ramo particular del saber humano.*"

(ROJAS)

Entre los criterios de los autores existe cierta discrepancia: mientras que unos relacionan la ciencia con el resultado de la actividad científica, otros se refieren a ella como empresas científicas.

Principales características de ciencia y conocimiento científico

Las principales características, según (LLANOS) son:

- **Racionalidad**: significa que la ciencia y el conocimiento científico utilizan la razón como arma esencial para llegar a sus resultados; se basan en conceptos, razonamientos y juicios ordenados de acuerdo a normas lógicas.

- **Objetividad**: el conocimiento debe coincidir con la realidad del objeto, es decir, describirlo o explicarlo tal como es y no como se desearía que fuese. Cada afirmación científica debe ser verificada por otros científicos.

- **Generalidad**: la ciencia enuncia aspectos generales, y relaciona los hechos particulares con el fin de generalizar. La tarea es lograr que cada conocimiento parcial sirva como puente para alcanzar una comprensión de mayor alcance, es decir, convertir los datos empíricos en estructuras teóricas.

- **Sistematización:** la ciencia es sistemática; es considerada un sistema de ideas ordenadas, interconectadas y lógicas; se preocupa por incluir todo conocimiento parcial en conjuntos más amplios.

- **Claridad y precisión:** según Mario Bunge, los problemas se definen de forma clara; la ciencia define la mayoría de sus conceptos; crea lenguajes artificiales inventando símbolos y a estos les atribuye significados determinados por medio de reglas de designación; procura siempre medir y registrar los fenómenos.

- **Acumulativa**: los nuevos conocimientos se basan en la revisión y aplicación de los ya existentes, no es particular de la ciencia comenzar cada vez de cero.

- **Verificabilidad**: el conocimiento es susceptible de comprobación y constatación con la realidad.

- **Empiricidad**: el conocimiento científico nace de la experiencia y de la observación de hechos, de aquello que es perceptible por nuestros sentidos.

- **Veracidad**: la ciencia y el conocimiento científico presentan como requisito principal la implantación de la verdad, evitando la falsedad intencionada; teniendo presente que la verdad científica no es absoluta.

Etapas del proceso de investigación

En la investigación científica se pueden presentar dificultades al establecer la metodología a seguir. En la figura 1 se muestran las etapas que se consideran imprescindibles de ejecución para obtener resultados satisfactorios en el estudio, las cuales se desarrollan en los capítulos del libro.

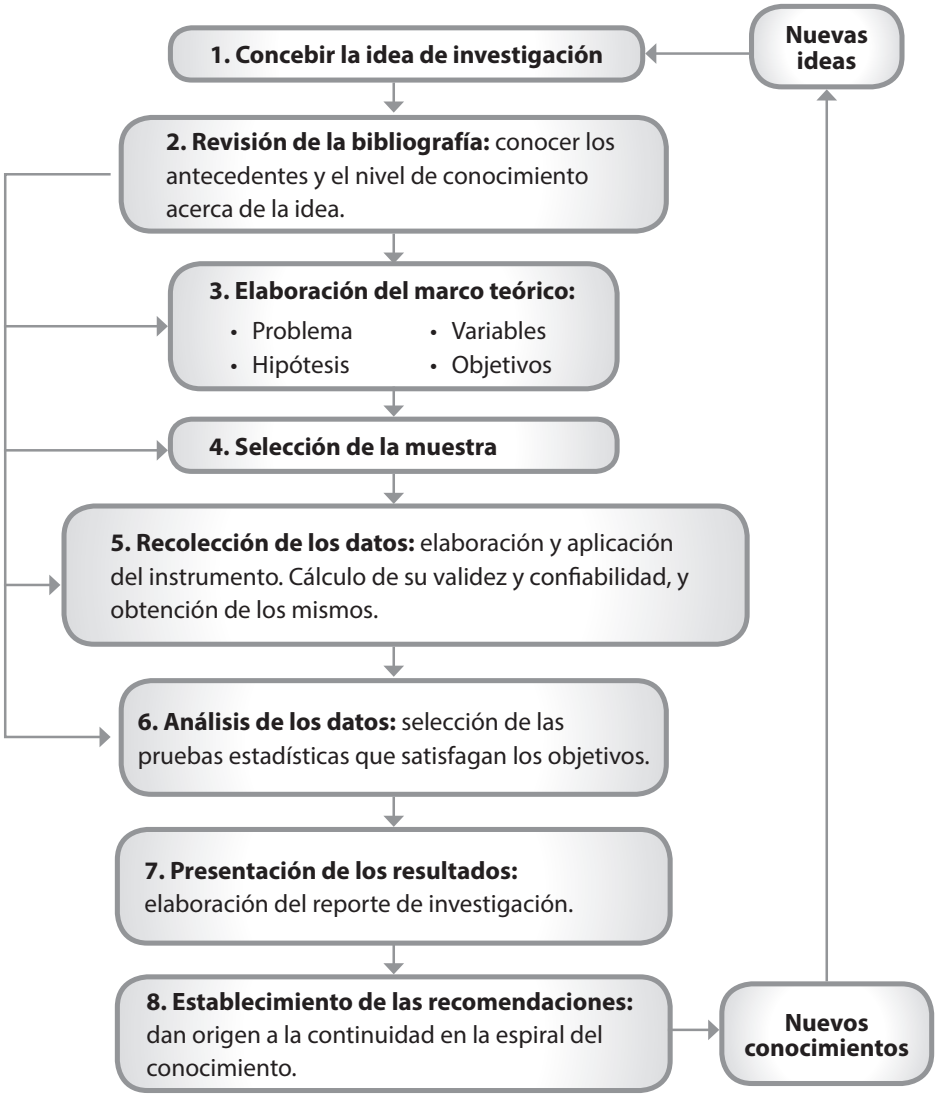


Fig.1. Etapas del proceso de investigación.

Nace una idea de investigación

Existe una gran cantidad de fuentes que induce al origen de la investigación, entre las que se pueden mencionar: materiales escritos, descubrimientos, creencias, experiencias individuales, investigaciones previas, teorías, observaciones de hechos, conversaciones en grupo, incluso presentimientos. La idea de investigación puede surgir en cualquier situación en la que se reúnan grupos, al leer una revista de divulgación popular, al recordar algún suceso vivido, al ver la televisión o al realizar cualquier otra actividad en la que el individuo se relacione con la sociedad.

(SAMPIERI 2003) especifica que la mayoría de las ideas iniciales son vagas, las cuales deben ser traducidas en problemas más concretos de investigación. Para esto, es imprescindible que el investigador se familiarice con el campo a investigar mediante revisiones bibliográficas, conversaciones con especialistas, etc. La persona interesada debe conocer los antecedentes del tema en cuestión, lo cual le facilitará investigar algo que no se haya estudiado a fondo, seleccionar la perspectiva desde la cual se abordará la idea de investigación y estructurar formalmente la idea.

Fuentes que podrían invalidar la idea de investigación

- **Antecedentes**: resulta imprescindible conocer hasta dónde se ha avanzado en un determinado campo de la ciencia. Su desconocimiento puede implicar investigar algo que ya otros lo hayan hecho. Sería como volver a descubrir la rueda.

- **Tiempo**: las investigaciones se enmarcan en un tiempo determinado, generalmente, dado por los cronogramas de los proyectos o por intereses de clientes. Extenderse más puede originar invalidez.

- **Capacitación**: no contar con personal suficientemente conocedor del tema o entrenado en técnicas específicas puede dar al traste con el proyecto.

- **Recursos financieros**: muchas veces se requiere adquirir equipamientos, calibrar instrumentos, comprar reactivos, etc.; todo eso significa dinero, que, de no disponerse, imposibilita la investigación.

- **Información**: en ocasiones es necesario conocer datos históricos del comportamiento de un fenómeno, para establecer series cronológicas o tomar información del proceso. No contar con ella puede resultar fatal.

1

Diseño teórico de investigación

Introducción

En esta primera parte se abordará todo lo relacionado con el diseño teórico del proceso de investigación científica. Pero, ¿qué se conoce como diseño teórico?

Se le llama **diseño teórico** al conjunto de componentes que permite brindar en las primeras etapas del proceso de investigación una idea holística; se encuentran indisolublemente ligados y establecerán los lineamientos a seguir en las etapas posteriores. Estos son:

- La determinación del problema.
- Los objetivos.
- Las hipótesis.
- Los conceptos o variables.

Aquí es donde se expresan mayormente los esfuerzos teóricos del investigador.

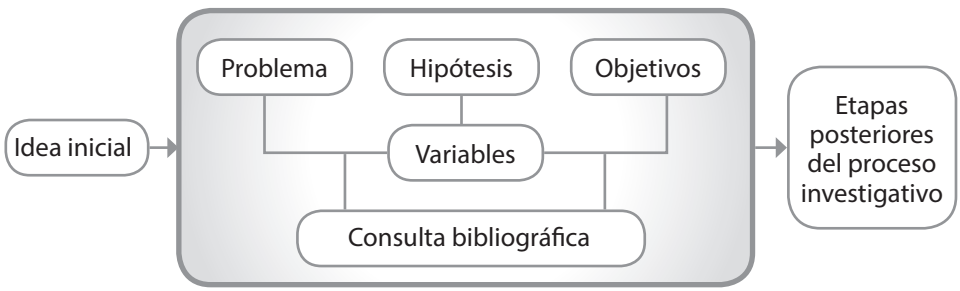


Fig. 2. Elementos que integran el diseño teórico de la investigación.

1.1. El problema

El problema es el "qué" se va a buscar, es decir, la pregunta cuya respuesta debe encontrarse como resultado de toda la labor de investigación.

El problema científico es una forma especial del conocimiento: la comprensión por parte del investigador, colectivo o comunidad de científicos de una esfera de la realidad (objetiva o subjetiva), cuyas propiedades y leyes le resultan desconocidas y que es necesario indagar.

Para (LLANOS), "*un problema surge de una determinada necesidad y constituye cualquier dificultad que se nos presenta y que no puede ser resuelta automáticamente a través de nuestros reflejos condicionados e instintivos, a través de los conocimientos previamente adquiridos o mediante el uso del sentido común*."

Para que el problema surja es necesario "un conocimiento previo sobre lo desconocido en la ciencia" y, en este momento, ya existen las condiciones, al menos intuitivas, de su solución. Aquello de lo que no se tiene ni la más remota idea de su solución no constituye un problema para el investigador, ya que no despierta su interés, pues no avizora, ni en el horizonte, su solución. Producir energía con la luz de las estrellas o viajar más rápido que la luz no constituyen hoy un problema, lo cual no excluye que pudiera serlo mañana, del mismo modo que lo fue conquistar el fuego o volar, en su momento. Es decir, el problema científico tiene **carácter temporal**.

A partir de este concepto, se deriva la **función fundamental del problema científico:**

Contribuir a organizar el proceso de investigación, señalando la dirección que debe seguir y el contenido concreto del proyecto de investigación.

Según (TAPIA 2000), el investigador debe plantearse los siguientes interrogantes expuestos por (GONZÁLEZ, M. 1997):

- ¿Es este un problema realmente importante?
- ¿Supondrá esta investigación algo importante?
- ¿Será interesante y tendrá alguna utilidad inmediata el resultado de la investigación?

Existen dos formas principales para plantear un problema. Una de ellas es hacerlo como una **pregunta** y la otra a manera de **afirmación,** aunque se recomienda, principalmente, la primera, ya que las preguntas tienen la virtud de expresar directamente los problemas.

Punto de vista

Pregunta	Afirmación
¿Qué variaciones en el proceso productivo ayudan a disminuir los gastos de energía?	Encontrar cambios en el proceso productivo que ayuden a disminuir los gastos de energía.
¿Cómo influye la mejora continua de los procesos internos en la satisfacción de los clientes?	Determinar la relación causa-efecto entre la mejora continua de los procesos internos y la satisfacción de los clientes.
¿Cuáles son las causas que originan la insatisfacción de los clientes en el hotel X?	Conocer las causas que más inciden en la insatisfacción de los clientes en el hotel X.
¿Qué estrategias debe trazar la empresa X para incorporarse en la competencia?	Identificar las estrategias que debe seguir la empresa X para incorporarse en la competencia.

Fig. 3. Ejemplos de planteamientos del problema desde el punto de vista de pregunta y afirmación.

1.1.1. Los niveles del problema científico

Una forma sencilla y que resulta de gran utilidad a la hora de realizar una investigación científica es emplear los siguientes niveles o planos de análisis, en dependencia del estudio que se desee realizar:

1. **Nivel de satélite:** este se utiliza cuando se va a investigar en un sector *muy amplio* de la realidad, ofreciendo una información *muy general* sobre lo que se desea conocer.

2. **Nivel de avión:** se utiliza para investigar un sector *amplio* de la realidad, ofreciendo una información *general* sobre lo que se desea conocer.

3. **Nivel de helicóptero:** se emplea para investigar en un sector *reducido* de la realidad, ofreciendo una información *menos general* sobre lo que se desea conocer.

4. **Nivel de hombre en tierra:** es empleado para investigar en un sector *específico* de la realidad, ofreciendo una información *precisa* de lo que se desea conocer.

5. **Nivel de microscopio:** es utilizado para investigar un aspecto *detallado* de la realidad, ofreciendo una información *muy precisa y voluminosa* sobre lo que se desea conocer.

Como se puede ver, a medida que se reduce el plano de análisis va disminuyendo el sector de la realidad a estudiar y aumentando la cantidad de información que se obtendrá, así como su validez y precisión.

En la tabla 1.1 se puede ver, a través de un ejemplo en el sector turístico, la utilización de los planos de análisis anteriormente expuestos. Mientras que en la tabla 1.2 se observa, también mediante un ejemplo, pero esta vez en el sector empresarial.

Nivel	Sector	Información	Ejemplo
Satélite	Muy amplio	Muy general	Análisis de la satisfacción de los clientes que visitan el país.
Avión	Amplio	General	Análisis de la satisfacción de los clientes que visitan la cadena hotelera Sol Meliá.
Helicóptero	Reducido	Particular	Análisis de la satisfacción de los clientes que visitan el hotel Playa Azul de la cadena Sol Meliá.
Hombre en tierra	Específico	Precisa	Análisis de la satisfacción de los clientes que visitan el hotel Playa Azul de la cadena Sol Meliá en el área de carpeta.
Microscopio	Detallado	Muy precisa y voluminosa	Influencia de la formación de los recursos humanos en el área de carpeta del hotel Playa Azul para garantizar la satisfacción del cliente.

Tabla 1.1. Ejemplo de cómo desarrollar los niveles del problema científico en las empresas teniendo en cuenta la satisfacción del cliente.

Nivel	Ejemplo
Satélite	Rentabilidad de las empresas en un país
Avión	Rentabilidad de las empresas metalúrgicas
Helicóptero	Rentabilidad de las empresas metalúrgicas de una región del país
Hombre en tierra	Rentabilidad de la empresa X
Microscopio	Rentabilidad del taller Y de la empresa X

Tabla 1.2. Ejemplo de los niveles del problema científico en cuanto a las finanzas en el sector empresarial.

Puede darse el caso de que una situación analizada desde el nivel microscopio, en un determinado momento (en otra investigación), se considere en un plano satélite o cualquier otro. Esto se debe a la relatividad que existe entre los niveles del problema, es decir, un objeto de estudio puede ser analizado desde el punto de vista más general a lo más particular. A continuación se ejemplifica lo planteado a partir de la tabla 1.3.

Nivel	Sector	Información	Ejemplo
Satélite	Muy amplio	Muy general	Análisis de la satisfacción de los clientes con respecto a los procesos que se realizan en el hotel.
Avión	Amplio	General	Análisis de la satisfacción de los clientes con respecto a los procesos relevantes.
Helicóptero	Reducido	Particular	Análisis de la satisfacción de los clientes con respecto a los procesos claves.
Hombre en tierra	Específico	Precisa	Análisis de la satisfacción de los clientes con respecto a la animación que oferta.
Microscopio	Detallado	Muy precisa y voluminosa	Análisis de la satisfacción de los clientes con respecto a un show determinado.

Tabla 1.3. Ejemplo de análisis de un objeto de estudio visto de lo más general a lo más particular.

1.1.2. Proceso de formulación del problema

La formulación de la pregunta específica, que va a dar inicio al trabajo de investigación y que debe ser respondida como resultado de toda la labor de búsqueda de información, no muestra el problema de investigación automáticamente, por lo que primeramente la formulación del mismo debe pasar por cuatro **momentos fundamentales**; estos son:

Tener determinado conocimiento de la situación que se va a presentar o **conocimiento *a priori*.**

Enfrentarse o relacionarse con una situación problemática muy general de la realidad o **situación problemática**.

Cuando ya se ha seleccionado o elaborado el problema, pueden surgir otros más, debido a que la propia situación puede generar más de un problema o **generación del problema**.

Finalmente, como pueden darse más de un problema, el investigador necesita priorizar la solución de uno de ellos en particular o **selección del problema**.

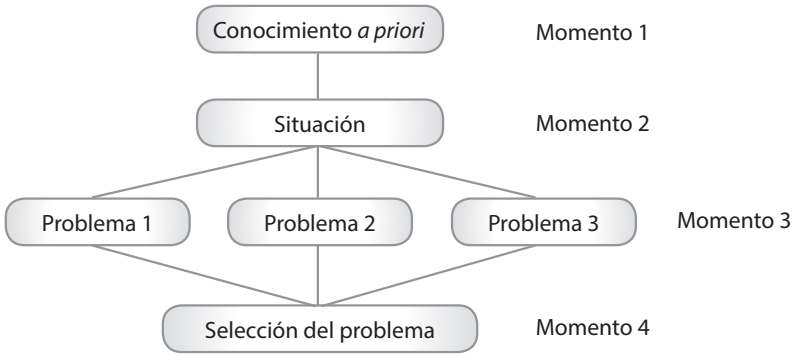


Fig. 4. Esquema del proceso de formulación del problema.

A continuación se muestran, mediante ejemplos, los momentos del proceso de formulación del problema.

Ejemplo:
Un ingeniero, que conoce las potencialidades del uso de la energía renovable, encuentra que en su empresa no se hace uso de ella. Analiza las diferentes variantes: eólica, fotovoltaica, solar térmica, biomasa y residuos sólidos urbanos, seleccionando de ellas la fotovoltaica. (Ver figura 5).

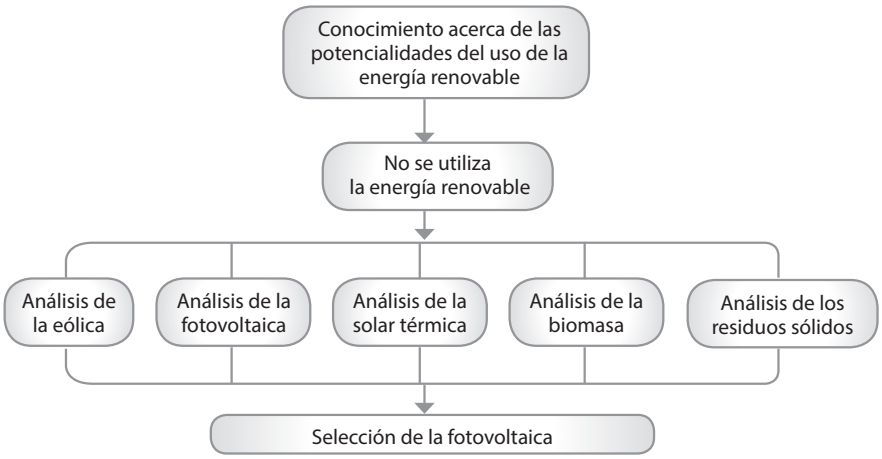


Fig. 5. Ejemplo del proceso de formulación del problema.

Otro ejemplo:
Un ingeniero industrial, que posee amplios conocimientos acerca de la calidad total, descubre que su empresa no la aplica correctamente. Debido a esto, analiza la influencia de las diferentes variables: liderazgo, orientación a la satisfacción del cliente, implicación del personal (internos y externos relacionados), calidad dinámica. Seleccionando de ellas la implicación del personal, pues los proveedores no cumplen a tiempo con los pedidos. (Ver figura 6).

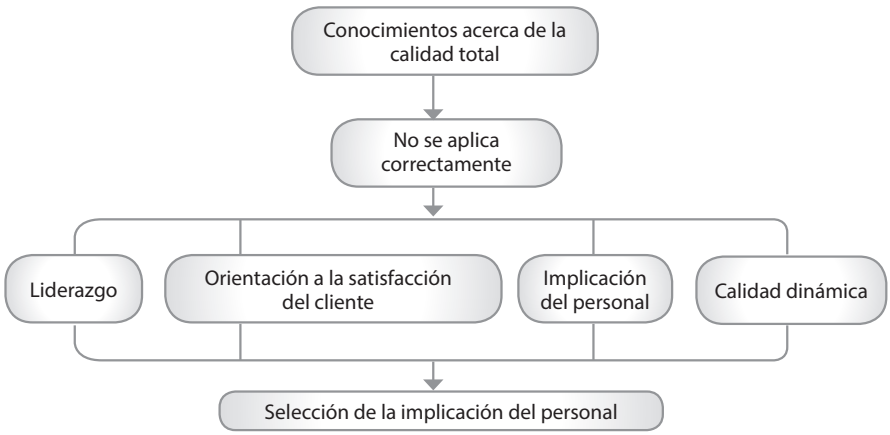


Fig. 6. Ejemplo del proceso de formulación del problema.

1.1.3. Justificativa de problema

La decisión del estudio de un problema determinado está dada por la importancia que representa para la sociedad. La problemática puede estar originada por circunstancias tales como la necesidad del proceso, la estructura del mercado y de la industria, surgimiento de nuevos conocimientos o de una idea brillante, las exigencias de la competencia, producto de un sistema organizativo. Toda investigación debe presentar las razones por las cuales se quiere realizar, por qué es conveniente y los beneficios que brinda; lo cual enmarca la justificación de la investigación. (SAMPIERI; COLLADO y LUCIO 1994) enuncian cinco criterios que la rigen:

- Conveniencia.
- Relevancia social.
- Implicaciones prácticas.
- Valor teórico.
- Utilidad metodológica.

1.1.4. Requisitos que deben cumplir los problemas

Para que un problema científico sea considerado como tal, debe cumplir las siguientes **exigencias fundamentales**:

1. **Objetividad:** el problema debe traer como resultado la aparición de un conocimiento nuevo o la confirmación o no de uno existente.

2. **Especificidad:** determinar cuál es el aspecto central que va a constituir el objeto de estudio.

3. **Redacción práctica:** los términos incluidos en la formulación del problema deben presentar un nivel de elaboración tal que permita la búsqueda de los datos necesarios para responder a dicho problema.

1.1.5. Tipos de problemas

Se pueden encontrar dos tipos fundamentales de problemas: los descriptivos y los causales.

Descriptivos: buscan tan solo una fotografía de una situación, de un objeto o de las características de un conjunto de individuos. El centro de interés de este tipo de problemas es el establecer una vinculación entre un grupo de características o propiedades y la frecuencia de aparición de estas características o propiedades respecto a un fenómeno, objeto o conjunto determinado de individuos. Ejemplo:

El desconocimiento de las características de los recursos humanos que pueden satisfacer las demandas del empleo en una región determinada: edad, sexo, nivel cultural, etc., limita que se pueda realizar un programa de desarrollo turístico de dicha región.

Causales: como su nombre lo indica, son aquellos problemas que tienen como objetivo brindar una explicación acerca de por qué se da determinado fenómeno, objeto o propiedad. Los problemas de este tipo son los más importantes, ya que significan la búsqueda del nivel de explicación más completa que pueda darse. Otra cuestión importante respecto a los problemas causales es que con la solución acertada de ellos podemos establecer predicciones sobre hechos o situaciones futuras. Ejemplo:

"*De la experiencia cotidiana se sabe que todos los cuerpos caen a tierra, si este movimiento no se obstaculiza por otros cuerpos. Pero, ¿cuál es la causa de este fenómeno?*"

Newton, 1687.

"¿Cómo regular proactivamente la productividad del recurso humano de obra para incrementarla, tomando en consideración los tres tipos factores que en ella influyen: los de insumo, de proceso y del contexto que rodea la obra?"

(ABAD 2003)

1.1.6. Recomendaciones para formular el problema

Aunque no existe un algoritmo para formular el problema, se pueden dar algunas recomendaciones que serán de utilidad para este fin:

1. Precisar cuáles son los componentes de un problema. ¿Qué es lo conocido y lo desconocido?

2. Definir el tipo de problema e incluirlo en una disciplina científica determinada, o precisar qué disciplinas deben participar en su solución.

3. Desglosar el problema en otros más elementales y ordenarlos según su prioridad lógica o, cuando esto no sea posible, según su grado de dificultad.

4. Variar los componentes y/o la formulación de un problema concreto y simplificar la información buscada; integrarlo de acuerdo con las circunstancias.

5. Buscar problemas similares, pero ya solucionados. La revisión de la literatura puede arrojar alguna luz.

6. Pensar en métodos que permitan resolver el problema. El investigador puede intentar pensar en los métodos más apropiados, si existen, para encausar el problema.

1.2. Las hipótesis

Las hipótesis constituyen uno de los métodos fundamentales de la investigación, y dentro de esta cumple, junto con el problema, una labor orientadora fundamental, ya que la solución del problema y la verificación o no de la hipótesis **van a ser la tarea a resolver en todo este proceso**.

Se puede añadir que la hipótesis constituye un paso del conocimiento y desde el punto de vista formal son una conjetura o una suposición que se expresa en forma de enunciado afirmativo y que generalmente enlaza al menos dos elementos o variables.

Según (LLANOS), la hipótesis *"es la respuesta anticipada, provisional, explicativa y fundamentada al problema planteado en un trabajo de investigación."* Explica que "*es una respuesta anticipada porque se formula antes de efectuar el trabajo de comprobación; es provisional ya que la respuesta definitiva provendrá de los resultados de la prueba; es explicativa porque responde a la pregunta ¿por qué sucede esto?; sin embargo ello no impide que también* ***se le pueda usar en investigaciones descriptivas****; tiene fundamento teórico y empírico o, por lo menos, uno de ellos, de lo contrario se constituirá en una mera suposición irresponsable.*"

Las hipótesis deben ser susceptibles de verificación mediante el empleo de procedimientos, métodos, técnicas asequibles, es decir, que cuando se hace el planteamiento de una hipótesis se debe ver qué posibilidades de verificación realmente tienen, puesto que esta **debe quedar claramente demostrada o refutada** al final de la investigación.

El papel de la hipótesis es tal que, aun cuando sean refutadas o negadas por los datos, no van a dejar de tener valor, ya que en este caso se reduciría el conjunto de explicaciones que aproximarían al investigador a la realidad. Esto es, si se dispone de las hipótesis: H1, H2, H3 y H4 y la que se elige para comprobar en la investigación es la H1, si esta es refutada, la verdadera respuesta al problema o hipótesis acertada se encuentra entre la H2, H3 y H4.

Puede suceder que la hipótesis de la que partimos sea negada por la investigación, lo cual también contribuye al conocimiento científico, al dejar esclarecido un problema científico del cual existieron dudas de su comportamiento.

1.2.1. Estructura de las hipótesis

La estructura o composición de una hipótesis es la siguiente:

1. **Las unidades de observación:** son las personas, grupos, indicadores, objetos, fenómenos, actividades, países, instituciones y acontecimientos, sobre los que versa la investigación.

2. **Las variables:** son los aspectos o características cuantitativas o cualitativas que son objeto de la búsqueda respecto a las unidades de observación.

3. **Los términos lógicos:** son los que relacionan las unidades de observación con las variables o estas últimas entre sí.

Por ejemplo, si se tiene la siguiente hipótesis:

El confort térmico de los obreros en una fundición depende únicamente de los mecanismos de intercambio de calor: radiación no ionizante, nivel de evaporación y temperatura del aire.

La **unidad de observación** es el confort térmico; **las variables**, la radiación no ionizante, nivel de evaporación y temperatura del aire; mientras que **el termino lógico** es depende.

1.2.2. Formas de expresar las hipótesis

Según el número de variables que intervienen

Existen muy variadas formas de expresar las hipótesis de una investigación científica, pero de ellas se destacan dos fundamentalmente: de dos variables y de enlace de tres o cuatro variables y más.

Esquemáticamente, puede representarse como muestra la figura que aparece a continuación.

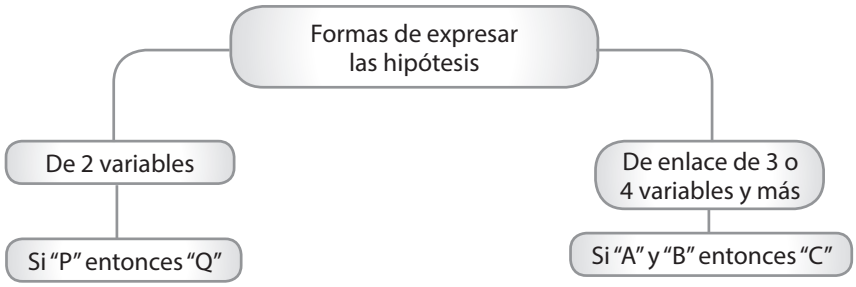


Fig. 7. Formas de expresar las hipótesis.

Un ejemplo de la primera forma de expresar las hipótesis, o sea, de dos variables sería:

Si se mejoran las condiciones de iluminación, entonces se logrará un mayor rendimiento de los trabajadores.

En el caso de la segunda forma de expresar las hipótesis, o sea, de enlace de tres o cuatro variables y más, sería:

Si se mejoran las condiciones de iluminación, de ventilación y de contaminación, entonces se logrará un mayor rendimiento de los trabajadores.

Según la profundidad a alcanzar

Por otra parte, existen dos tipos fundamentales de hipótesis, las que se corresponden con el tipo de problema establecido: las descriptivas y las causales. En la figura se muestran las características de estas.

Tipos de hipótesis

Descriptivas	Causales
Reflejan el comportamiento de una variable respecto a una unidad de observación.	Permite explicar por qué un fenómeno se da de una manera y no de otra.

Fig. 8. Características de las hipótesis.

(GUERRERO) considera que las hipótesis causales deben cumplir alguna de las condiciones siguientes:

1. **Condición necesaria:** si no **C** entonces no **E**.
2. **Condición suficiente:** si **C** entonces **E**.
3. **Condición contribuyente:** si **C** entonces es más probable **E**.
4. **Condición alternativa:** si **C1,** o **C2,** o **C3** entonces **E**.

Ejemplo de hipótesis descriptiva:

En el sector de los servicios, el nivel educacional será más alto que en el sector productivo.

En este caso, la variable será el nivel educacional y la unidad de observación, el sector de los servicios y el productivo.

Ejemplo de hipótesis causal:

Si se mejoran las condiciones de trabajo del obrero, este se sentirá más satisfecho y podrá ofrecer un mejor servicio a los clientes.

1.2.3. Funciones de las hipótesis

Si bien el problema es la base de toda investigación científica, las hipótesis van a constituir un elemento de gran importancia que viene siendo como la columna vertebral de las investigaciones. Debido a esto sus **funciones** son:

Prevé los posibles resultados del quehacer científico, contribuye a orientar, estimular y organizar la investigación.

En cada etapa del desarrollo de la investigación científica, generaliza los conocimientos alcanzados sobre el fenómeno.

Pueden constituir un punto de partida para nuevas inferencias científicas.

1.2.4. Niveles de las hipótesis en el plano cognoscitivo

Dentro del plano cognoscitivo las hipótesis presentan dos niveles, los cuales son:

1. **Hipótesis empírica:** se reflejan las características fenoménicas y superficiales de la realidad, que constituyen una generalización de los datos empíricos registrados sobre un fenómeno. Ejemplo: los obreros que laboran en las termoeléctricas están expuestos a niveles de ruido que les producen trastornos auditivos.

   Nótese que es algo que hay que demostrar en el transcurso de la investigación. La hipótesis no dice cómo; esboza una idea, una sospecha, que es necesario demostrar.

2. **Hipótesis teórica:** persigue reflejar las cualidades y regularidades esenciales de la realidad, no observables directamente. Ejemplo: si se homogenizan los sistemas de estimulación en todos los sectores de la economía nacional, disminuirá la fluctuación de la fuerza de trabajo del país.

   Involucra a todos los sectores de la economía y su repercusión es en todos los trabajadores del país. De cumplirse, sería una regularidad dentro del sistema de recursos humanos.

1.3. Objetivos

Después de hacer una exhaustiva revisión bibliográfica y de un análisis más minucioso del problema, se comprende con mayor profundidad la complejidad de la investigación que se enfrenta. Es ahora cuando se tiene que definir "lo que se quiere lograr que le dé un cumplimiento a la hipótesis planteada", es decir, los objetivos.

Un concepto generalizado sobre este término es el que se ofrece en (*Anexo a la "Guía para la Presentación de los Proyectos de Investigación"-CBS* 1997): "*El objetivo de la investigación es el enunciado claro y preciso de lo que se planea*

lograr. Los objetivos se derivan del planteamiento del problema y se formula con base en las principales interrogantes que se deseen contestar a través del estudio."

"Los objetivos de la investigación se refieren a lo que se desea conocer, explorar, determinar y demostrar. Por lo tanto, los objetivos orientan la formulación de la hipótesis, la definición de variables e indicadores del estudio y el plan de análisis de los datos."

Aquí juega su papel el recurso material, financiero y otros de que se dispone, pues, por ejemplo, si se quiere determinar el análisis espectral del ruido, implica la compra de un analizador de bandas. Tal vez fuera suficiente determinar el nivel de ruidos únicamente, lo que implicaría no comprar el analizador de bandas y solo con el sonómetro determinarlo.

Es decir que el (o los) objetivo(s) trazado(s) tiene(n) que satisfacer totalmente la hipótesis planteada.

1.3.1. Tipos de objetivos

Al definir los objetivos de la investigación, se considera de gran ayuda delimitarse a un tipo en específico. (LÓPEZ) hace referencia a tres tipos de objetivos:

- **Objetivo exploratorio:** es aquel que pretende recabar información preliminar que ayudará a definir el problema y a recomendar hipótesis en una forma más óptima.

- **Objetivo descriptivo:** está encaminado a describir aspectos como, por ejemplo, el potencial del mercado o la demografía de los consumidores.

- **Objetivo casual:** busca probar hipótesis de relaciones causa-efecto, persiguen explicar por qué se da determinado fenómeno, objeto o propiedad.

En el proceso de investigación se definen objetivos generales y objetivos específicos:

Objetivo

General	Específico
Se refieren a resultados amplios	Hacen mención a situaciones específicas, particulares
Deben ser pocos, uno o dos	Pueden ser varios
Se logra con los resultados	Son los que se investigan

- Su redacción debe evitar interpretaciones diversas e identificar el tipo y resultados que se pretende lograr.
- Deben ser identificables con los resultados que se esperan obtener.

Fig. 9. Objetivos generales y específicos.

1.3.2. Elementos a tener en cuenta a la hora de plantear los objetivos

Cuando llega el momento de plantear los objetivos que se pretenden alcanzar con la investigación científica, es necesario tener en cuenta una serie de elementos. Estos son expuestos a continuación:

1. Deben ser coherentes con respecto a la fundamentación del problema, es decir, deben fijar metas que indiquen los aspectos esenciales que se esperan de la solución del problema.

2. Es imprescindible conocer con todo detalle y exactitud el problema que se quiera estudiar e, incluso, tener una idea clara de los instrumentos que se van a utilizar y sus limitaciones y aún las condiciones materiales con que se cuenta, con vista a fijar los objetivos de tal forma que sean realmente alcanzables.

3. Solo pueden trazarse después de un estudio profundo del problema, su instrumentación y las condiciones materiales que se tienen para solucionarlo, es decir, deben ser vistos como un resultado de este proceso de análisis.

4. Deben ser claramente redactados y no tener ningún tipo de ambigüedad para que ayuden realmente a conducir la investigación.

5. Jamás se deben trazar metas que el contenido de la investigación no vaya a abordar.

6. Nunca deben plantearse objetivos que sean implícitos de todo trabajo de investigación. (Ejemplo: elevar el conocimiento de…).

7. Deben ser medibles para facilitar su revisión en cada etapa del proceso de investigación y evitar cualquier desviación posible en la trayectoria hacia los resultados.

Con estos criterios en mente y suficiente práctica, se estima que es posible plantear objetivos más ajustados y realistas que los que comúnmente redactan los principiantes en la investigación.

1.4. Variables

La variable es una característica en la que se apoya el investigador para probar la hipótesis de una investigación. Existen varios conceptos sobre este término, los cuales no muestran diferencias significativas en cuanto a la esencia del tema en cuestión. Algunos autores como (SAMPIERI 2003), (SALAZAR 2004) *y*

(SABINO 1992) definen las variables como características, propiedades o cualidades que pueden variar y cuya variación es susceptible de medirse.

Estas adquieren valor científico cuando se relacionan entre sí, se establece una dependencia entre ellas; de ahí la clasificación en variables dependientes y variables independientes.

Variable independiente: es aquella variable que no depende de otra, considerada como la causa; la que el investigador puede variar con el propósito de obtener un resultado determinado.

Variable dependiente: es aquella que varía de acuerdo con los valores que toma la variable independiente, considerada el efecto de la variable independiente a la cual está subordinada.

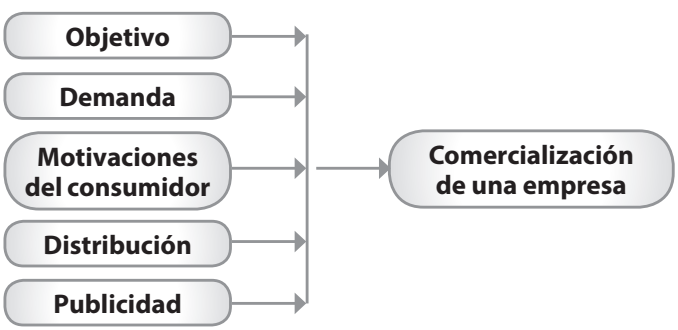


Fig. 10. Ejemplo de variables dependientes e independientes.

Existen otras variables que no se tienen en cuenta en la investigación y, sin embargo, pueden causar una perturbación en los resultados del proceso, las cuales se denominan variables **intervinientes**, **perturbadoras** o **ajenas**; por lo que se considera de gran importancia conocer y tener presente la posible variación de cualquier propiedad del objeto en cuestión.

Este tipo de variables debe tratar de neutralizarse en el mayor grado posible, es decir, de eliminar del estudio o al menos minimizar su efecto sobre la dependiente. Esto resulta complejo sobre todo cuando se trabaja con los recursos humanos.

Puede suceder que una variable, en una investigación determinada, se considere independiente, mientras que en otro estudio se analice como variable dependiente. Si se indaga en el efecto que la publicidad ocasiona en la comercialización, la publicidad será la variable independiente; pero si se persigue determinar el efecto que el capital humano produce en la publicidad, pues ese rasgo se convertirá en la variable dependiente.

Estas cualidades o características también suelen clasificarse en cualitativas y cuantitativas:

Variable cualitativa: es aquella que solo puede medirse en función de cualidades o características, es decir, sobre ella no se construye una serie numérica definida; por ejemplo: sexo, color, raza, estilo, etc.

Variable cuantitativa: aquella que puede expresarse en términos numéricos precisos, como son: producción, niveles de venta, cantidad de trabajadores, etc.

Según (SABINO 1992): "*Todos los valores que llega a tener una variable pueden entenderse como una serie, como una sucesión más o menos ordenada de posibilidades*"; menciona dos tipos de series:

Continuas: cuando existen infinitas posibilidades intermedias entre un valor y otro, por ejemplo, la altura de una persona, el peso de un objeto, el rendimiento de un estudiante, el nivel de satisfacción de los clientes, etc.

Discretas: cuando las posiciones intermedias entre un valor y otro carecen de sentido, por ejemplo: el número de hoteles de una cadena, la plantilla en una empresa, etc.

Un aspecto muy importante relacionado con la variable es la conceptualización de ella, es decir, se debe tener bien claro qué variable se va a mover y en qué magnitud. Ejemplo:

Si se quiere estudiar el por qué existe elevada fluctuación laboral en una empresa (variable dependiente) y se le atribuyen causas tales como nivel salarial, condiciones de trabajo, etc. (variables independientes), es necesario definir en qué nivel se incrementa el salario, ya que cantidades ínfimas pueden no resultar resortes suficientemente motivadores como para disminuir la fluctuación.

Otro ejemplo muy en boga es: "Fumar daña la salud". Pero... ¿qué es fumar?: un cigarro o una caja o convivir con un fumador o...

1.5. Ejemplos de diseño teórico de investigación

En este epígrafe será expuesto un grupo de diseños teóricos de investigación tomados de tesis doctorales reales desarrolladas por investigadores en los primeros años del presente siglo.

- Los elementos de cada uno de ellos son:
- Justificación del problema.

- Problema científico.
- Hipótesis.
- Objetivos.
- Variables.

Ejemplo 1
(GONZÁLEZ, 2002)

Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas

Título: *El modelo de Plataforma Logística de Petróleo*

Autor: Roberto González González

Año: 2002

Justificativa de problema:
Dada la gran importancia del petróleo por su consumo mundial, se considera necesario un diseño del sistema logístico para la gestión integrada de los procesos desde los clientes finales hasta los suministradores, con la satisfacción de los requerimientos del cliente eficaz y eficiente.

Se reconoce a la gestión integrada de proceso mediante la plataforma logística como una forma organizativa innovadora en la distribución territorial de productos, pero son insuficientemente tratados los procedimientos para el diseño de los procesos integrados y su gestión.

El problema del diseño del sistema logístico para las ventas mayoristas de combustibles apenas ha sido abordado, según la revisión efectuada de la literatura especializada. En consecuencia, la solución se centra en el desarrollo de un modelo que permita la gestión integrada y posibilite alcanzar los niveles de efectividad, como garantía para alcanzar la competitividad del sistema de combustible.

Problema científico:
No existencia de un modelo de Plataforma Logística que garantice las decisiones integradas para la gestión de la distribución de petróleo en Cuba.

Hipótesis:
La Plataforma Logística de Petróleo es el modelo que garantiza la gestión integrada del flujo logístico en un sistema de distribución para la venta mayorista de combustibles mediante el empleo del enfoque de gestión moderno que permita insertarse en el entorno económico actual.

Variables:
Variable dependiente: modelo de Plataforma Logística.

Variable independiente:
- Garantía del servicio al menor costo.
- Ventas mayoristas de combustibles

Objetivos:
Objetivo general: diseñar y evaluar un modelo para realizar la gestión integrada del flujo logístico como garantía del servicio al menor costo en las condiciones cubanas de las ventas mayoristas de combustibles.

Objetivos específicos:

- El análisis crítico del estado actual de la ciencia sobre los aspectos que se relacionan con los sistemas logísticos para la gestión integrada de la distribución territorial de productos.

- La definición de los elementos, requisitos y procedimientos para el diseño y la aplicación del modelo de Plataforma Logística de Petróleo.

- La evaluación del modelo para la gestión integrada de la distribución de combustibles.

Ejemplo 2
(PINO 2003)

Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas

Título: *Contribución al diagnóstico de la Cultura Organizacional, en el sector empresarial*

Autor: Yesmín Alabart Pino

Año: 2003

Justificativa de problema:
La cultura organizacional juega un papel importante en el desempeño empresarial. A pesar del reconocimiento de este fenómeno, se manifiestan, a partir del resultado de un proceso investigativo, carencias en el orden metodológico, específicamente en cuanto a métodos e instrumentos que permitan abordar la cultura organizacional y, a la vez, los existentes no muestran un enfoque sistémico e integral a la hora de analizar la misma, todo lo cual permitió identificar como situación problemática:

- Existencia de diversos enfoques, conceptos y procedimientos en el estudio de la cultura organizacional.

- Desconocimiento de las organizaciones del concepto cultura organizacional y sus implicaciones.

- Carencia de procedimientos metodológicos en nuestro país que permitan diagnosticar y ajustar la cultura organizacional acorde a las condiciones cambiantes del entorno.

Problema científico:
Los procedimientos metodológicos precedentes no reflejan con toda la integralidad y profundidad las relaciones entre el estilo de liderazgo, las variables soft y hard, y de estas con el entorno, lo cual imposibilita diagnosticar el funcionamiento orgánico y dinámico de la organización.

Hipótesis:
El diseño de una metodología que se sustente en las relaciones de coherencia, organicidad y adaptabilidad entre el estilo de liderazgo, las variables soft y hard, y de estas con el entorno, como premisas para el funcionamiento orgánico y dinámico de la organización, permitirá diagnosticar cuáles de estas variables inciden negativamente en el Producto Cultural de aquella y, consecuentemente, definir las acciones correctivas que permitan resultados de efectividad.

Variables:
Variable dependiente: diagnóstico del funcionamiento orgánico y dinámico de la organización.

Variable independiente:
- Estilo de liderazgo.
- Variables soft y hard.
- Entorno.

Objetivos:
Objetivo general: proponer y validar una metodología que, sobre la base del modelo teórico diseñado, tenga en cuenta las relaciones entre el estilo de liderazgo, las variables soft y hard y de estas con el entorno en busca de la coherencia, organicidad y adaptabilidad, de manera que el Producto Cultural refleje un comportamiento orgánico y dinámico de la organización.

Objetivos específicos:

- Analizar las concepciones y fundamentos teóricos y metodológicos relativos a la cultura organizacional, así como los factores e indicadores que la definen.

- Sistematizar una caracterización de la empresa y consensuar por método de expertos el nivel de manifestación de viejos y nuevos paradigmas en el contexto empresarial cubano.

- Proponer una metodología para el Diagnóstico de la Cultura Organizacional que permita caracterizar las relaciones entre el estilo de liderazgo, las variables soft y hard, y de estas con el entorno, y en tal sentido detectar en qué elementos se produce la desincronización del sistema, impidiéndole a la organización obtener los niveles de desempeño esperados.

- Validar la metodología propuesta en organizaciones del sector empresarial.

2

Pautas a seguir en la redacción de referencias para la presentación de la bibliografía

La información, el arma multiuso. Pasar por alto su utilización en cualquier campo de la actividad humana equivale al fracaso.

Granma, 16 de abril del 2002

Toda obra humana está asociada, invariablemente, a la información que ha sido utilizada para su gestación y que ha sido reproducida en diversos soportes para su conservación y transmisión en el tiempo y en el espacio. En la actualidad, existe un criterio generalizado de la importancia que tiene la información y las tecnologías aplicadas en su tratamiento para lograr el desarrollo de cualquier país.

El uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones ha causado una explosión en la producción y representación de los documentos, multiplicándose en estos últimos tiempos las distintas modalidades de edición electrónica, apoyando de forma impactante el tratamiento y el acceso a la información.

Un tema recurrente de la sociedad moderna es el de la llamada "**Era de la Información"**. Esta denominación responde a la creciente y determinante importancia que la información representa para los individuos de la sociedad, en cualquier país, en cualquier latitud, con cualquier cultura o con cualquier nivel de desarrollo. Es lógico que aquellos que cuenten con mayor nivel educacional y cultural, aquellos que se encuentren en ambientes de mayores perspectivas de desarrollo, estarán impulsados a consumir más y mejor información**.**

Este incesante y necesario consumo de información ha implicado que resulte frecuente la necesidad de citar en los trabajos investigativos, informes, tesis doctorales, trabajos de diploma, etc., documentos que se encuentran tanto en formato impreso o tradicional (libros, artículos de revistas, casetes, cintas de video, entre otros) como los que aparecen editados en forma electrónica (páginas web, CD-ROM, disquetes, listas de discusiones , boletines electrónicos, mensajes de correos, etc.) por lo que ha sido necesario normalizar la forma de organizar y representar los mismos. No obstante, aunque pueda establecerse una cierta correspondencia entre determinada publicación impresa y un documento electrónico, los documentos electrónicos poseen su identidad, por lo que tales especificaciones hacen que la confección de las referencias bibliográficas en la actualidad no resulte un aspecto tan sencillo al realizar cualquier investigación.

En la actualidad esto constituye un elemento de gran importancia y seriedad en la confección de todo trabajo científico, ya que reflejan el testimonio explícito de los autores y las fuentes consultadas para la elaboración del mismo; además permiten que otras personas recuperen fácilmente la información utilizada, protege al investigador de los cargos de plagio, así como reconoce la deuda intelectual con los autores.

Existen **diferentes normas y estilos** para la confección de las referencias bibliográficas. Podemos mencionar, por ejemplo, las Normas ISO 690:87 (equivalente a la norma española UNE 50-104), que establecen los modelos de referencias para los documentos impresos, y la ISO 690-2 para citar los recursos electrónicos; también entre los estilos más conocidos se encuentran el de Vancouver, utilizado principalmente en las revistas de biología y medicina; el estilo Harvard, muy utilizado en la rama de las ciencias naturales, física y ciencias sociales; el estilo APA (American Psychological Association), para las revistas de psicología, etc. Como se puede apreciar, la diversidad de normas internacionales, nacionales o institucionales, así como la experiencia y la práctica de edición de los materiales científicos en instituciones de educación, de investigación, de divulgación del conocimiento, monografías, publicaciones seriadas (ya sean en formato de papel o electrónico) permiten que los investigadores seleccionen diferentes formas de confeccionar las referencias bibliográficas para representar los documentos, dándole uniformidad a los mismos.

El objetivo de este capítulo es eminentemente práctico, por lo que se ofrece una propuesta de norma o estilo bibliográfico para **unificar el proceso de la elaboración, edición y publicación de las referencias bibliográficas**. Para la confección de este trabajo se consultaron, las Normas Internacionales ISO 690: 1987 (Information and documentation – Bibliographic references – Content,

form and structure), ISO 690-2:1997 (Información y documentación. Referencias bibliográficas. Parte 2: Documentos electrónicos y sus partes), la NC 690-2:2001 publicada por la ISO 690:1997, las referencias bibliográficas según el estilo Vancouver, el gestor de referencias bibliográficas EndNote, además se revisaron las normas de presentación de algunas revistas de carácter nacional e internacional.

2.1. Definiciones que son importantes para la confección de las referencias bibliográficas

Autor: persona u órgano corporativo responsable del contenido intelectual o artístico de un documento.

Editor (publisher): persona u organización responsable de la producción y diseminación de un documento.

Asientos bibliográficos: conjunto de elementos o datos que caracterizan una información de una determinada publicación; deben estar ordenados y estructurados según la norma o estilo seleccionado de forma tal que permita la localización de las fuentes consultadas. Existen distintos tipos de asientos bibliográficos de acuerdo con el tipo de publicación. El conjunto de asientos bibliográficos ordenados según normas forman la bibliografía.

Citas: son las transcripciones textuales o parafraseadas de conceptos ajenos que hace el autor dentro del cuerpo de trabajo. Las citas textuales van entre comillas, las parafraseadas no. Las formas más comunes de presentarse son:

- Cita directa o textual: aquella en la cual se transcriben las palabras textuales de un autor; siempre se ponen entre comillas.

- Cita indirecta: se menciona la(s) idea(s) de un autor o varios con las palabras del que escribe.

- Cita de cita: aquella que se hace de un autor, que a su vez la ha tomado de otro autor sin haberse consultado la fuente original.

Bibliografía: es la relación o lista de documentos consultados y utilizados por el investigador para dar autoridad y rigor científico a su trabajo. Su objetivo principal es permitir una rápida recuperación de las fuentes citadas y/o consultadas. En esta lista, los registros o asientos bibliográficos que la componen son ordenados según la norma o estilo seleccionado. En la propuesta que se hace se incluirán, en una lista única, todos los documentos revisados por el autor

del trabajo, tanto aquellos que aparecen citados en el cuerpo del trabajo como los que fueron consultados; esta es una opción que permite la Norma ISO 690.

Se sugiere utilizar el orden alfabético de autor y en el caso de que no aparezca el autor se considere el título.

Notas: es la aclaración que coloca el autor del trabajo con el fin de ampliar, completar o desarrollar una idea expresada en el texto. Pueden aparecer al final del trabajo o al final de cada página; en ambos casos deben de identificarse en el texto con un asterisco (*) o un número arábigo (ej. 1, 2, 3) inmediatamente después de la palabra o frase a la que se refiere. Lo más recomendado es que se indiquen con un número arábigo y aparecerán al final del trabajo como una sección después de las conclusiones, recomendaciones, anexos, etc., antes de la bibliografía.

Documento: información registrada que puede tratarse como una unidad en un proceso de documentación, sin importar su forma física o características.

Documentos impresos: monografías, partes de monografías, publicaciones en serie, artículos en serie, legislación, patentes, normas, congresos, ponencias en los congresos, tesis, informes, en soporte de papel y los documentos audiovisuales, entre otros.

Documentos electrónicos: textos electrónicos, bases de datos y programas informáticos, partes de textos electrónicos, publicaciones electrónicas seriadas completas, artículos de publicaciones electrónicas seriadas, boletines de noticias, listas de discusión, mensajes electrónicos, CD-ROM, programas informáticos, etc., en soporte electrónico.

Primer elemento de la referencia: se entiende por primer elemento aquel que se emplea para darle entrada al documento en la referencia. Primeramente se toma en cuenta el elemento de responsabilidad primaria. El mismo está compuesto por personas o autores corporativos o institucionales. Si ello se desconoce, entonces se toma como elemento el título.

2.2. Aspectos generales a considerar para la confección de la bibliografía

1. Los datos del asiento bibliográfico deben identificar plenamente cada documento; estos deben aparecer siempre de manera uniforme.

2. Los elementos fundamentales, así como el orden a tener en cuenta para confeccionar el asiento bibliográfico, son:

a. **Autor(es):** individual o corporativo. Se coloca primero los apellidos y después el nombre. Si el autor responsable es una institución reconocida, se coloca en mayúscula (ejemplo, UNESCO). Si no aparece el autor, se entra el asiento por el título de la publicación.

b. **Año de publicación:** cuando no se cuenta con este dato, el mismo se colocará de la siguiente manera: si se puede determinar una fecha estimada completa: / 2000 /; si la misma es estimada pero incompleta: / 200? /; y si no se puede determinar ni estimar la fecha: / s. a. /, que quiere decir sin año.

c. **Título:** de forma completa y exacta a como aparece en el documento. Los subtítulos se incluirán a continuación del título separado por dos puntos.

d. **Número de la edición:** es **Opcional**. Si se decide a colocarlo, ponga el número de la edición seguido de un punto, y a continuación "ed" seguido de un punto. Ejemplo: 2da ed.

e. **Lugar de publicación:** debe reflejarse en el idioma original en que aparece en la fuente. El primer elemento a considerar es la ciudad; si este no apareciera, se coloca entonces el país. Si la ciudad es conocida, no se pone el país. Si hay ciudades con el mismo nombre en países diferentes, se pone la ciudad seguida del nombre del país separado por coma. Si aparece más de un lugar de publicación, se coloca el primero de ellos o el que aparece destacado por caracteres tipográficos diferentes. Si no puede determinar el lugar, se coloca entre / / uno probable, si es posible (ejemplo, / La Habana /). Si no puede estimarse el lugar, se coloca: / s. l. /, que significa sin lugar.

f. **Editor:** se abrevia todo lo posible, sin perder la claridad e identificación del mismo. Deben **omitirse** las frases: "publicado por" y "editor". Se coloca solo el nombre principal. Si se desconoce el nombre del editor, se escribe: / s. n. /, que significa sin nombre.

g. **Extensión de la obra:** si se encuentra impresa por ambas caras, se describe en términos de páginas y se coloca el último número romano, arábigo o letra, seguido de "p" y un punto (ejemplo, 150 p.). Si está impresa por una sola cara, se describe en términos de hojas y se coloca el último número seguido de "h" y un punto (ejemplo, 120 h.). Si la obra no está paginada, se cuentan las páginas y se pone entre / / la cantidad de estas, por ejemplo: / 356 p. /. Si la obra tiene varios volúmenes, se indica el número de volúmenes seguido de "v" (ejemplo, 3 v). Si no

coinciden los volúmenes y tomos físicos de la obra, se colocan primero los tomos y después los volúmenes, por ejemplo: 6 t en 4 v.

3. Para los casos en que el documento sea un artículo que forme parte de una **publicación seriada**, los elementos fundamentales, así como su orden, para confeccionar el asiento bibliográfico son:

   a. Autor del artículo.
   b. Año de publicación.
   c. Título del artículo.
   d. Título de la publicación seriada: se coloca en letra cursiva.
   e. Lugar de publicación.
   f. Editor responsable: **opcional.**
   g. Fecha de publicación.
   h. Volumen de la publicación.
   i. Número de la publicación.
   j. Páginas: se coloca la página inicial y final del artículo consultado dentro de la publicación. Ejemplo: p. 10 – 18.

Las formas de reflejar los elementos anteriores, y otros, según el tipo de documento y soporte (impreso o digital), se ilustrarán más adelante.

4. Para la ordenación alfabética de una bibliografía se tiene en cuenta el apellido del autor y se omiten los grados científicos y académicos como Dr., Lic., Ing., MSc. Si la obra tiene su entrada por el título, se tiene en cuenta la primera palabra de dicho título, pero no se consideran los artículos. (Ejemplo: si el título del documento es *El Hombre, principio universal de la calidad*, se considera el orden alfabético por la letra H y no por la E).

5. Si se van a referenciar varias obras de un mismo autor, las mismas se ordenan cronológicamente por el año de publicación; si hubiese varias obras del mismo autor en el mismo año, entonces se añaden las letras a, b, c sucesivamente según la cantidad de obras en este caso.

6. El(los) nombre(s) del autor pueden reducirse a sus iniciales.

7. El lugar de edición se separará del editor por medio de dos puntos (:).

8. Se respeta el criterio de uso de mayúsculas de la lengua en la que se da la información.

9. En el caso de obras anónimas, el primer elemento de la referencia será el título y no se utiliza la palabra anónimo como identificación.

10. Si el **autor corporativo** implica una subordinación a otro órgano superior, se debe brindar el nombre de dicho órgano superior, unido a cualquier nivel intermedio que sea esencial para identificar el órgano responsable. Para los departamentos gubernamentales, debe brindarse el nombre del país, si no se hace evidente por el lugar de publicación. Si esta información no se indica en el lugar de publicación y la identidad del autor corporativo pudiera ser ambigua, se debe adicionar, generalmente entre paréntesis, el nombre del lugar en el cual radica el autor corporativo, la jurisdicción dentro de la cual opera, una institución con la cual esté asociada, etc.; como un término calificativo que sigue al nombre del autor corporativo. (Ejemplo: Cuba. Ministerio de Educación Superior. Dirección de Ciencia y Técnica).

11. Si es necesario citar un documento aún no publicado, este llevará el mismo tratamiento que corresponda al tipo de documento que sea y se colocará al final, entre paréntesis, el estado del mismo. Ejemplo: en prensa, manuscrito, comunicación personal, sin publicar, etc.

12. Si en el documento no apareciera algún dato o elemento necesario para poder confeccionar el asiento bibliográfico, se debe dar un dato aproximado para poder completar y brindar esa información.

13. No se emplearán referencias al pie de páginas, ni al final de los capítulos o partes del trabajo.

14. Al confeccionar el asiento bibliográfico se debe tener en cuenta la cantidad de autores responsables de la edición de la publicación:

    - Cuando el responsable de la obra es **un solo autor**:

      Ejemplo:
      Cardona, Ramón (1991). *Cómo se comenta un texto fílmico*. 2da ed. Madrid: Cátedra.

    - Cuando son **dos autores**:

      Ejemplo:
      Ausbel, D. P. y Novak, J. D. (1997). *Sociología educativa. Un punto de vista Cognoscitivo*. México: Editorial Trillas.

    - Cuando son **tres autores**:

Ejemplo:
Zilberstein Toruncha, José; Falgueras, Rolando; y MC Pherson Sayú, Margarita. (1999). Didáctica integradora de las Ciencias: experiencia cubana. La Habana: Editorial Academia.

- Con **más de tres autores**:
  Ejemplo:
  Castellanos Simón, Doris... et al. (2002). *Aprender y enseñar en la escuela*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación. (*et al.*: locución latina que significa y otros).

15. Los trabajos constarán al final de su cuerpo principal con dos secciones de referencias, en el orden siguiente:

- **Notas:** en ellas se incluirán cuestiones tales como: llamadas de atención; reflexiones colaterales o secundarias del autor; remisiones a citaciones, hechos o fuentes par**a profundizar o ampliar un contenido abordado, mostrar otros lados que lo constituyan, destacar otros puntos de vistas existentes, valorar un hecho o información, etc. Las referencias a estas notas se harán en el cuerpo del trabajo mediante una numeración consecutiva entre paréntesis. Ejemplo: (1).**

- **Bibliografía: recogerá la información que ha sido utilizada, tanto aquella que ha sido citada e**n el cuerpo del trabajo como la utilizada en la elaboración del mismo.

2.3. Sobre la organización de las citas y su enlace con la bibliografía

Con relación a este aspecto se selecciona la opción del **método del primer elemento y la fecha**, que ofrece la Norma ISO 690:1987 en su capítulo 9.4, donde se explica cómo deben ser tratados los documentos citados en el texto y su enlace con la bibliografía. A continuación, se explican algunos de los aspectos fundamentales que se tratan en ellas, sin agotar toda la variedad de situaciones que se puedan presentar.

Estructura de la referencia en el cuerpo del trabajo: apellido, nombre o su inicial, año, página si corresponde. Ejemplo: (Martí, José, 1970, p. 3).

Para **citar en el cuerpo del trabajo**: si el primer elemento es tratado de forma natural y de modo general dentro del texto, se puede poner de diferentes

maneras. Se pondrá la referencia a la página cuando se remita la idea a un momento específico dentro de la obra citada.

- En el cuerpo del trabajo aparecerá así:

  La noción de una universidad invisible se ha explorado en las ciencias (Crane, 1972). Su ausencia entre historiadores es nombrada por Stieg (1981, p. 556).

- En la bibliografía aparecerá así:

  Crane, D. (1972). *Invisible colleges*. Chicago: Univ. of Chicago Press.

  Stieg, M. (1981). *The information needs of historians*. College and Research Libraries, Nov., vol. 42, no. 6, p. 549-560.

Si la **idea específica es citada textualmente**, esta se pondrá entre comillas y seguidamente se colocará entre paréntesis el primer elemento, el año de publicación y las páginas.

- En el cuerpo del trabajo :

  En la investigación pedagógica en Cuba Carlos A. de Zayas declara que: "*La pedagogía es la ciencia que tiene por objeto..., de la personalidad de los hombres*". (Álvarez de Zayas, C., 1998, p.8).

- En la bibliografía :

  Álvarez de Zayas, Carlos (1998). *Pedagogía como ciencia o epistemología de la Educación*. La Habana: Editorial Félix Valera.

Si **un mismo autor posee diferentes documentos en un mismo año**, en la cita dentro del texto se pondrá:

Hernández, Dimas, 2003 a, Hernández, Dimas, 2003 b, así como tantas veces sea referenciado.

- En el cuerpo del trabajo:

  En el trabajo *Qué es la universalización de la educación superior*, Dimas Hernández (2003 a, p. 7) plantea que en el proceso de enseñanza aprendizaje en la universalización, el estudiante debe... Dimas Hernández (2003 b) ha considerado además que para desarrollar el proceso de enseñanza en este contexto...

- En la bibliografía:

  Hernández, Dimas (2003 a). Qué es la universalización de la educación superior. Documento inédito. La Habana: MES.

_____ *(2003 b). Resultados del proceso docente educativo de la comunidad de estudios. La Habana: MES.*

Si el **primer elemento es citado varias veces** dentro del mismo párrafo o en párrafos próximos y coinciden los demás datos que caracterizan el documento (fecha de publicación, título, edición, lugar de publicación, etc.) se podrá poner en la cita: *Ibíd.*, y la página referida.

- En el cuerpo del trabajo:

  J. D. Bernal (1954, p.13), considera que "*En realidad, la naturaleza...*". En su polémica con Dingle, y no sin cierta ironía llegó a caracterizarla como "*aquello que hacen los científicos*" (Ibíd., p. 32).

- En la bibliografía: como corresponde.

  Cuando se **cita de nuevo la misma obra**, en las páginas posteriores se coloca:

- En el cuerpo del trabajo:

  (Bernal, J. D., Op. cit., p. 45).

- En la bibliografía: como corresponda.

  Cuando se quiere hacer **referencia a una idea en específico sin citarla textualmente**, sino aludiendo a la misma o parafraseándola, no se entrecomilla la idea y se pone el autor, el año y la(s) página(s). Ej.: (Castañeda, E., 1996, p. 5).

Cuando se hace **referencia a una idea que es referenciada por otro autor**, se pondrá:

- En el cuerpo del trabajo:

  Según John Dewey, la disciplina en el grupo de estudiantes... (citado por: Moore, T., 1998, p. 70).

- En la bibliografía:

  Moore, T. (1998). *Introducción a la filosofía de la educación*. México: Editorial Trillas.

2.4. Ejemplos de cómo deben aparecer los asientos bibliográficos según diferentes tipos de documentos

2.4.1. Para documentos impresos

- **Libros completos**

  Dentro de este tipo se incluyen: libros, monografías, folletos.
  Núñez Jover, Jorge (1999). *La ciencia y la tecnología como procesos sociales*. 1ra ed. Ciudad de La Habana: Editorial Félix Varela.

- **Libro completo escrito por un colectivo de autores**

  Si dentro del colectivo aparecen listados los nombres y apellidos de los autores, se toma el primero y se procede como en el caso de documento con más de tres autores, pero si aparece la palabra colectivo de autores sin relacionar nombre, se entra por el título y no se toma en cuenta la palabra **colectivo de autores**.

  Ejemplo:

  Temas sobre la actividad y la comunicación. (1989). La Habana: Editorial de Ciencias Sociales.

- **Libro completo de varios autores pero compilado, editado o coordinado por una persona**

  Torres, Constantino (Comp.) (1983). *Selección de lecturas de metódica de la enseñanza de la historia*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

  Vargas, Gabriel (Ed.) (1995). *En torno a la obra de Adolfo Sánchez Vázquez*. México, D. F.: Facultad de Filosofía y Letras, UNAM.

  Remedi, Eduardo (Coord.) (1999). *Encuentros de investigación educativa 95-98*. México, D. F.: Plaza y Valdés.

- **Capítulo de un libro de un mismo autor**

  Dynnik, M. A. (1994). "El pensamiento filosófico y psicológico en los pueblos del cercano y medio oriente". En su: *Historia de la filosofía*. México: Editorial Grijalbo. p. 697-751.

- **Capítulo de un libro de varios autores**

  Ojalvo Miltrani, Victoria (1999). "Teoría de la Comunicación Educativa". En: *Comunicación Educativa*. 2da ed. Ciudad de La Habana: Centro de Estudio para el Perfeccionamiento de la Educación Superior. p.1-17.

- **Artículo de revistas**

  Cobiela, Lázaro A. (1997). "Las nuevas tecnologías: un reto a la universidad moderna". *Revista Cubana de Educación Superior.* La Habana, CEPES, Vol. XVII, No.2, p. 53-64.

- **Tesis de grado científico**

  Batista Tejera, Nuris (2001). *Una concepción metodológica de educación en valores para su diseño curricular en las carreras de ingenierías*. La Habana. 120 h. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Universidad de La Habana. **Tesis de Maestría.**

  Álvaro Rodríguez, Iris M. (2001). *Valoración de los servicios de información por los profesores de la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos"*. Matanzas. 73 h. Tesis en opción al título de Máster en Ciencias de la Educación Superior. Universidad de Matanzas.

- **Congresos, simposios, seminarios y talleres**

  Seminario iberoamericano sobre tendencias modernas en gerencia de la ciencia y la innovación tecnológica. (1: 1998: Varadero, 26–27 mayo: Matanzas). IBERGECYT 98. La Habana. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. 1999. 275 p.

- **Publicación oficial de un organismo o institución**

  UNESCO (1996). *Informe mundial sobre la ciencia*. Madrid: Ediciones UNESCO.

- **Normas**

  NRAG 378: 80. Servicio agroquímico. Análisis masivo. Control de la calidad. Vig. Julio 1979.

- **Artículo de periódico**

  Ortega, J. (1982). "La Revolución, desarrollo de la escuela de guitarra". *Granma*. La Habana. Abril 3, p. 5.

2.4.2. Para documentos electrónicos

Consideraciones generales

Los documentos en soporte electrónico, que no sean en línea, reciben prácticamente el mismo tratamiento que los documentos en soporte impreso, solo que se ha de especificar el tipo de soporte.

Los elementos señalados con un (*) son opcionales. Los señalados con (**) son obligatorios en el caso de documentos en línea y no se aplican en la mayoría

de los otros casos. Los datos de la referencia deben tomarse del documento electrónico visto en pantalla u oído. Si de esta manera no se pueden obtener los datos necesarios, se tomarán de la documentación que lo acompaña o la funda. La fecha de consulta es imprescindible para todos los documentos electrónicos susceptibles de ser modificados (documentos en línea) o cuando el documento no declara la fecha de elaboración. Citar el lugar y la editorial no es obligatorio para los documentos en línea. Se citarán cuando queden claramente destacados en el documento.

Título desconocido
Cuando no se encuentra un título en un documento electrónico o en su documentación acompañante, las primeras palabras del documento, seguidas de una elipsis ("..."), deben sustituir al título. Además, se registrará una breve mención descriptiva del contenido del documento, encerrada en corchetes después del título sustituto.

Para los correos electrónicos y las contribuciones a los sistemas de mensajes públicos, tales como los boletines electrónicos o las listas de discusión, se debe utilizar en lugar del título la mención de materia dada sobre la base del documento.

Tipo de medio
El tipo de medio electrónico debe presentarse entre corchetes inmediatamente después del título, entre ellos podemos mencionar: [online] [CD-ROM] [cinta magnética] [disco].

Presentación de la edición
Debido a que los documentos electrónicos se actualizan o se expanden con frecuencia, generalmente contienen una mención de edición. Se utilizan palabras como son: "edición", "versión", "nivel" o "actualizar"; otras más tradicionales como: "edición revisada", "tercera actualización" o "nivel de entrenamiento" pueden aparecer. El número u otro diseño para la edición debe registrarse en los términos dados en la fuente.

Lugar de publicación
Citar el lugar de publicación de los documentos electrónicos no es obligatorio. Se citará cuando quede claramente destacado en el documento. El lugar en el cual el documento es publicado deberá registrarse en el idioma original, como aparece en la fuente.

Lugar de publicación desconocido
Si no apareciera ningún lugar de publicación en un documento electrónico o en un material acompañante, pero se puede deducir o inferir razonablemente, el nombre deberá aparecer entre corchetes.

Si no pudiera acertar ningún lugar de publicación, frases como: "lugar de publicación desconocido", "*sine loco*" o una abreviación equivalente (ejemplo, "s.l.") se registrará en vez del nombre del lugar. Para los documentos online, a los cuales se tiene acceso por medio de red de computación, se puede omitir el lugar de publicación de no ser posible su determinación en ninguna información de la fuente. En estos casos, sin embargo, la ubicación en la red del documento se deberá proporcionar.

Editor
Citar el editor de los documentos electrónicos no es obligatorio. Se citará cuando quede claramente destacado en el documento. El nombre del editor puede brindarse de forma abreviada o acortada, siempre que no genere ningún tipo de ambigüedad.

Editor desconocido
Si no aparece el nombre del editor en la fuente, frases como: "editor desconocido" o una abreviación equivalente (ejemplo, "s.n.") deberán ser utilizadas en lugar del nombre. Para los documentos online que estén disponibles por medio de una red de computación, el elemento **Editor** puede omitirse, de no ser posible su determinación en ninguna información de la fuente. En estos casos, sin embargo, la ubicación del documento en la red se deberá proporcionar.

Fecha de publicación
De forma general, la fecha de publicación se debe registrar tal como aparece en la fuente. Las fechas conocidas pero no incluidas en el documento o su documentación acompañante deberán brindarse en corchetes.

Fecha de publicación desconocida
Si no se puede determinar la fecha de publicación en la fuente, la fecha de derecho de autor deberá aparecer en su lugar. De no disponer de fecha de derecho de autor, ni de otra indicación confiable acerca de la fecha de publicación del documento electrónico, la frase: "fecha desconocida" o su equivalente se registrará en lugar de la fecha.

Fecha de revisión / actualización
Los documentos electrónicos pueden ser actualizados o revisados frecuentemente, entre ediciones o versiones. Aun cuando a un documento no se le puedan adicionar nuevos ficheros, el mismo puede ser actualizado al corregir los errores o por tipo de mantenimiento. Donde se pueda aplicar, la fecha de actualización o revisión que se cita se pondrá después de la fecha de publicación, utilizando los términos dados en la fuente.

Fecha de cita o de consulta
La fecha de consulta es imprescindible para todos aquellos documentos electrónicos susceptibles de ser modificados, como es el caso de los documentos en línea; o cuando ninguna otra fecha confiable se pueda encontrar en la fuente o en la documentación. La fecha de cita debe ir precedida por la palabra "citada" o "consultado".

Disponibilidad y acceso de documentos online
La información para identificar y localizar la fuente de un documento citado se deberá brindar para los documentos online. Esta información deberá identificarse con la frase: "Disponible en".

La información sobre la ubicación de los documentos online dentro de una red de computadoras, como Internet, deberá referirse a la copia del documento que realmente es visible y debe incluir el método de acceso al documento (ejemplo, FTP), así como la dirección en la red para su ubicación.

Los elementos de la información para la ubicación (ejemplo, dirección de la computadora host, nombre del directorio, nombre del archivo) se transcribirán con la misma puntuación, mayúsculas y minúsculas que aparecen en la fuente.

Otra información de disponibilidad
La información sobre cualquier otra ubicación o formas del documento se puede brindar también. Esta información deberá estar claramente separada de la información que se refiere a la ubicación del documento real citado y debe ir precedida por la frase "Disponible además".

Número normalizado
El número normalizado, si existiera, asignado al artículo que se cita, se debe registrar. El número normalizado deberá ser introducido por el identificador apropiado para el sistema de código utilizado (ejemplo, ISBN; ISSN).

Notas
Algunos documentos requieren hacer especificaciones en sus notas (de manera opcional) acerca de su descripción física (ejemplo, cinta magnética, tipo de casete de video, formato ASCII), material acompañante (ejemplo, Acompañado por: Manual de usuario), requisitos del sistema (ejemplo, Requisitos del sistema: marca y modelo específico de una computadora para la cual se diseñó el documento; la cantidad de memoria requerida; el nombre del sistema operativo y su versión; los requisitos del *software*; tipo de características de cualquier instrumento periférico requerido o recomendado), frecuencia de publicación, idioma u otras notas o especificaciones.

Ubicación dentro del documento host

La ubicación de la parte o contribución dentro del documento host se dará si el formato del documento incluye paginación o un sistema de referencia interna equivalente. Esta especificación de ubicación deberá ser diseñada en el siguiente orden de preferencia:

1. Página, pantalla, párrafo, o número de línea cuando estas características sean fijas de la parte o contribución, o de la base de datos (ejemplo, "p.p. 5-21"; "líneas 100-500").
2. Parte rotulada, sección, tabla, escena u otra designación relacionada con el texto.
3. Cualquiera designación específica del documento host.

Si el documento no incluye paginación o un sistema de referencia interna equivalente, se puede indicar la extensión del artículo entre corchetes en términos tales como: el número total de líneas, pantallas, etc. (ejemplo, "[35 líneas]" o "[aprox. 12 pantallas]").

Partes de una monografía electrónica, bases de datos o programas de computación

En general, las partes son porciones dependientes de un documento que requiere de un contexto proporcionado por el documento principal. Si el ítem al cual se está haciendo referencia puede ser tratado como una unidad independiente sin perder sentido, debe ser referenciada como una contribución.

Ejemplos

- **Textos electrónicos, bases de datos y programas informáticos**

Apellido(s), Nombre. Fecha de publicación. *Título en cursiva* [tipo de soporte]. Responsable(s) secundario(s)*. Edición. Lugar de publicación: editor, fecha actualización o revisión. [Fecha en la que se realizó la última consulta]**. Descripción física*. *Serie en cursiva**. Notas*. Disponible en: <dirección http>**. Número normalizado*.

Ejemplo:

Ferrer, G. y Arregui, P. (2003). *Las pruebas internacionales de aprendizaje en América Latina y su impacto en la calidad de la educación: Criterios para guiar futuras aplicaciones* [en línea]. PREAL. Abril 2003. [Consulta: 14 abril 2003]. Disponible en:

http://www.preal.org/docs-trabajo/Arregui_et_Al_26.pdf

- **Partes de una monografía electrónica, bases de datos o programas de computación**

Responsabilidad principal (del documento principal). Fecha de publicación. Título (del documento principal). Tipo de medio. Responsabilidad secundaria (del documento principal) *. Edición. Lugar de publicación: Editor. Fecha de actualización / revisión.

Fecha de citación **. Capítulo o designación equivalente (de la parte). Título (de la parte). Numeración dentro del documento principal *. Ubicación dentro del documento principal. Notas *. Disponible en: <dirección http> **. Número normalizado*.

Ejemplos:
World Fact book (1990). [CD-ROM]. [Washington, D.C.]: Central Intelligence Agency. Estadísticas vitales de España. Número de ID: CI WOFACT 1206. ICC British Company Financial Datasheets (1992) [en línea]. Hapton (Middlesex, U.K.) : ICC Online. Actualizado marzo 3, 1992 [Citado 11 marzo 1992]. Robert Maxwell Group PLC.

Número de acceso 01209277. Disponible en DIALOG Information Services, Palo Alto (Calif.). Carroll, Lewis. 1994. Alice's Adventures in Wonderland [en línea]. Texinfo ed. 2.2.

[Dortmund, Alemania]: WindSpiel, noviembre 1994 [Citado 30 marzo 1995]. Capítulo VII. A Mad Tea Party. Disponible en:

http://www.germany.eu.net/books/carroll/alice_10.html·SEC13.

- **Contribución en un texto electrónico, base de datos o programa informático**

Apellido(s), Nombre del autor de la contribución. Fecha de publicación. Título de la contribución. En: Apellido(s), Nombre del autor del documento fuente. *Título en cursiva del documento fuente* [tipo de medio]. Responsable(s) secundario(s)*. Edición. Lugar de publicación: editor, fecha de actualización o revisión. [Fecha en la que se realiza la cita], localización en el documento fuente. Notas*. Disponible en: <dirección http>**. Número normalizado*.

Ejemplo:
McConnell W. H. (1993). Constitutional History. En: *The Canadian Encyclopedia* [CD-ROM]. Versión Macintosh 1.1.Toronto: McClelland & Stewart, c. 1993. ISBN 0-7710-1932-7.

- **Revistas electrónicas**

Título en cursiva [tipo de medio]. Fecha y número del primer fascículo-Fecha y número del último fascículo*. Edición. Lugar de publicación: editor. [Fecha en la que se realiza la cita]**. *Serie en cursiva**. Notas*. Disponible en: <dirección http>**. Número normalizado*.

Ejemplos:

Journal of Technology Education 1989- [en línea]. Blacksburg (Va.): Virginia Polytechnic Institute and State University. [Citado 15 marzo 1995]. Semi anual.

Disponible en: http://www.gopher://borg.lib.vt.edu:70/1/jte. ISSN 1045-1064.

Profile Canada 1993- [CD-ROM]. Toronto: Micromedia. The Canadian Connection. Acompañado de: Guía del usuario. Sistemas requeridos: IBM PC o compatible; MPC Standard CD-ROM drive: DOS 3.30 o superior; 490 kB RAM; extensión MS-DOS 2.1 o superior. Trimestral.

- **Artículos de revistas electrónicas**

Apellido(s), Nombre del autor del artículo. Fecha de publicación. Título del artículo. *Título en cursiva de la revista* [tipo de medio]. Edición. Fecha de actualización o revisión. [Fecha en la que se realiza la cita]**, Localización en el documento fuente. Notas*. Disponible en: <dirección http>**. Número normalizado

Ejemplo:

Valdés, Niurka (2002). Un contexto educativo renovador como cauce del uso de las TIC en la educación. *Revista electrónica Contexto Educativo* [en línea]. No. 20, Argentina [Citado 27 marzo 2003]. Disponible en: http://www.contexto-educativo.com

- **Boletines de noticias y listas de discusión**

Título en cursiva. Fecha de publicación [tipo de medio]. Responsable secundario*. Lugar de publicación: editor. [Fecha en la que se realiza la cita]**. Notas*. Disponible en: <dirección http>**.

Ejemplos:

(De un número en específico)

EDUCEDE. Boletín electrónico informativo sobre educación. 2004 [en línea]. Matanzas, Cuba: Centro de Estudio y Desarrollo Educacional, Enero-Febrero 2004, No. 8. [Citado 16 abril 2004]. Disponible en: http://www.umcc.cu/boletines/educede/Boletin8/ene-feb.htm

(De la serie completa)

PACS-L (Public Access Computer Systems Forum). Junio 1989- [en línea]. Houston Tex.: Univesity of Houston Libraries. [Citado 17 mayo 1995]. Disponible en: listserv@uhupvm1.uh.edu.

- **Mensajes electrónicos**

Responsabilidad Principal (del mensaje). Fecha de publicación (*NOTA: para comunicaciones personales o no publicadas, se debe entregar la fecha en que el mensaje fue enviado*). *Título (del mensaje)*. Título (del sistema de mensajes principal). Tipo de medio. Responsabilidad secundaria / destinatario(s) *. Lugar de publicación: Editor. Fecha de citación. Numeración dentro del sistema de mensajes principal *. Ubicación dentro del sistema de mensajes principal. Disponible en: <dirección http> (*excepto para comunicaciones personales o no publicadas*). Notas *.

Ejemplos:

Parker, Elliot. (1989). Re: Citing Electronic Journals. En: PACS-L (Public Access Computer Systems Forum) [en línea]. Houston Tex. : University of Houston Libraries, 24 noviembre 1989; 13:29:35 CST [citado 1 enero 1995; 16:15 EST]. Disponible en : <telnet://bruser@a.cni.org>.

Zilberstein, José (2004). Acerca del curso de postgrado sobre aprendizaje. [Correo electrónico]. Matanzas, Cuba: Universidad de Matanzas. Mensaje para: Gerardo Ramos. 25 mayo 2004. [Citado 28 mayo 2004]. Disponible en: Servidor de correo electrónico de la Universidad de Matanzas.

- **Material en videocasete**

Apellido(s), Nombre del autor. Fecha de publicación. *Título del material*. [tipo de medio y característica]. Lugar de publicación: Editor. [Fecha en la que se realiza la cita]**. Notas*.

Ejemplo:

Rodríguez Alemán, Mario. [2002]. *La enseñanza de la literatura* [videocasete VHS]. La Habana: Editor desconocido. [Citado 27 marzo 2003]. 40 min. Disponible además: [en línea], en: http://www.umcc.cu/cede/aleman.avi

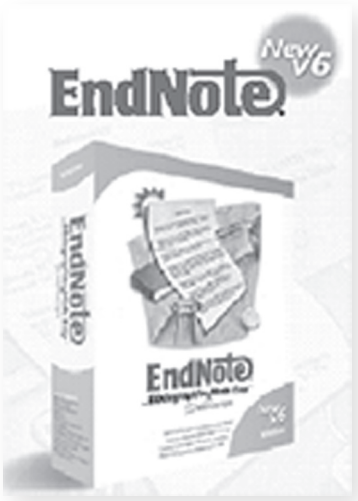
- **Presentación digital**

Apellido(s), Nombre del autor. Fecha de publicación. *Título del material*. [tipo de medio y característica]. Lugar de publicación *: Editor *. [Fecha en la que se realiza la cita]**. Notas*.

Ejemplo:
Verrier, Roberto. [2003]. *Metodología de la investigación* educativa [disco 3 1/2]. [Citado 27 marzo 2003]. 15 pantallas.

La aplicación de los diferentes estilos o normas de compilación bibliográfica en los trabajos de investigación se puede realizar tanto de forma manual como automatizada. Para automatizar el trabajo de compilación, existen paquetes bibliográficos completos entre los que se encuentra el Reference Management, ProCite, el **EndNote**, **que permiten construir una biblioteca propia personalizada** de citas, además de almacenar las referencias en bases de datos, descargar referencias de otras bases de datos, crear referencias de manera automática en un documentos usando Microsoft Word y utilizar plantillas para la escritura de artículos en más de 750 formatos diferentes, lo cual facilita el trabajo y constituye un ahorro de tiempo para investigadores y estudiantes, manteniendo organizada toda la información.

Puede ser instalado en una computadora personal y adaptarse para su uso en máquinas en red.



3

Métodos de investigación

Introducción

Esta parte comprende los métodos teóricos y empíricos más usuales de la investigación científica, sus características, ventajas y desventajas, y los requisitos para su aplicación.

Los métodos del conocimiento son esenciales para poder permitir la correcta interconexión entre la actividad cognoscitiva, el objeto y el resultado de la investigación.

Estos son la vía para obtener nuevos conocimientos. Responden a los interrogantes de los problemas planteados y permiten rechazar o probar determinadas hipótesis.

Cada uno de los métodos de investigación, tanto teóricos como empíricos, posee sus propias ventajas y defectos, por lo que la aceptación de diferentes métodos de recopilación de información depende del planteamiento de la tarea de investigación, del grado de elaboración de su programa. Lo que se traduce en que se debe prestar la mayor atención a la parte teórica de la investigación: la formulación del problema, la precisión de los conceptos, la elaboración de las hipótesis, las tareas de investigación, etc. De esto dependerá en gran medida el éxito a la hora de aplicar los métodos que fueron seleccionados y aceptados.

3.1. Métodos teóricos de investigación

Los **métodos teóricos** cumplen una función gnoseológica importante, ya que posibilitan la interpretación conceptual de los datos empíricos encontrados.

Así pues, los métodos teóricos al utilizarse en la construcción y desarrollo de las teorías crean las condiciones para ir más allá de las características fenoménicas y superficiales de la realidad, explicar los hechos y profundizar en las relaciones esenciales y cualidades fundamentales de los procesos no observables directamente.

3.1.1. Los métodos de análisis y de síntesis

El **análisis** es una operación intelectual que posibilita descomponer mentalmente un todo complejo en sus partes y cualidades. El análisis permite la división mental del todo en sus múltiples relaciones y componentes. La **síntesis** es la operación inversa, que establece mentalmente la unión entre las partes, previamente analizadas, y posibilita descubrir relaciones y características generales entre los elementos de la realidad.

El análisis y la síntesis no existen independientemente uno del otro. En la realidad, el análisis se produce mediante la síntesis: el análisis de los elementos de la situación problemática se realiza relacionando estos elementos entre sí y vinculándolos con la situación problema como un todo. A su vez, la síntesis se produce sobre la base de los resultados alcanzados previamente por el análisis.

Por ejemplo, se quiere analizar dónde una empresa tiene invertido su dinero, o lo que es lo mismo, analizar sus "activos". Estos se descomponen en:

- activos circulantes: liquidez, cuentas por cobrar, etc.;
- activos fijos: terrenos, inmobiliarios, maquinarias, etc.

El proceso de **análisis** permite descomponer en cada una de sus partes los "activos": liquidez, cuentas por cobrar, terrenos, inmobiliarios, etc.; determinar, por ejemplo, el tanto por ciento que representa cada uno de ellos del total de "activos", si el inmobiliario es adecuado, si las maquinarias están obsoletas, etc. Es decir, sus cualidades y relaciones.

Mediante la **síntesis** se integran estos elementos aislados y se descubren las relaciones y dependencias entre ellos, llegando a conclusiones generales sobre los "activos" de la empresa.

3.1.2. Los métodos de inducción y de deducción

La inducción y la deducción son dos métodos teóricos de fundamental importancia para la investigación. La **inducción** se puede definir como una forma de razonamiento por medio de la cual se pasa del conocimiento de cosas

particulares a un conocimiento más general que refleja lo que hay de común en los fenómenos individuales.

El gran valor del método inductivo está dado justamente porque establece las generalizaciones sobre la base del estudio de los fenómenos singulares, lo que le posibilita desempeñar un papel esencial en el proceso de confirmación empírica de la hipótesis.

La deducción es una forma del razonamiento, mediante el cual se pasa de un conocimiento general a otro de menor nivel de generalidad.

La deducción parte de principios, leyes y axiomas que reflejan las relaciones generales, estables, necesarias y fundamentales entre los objetos y fenómenos de la realidad. Justamente porque el razonamiento deductivo toma como premisa el conocimiento de lo general, es que puede llevar a comprender lo particular en el que existe lo general. De aquí la gran fuerza demostrativa de la deducción.

En determinado momento de la investigación, puede predominar uno u otro método, atendiendo a las características de la tarea que esté realizando el investigador. Pero esto no significa que se tome como dos métodos independientes, ya que la inducción y la deducción se complementan mutuamente en el proceso de desarrollo del conocimiento científico.

Por ejemplo, al analizar la problemática de la estabilidad de la fuerza laboral que existe en una empresa, se valoran los elementos que en ella intervienen: salario, condiciones de trabajo, métodos de dirección, etc.

Siguiendo el **método inductivo** se analizan en cada uno de ellos los mínimos detalles y se va ascendiendo en el análisis hasta llegar a establecer, por ejemplo, las relaciones que deben existir entre salario y condiciones de trabajo, satisfacción laboral con métodos de dirección, para pasar posteriormente a un plano de análisis más elevado, que es generalizar sobre las características de la estabilidad de la fuerza laboral a partir del análisis y las relaciones de cada uno de sus componentes.

Tomando el mismo ejemplo, se puede decir que en el **método deductivo** se conoce que existen problemas en la estabilidad de la fuerza de trabajo y de ahí inferir que existen dificultades salariales, de condiciones de trabajo o de métodos de dirección y pasar a estudiarlas en detalles posteriormente. Nótese que en la **deducción** se parte de un hecho conocido (problemas de estabilidad de la fuerza de trabajo) y de ahí a investigar sus causas, mientras que en la **inducción** se parte de una hipótesis, la que es necesario demostrar en el análisis de sus componentes.

A continuación se expone otro ejemplo de deducción muy común:

Los directores de la Empresa X son líderes,

Pedro es director de la Empresa X,

Pedro presenta alto grado de liderazgo.

3.1.3. El método hipotético-deductivo

El método hipotético-deductivo toma como premisa una hipótesis, inferida de principios o leyes teóricas, o "sugeridas" por el conjunto de datos empíricos. A partir de dicha hipótesis y siguiendo las reglas lógicas de la deducción, se llega a nuevas conclusiones y predicciones empíricas, las que a su vez son sometidas a verificación. La correspondencia de las conclusiones y predicciones inferidas con los hechos científicos comprueba la veracidad de la hipótesis que sirvió de premisa y, de manera mediata, a los principios y leyes teóricas vinculadas lógicamente con ella.

Así pues, el método hipotético-deductivo desempeña un papel esencial en el proceso de verificación de las hipótesis y leyes teóricas. Inclusive, en el caso de que de la hipótesis inicial se desprendan conclusiones y predicciones empíricas contradictorias, esto constituye una evidencia de la inconsistencia lógica de dicha hipótesis y de la necesidad de revisarla y sustituirla. Es considerado por (OCHOA 1998) el método más completo de la investigación científica.

Este método se puede ejemplificar de la siguiente forma:

Una empresa que se caracteriza por presentar excelentes tratamientos residuales, elevada educación ambiental, índices de seguridad del personal elevados y un adecuado índice de aprovechamiento de energía puede aspirar a certificar con las normas ISO14000.

Como se puede observar, dado un número de datos empíricos se predice o se concluye que dicha empresa puede certificar con las normas ISO 14000.

El método hipotético-deductivo tiene un gran valor heurístico, ya que posibilita adelantar y verificar nuevas hipótesis sobre la realidad, así como inferir nuevas conclusiones y establecer nuevas predicciones a partir del sistema de conocimiento que ya se posee.

Además, este método se aplica en el análisis y construcción de las teorías científicas, posibilitando la sistematización del conocimiento científico al deducirlo de un número limitado y preciso de principios e hipótesis generales. De esta manera, el método hipotético-deductivo unifica el conocimiento científico en

un sistema integral que presenta una estructura jerarquizada de principios, leyes, conceptos e hipótesis. En la cima de dicha estructura se encuentran los principios de mayor nivel de generalidad, abstracción y fuerzas lógicas a partir de las cuales se deducen y explican leyes e hipótesis de menor nivel de generalidad y abstracción.

3.1.4. El método de análisis histórico y el lógico

El método histórico estudia la trayectoria real de los fenómenos y acontecimientos en el transcurrir de su historia. El método lógico investiga las leyes generales de funcionamiento y desarrollo de los fenómenos. Lo lógico no repite lo histórico en todos sus detalles, sino que reproduce en el plano teórico lo más importante del fenómeno, lo que constituye su esencia: "lo lógico es lo histórico mismo, pero liberado de las contingencias de la forma histórica".

El método lógico y el histórico no están divorciados entre sí, sino que, por el contrario, se complementan y están íntimamente vinculados. El método lógico, para poder descubrir las leyes fundamentales de un fenómeno, debe basarse en los datos que le proporciona el método histórico, de manera que no constituya un simple razonamiento especulativo. De igual modo, el método histórico debe descubrir las leyes, la lógica objetiva del desarrollo histórico del fenómeno y no limitarse a la simple descripción de los hechos.

Un ejemplo muy común se demuestra cuando se realiza un pronóstico de la demanda, es decir, basado en las series históricas de los consumos de largos períodos de tiempo se puede inferir cuál será el *stock* necesario para satisfacer esa demanda.

3.1.5. El método genético

Este método persigue estudiar las leyes del desarrollo de los fenómenos pedagógicos y psicológicos y las etapas de su evolución. El método genético se subdivide en dos métodos: el filogenético y el ontogenético.

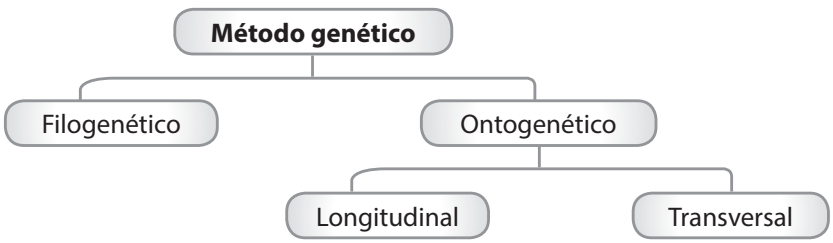


Fig. 11. El método genético y sus variantes.

La investigación filogenética estudia los procesos y fenómenos psicológicos a lo largo de la evolución biológica de las especies. Estudiar el desarrollo de la psiquis en su evolución filogenética contribuye grandemente a lograr una comprensión científica más profunda de estos procesos, así como de los factores que los condicionan.

El método ontogenético investiga el desarrollo de los procesos cognoscitivos, afectivos, volitivos, etc. del sujeto en el transcurrir de su vida, así como los factores biológicos, ambientales y educacionales que condicionan su evolución. Este tipo de investigación puede a su vez instrumentarse de dos formas: el estudio longitudinal y el transversal.

En el estudio longitudinal se investiga una muestra de sujetos a lo largo de su evolución ontogenética, analizándose la formación de sus procesos y cualidades psíquicas. Presenta como ventaja que permite analizar cuidadosamente el desarrollo de los fenómenos psicológicos o pedagógicos. Su desventaja radica en que requiere meses, y en muchas ocasiones, años, para realizarse, ya que depende del lento proceso de evolución del sujeto.

El método genético también se puede instrumentar de forma transversal, que investiga sujetos que se encuentran en diferentes niveles de desarrollo. Al estudiar a sujetos que representan distintas etapas de la evolución ontogenética, se puede caracterizar cada uno de estos estadios y las causas que condicionan su desarrollo. La ventaja del estudio transversal es que no requiere un largo período de tiempo para concluir la investigación, como es el caso del longitudinal. Su principal desventaja radica en que no se puede estudiar el proceso de evolución del fenómeno de manera continuada, por lo que está más limitado el conocimiento sobre la dinámica de la formación de las cualidades psíquicas y de los mecanismos que lo rigen.

Particularmente, el filogenético consiste en estudiar las características y condiciones en las que durante miles de años el hombre desarrollaba su actividad laboral, lo cual permitía establecer los efectos negativos que nuevas condiciones de trabajo pudieran producir en el hombre. Hoy se estudia con mucho detalle esta influencia en la llamada Sociedad de la Información y su desajuste filogenético con tradicionales condiciones de trabajo.

Dadas las ventajas y limitaciones que presenta el estudio transversal y longitudinal, en muchas oportunidades los investigadores abordan un mismo problema científico aplicando ambas formas de estudio, ya que el tipo de información que estos arrojan hace que se complementen entre sí.

3.1.6. Métodos de tránsito de lo abstracto a lo concreto

El tránsito de lo abstracto a lo concreto expresa el cambio que sufre el conocimiento científico en su proceso de desarrollo.

El primer nivel del conocimiento es lo concreto sensorial. La imagen sensorial concreta de la realidad es el punto de partida del proceso del conocimiento en el que se relacionan lo general y lo singular, lo necesario y lo causal, lo estable y lo mutable; los aspectos esenciales y secundarios del objeto. Por esta razón, en el proceso de la investigación científica es necesario el salto a otro nivel del conocimiento para poder obtener un reflejo más profundo de la realidad, la abstracción.

La abstracción permite reflejar las cualidades y regularidades generales, estables y necesarias de los fenómenos. La abstracción refleja una cualidad o relación de los fenómenos considerada de forma aislada, pura, sin que se establezca la multiplicidad de relaciones con el todo concreto: "la abstracción inicial expresa la esencia del fenómeno, pero no siempre lo hace por completo. Refleja la esencia, la ley de los fenómenos de forma abstracta, en su aspecto puro."

Así pues, la abstracción ofrece una imagen esquematizada del fenómeno, pero que justamente por ello expresa una relación esencial de este, ya que hace omisión de un gran número de factores causales que lo condicionan en la realidad, lo que permite que se revelen las leyes que rigen el fenómeno.

En resumen, se puede señalar que lo concreto es a la vez el punto de inicio y de llegada del proceso cognoscitivo. Lo concreto pensado es el resultado obtenido por el conocimiento y las abstracciones son el medio para lograr dicho resultado. También es necesario plantear que el tránsito de lo abstracto a lo concreto no se efectúa solamente en el estudio de cualquier fenómeno en el ámbito de una ciencia específica, sino que tiene carácter universal en el desarrollo del conocimiento humano en todos los campos del saber.

3.1.7. El método de modelación

El modelo científico es un instrumento de la investigación de carácter material o teórico, creado por los científicos para reproducir el fenómeno que se está estudiando. El modelo es una reproducción simplificada de la realidad, que cumple una función heurística, ya que permite descubrir y estudiar nuevas relaciones y cualidades del objeto de estudio. La modelación es justamente el proceso mediante el cual se crean modelos con vistas a investigar la realidad.

Para ejemplificar este método se demuestra un caso sencillo tomado de (*Método Dual*), donde se obtiene un modelo matemático:

Una planta que produce únicamente dos tipos de cerveza, clara y oscura, presenta una tecnología de elaboración para cada una. Cada tecnología provoca un costo diferente.

Para saber su producción óptima semanal de cada producto se identifican dos variables de decisión:

X_1: miles de litros de cerveza clara a producir en una semana.

X_2: miles de litros de cerveza oscura a producir en una semana.

Se conoce que el precio al mayoreo de 1.000 litros de cerveza clara es de $5000.00, mientras que el precio al mayoreo de 1.000 litros de cerveza oscura es de $ 3000.00.

El ingreso semanal de la venta de ambos productos sería:

$Z = 5000\ X_1 + 3000\ X_2$

Para maximizar el ingreso Z, se deben incrementar X_1 y X_2. Desgraciadamente, hay restricciones físicas en el sistema real de producción que le impiden al dueño de la planta incrementar arbitrariamente la producción de X_1 y X_2. Entre otras restricciones, se pueden mencionar las siguientes: espacio de almacenamiento, capacidad de producción, capital, mano de obra, etc. Es aquí donde se hace necesario modelar las producciones de ambas cervezas para analizar cuál de ellas representará mayor beneficio para la empresa.

Los científicos crean diferentes tipos de modelos, atendiendo a los objetivos que se plantean lograr y a las características del fenómeno estudiado.

Tipos de modelos

Modelo icónico: es una reproducción a escala del objeto real. El modelo muestra la misma figura, proporciones y características que el objeto original.

Modelo analógico: no es una reproducción detallada de todas las cualidades del sistema real, sino que refleja solamente la estructura de relaciones y determinadas propiedades fundamentales de la realidad. Se establece una analogía entre el sistema real y el modelo, estudiándose el primero y utilizando como medio auxiliar el segundo.

Modelo teórico: utiliza símbolos para designar las propiedades del sistema real que se desea estudiar. Tiene la capacidad de representar las características y relaciones fundamentales del fenómeno, proporcionar explicaciones y sirve

como guía para generar hipótesis teóricas. Frecuentemente, los símbolos y fórmulas de la matemática y la lógica son utilizados para la elaboración de los modelos teóricos.

Características de los modelos
Los modelos presentan las siguientes características:

- El modelo es una reproducción que esquematiza las características de la realidad, lo cual posibilita su investigación.
- El modelo debe ser operativo y mucho más fácil de estudiar que el fenómeno real.
- Un mismo fenómeno de la realidad puede ser representado por varios modelos, inclusive rivales entre sí.
- El modelo se interpreta en la teoría científica. La teoría establece el significado de las variables, relaciones y constantes del modelo.
- Un modelo puede representar a varios sistemas reales.

3.1.8. El enfoque en sistema

El enfoque en sistema proporciona la orientación general para el estudio de los fenómenos como una realidad integral formada por componentes, que cumplen determinadas funciones y mantienen formas estables de interacción entre ellos. Por esta razón, el conocimiento del enfoque en sistema presenta una importancia fundamental para los que se inician en el campo de la investigación científica.

Un sistema no es un conglomerado de elementos yuxtapuestos mecánicamente, sino que presentan leyes de totalidad, esto es, cualidades generales inherentes al conjunto. Estas cualidades generales del sistema se diferencian de las características individuales de los componentes que la integran. Es justamente la interacción entre los componentes del sistema lo que genera sus cualidades integrativas generales.

Un ejemplo de enfoque en sistema se demuestra claramente en el funcionamiento de una empresa, la cual está constituida por un conjunto de partes relacionadas entre sí, en función de un resultado. La empresa es un sistema conectado y en interacción constante con su entorno. Esta debe orientarse a la integración de todos los componentes que influyen en su curso, ya sean internos o externos a ella. Es importante e imprescindible para su éxito que se

investigue más allá del muro que la encierra, es decir, todos los agentes externos que de cierta manera influyen en su funcionamiento, ya sean: proveedores, clientes, órganos gubernamentales, entre otros, así como entrelazarlos con los componentes internos, ya sean los recursos humanos, el estilo de dirección o el sistema de calidad implantado.

Componentes del sistema

Todo fenómeno está formado por una multitud de elementos. El enfoque científico no pretende abarcarlos todos, sino solamente aquellos componentes que son fundamentales y cuya interacción caracterizan cualitativamente el sistema. Por lo tanto, determinar el área de la realidad que se va a estudiar es una de las tareas fundamentales del investigador, que comprende además precisar los componentes del sistema.

Principios de jerarquía del sistema

El principio de la jerarquización de los sistemas expresa el hecho de que todo fenómeno de la realidad presenta una serie de estratos o sistemas de diferentes niveles de complejidad. La pluralidad de estratos que integran un sistema presenta cada uno sus leyes específicas y cualidades que le son inherentes y que distinguen un nivel de otro. La relación que existe entre estos estratos es que los sistemas inferiores sirven de base a los superiores, pero, a su vez, los superiores subordinan y condicionan a los inferiores, sin los cuales no se pueden formar y existir.

Estructura del sistema

La estructura del sistema es el modo de interacción y organización estable entre los componentes que lo integran. La estructura emana de la naturaleza de los componentes y, a su vez, vincula los componentes entre sí en una totalidad integral, estableciendo nexos estables de interacción entre ellos. Así pues, la estructura, a pesar de estar íntimamente condicionada por las características de los componentes del sistema, presenta una relativa independencia respecto a ellos.

La estructura constituye la característica de mayor estabilidad del sistema, posibilitando que este mantenga su integridad, a pesar de los cambios cuantitativos que dentro de ciertos límites se pueden producir entre sus componentes. Por ello, se hace necesaria la acumulación de cambios cuantitativos para que se produzca una transformación cualitativa en el sistema y se forme una nueva estructura.

La estructura del sistema está vinculada a los mecanismos que posibilitan la actividad del sistema y su desarrollo.

Relaciones funcionales del sistema

El sistema presenta dos relaciones básicas, las cuales son expuestas a continuación.

- **Relaciones funcionales de coordinación:** las funciones de los componentes del sistema deben estar coordinadas entre sí.

- **Relaciones funcionales de subordinación:** la subordinación de funciones se puede analizar en dos dimensiones. La primera es la que se produce entre los componentes del sistema y la segunda es la que se encuentra entre el sistema estudiado y el todo complejo al que pertenece. En este caso, el sistema estudiado es considerado como un subsistema que cumple determinadas funciones dentro de un sistema mayor.

Etapas para el enfoque en sistema
Para realizar el enfoque en sistema es necesario cumplir las siguientes etapas, las cuales serán de gran ayuda para el investigador:

- Determinar los objetivos.
- Determinar los límites del sistema.
- Determinar los componentes o partes que integran el sistema.
- Determinar los componentes fundamentales.
- Determinar la organización y estructuras que ocupan.
- Determinar el medio que los rodea y las interrelaciones con este medio.

3.2. Métodos empíricos de investigación

Mediante los **métodos empíricos**, el investigador se sitúa en contacto directo con su objeto de estudio de una forma práctica. Con este tipo de método, el investigador tratará de recopilar el mayor número de datos que le permitan alcanzar los objetivos de la investigación.

Los métodos empíricos de la investigación científica cumplen determinadas funciones:

- **De conocimiento** (descripción de los hechos o fenómenos y su categorización).

- **De validación** de otros métodos (validez convergente), dada por el grado de similitud de los resultados de la aplicación de un método en relación con los resultados de la aplicación de otro.

- **De pronóstico** (validez predictiva): se refiere a la capacidad de un método para prever o predecir el comportamiento futuro de un fenómeno; por supuesto, la predicción depende del grado de profundidad de la investigación; poder hacer una predicción es uno de los logros más importantes

del proceso investigativo y, para llegar a él, hay que recorrer un largo camino de avances y retrocesos.

- **De transformación** (posibilidad del método para modificar las características del fenómeno): solo cuando el investigador logra conocer profundamente su objeto de investigación, estará en condiciones de controlar y dirigir de alguna manera la transformación del hecho o fenómeno que viene investigando.

Dado que muchos fenómenos varían en gran medida con respecto al tiempo y son muy complejos, son necesarias la creación y la utilización de métodos empíricos que permiten abordar estos problemas con un nivel adecuado de fiabilidad y validez.

Se afirma que un método empírico es confiable si, al aplicarlo en diferentes momentos a una muestra procedente de determinado universo o población, se obtienen resultados similares.

Por otra parte, un método empírico es válido cuando efectivamente mide o evalúa lo que pretende medir o evaluar.

3.2.1. La observación

Atendiendo al diferente grado de complejidad de los métodos del nivel empírico, comenzaremos por la observación que resulta el más elemental y la base de los demás métodos.

En la ciencia, por regla general, las observaciones constituyen un conjunto de comprobaciones para una u otra hipótesis o teoría, y depende por ello, en gran medida, de ese fin. El científico no registra simplemente datos cualesquiera, sino que escoge de manera consciente aquellos que confirman o rechazan su idea. Por lo que la observación como método científico es una percepción atenta, racional, planificada y sistemática de los fenómenos relacionados con los objetivos de la investigación, en sus condiciones naturales y habituales, es decir, sin provocarlos y utilizando medios científicos, con vistas a ofrecer una explicación científica de la naturaleza interna de estos.

Según (TAPIA 2000), la observación "*es el procedimiento empírico por excelencia, el más antiguo; consiste básicamente en utilizar los sentidos para observar los hechos, realidades sociales y a las personas en su contexto cotidiano.*"

El método de observación, como método científico, se diferencia de la observación ordinaria por los rasgos siguientes:

- Se subordina a un determinado objetivo de carácter investigativo.
- Se utiliza según una metodología determinada.
- Los datos obtenidos durante la observación se fijan en los protocolos y diarios, lo que se hace también sobre la base de una metodología determinada.
- La información que se obtiene durante la observación debe tener carácter comprobable para poder tener en cuenta su fundamentación y veracidad.

Precisamente el carácter externamente simple del método suele frecuentemente conducir a la subestimación de su complejidad interna y con ello, prácticamente, a negar sus posibilidades de aplicación.

Así, algunos investigadores con el propósito acertado de obtener datos confiables tienen dudas sobre la objetividad de estos, y sobre la forma de utilizar para su búsqueda la observación.

La duda en todos los casos se refiere a una inadecuada valoración de algunos elementos de la observación (el sujeto de observación y las condiciones en que se observa) principalmente, aunque una selección justa del método debe partir también de la consideración del resto de los factores: objeto y medios.

Por ello, es frecuente que se rechace el método al valorar, por ejemplo, que en toda observación **la interpretación y/o comprensión de lo observado por el investigador, en alguna medida, participa afectando la objetividad.** Sin embargo, adecuadamente analizada la objetividad del método no tiene una dependencia biunívoca con la participación del investigador (se sabe que utilizando cualquier otro método el investigador participa), sino solo con el control sistemático del grado de participación, atendiendo primordialmente a los objetivos de la investigación y a la contrastación de los resultados con la práctica, a las condiciones reales en las que el objeto tiene lugar.

En otros investigadores, la duda recae sobre la generalidad del método, que deviene subestimar lo particular de las condiciones en que se realiza la observación, en el sentido de que solo es posible valorar los resultados de observaciones pretéritas, es decir, **la irrepetibilidad de aquellas condiciones en que el objeto de estudio fue observado.**

Aquí, la solución en modo alguno puede ser descartar el método, sino prepararse adecuadamente como investigador-observador y, sobre todo, elaborar

rigurosamente los instrumentos de observación a partir del criterio de no afectar con su presencia o con el instrumento las condiciones naturales.

Estas dos objeciones no agotan el conjunto, pero sí son representativas de su poca fuerza crítica, además de reflejar el desconocimiento que las fundamenta. Los ejemplos, por sí mismos, deben advertirnos sobre la conveniencia de dominar las características que definen el método como científico, a los fines de su adecuada selección y empleo en la práctica investigativa donde es además insustituible.

La observación casual, espontánea, puede conducir a errores insalvables sobre la determinación del objeto de estudio, el vínculo entre la forma en que se observa y las características del objeto, la cantidad y ordenamiento de las observaciones, así como la capacidad predictiva de los resultados obtenidos. Cometer al menos alguno de estos errores, lejos de beneficiar la planificación y el control científico del proceso investigativo para lo cual han sido realizadas las observaciones, lo dificulta.

La observación, además de concretar su objeto, cumple con otros requisitos que en la práctica la caracterizan y diferencian radicalmente de la observación cotidiana, en el sentido que supone cierta actitud y conocimientos especiales. Asimismo, veremos que cualquiera de ellos depende en alguna medida del resto, con lo cual puede decirse que existe una interrelación estrecha entre todos los requisitos metodológicos.

Requisitos que deben cumplir las observaciones como método científico

1. El primer requisito de la observación científica se debe a su **objetividad.** En esencia, la objetividad debe entenderse como la correspondencia verdadera entre las observaciones y el objeto observado, es decir, que las observaciones son más objetivas (reflejan mejor las características del objeto), mientras su número y calidad son indicadores necesarios de aquellos objetos que se estudian.

   El problema de la objetividad abarca tanto la validez de los resultados obtenidos como su generalización. De no existir, en la práctica, ocasiona una cadena de errores no controlables y que finalmente conducen a conclusiones falsas.

   Por ejemplo, un registro de observaciones donde los indicadores no han sido bien determinados, están diluidos o no son suficientes trae una sobrecarga para el observador, tanto en el período donde realiza la observación como posteriormente, ya que estará obligado a reordenar, agrupar y eliminar datos que no se avienen a los objetivos del estudio. Podrá, a fin

de cuentas, organizar los datos, pero en ningún caso probar que ellos son válidos.

1. El segundo requisito es la **causalidad**, que surge como una necesidad de evitar que los resultados casuales sean tomados como resultados permanentes de las propiedades del sujeto o situación observada. La causalidad se refiere entonces a la relación lógica entre el número, contenido y orden de las observaciones, atendiendo a las características del objeto estudiado y a los objetivos de la investigación.

1. El tercer requisito es la **repetibilidad**, o la medida en que los datos obtenidos a través de la observación son permanentes y posibles de obtener nuevamente en condiciones similares. En la práctica se cumple este requisito cuando realizamos observaciones en condiciones naturales, es decir, donde el observador no provoca o introduce variaciones y se limita solo a observar y a registrar los hechos tal como aparecen.

1. Un cuarto y último requisito es la **utilización de medios especiales** para el registro de los hechos observados, donde se destacan especialmente: las guías o protocolos de observación (en los cuales se resume el conjunto de características del método), la cinematografía, la fotografía, la grabación de sonidos, el microscopio, etc.

Funciones de la observación
La observación en la investigación científica está llamada a cumplir tres funciones fundamentales:

La primera y más importante de ellas consiste en asegurar aquella información empírica necesaria para plantear nuevos problemas y promover hipótesis, así como para su ulterior comprobación. Esto, desde luego, no significa que antes de la observación el científico no esté guiado por una idea, hipótesis o teoría. Al contrario, durante la observación y la búsqueda de nuevos datos el investigador parte necesariamente de determinadas concepciones teóricas. Son precisamente los nuevos datos, y en particular los que no están comprendidos en las representaciones anteriores o que, más aún, las contradicen, los que necesitan su explicación.

La segunda función de la observación consiste en comprobar aquellas hipótesis o teorías que no puedan comprobarse con la ayuda del experimento. Se entiende que la confirmación o refutación experimental de una hipótesis es preferible a la no experimental. De otra manera, allí donde no es posible hacer un experimento, los únicos testimonios que pueden utilizarse serán solo los datos de la observación. En cambio, en las observaciones que

van acompañadas de mediciones exactas, los resultados de tal comprobación pueden no ser peores que los del experimento, cosa que se confirma a través de toda la historia del desarrollo de la astronomía.

La tercera función de la observación consiste en que, en sus términos, se realiza la confrontación de los resultados obtenidos en el transcurso de la investigación teórica y se comprueba la adecuación y veracidad de estos. Durante la investigación empírica, el científico se remite hacia su objetivo y realiza experimentos. No obstante, para la elaboración ulterior de la teoría, está obligado a confrontar, de tiempo en tiempo, sus conceptos, principios y juicios con los datos de la experiencia. Como no es posible confrontar directamente las bases abstractas de la teoría con la experiencia, hay que acudir a diversos procedimiento auxiliares, entre los cuales un papel muy importante lo desempeña la formulación de los resultados empíricos en los términos de la observación y en el lenguaje "observativo".

Clasificación de las observaciones

Aunque el método de observación puede ser clasificado de acuerdo a diferentes criterios, se tratará sobre la clasificación de la observación en dependencia del sujeto que la realiza. Según este punto de vista, se puede clasificar la observación en **observación externa** y **observación interna**.

La observación externa es aquella que se realiza por parte de observadores entrenados, sobre el objeto de estudio, en sus manifestaciones externas, objetivas, con vistas a ofrecer una interpretación o explicación de su naturaleza interna.

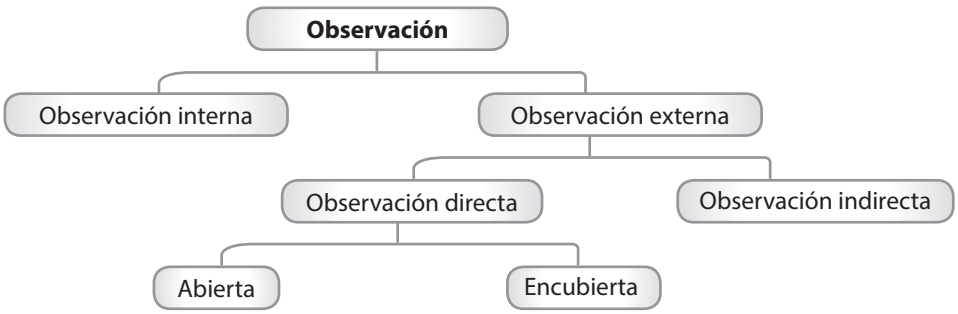


Fig. 12. Clasificación de las observaciones.

La observación directa es aquella en la que el investigador entra en contacto inmediato con el objeto de observación. Esta se denomina **abierta** cuando el observador no participa de las actividades que realizan los sujetos observados, sino solamente es testigo de lo que ocurre en estas actividades. Este tipo de observación abierta presenta la dificultad de que los sujetos, al

sentirse observados por personas extrañas o desconocidas para ellos, alteran casi siempre en algo su conducta habitual. Un ejemplo de ello son los métodos utilizados para realizar estudios de la jornada laboral y más aún de normación del trabajo, como la fotografía. Otra forma más ventajosa de la observación directa es aquella denominada **encubierta**, en la que el observador se encuentra oculto. Esta variante de la observación directa requiere de la utilización de dispositivos especiales.

La técnica de observación continua o fotografía consiste en hacer una descripción detallada de todas las actividades realizadas por el obrero, dentro de la jornada laboral, y al mismo tiempo registrar la duración de cada una de ellas a fin de conocer el empleo del tiempo de trabajo de los obreros.

El objetivo principal de esta técnica estriba en la determinación de la estructura de la jornada laboral actual, desde el punto de vista cualitativo, y, cuantitativamente, proyectar la nueva estructura debido a las mejoras técnico-organizativas tendentes a eliminar los tiempos improductivos y conocer el índice de aprovechamiento de la jornada laboral.

Para aplicar la técnica de la observación continua individual es necesario el uso de la hoja de observaciones y la hoja resumen. Esta primera se utiliza con el objetivo de obtener de forma detallada todas las actividades realizadas por el trabajador y el tiempo empleado en las mismas. Mientras que la segunda se emplea para resumir los datos promedios de las observaciones realizadas con el objetivo de calcular la utilización de la jornada laboral y determinar la duración del tiempo preparativo conclusivo (TPC), el tiempo de servicio (TS), el tiempo de descanso no planificado (TDNP) y el tiempo de operación (TO).

Otra forma de la observación externa es la denominada **observación indirecta o mediatizada.** En esta variante, no se establece una relación inmediata entre el investigador y los sujetos observados. El investigador trabaja con informaciones que le proporcionan otras personas que han observado a los sujetos.

La observación interna es un tipo especial de observación, ya que en esta es el propio sujeto el que se analiza a sí mismo, se auto-observa. Este método también es conocido como introspección o auto-observación. A pesar de las limitaciones obvias de la auto-observación, esta tiene la ventaja de que permite penetrar en las vivencias del sujeto, y puede ser usada como punto de partida para obtener un primer nivel de información sobre el fenómeno que se investiga. Este primer nivel de información se puede obtener, por ejemplo, con la autobiografía. También es utilizado para normar el trabajo en actividades no repetitivas o administrativas. Es el caso de los directivos, profesores, médicos, artistas y otros con características similares.

Atendiendo a diferentes criterios, (PUENTE) expone un número de clasificaciones relacionadas con las expuestas anteriormente:

Criterios	Clasificación
Según la intervención del observador	• Directa • Indirecta
Según el papel del observador	• Participante • No participante
Según los medio utilizados	• Estructurada • No estructurada
Según el lugar donde se realiza	• De campo • De laboratorio
Según el número de observadores	• Individual • De equipo

Tabla 3.1. Clasificación de las observaciones.

Guía o protocolo, medio auxiliar de la observación

Las guías o los protocolos de observación se diferencian radicalmente del resto de los medios por presentar mayores exigencias a los conocimientos y a las habilidades del investigador. La guía garantiza esencialmente la uniformidad del procedimiento de colectar datos para todos los sujetos o soluciones observadas, con el objetivo de que puedan ser comparados. La guía de observación debe entenderse como un protocolo de registro que describe, de forma lógica, los elementos de información observables y necesarios a la prueba de hipótesis. Estos elementos de información pueden estar descritos gráfica o gramaticalmente.

De la anterior definición puede deducirse fácilmente que, cuando se elaboran las guías, se hace referencia a aquel momento de la instrumentación de la investigación en que se garantiza el vínculo necesario entre los indicadores y la variable que se estudia, la relación del instrumento y el objeto de investigación. En el caso de la observación, se hace referencia a la búsqueda de definiciones operacionales que expresen la correspondencia de los resultados de la observación con las características reales del objeto observado. En tal sentido, la elaboración de guías requiere determinada experiencia en el campo que se pretende observar.

Sin embargo, la experiencia por sí sola no determina la elaboración de una guía adecuada. Es conveniente consultar bibliografías específicas, intercambiar ideas con los especialistas de la rama y someter la guía elaborada a la crítica de otros expertos. En sentido general, este grupo de acciones tiende a la obtención, por diferentes vías, de un conocimiento amplio sobre el objeto

de estudio. Esta búsqueda de información preliminar resulta entonces una condición básica y necesaria a los fines de precisar integralmente si lo que interesa puede efectivamente ser observado y de esto seleccionar qué observar y cómo observarlo. Seguidamente debe procederse al establecimiento de los indicadores de las variables que usualmente son conocidas como unidades de observación.

Estas unidades de observación representan la conducta de los sujetos, tanto en sus acciones como en la forma dinámica peculiar en que la acción se realiza, puesto que se conoce que una misma acción -con resultados idénticos- puede realizarse manifestando diferentes signos externos.

Criterios para obtener unidades de observación
En primer lugar, deben determinarse las categorías (a partir de las variables objeto de estudio) y el conjunto de índices de estas categorías. El procedimiento esencial para obtener las unidades de observación resulta ser la descomposición de la variable en una serie de conceptos observables y derivar de cada uno de ellos un conjunto de índices (las principales). En esta labor, el investigador puede valerse del criterio de los especialistas, una vez que estos conozcan los objetivos de la investigación, de lo cual resultará la redacción preliminar de las unidades de observación. Así, cada categoría con sus índices constituye la unidad de observación. El número de categorías y sus indicadores está en dependencia de los objetivos de la observación.

Por ello, determinar categorías e indicadores no consiste solo en ocuparse del contenido, sino del número, especificidad y ordenamiento lógico de estos, atendiendo a los objetivos de la observación.

Estos requisitos permiten homogenizar las observaciones realizadas por varios observadores y su posterior procesamiento.

El registro por frecuencia se refiere a registrar el índice a través de marcas o signos cuando aparece, a partir de lo cual puede obtenerse la suma total, cantidad de veces en que el índice apareció en las condiciones de observación.

El procedimiento de valoración consiste en el registro de una escala de valores previamente establecidos, a partir de la correspondencia entre la expresión del índice con determinado punto de la escala. Así, el número de valoraciones caracteriza simultáneamente tanto la frecuencia como el valor de las unidades sometidas a observación.

Por ejemplo, en un estudio para conocer la satisfacción de los clientes en la recepción de un hospital se aplicó la técnica de la observación, determinándose la siguiente tabla:

	Unidad de observación		
Variable	**Categoría**	**Índice**	**Registro de frecuencia**
Satisfacción del cliente	Satisfecho	Alto	/ / /
		Medio	/ / / / / /
		Bajo	/ / / /
	Insatisfecho	Alto	/
		Medio	/ / /
		Bajo	/ / / /

Tabla 3.2. Ejemplo de registro por frecuencia.

Organización de la observación

Existen diversos elementos de orden organizativos que el investigador debe cumplir para asegurar que los resultados obtenidos sean necesarios a la relación que trata de probar y no casuales:

1. Determinar el objeto de observación.
2. Seleccionar el medio o los medios necesarios para abarcar el objeto de estudio.
3. Elaborar el proyecto guía de observación, incluyendo el tipo de registro.
4. Entrenar al personal auxiliar o grupo de observadores.
5. Precisar el sector de la realidad objeto de observación.
6. Establecer las formas de observación que permitan estudiar el objeto en condiciones naturales.
7. Determinar el número de observaciones para validar el estudio, en el caso que sea necesario (métodos estadísticos).
8. Realizar un pilotaje.
9. Aplicación del método (observación) de investigación.
10. Procesamiento de los datos obtenidos.
11. Análisis e interpretación de los resultados.

Recomendaciones para la aplicación del método

A la hora de aplicar este método empírico de investigación es recomendable que se tengan en cuenta algunos elementos:

1. Los observadores deberán tratar por todos los medios de no afectar el desenvolvimiento habitual de lo que esté bajo estudio.

2. La observación requiere que el personal que la realiza sea experimentado. Esto trae grandes divergencias de criterios con respecto a que si los normadores del trabajo deben o no ser especialistas en la actividad particular que están normando.

3. De ser posible, la observación debe ser realizada por más de una persona; de este modo, el fenómeno estudiado será reflejado con mayor objetividad.

4. Los datos recogidos de la observación deben ser registrados durante la realización de esta o inmediatamente después de ser efectuada.

5. Es conveniente no apresurarse en extraer conclusiones ni hacer generalizaciones prematuras de los fenómenos, cuando aún no han sido observados con determinada frecuencia, duración o bajo diferentes condiciones.

3.2.2. La entrevista

La entrevista como método empírico de investigación puede definirse de la siguiente forma:

Es una conversación de carácter planificado entre el entrevistador y el (o los) entrevistado(s), en la que se establece un proceso de comunicación en el que intervienen de manera fundamental los gestos, las posturas y todas las diferentes expresiones no verbales tanto del que entrevista como del que se encuentra en el plano de entrevistado.

Para (BERMEJO 1998), **la entrevista es una buena elección si**:

- El objeto de estudio no se conoce muy bien; el problema y el objetivo del estudio pueden ser revisados durante el proyecto.

- El "rango" de las respuestas no puede ser conocido con anticipación. Algunos encuestados pueden presentar puntos de vista que sean nuevos y desconocidos para nosotros.

- Necesitamos la opción de presentar preguntas adicionales basadas en la información de los encuestados.

- Las preguntas están relacionadas con el conocimiento tácito o los puntos de vista personales (actitudes, valores, creencias, etc.) de los encuestados.

- Podemos permitirnos el tiempo suplementario y el coste de entrevistas y viajes.

- Algunos de los encuestados tienen dificultades para expresarse por escrito.

- Queremos publicar un informe que sea fácil de leer e interese al público en general.

La entrevista como método de investigación resulta imprescindible en los casos en que la investigación no puede realizarse de otra forma, por ejemplo, cuando la estadística no se ocupa en absoluto de recopilar datos relativos a una serie de cuestiones que interesan al investigador.

Las principales esferas de utilización de este método

1. Investigaciones exploratorias tanto con fines de precisión de la problemática, como para la elaboración de los métodos de las encuestas generales. El plan de la entrevista en un futuro puede convertirse en una encuesta.

2. Investigación de control para comprobar la información obtenida por otros métodos.

3. La entrevista puede utilizarse como el principal método de recopilación del material cuando la selección es limitada o pequeña, principalmente en la investigación socio-psicológica, cuando el objeto de investigación por sí mismo no posee una gran difusión.

Características de la entrevista

Como todo recurso de la investigación científica, la entrevista presenta una serie de características; algunas de ellas son privativas, otras -de tipo general- las comparte con el resto de los medios. Estas son:

1. La entrevista como método busca la información en las respuestas del sujeto. Es conveniente considerar aquí que con independencia de que en la práctica no se entrevista a uno, sino a un número determinado de sujetos, en cada entrevista obtenemos respuestas personales, individuales, únicas en el más estricto significado de estos términos, aunque el conjunto de opiniones, actitudes, necesidades o conocimientos sobre los que indaguemos puedan tener mucho en común. Esto es válido incluso para aquellas entrevistas colectivas que se realizan a grupos de sujetos.

2. Se efectúa en condiciones donde se establece determinada relación interpersonal, de la cual depende precisamente la obtención de los datos -tanto en necesidad, como en suficiencia- para los objetivos de la

investigación. En otros términos, la entrevista requiere del contacto personal y de la integración que a través de este contacto se establece entre entrevistador y entrevistado.

3. Independientemente del número infinito de propósitos particulares que prueben tener los investigadores al utilizar la entrevista, cualquiera de ellos responde a uno de estos tres objetivos fundamentales: obtener información, suministrar información o modificar conductas.

4. Dispone de un plan o vía de preguntas con determinado ordenamiento y relación lógica, que se corresponde cuantitativa y cualitativamente con la información buscada según los objetivos de la investigación. Esta guía puede ser temática en el sentido de que se planifican los aspectos generales que debemos preguntar, lo que supone un grado mínimo de estructuración en las preguntas o puede estar totalmente estructurada, atendiendo a detallar explícitamente todas las posibles preguntas que agoten el campo de información.

5. Las entrevistas se clasifican en diferentes tipos atendiendo a los criterios de clasificación de cada autor.

Como todo método científico, la entrevista debe cumplir con una serie de requisitos para su validez y confiabilidad, por lo que el entrevistador debe poner atención en:

- Garantizar la uniformidad del procedimiento al entrevistar.

- Elaborar preguntas que propicien de forma inequívoca las respuestas relativas a los asuntos de interés.

- Lograr un óptimo grado de consistencia en las respuestas, de ser sometido el sujeto en diferentes oportunidades a la misma entrevista.

Selección de entrevistados

La entrevista es un método que necesita mucho tiempo en el momento de realizarla. Es por esto que existen muy pocas investigaciones que utilizan esta técnica para recopilar todos los datos necesarios. (AVILEZ) considera importante verificar los datos recopilados utilizando unos de los otros métodos de recaudación de datos. Este método se aplica en todos los niveles gerenciales y de empleados y depende de quien pueda proporcionar la mayor parte de la información útil para el estudio. Por ejemplo, los analistas que estudian la administración de inventarios pueden entrevistar a los trabajadores del embarque y de recepción, al personal de almacén y a los supervisores de los diferentes

turnos, es decir, aquellas personas que realmente trabajan en el almacén; también entrevistarán a los gerentes más importantes.

Tipos de entrevistas

Como se había planteado anteriormente, la entrevista puede clasificarse según diferentes criterios. La clasificación que será tratada está basada en la recopilación realizada por (DIHÍGO; GRANADOS y GONZÁLEZ 1999), la cual se muestra en el cuadro siguiente.

Criterios	Clasificación
Por la estructura	• Entrevista directiva • Entrevista no directiva
Por el número de entrevistados	• Entrevista individual • Entrevista grupal
Por el objetivo	• Entrevista informativa • Entrevista orientada
Por la función que cumplimentan	• Entrevista exploratoria • Entrevista informal o introductoria • Entrevista de control

Tabla 3.3. Clasificación de las entrevistas.

Entrevista directiva

Las entrevistas directivas se realizan siguiendo tres técnicas fundamentales: la técnica del **cuestionario, la guiada** y **la centrada.**

La entrevista que se rige por un **cuestionario** requiere de antemano que se preparen las preguntas, que generalmente son aprendidas de memoria por el entrevistador y que se formulan como si se estuviesen inventando en el momento. Al utilizar esta técnica, deberán hacerse las mismas preguntas a todas las personas entrevistadas, de manera que con posterioridad podamos establecer comparaciones. Esta técnica presenta determinada rigidez, ya que el entrevistador tiene poca oportunidad para la espontaneidad al estar previamente estructuradas, en cuanto al contenido y la forma, las preguntas que habrán de hacerse. Resulta útil para recoger hechos, pero poco conveniente si se persiguen otros objetivos más profundos.

La entrevista **guiada** es preparada también de acuerdo con un plan en el que se establecen los puntos sobre los que habrá de desarrollarse la entrevista. Se diferencia de la entrevista regida por el cuestionario en que el orden de las preguntas no está rígidamente establecido, sino que depende de las expresiones del entrevistado, de manera que las cuestiones previstas se formulan en

relación con el curso de las expresiones del entrevistado. En esta técnica, las preguntas no son planteadas de igual forma a todos los sujetos. Por lo general, se usa cuando se quiere indagar acerca de las representaciones o impresiones de los entrevistados en relación con determinadas situaciones.

La entrevista **centrada** es aquella en que el investigador tiene como objetivo conocer las opiniones de diferentes personas con respecto a situaciones comunes a todas. La entrevista, por tanto, está centrada sobre un objetivo preciso. Ahora bien, a pesar de que el objeto de la entrevista está definido con claridad, las preguntas formuladas al sujeto son libres.

Entrevistas no directivas
Se denomina entrevista no directiva a la que tiene como objetivo explorar aspectos profundos de las actitudes y sentimientos del entrevistado.

A diferencia de la entrevista directiva, en la que el que finge como entrevistador estructura el intercambio, en este tipo se trata de que el propio entrevistado sea el encargado de estructurar la entrevista.

En esta variante de entrevista, el sujeto entrevistado deberá proceder por sí mismo a la exploración de sus actitudes, sentimientos, etc. En la entrevista no directiva, la actitud básica que el entrevistado deberá adoptar es comprensiva, haciendo un esfuerzo por representarse los sentimientos y actitudes del entrevistado.

Las intervenciones del entrevistador en la técnica no directiva deberán estar dirigidas a:

- Verificar o comprobar que lo que él ha interpretado de las expresiones del entrevistado corresponden a sus verdaderos sentimientos y actitudes.

- Facilitar al entrevistado estas actividades de autoexploración.

Entrevista individual
La entrevista individual es el tipo más común de entrevista. En ella, el sujeto de la entrevista es uno solo. Se utiliza esta técnica cuando nuestro interés reside en conocer hechos, sentimientos y actitudes del entrevistado, de manera que indagamos privada y confidencialmente con él esos datos.

Entrevista grupal
En la entrevista grupal, el investigador no está frente a individuos aislados, sino frente a un grupo. La finalidad de esta técnica es la de investigar cuestiones de interés en relación con el grupo.

Para conducir una entrevista de este tipo, se propone al grupo un objetivo que está en estrecha relación con el motivo de la entrevista. El objetivo debe ser percibido de forma precisa y clara por los integrantes del grupo. Solo una vez lograda la aceptación del objetivo básico de la investigación, podemos hacer que los sujetos colaboren con el entrevistador para alcanzar los objetivos propuestos.

Una dificultad que se presenta en la entrevista grupal depende de que lo que se exprese en ella no sea en realidad lo que piensan y sienten todos y cada uno de los sujetos miembros del grupo, sino la opinión y la actitud del que se erige como líder. En este caso, sin embargo, se revelan aspectos relativos a la estructura del grupo en cuestión.

En la entrevista grupal, el entrevistador debe estimular la participación de la mayoría de los miembros del grupo, dirigir las interacciones hacia los objetivos previamente establecidos, tratar de no influir en las ideas y opiniones del grupo.

Entrevista informativa
En la investigación, la entrevista informativa es el tipo más común de entrevista y tiene como objetivo recoger datos o informaciones que el sujeto (o los sujetos) brinde(n) sobre hechos, situaciones, acontecimientos, sentimientos, opiniones, actitudes, etc.

Entrevista de orientación
En este tipo de entrevista, el investigador, sobre la base de datos recogidos y conocimiento previo de los entrevistados, no tiene como objetivo recoger información de estos, sino orientarlos, ofreciéndoles las informaciones necesarias para modificar sus actitudes, analizar situaciones desde otros puntos de vista y demás.

Entrevista exploratoria
Este tipo de entrevista se aplica a especialistas o a testigos excepcionales con el fin de obtener asesoramiento sobre un tema de investigación, fuentes disponibles, etc., así como remitir a los testigos importantes que pueden informar sobre distintos puntos de los hechos que se investigan, o bien suministrar los nombres de otros informantes probables.

Entrevista informal o introductoria
Es la que el investigador lleva a cabo para preparar las condiciones y concertar las entrevistas definitivas; en ellas puede comunicarse al entrevistado la guía de los asuntos sobre los que se le preguntará.

Entrevista de control
La entrevista de control tiene como objetivo comprobar la información obtenida mediante testimonios orales, documentos, etc. Su función es verificadora.

Otros autores, entre ellos (AVILEZ) y (LIMA 1996), clasifican las entrevistas en estructuradas y no estructuradas:

- **Entrevista estructurada**: se basa en un grupo de preguntas predeterminadas, las cuales pueden presentar formato cerrado o abierto. Las preguntas abiertas facilitan al entrevistado dar cualquier respuesta que considere apropiada, mientras que las preguntas cerradas proporcionan al usuario un conjunto de respuestas de las cuales debe seleccionar.

- **Entrevistas no estructuradas**: permite que el entrevistador formule preguntas no previstas durante la conversación. Posibilita mayor flexibilidad en el tipo de pregunta y de respuesta a ejecutar.

Pasos para la aplicación de la entrevista

Para aplicar las entrevistas en las investigaciones, se debe, en primer lugar, conocer, hasta donde sea posible, el problema sobre el cual se precisa información. El dominio del tema favorecerá una acertada selección de los temas concretos que demandan información y las posibilidades de obtenerlo mediante entrevistas. En segundo lugar, las hipótesis formuladas deben servir de apoyo en cuanto a determinar la calidad de los datos que se necesitan para su contratación; la entrevista, como fuente proveedora de datos que es, estará en función de las hipótesis de trabajo. A partir del conocimiento previo de estos elementos, el investigador podrá dar los pasos conducentes a la aplicación de este tipo de técnica. Dichos pasos pueden ser resumidos del siguiente modo:

1. Determinar la situación concreta que requiere del informe oral y seleccionar a los informantes, partiendo de su vinculación con los hechos que se necesitan conocer.

   En el caso de que la entrevista tenga como objetivo conocer sentimientos, actitudes y otros elementos socio-psicológicos, seleccionar los sujetos que serán de estudio.

2. Elaborar la lista de tópicos, llamada también "guía de entrevista", que servirá de base para la formulación de las preguntas que se emplearán. La lista de tópicos o guía de entrevista será en todos los casos el instrumento maestro, el punto de partida del cual se derivará la entrevista cualquiera que fuese su forma definitiva.

3. Definir la estructura que se dará a la entrevista, formulando las preguntas y organizándolas de la manera más conveniente, en dependencia de la individualidad de los presuntos informantes.

La guía de la entrevista

Antes de realizar una entrevista, debe elaborarse una guía que permita abordar los objetivos principales de la investigación.

Para elaborar una guía de entrevista se debe tener en cuenta una serie de pasos:

1. El investigador debe tener muy presente el tema, los objetivos y las hipótesis que se plantea la investigación. Para esto se elabora una lista preliminar de puntos, destacando aquellos aspectos más importantes que resultará imprescindible abordar en la entrevista. Aquí el investigador se apoya en su experiencia, la revisión de literatura especializada y las opiniones de colegas u otras personas conocedoras del tema.

2. Elaboración de la primera versión de las preguntas. Ya desde esta primera versión, deben tomarse en consideración las características de los sujetos que serán entrevistados. En este sentido, el vocabulario a emplear ha de adaptarse al nivel de comprensión del sujeto investigado o fuente de información. Evitar todas las preguntas que empiezan con qué, pues estas pretenden indagar de manera demasiado directa asuntos complejos, tales como motivaciones, causas objetivas o subjetivas, que en realidad pueden resultar poco claros para el que tiene que responder.

   Las preguntas no deben influir en las respuestas ni deben sugerirlas o insinuarlas. Por ejemplo, ¿fueron las lluvias la que provocaron poca cosecha? A estas preguntas, lo más probable es que respondan afirmativamente, aunque esa no sea la causa principal de la poca cosecha.

   Es conveniente evitar preguntas que sean respondidas con monosílabos o de forma lacónica. Las preguntas deben estimular la participación del entrevistado.

   La pregunta no debe ser demasiado larga porque el entrevistado tiende a contestar una sola parte. De modo que una pregunta larga, que incluye más de un aspecto a contestar, debe ser dividida en varias preguntas cortas.

   La forma de preguntar debe cuidarse para evitar que se pueda ofender al entrevistado. Por ejemplo, si se tienen dudas en relación con el nivel de escolaridad de un sujeto, sería incorrecto preguntarle: "¿Falta usted con frecuencia al trabajo?", más bien se diría, "¿Tiene usted dificultades para asistir con regularidad al trabajo?".

   En ningún momento deben hacerse preguntas con doble sentido, pues estas resultan poco comprensivas para el entrevistado provocando desconfianza.

3. Someter esta primera versión de entrevista a la evaluación de personas que posean alguna experiencia en la utilización del método y en el tema de la investigación. Por lo general ocurren cambios con la lista original de preguntas.

4. Se aplica la entrevista luego de efectuados los cambios pertinentes producto del tercer paso, de forma exploratoria, o a manera de pilotaje, a sujetos con características similares a la muestra que se pretende estudiar en la investigación. Debe tenerse en cuenta el tiempo de duración de la entrevista ya que si son muy rápidas pueden llevar a conclusiones erróneas y, por el contrario, si son muy prolongadas el entrevistado puede cansarse -síntoma que comienza a manifestarse después de media hora de entrevista-. Por lo que es conveniente, cuando sean muchos los aspectos a tratar, concertar más de una entrevista en lugar de pretender abordarlo todo en una sola sesión.

5. Teniendo en cuenta estos pasos anteriores, puede procederse a la aplicación del método a la muestra de sujetos de la investigación.

Aspectos a tener en cuenta para la realización de una entrevista
El ambiente en que se realiza la entrevista es un elemento a considerar; se recomienda un ambiente agradable, apartado, tranquilo, limpio y ordenado. Estas circunstancias externas favorecen el desenvolvimiento de la entrevista e inciden, por tanto, en el éxito de esta.

Las actitudes que adopta el entrevistador en el curso de la entrevista constituyen otro aspecto a considerar. Por eso es conveniente adoptar en este proceso de comunicación una actitud de sinceridad, confianza y cooperación. La entrevista se debe desarrollar del modo más natural posible, estimulando al sujeto a colaborar de manera eficaz y a evitar actitudes defensivas.

Sobre el esquema de la entrevista existen varios criterios, aunque muchos autores lo describen en tres partes. (MESA 2002) la descompone en presentación, cuerpo y final, mientras que (FERRÁNDIZ y ELGUEZABAL) utilizan los términos iniciación, desarrollo y finalización:

Iniciación: en esta fase es muy importante poner atención en la construcción de confianza con el entrevistado. Es el momento de explicar los objetivos, importancia de la entrevista, pistas generales sobre los temas que interesan al entrevistador y otra información que se considere necesaria; teniendo siempre presente que los errores o malentendidos en estos primeros momentos pueden truncar la entrevista.

En la elaboración de las preguntas se debe ir de lo general a lo concreto, comenzando con las más generales y fáciles de contestar en los momentos iniciales.

Desarrollo: es la fase de elaboración y profundización de los temas planteados inicialmente. Se debe respetar la textura y ritmo narrativo del entrevistado. En caso de bloqueo se recomienda: conducir la entrevista en otra dirección, volver temporalmente a un nivel mayor de generalidad o plantear un resumen de lo hablado hasta el momento. Se deben dar oportunidades para la rectificación o matización de asuntos que hayan salido anteriormente en la conversación y cobran importancia en momentos más avanzados de la entrevista.

Finalización: un aspecto fundamental de las entrevistas es saber cuándo acabarlas. Existen varios motivos por los que deben concluir, por ejemplo, cuando la entrevista llega a un punto muerto y se hace repetitiva, o el entrevistado se encuentre incómodo por cualquier motivo interno o externo.

El entrevistador debe cumplir con las siguientes reglas

- Escuchar al que habla, de una manera paciente y amistosa, pero al mismo tiempo razonadora y crítica.
- No debe revelar ningún rasgo de carácter dominante.
- No debe dar consejos ni expresar exhortaciones morales.
- No debe discutir con el que habla.
- Hablar o hacer preguntas solo en determinadas circunstancias:
  a. para ayudar a que la persona se exprese;
  b. para librarla de posibles miedos y tensiones que puedan influir en su actitud hacia el entrevistador;
  c. para aprobar al entrevistado respecto a una expresión exacta de sus pensamientos;
  d. para volver en la conversación a elementos olvidados o abandonados;
  e. para analizar las conjeturas ocultas, si resulta apropiado.
- No debe utilizar un lenguaje cargado de fraseología inútil o ambigua.

- Cuando no quede más remedio que indagar hechos íntimos, deberá hacerse con mucho tacto, cuando esté ya consolidada la confianza y seguridad del entrevistado.

Algunas desventajas de la entrevista

A pesar de ser la entrevista un método de investigación de gran utilidad, presenta algunas limitaciones:

- Se basa en los puntos de vista de los sujetos acerca de determinados hechos, por lo que pueden estar alejados de la realidad.
- Ocupan un tiempo bastante extenso.
- La necesidad de un gran número de entrevistadores.
- Como consecuencia de los dos factores anteriores, las razonas económicas.
- La subjetividad, que es al mismo tiempo una limitante y una ventaja.
- Los entrevistadores tienen que estar bien entrenados, por lo que necesitan mucha experiencia.

3.2.3. La encuesta

La encuesta como método de investigación científica persigue el objetivo de obtener respuestas a un conjunto de preguntas. Las preguntas se organizan de acuerdo con determinados requisitos en un cuestionario, cuya elaboración requiere un trabajo cuidadoso y, a su vez, esfuerzo y tiempo para prepararlo adecuadamente, y que sirva para despertar el interés de los sujetos que lo responderán. Despertar el interés y que los sujetos las respondan con seriedad y sinceridad tiene gran importancia, máxime cuando lo que se pregunta no tiene una significación especial en la vida laboral, de estudio, o sea, cualquier actividad futura de los sujetos investigados.

Según (BERMEJO 1998), **el cuestionario es una buena elección si**:

- El problema está bien definido (tal vez como hipótesis) y no será modificado durante el proyecto.

- Todas las preguntas que han de ser respondidas se conocen por anticipado. No se necesitan preguntas adiciones de aclaración.

- El “rango” de respuestas posibles se conoce por anticipado. Solamente se quiere conocer la distribución de las respuestas: cuántos encuestados elegirán cada respuesta.

- Las preguntas implican hechos, cantidades o aspectos físicos definibles fácilmente.

- Hay preguntas que algunos encuestados podrían preferir responder anónimamente.

- Se tiene mucho interés en el análisis numérico.

La encuesta puede definirse como un método de recogida de datos por medio de preguntas, cuyas respuestas se obtienen de forma escrita u oral con el objetivo de estudiar determinados hechos o fenómenos por medio de la expresión de los sujetos.

Este método, por sus características, tiene elementos comunes con la entrevista ya que ambos se basan en preguntas que deben ser respondidas por los sujetos; se puede usar en la etapa inicial de la investigación, en estudios pilotos o cuando ya están elaboradas las hipótesis del modelo teórico de la investigación..

Los requisitos comunes de la encuesta con la entrevista.

- Requieren elaborar cuestionarios en los que las preguntas deben ser claras y precisas, que no admitan diversidad de respuestas, lo cual les daría un carácter ambiguo, pues a preguntas inexactas, mal redactadas, habrá respuestas imprecisas mal respondidas.

- Las preguntas deben permitir a los sujetos sentirse parte de lo que se investiga y estar relacionados con sus marcos de referencias e intereses, correspondiendo a sus experiencias y conocimientos más cercanos.

- Debe crearse un adecuado *rapport* entre el investigador y el investigado, que no es más que lograr un clima afectivo positivo entre ambos, lo cual contribuirá favorablemente a la investigación.

- Darle a la tarea la suficiente importancia y significación.

Selección del personal encuestador

No menos importante resulta la selección del personal auxiliar encuestador. En tal sentido es suficiente que estos tengan:

- Dominio de la técnica (y, de ser posible, sean especialistas del área que contiene el problema científico).
- Conocimiento del objetivo u objetivos que se propone la encuesta.
- Participación en la encuesta piloto.
- Facilidad para establecer relaciones interpersonales.
- Actitud crítica y analítica hacia los posibles imprevistos, en cualquiera de las fases (elaboración, aplicación o procesamiento).
- Tiempo total para la actividad.

Para la utilización de este método es recomendable que el especialista resuelva una serie de **tareas esenciales** tales como:

- Preparar el cuestionario.
- Someter a prueba el instrumento elaborado.
- Formar y dirigir el personal encuestador.
- Dirigir las operaciones preliminares al procesamiento matemático de los datos y (de forma más ambiciosa) al procesamiento mismo.
- Propiciar una acogida favorable a la encuesta por parte de los sujetos fuente de información.

(MELLA *et al.* 2001) modifica una encuesta realizada por (PETER 1998) que tiene como objetivo principal la medición de la cultura innovadora.

Mi empresa o departamento	Sí	A veces	Nunca
Aquí se tolera el fracaso, incluso se considera bueno			
Las ideas corren libremente, sin que esta u otra persona (o departamento) las acapare			
Estamos dispuestos a intentarlo muchas veces y a aceptar una media de éxitos relativamente baja			
Invertimos mucho tiempo y dinero en la renovación de las instalaciones y de las personas			
Nos gusta cambiar			
Somos amantes de la diversidad			
Nuestro producto/servicio es lo máximo y estamos decididos a seguir			
No intentamos reinventar la rueda, tomamos las buenas ideas y las probamos rápidamente			
Siempre estamos trabajando con otros, incluso con gente de fuera, en nuevos proyectos, grandes y pequeños			
Creemos que cualquiera de nosotros puede ser un gran triunfador			

Tabla 3.4. Encuesta para medir la cultura innovadora.

Tipos de encuestas

Las encuestas pueden, por la forma de su estructura, ser abiertas o sin estructurar, y cerradas o estructuradas. Con frecuencia, las entrevistas son menos estructuradas que las encuestas, pues en las primeras el entrevistador hábil y experimentado puede manejar las preguntas y la información como si fuera una simple conversación social, lo cual no ocurre con el cuestionario impreso.

De acuerdo con el criterio de clasificación que toman como base la forma en que están estructuradas las preguntas, existen dos tipos de encuestas: abiertas y cerradas.

Encuestas abiertas

Las encuestas abiertas o no restringidas propician respuestas que podemos calificar como más espontáneas y libres, con la redacción más personal por los sujetos investigados. En este caso, no se facilitan respuestas previas. En general, se considera que en las encuestas abiertas las respuestas suelen ser más profundas, permiten que los sujetos puedan argumentarlas, pero presentan la desventaja de que, dada la posible amplitud de estas, se dificulta su tabulación. En este tipo de pregunta puede haber motivos dispares para las respuestas, por lo que se recomienda combinar preguntas abiertas y cerradas en un mismo cuestionario.

Las encuestas de preguntas abiertas a veces pierden exactitud, pero pueden usarse como inicio para obtener indicios previos, y son típicas en un estudio piloto. En cualquier tipo de cuestionario, y no solamente en lo referente a este método, se deben evitar influencias recíprocas entre los sujetos para que cada uno refleje verdaderamente sus opiniones, motivaciones, actitudes, etc.

Un ejemplo de pregunta abierta es:

¿Diga los motivos por los que seleccionó el hotel Meliá Varadero para pasar sus vacaciones?

Encuesta cerrada

Las encuestas cerradas incitan a responder de forma breve, de forma específica, quizás en algunos casos con monosílabos como Sí o No, señalando una proporción o ítem para responder a determinada pregunta.

Por ejemplo:
¿Por qué compró un auto de la marca X? Ordene los motivos jerárquicamente:
a. ---- Tiene un diseño bonito.
b. ---- Es más confortable.
c. ---- Es más económico.
d. ---- Por el precio.
e. ---- Otras. (Especificarlas).

Aun cuando se trate de una encuesta cerrada, es conveniente incluir la categoría "otras", pues hay respuestas no previstas, incluso es posible que pudiera faltar la categoría más importante y el sujeto objeto de la encuesta la puede señalar. Este tipo de encuesta tiene la ventaja de que es fácil de llenar, requiere

poco tiempo para ser respondida, mantiene al sujeto en el tema, es bastante fácil de clasificar y analizar. Sin embargo, puede tener la desventaja de no ser rica en información, de abarcar aspectos limitados.

Esta misma pregunta en una encuesta abierta se formularía así:
¿Por qué compró un auto de la marca X? Explique brevemente las razones. (En este caso no se enumeran alternativas a jerarquizar.)

Requisitos para la elaboración y el empleo de cuestionarios
Un cuestionario bien elaborado -y en su elaboración se incluye la consigna- puede resultar muy a la investigación.

La consigna es el conjunto de instrucciones y orientaciones que se brindan a los encuestados en relación con el objetivo y la importancia de las preguntas que ellos deberán responder; esta debe ser breve, clara y precisa, de manera que en pocas palabras los sujetos de investigación conozcan la significación que tendrán sus respuestas, por lo general de carácter anónimo, lo cual evita la falta de sinceridad.

Antes de plantearse la elaboración del cuestionario, debe partirse -como a la hora de aplicar cualquier método empírico- de una concepción previa, diáfana y exacta del diseño general de la investigación. Este diseño comprende los objetivos, tareas e hipótesis y, por supuesto, el lugar que ocupa la encuesta como método, para qué servirá y qué se espera de ella.

El investigador inexperto, al preparar su cuestionario, se enfrentará a algunas dificultades, y conocerlas de antemano le posibilitará evitarlas o resolverlas. Una tendencia bastante común es tratar de abarcar un tema de investigación demasiado amplio; puede suceder, de igual modo, que exista la tendencia hacia una cantidad muy grande de preguntas. Para abarcar de forma adecuada el tema, o cuestión a investigar, en el cuestionario deben constatarse constantemente los objetivos con las preguntas.

No solo es necesario tener presente el área o áreas a que deben referirse las preguntas, las cuales, indudablemente, le conferirán validez al cuestionario, sino que también las preguntas han de tener una consistencia lógica interna, es decir, en el cuestionario habrá toda una serie de preguntas relacionadas con un aspecto o varios aspectos del tema.

Al igual que cuando se utiliza cualquier otro método empírico de investigación, es necesario, en función del trabajo científico, delimitar correctamente el número de preguntas del cuestionario, de los objetivos precisos que se persiguen con cada una de ellas, para de esta forma circunscribir las cuestiones

a la amplitud que realmente deben abarcar. Hay que limitar la extensión del cuestionario sobre la base de un criterio de validez de contenido de lo que se pretende investigar y, además, se tendrá presente el tiempo que necesitan los sujetos para responderlo.

La delimitación correcta del contenido y del número de las preguntas presenta las mismas dificultades que se plantean en la selección del tema de investigación, de sus objetivos, hipótesis, etc. Por todo esto, muchas de las recomendaciones que se hacen para ayudar a resolver estas dificultades son aplicables a la hora de plasmar y organizar las preguntas de un cuestionario:

- Revisar toda la literatura y las investigaciones realizadas previamente sobre lo que se desea investigar.
- Efectuar entrevistas a los autores de los trabajos ya realizados.
- Realizar estudios pilotos que sirven para perfilar operacionalmente las preguntas.

El tiempo que se invertirá en responder un cuestionario es fundamental, ya que tiene relación con la motivación de los sujetos: muchas veces en un inicio esta motivación existe pero se puede perder en función del cansancio si el cuestionario es demasiado extenso. La extensión del cuestionario dependerá además de los objetivos y de la problemática de la investigación, de las características de la muestra y de otras variables. Con respecto a la extensión adecuada del cuestionario, no hay un criterio uniforme, pero en la práctica se ha comprobado que el mismo debe ser respondido entre veinte y treinta minutos, ya que a partir de ese tiempo comienzan a manifestarse los síntomas de cansancio, lo cual hace que las respuestas sean poco válidas, incluso incoherentes y absurdas, producto de una reacción psicológica negativa de los sujetos a la tarea.

Lo primero que se debe realizar antes de elaborar cualquier pregunta es una lista de los aspectos sobre los que es necesario preguntar de acuerdo con los objetivos de la investigación. La elaboración de preguntas sin este paso previo, por lo general, lleva a errores; y hasta la primera formulación de preguntas será un ensayo para variantes posteriores. Es recomendable que se elaboren más preguntas de las que se utilizarán, lo que permitirá efectuar una depuración de las preguntas iniciales en un momento dado del trabajo.

Como parte de estudios pilotos, pueden elaborarse cuestionarios sencillos de entrevistas, para que estas sirvan para delimitar la lista total y el rango que abarcarán todas y cada una de las preguntas del cuestionario, los puntos

verdaderamente productivos. Cuando se hace un estudio piloto inicial para perfeccionar el cuestionario con vistas a una investigación posterior, este estudio tendrá una muestra definida que provenga de la misma población o universo y con características similares a las que se usarán en el estudio más general. El estudio piloto inicial servirá para conocer la proporción de respuestas de "no lo sé", el número de sujetos investigados que muestran poco interés o se niegan a responder a algunas preguntas o a todo el cuestionario y la facilidad para encontrar y disponer de la muestra de sujetos en tiempo y espacio..

Errores más típicos de un cuestionario

- Falta de especificidad y concreción en las preguntas.
- No hay orden lógico ni agrupación por temas o áreas en las preguntas.
- Preguntas que tratan por sí solas de abarcar muchos datos.
- Preguntas difíciles de comprender por los sujetos de la muestra.
- Respuestas estereotipadas -sí o no, o sencillamente acordes con las costumbres y no acordes con opiniones personales-.
- Comentarios sin significado alguno acompañando a las respuestas -también las respuestas evasivas-.

El cuestionario debe ir de las preguntas más sencillas a las más complejas, de las menos significativas emocionalmente para los sujetos a las más significativas; tienen que ser susceptibles de agrupar las diferentes cuestiones por áreas -familiar, social, de trabajo, etc.-, pues esto facilita su ulterior tabulación, o sea, las preguntas que se refieren a un mismo tema se agruparán siguiendo un orden lógico. Las cuestiones centrales del cuestionario no deben ir al inicio, tal como ocurre en las entrevistas sobre las cuales se dice que su parte más productiva es la central. Las preguntas iniciales, corrientemente, son de carácter introductorio y despiertan el interés por contestar el resto del cuestionario; por supuesto, las más significativas y complejas tampoco deben ir al final, pues se corre el riesgo de que surja el cansancio o falta de motivación alrededor de los veinte minutos de iniciado el cuestionario. Al final, todo cuestionario deberá propiciar por medio de una pregunta abierta o en observaciones que los sujetos expresen cualquier idea, deseo u opinión que estimen pertinentes, y se les agradecerá la ayuda que han prestado a la investigación. No hay duda de que son muchos aspectos a tener en cuenta, pero son necesarios.

Riesgos que conlleva la aplicación de cuestionarios

La aplicación del cuestionario puede traer consigo dificultades debido a los riesgos que presenta, entre los cuales (PUENTE) menciona:

- La falta de sinceridad en las respuestas.
- La tendencia a decir sí a todo.
- La sospecha de que la información pueda revertirse en contra del encuestado.

- La falta de comprensión de las preguntas o de algunas palabras.
- La influencia de la simpatía o la antipatía tanto con respecto al investigador como con respecto al asunto que se investiga..

3.2.4. La medición

Dentro de los métodos empíricos de investigación se ha estudiado la observación, analizando en qué consiste y estudiando algunos procedimientos que permiten hacerla válida.

Como una prolongación del tema de la observación, se puede establecer un procedimiento más perfecto, más exacto si se quiere, para determinar las cualidades de los objetos y trabajar con ellos. Este es la medición. Cuando no hay un detenimiento solo en la observación, sino que se expresa mediante números, se comprende que el trabajo se hace más exacto, pues ello permite utilizar un conjunto de procedimientos matemáticos para analizar los datos e incluso determinar hasta qué punto son ciertos o no.

Sin embargo, el medir no es un asunto fácil. Es imprescindible saber cómo y cuándo es posible realizar una medición y qué valor tiene cada medición que se realiza, para que los valores que se obtengan producto de este proceso tengan significación y se puedan interpretar. En otras palabras, para que la medición tenga realmente una mayor precisión que la observación, es necesario conocer exactamente su significado.

Si se piensa en la palabra medir, seguramente se evocan una serie de situaciones de la vida cotidiana: medición de la temperatura, cálculo del momento de inercia de un cuerpo, medición de la estatura y muchos más. Todos estos aspectos se relacionan efectivamente con la palabra medir.

Hay otro término que se evoca inmediatamente al pronunciar esta palabra: el número. No se concibe la medición sin números y esto también es cierto.

Con estas experiencias en mente, se puede adelantar una definición rudimentaria de la medición como: la atribución de números a propiedades, cualidades, rasgos, atributos, etc., de los objetos y fenómenos del mundo material.

Pero el objetivo de este epígrafe es avanzar un poco más. Para ello, se debe precisar el carácter diverso de las cualidades, los rasgos, los atributos, etc. que pueden medirse y, por otra parte, cómo se efectúa el proceso de atribución de números a esta cualidad. Y, por último, determinar el significado de estos números de tal forma que se pueda trabajar con ellos matemáticamente.

Ante todo se deben estudiar las condiciones necesarias para poder efectuar la medición, esto es: la conceptualización de las propiedades del objeto, la unidad de medición y el proceso mediante el cual puede obtenerse el valor numérico de la magnitud que se desea medir. Estas condiciones son necesarias, pues sin ellas resulta imposible o carente de significado la medición.

Condiciones necesarias para la realización de la medición

La cualidad del objeto y su conceptualización

Todo objeto o fenómeno de la realidad presenta al observador gran número de características. Algunas son observables directamente, es decir, son dadas de forma inmediata a través de los sentidos, y otras son más complejas y solo se pueden inferir gracias al pensamiento.

Al observar un alambre metálico se aprecian su grosor, longitud, color, brillo y se puede comprobar si tiene algún sabor u olor característico. Estas son propiedades que se aprecian directamente gracias a los sentidos. Sin embargo, se estará de acuerdo en que es muy difícil conocer si entre las propiedades del alambre mencionado están la de conducir la corriente eléctrica o si puede soportar altas temperaturas.

Para saber si el alambre posee estas propiedades, se debe someter a un conjunto de operaciones que van más allá del contacto directo con nuestros órganos de los sentidos. Se sabrá si soporta altas temperaturas cuando se determine con ayuda de un horno y un termómetro su punto de fusión. Se conocerá si es conductor de la electricidad con ayuda de una fuente de corriente y un amperímetro.

Sin embargo, aún estas dos propiedades presentan diferencias en la posibilidad de su observación. La fusión se puede apreciar a simple vista, sin embargo, la corriente eléctrica no se puede observar. Se infiere su circulación gracias al amperímetro.

La estructura interna del alambre es incluso más compleja y más difícil de evidenciar aún que la conductividad eléctrica. Para ello, se debe determinar una gran cantidad de propiedades que permitan definir una determinada disposición de sus átomos. Esta estructura no puede ser medida. Solo se podrá describir, aunque para lograr su descripción precisa serán necesarias múltiples mediciones de aspectos particulares internos.

Mediante este ejemplo se aprecian las complejidades que tienen las propiedades de un determinado objeto, así como el hecho de que existen propiedades que por la misma naturaleza de su expresión no pueden ser medidas.

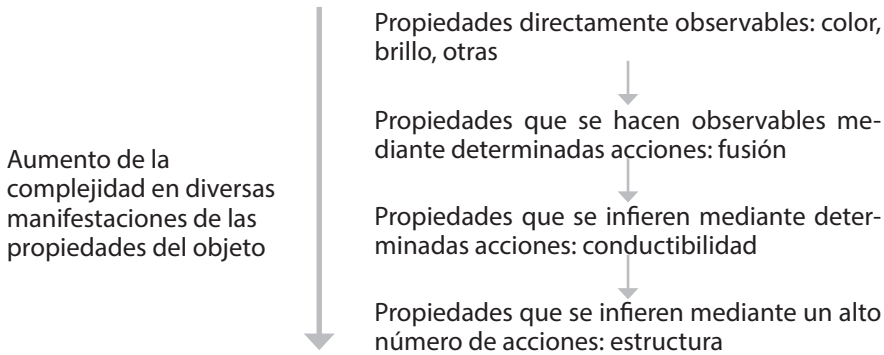


Fig. 13. Representación esquemática del ejemplo.

De igual forma que, en un mismo objeto, las propiedades que se quieren estudiar varían de acuerdo con el grado de accesibilidad aunque se manifiestan así a medida que el objeto de estudio se hace más complejo, también las cualidades que se quieren observar son más difíciles de evidenciar: un pedazo de metal y un hombre difieren en la complejidad de sus cualidades más importantes. Sin duda alguna, un hombre es un objeto mucho más complejo y determinar sus cualidades es una tarea más ardua, como enseña la historia de la ciencia.

Comprendida la diversa complejidad de las propiedades, las cualidades o los atributos de las cosas, se debe dar el siguiente paso que es la interpretación de estas cualidades en función del proceso de conocimiento. Como se ha planteado en otras oportunidades, el hombre es capaz de conocer el mundo gracias al proceso reflejo. Es mediante dicho proceso que se logran imágenes y conceptos que hacen cognoscible el mundo objetivo.

Por esta razón, cuando se habla de medir, no solo se tienen en cuenta las cualidades o propiedades objetivas que las cosas presentan sino que, además, se debe disponer de las imágenes y los conceptos mediante los cuales se conoce la realidad objetiva. Estos aspectos son inseparables. En efecto, cuando se habla de propiedades, tales como la longitud de un alambre o su posibilidad de conducir la corriente eléctrica, se hace mediante conceptos: longitud y conductibilidad eléctrica. Como ser humano, el hombre es incapaz de conocer la objetividad de estas propiedades si no se tienen los conceptos adecuados para describirlas.

Cuando se quiere realizar una medición, no solo será importante conocer que deseamos medir una cualidad o propiedad objetiva, sino que previamente se tiene que haber conceptualizado correctamente lo que se quiere medir, de forma tal que los conceptos que se tienen expresen, aunque sea en forma aproximada, la complejidad de la realidad que se quiere estudiar.

Si no se es capaz de determinar conceptualmente la propiedad o cualidad medible, no tendrán sentido los valores que se obtengan.

No obstante, no basta establecer el concepto necesario de aquello que se desea medir, sino que este debe ser cuantificable. Es decir, el concepto establecido permitirá encontrar una serie de operaciones que faciliten adjudicar los números en función de la magnitud en que se expresen las cualidades. Así, la longitud es un concepto cuantificable por cuanto permite, como se ha mostrado, realizar operaciones que posibilitan la adjudicación de números de acuerdo con su magnitud.

Existen conceptos para los cuales aún no es posible, de acuerdo con el desarrollo actual de los conocimientos, establecer operaciones que permitan la medición. Por ejemplo, se sabe que la forma deportiva es algo que caracteriza al atleta en un momento determinado y que este algo posibilita, indiscutiblemente, la victoria en la competencia deportiva. Se ha logrado hacer una definición bastante exacta de este concepto al conocer su determinación y delimitar algunas de sus expresiones concretas. Sin embargo, para determinarlo, debemos valernos de algunos de sus índices. Esto permite medirlo indirectamente, gracias a algunos parámetros que lo conforman. Pero aún estas formas de medición no son suficientemente exactas y se llega incluso a contradicciones, lo cual es resultado no solo del carácter de este. Aún falta por definir con más precisión este concepto, sobre todo en lo que se refiere a sus índices cuantificables.

Clasificación de las escalas de medidas

Existen varios criterios acerca de la clasificación de las escalas de medidas. Entre estos se encuentra el brindado por (HERNÁNDEZ 2005), quien las clasifica en:

- **Escala nominal:** se considera la más simple, en ella la operación empírica básica se establece por la determinación de igual y el sistema formal por la correlación de los números. Ejemplo: los números de clase, los números de los futbolistas, etc. (1, 2, 3, 4...).

- **Escala ordinal:** en ella la operación empírica que se lleva a cabo es la determinación de mayor o menor respecto a otro. Ejemplo: en las personas difiere el grado de dolor, más o menos dolor.

- **Escala de intervalo o de distancia:** se utiliza cuando se determina la igualdad de intervalo entre los puntos, se precisa el orden jerárquico en función de un atributo. Ejemplo: medición de la temperatura, el agua se congela a 0 ^{o}C y hierve a 100 ^{o}C.

- **Escala de razón:** se utiliza cuando se determina la igualdad de razones. En la misma debe existir igual distancia entre los grados sucesivos, supone un cero racional, suministra información sobre el orden jerárquico según un atributo, a los intervalos entre ellos y la magnitud absoluta a cada objeto. Ejemplo: (-30, -15, 0, 15, 30).

A modo de resumen se ofrece la siguiente tabla:

Escala de medida	Condición entre sistemas
Nominal	Determinación de igualdad
Ordinal	Determinación de mayor a menor
Intervalo	Determinación de igualdad entre intervalos
Razón	Determinación de la igualdad de razón

Tabla 3.5. Condiciones entre sistemas para cada escala.

En un plano más sencillo, las escalas pueden diferenciarse en cualitativas (nominales y ordinales) y cuantitativas (intervalo y razón).

La unidad de medición

Suponiendo que se desea medir la longitud de una varilla de metal, al hacerlo se está planteando que existe una propiedad, cualidad o característica la cual se expresa en un concepto: longitud.

Una vez establecida conceptualmente la propiedad, se piensa que la forma más fácil de hallar el valor que se busca es superponer a la varilla una regla y determinar el número de centímetros de longitud que tiene el objeto; en efecto, este es el sistema más fácil y el que se utiliza corrientemente. Sin embargo, para comprender con más facilidad lo que se ha realizado, es necesario analizar los actos efectuados con mayor detenimiento.

Al superponer la regla a la varilla se ha encontrado que esta tiene ocho centímetros de longitud. En otras palabras, que un centímetro se puede superponer ocho veces sobre la varilla.

De la misma manera se podría lograr una medición de la siguiente forma: tomando un pedazo de metal de longitud *l* y se superpone a un cable. Así se determina que esta longitud *l* puede superponerse un determinado número de veces sobre el cable.

Esto significa que, para medir la longitud del cable, es necesario determinar un valor unitario para superponerlo al cable; es decir, la unidad de medida.

Esta unidad es convencional; se puede utilizar el centímetro o cualquier otra. El requisito indispensable es poseer la unidad.

Con esto no se niega el hecho de que la utilización de una unidad de medida en las ciencias, a pesar de ser convencional, debe reunir algunas características: de facilidad, conservación, constancia y convertibilidad, lo que lo convierte en un complejo problema científico. No obstante, estos aspectos no caen entre los objetivos de este libro.

Comparación y resultado

Como se ha podido apreciar al superponer la unidad al cable, se ha procedido por comparación. Se ha comparado la unidad adoptada con la característica del objeto que se desea medir. El resultado encontrado con este proceso es un número.

El poder expresar numéricamente la característica, propiedad o atributo que se quiere medir, gracias al proceso de comparación con la unidad, abre posibilidades inmensas, pues permitirá utilizar diversos recursos matemáticos en la representación y comparación de estas cualidades, así como inferir determinadas relaciones necesarias.

Si se tiene presente lo planteado hasta el momento, se estará en condiciones de comprender una definición más rigurosa de la medición que la empleada al comenzar este tema.

Se denomina medición al proceso de comparación mediante el cual se determina la relación de una magnitud medible con otra magnitud homogénea que se toma como unidad de medición; el número que expresa esta relación se llama valor numérico de la magnitud medible.

Medición y error

La medición y el error, la equivocación, son inseparables: siempre que se mide, se está introduciendo, quiérase o no, el error en la medición. Esto se debe a que, como el mundo material está en constante movimiento, cada vez que se realiza una medición, el instrumento, el sujeto que realiza la medición y las cualidades que se quieren medir tienen un estado diferente.

La única forma de disminuir estos errores y darles un valor conocido es tomar largas secuencias de mediciones, lo cual permite compensar los diversos errores cometidos y acercarnos razonablemente a la realidad.

Los errores pueden clasificase de la siguiente forma:

De acuerdo a:	Clasificación
Métodos de expresión	Errores absolutos Errores relativos
Fuente de origen	Errores del medio de medición Errores ambientales Errores metódicos Errores subjetivos
Naturaleza física	Errores sistemáticos Errores aleatorios

Tabla 3.6. Clasificación de los errores.

El **error absoluto** es el intervalo por encima o por debajo del valor medio donde probablemente está el verdadero valor de la magnitud medida..

El **error relativo** de una medición cualquiera corresponde al cociente entre el error absoluto y el valor medio de la magnitud medida.

El **error del medio de medición** puede ser causado por imperfecciones en su diseño, por defectos tecnológicos en el momento de su fabricación, etc. Estos errores se incrementan con el uso del medio a lo largo del tiempo, por su envejecimiento, instalación u operación incorrecta, falta de mantenimiento y calibración, maltrato y otros.

Los **errores ambientales** son causados por la inestabilidad de las propiedades del medio en el cual se realiza la medición, tales como variaciones de la temperatura, humedad, presión, presencia de campos magnéticos y vibraciones.

Los **errores metódicos** son errores teóricos de los métodos de mediciones, los cuales se relacionan con las propiedades de los objetos a medir y no tomados en consideración. Por ejemplo, al determinar la densidad de un metal por mediciones indirectas de los resultados de su masa y volumen, el error metódico se introduce si la muestra medida contiene cavidades y burbujas de aire, formadas en el proceso de fundición.

Los **errores subjetivos** son originados por el comportamiento individual de los operarios que toman las mediciones, su estado y disposición durante el trabajo, las inspecciones de sus órganos sensitivos, su habilidad profesional y experiencia, sus condiciones psicofisiológicas, etc.

Los **errores sistemáticos** son aquellos errores que durante el proceso de medición aparecen constantes o cambian de acuerdo a determinada ley.

Atendiendo al tipo de relación funcional, los errores sistemáticos pueden dividirse en constantes, progresivos, periódicos y complejos.

- **Constantes:** son aquellos que, en el proceso de la medición, mantienen un tamaño constante.

- **Progresivos:** son aquellos que tienden a crecer o disminuir, de acuerdo al valor de la escala de mediciones. Este tipo de error se presenta debido a distorsiones en la escala graduada del medio de medición.

- **Periódicos:** son aquellos en los cuales la magnitud del error varía en forma cíclica; la mayoría de estos están asociados con defectos geométricos de partes móviles; como por ejemplo la falta de excentricidad de engranajes, ejes, etc.

- **Complejos:** se expresan mediante funciones y series especiales, originados por errores de carácter metódico en el cálculo de fórmulas teóricas, o en el cambio de las propiedades del objeto medido.

Los **errores aleatorios** son aquellos errores los cuales durante el proceso de medición toman valores que no se pueden predecir. Estos errores aleatorios surgen de cambios sucedidos al azar en las condiciones de medición que en la práctica no pueden considerarse.

Por último, se quiere llamar la atención sobre el hecho de que, si bien la medición garantiza una mayor exactitud en los juicios siempre que el investigador sea consciente de cómo y por qué mide, no se debe dejar llevar por la engañosa suposición de que un estudio es científico solo cuando utiliza números en su solución, porque a veces un estudio cualitativo, que únicamente emplea la observación sola o combinada con el experimento, puede tener un mayor rigor científico y llegar a conclusiones más confiables que un trabajo que atiborre de números de los cuales no se conoce con exactitud lo que significan. Siempre que sea posible, la medición produce exactitud; pero cuando se emplea sin conocimiento de causa, puede llevar a las más equivocadas conclusiones.

3.2.5. El experimento

Anteriormente se estudiaron diferentes métodos empíricos de investigación, y se ha dejado al experimento para finalizar por ser considerado por la generalidad de los autores como el fundamental, el más completo dentro del proceso

de la investigación científica. Algunos autores señalan que el experimento constituye el método modelo del conocimiento científico.

Un concepto muy general de experimento lo ofrece (BERMEJO 1998): "*El experimento es un método para* ***verificar empíricamente una hipótesis causal****. Sobre la base de la hipótesis, diseñamos el experimento de forma que nuestro objeto de estudio tenga la posibilidad de comportarse de acuerdo con nuestra hipótesis o no. El método está así sólidamente anclado en la teoría existente y es posible sólo cuando ya conocemos nuestro objeto bastante bien desde el comienzo y sólo queremos depurar nuestro conocimiento, por ejemplo, estableciendo asociaciones cuantitativas entre variables.*".

Existen muchas definiciones sobre el experimento. Una de las más completas es la citada por (DIHÍGO; GRANADOS y GONZÁLEZ 1999):

"*El experimento es un tipo de actividad realizada para obtener conocimientos científicos, descubrir las leyes objetivas y que influyen en el objeto o proceso estudiado, por medio de mecanismos e instrumentos especiales, gracias a la que se obtiene: 1) la separación, el aislamiento del fenómeno estudiado de la influencia de otros semejantes, no esenciales, y que ocultan su esencia, así como estudiarlo en forma pura; 2) reproducir muchas veces el curso del proceso en condiciones fijadas, y sometidas a control; 3) modificar planificadamente, variar, diferentes condiciones con el fin de obtener el resultado buscado.*"

Se puede definir el experimento como un tipo de método en el cual hay un control estricto entre diferentes variables, y se espera que, gracias a los cambios que voluntariamente introduce el experimentador, se produzca una transformación del fenómeno o hecho que se estudia. Esto quiere decir que **el investigador interviene de modo directo en el experimento**, en el fenómeno o hecho que se estudia.

En el experimento se trata de crear primero un modelo teórico que represente las diferentes variables del fenómeno o hecho; estas variables se aíslan, unas se refuerzan y otras se debilitan.

La aplicación de este método empírico, como cualquier otro, está indisolublemente unido a las concepciones del investigador, al enfoque que este da al objeto de su investigación y, como es lógico, a lo que quiere este investigador analizar, estudiar, de acuerdo precisamente con sus concepciones teóricas.

Con el propósito de ejemplificar este método, se plantea la siguiente situación:

Se quiere determinar cuál es la mejoría en la calidad del servicio brindado a la población general de los llamados servidores públicos, es decir, aquellas personas que atienden al público en alguna unidad administrativa social. Para ello se introduce como variable independiente el sistema de gestión por competencia, el cual se aplicará a todo el recurso humano involucrado en esa actividad.

Un estudio de calidad del servicio aplicado antes y después de la introducción de la variable independiente, gestión por competencia, permitirá determinar la conveniencia o no de su puesta en práctica.

Clasificación de los experimentos

Las clasificaciones en cualquier rama del saber se establecen sobre la base de determinados criterios. (DIHÍGO; GRANADOS y GONZÁLEZ 1999) brindan algunas clasificaciones de los experimentos mencionadas por (NOCEDO 1988):

Criterios	Clasificaciones
Tiempo en que se desarrollan	• Breves • Prolongados
Funciones de los métodos empíricos de investigación	• Prospectivos, descriptivos o de constatación • Verificadores • Formativos
Función de los medios técnicos y las condiciones para su realización	• Naturales • De laboratorio
Objeto de estudio	• Físicos • Químicos • Biológicos • Psicológicos • Sociales

Tabla 3.7. Clasificación de los experimentos.

Estas clasificaciones son solamente un esquema de orientación para el estudio, y cada tipo no incluye al otro. En una investigación pueden utilizarse experimentos combinados indistintamente.

Para una mejor comprensión de los diferentes tipos de experimentos, serán argumentados brevemente en los próximos epígrafes.

Breves y prolongados

Estos experimentos se clasifican sobre la base de un criterio temporal. El hecho de que un experimento sea breve o prolongado no es lo que le ha dado su

calidad o rigor científico. La brevedad no significa necesariamente un menor control sobre el factor de variación de la situación experimental.

El tiempo de duración necesario para la realización de un experimento depende de las particularidades concretas de la investigación de que se trate.

Prospectivos, verificadores, formativos
El experimento prospectivo persigue conocer algunas particularidades de un hecho o fenómeno.

El experimento verificador se orienta hacia la comprobación o refutación de una hipótesis, sirve para verificar o rechazar una teoría. A este tipo de experimento algunos autores le llaman también experimento decisivo o crucial.

El experimento formativo es el encargado de dar una orientación adecuada de la formación y desarrollo de los sujetos que serán sometidos a este. Una variante de experimento formativo es el experimento pedagógico.

Naturales y de laboratorio
El experimento natural es el que se efectúa dentro de las actividades propias de los sujetos, en los centros de trabajo, en su entorno, hábitat, etc. También es conocido como experimento de campo o cuasiexperimento.

El experimento de laboratorio como su nombre lo dice es el que se realiza en condiciones creadas (laboratorios). Se utilizan cuando se requieren cuantificaciones y modificaciones exactas o cuando la condición natural no es posible.

Aspectos a considerar en la realización de un experimento
El experimento, como cualquier método empírico, requiere poseer de antemano un sistema de categorías referentes al hecho o fenómeno que se estudia. Antes de iniciarlo, se requiere una investigación teórica que permite establecer un modelo con la estructura del hecho o fenómeno, sus peculiaridades y una idea acerca de las variables que en él intervienen. Es la fase propiamente experimental en la que se vinculan el principio de la teoría y la práctica, lo que permitirá ajustar este modelo a la realidad.

Como la realización de un experimento se lleva a cabo para analizar si una o más variables independientes afectan a una o más variables dependientes y por qué las afectan, es de suma importancia la manipulación intencional de una o más variables independientes.

Otro aspecto que es igualmente importante es medir el efecto de la variable independiente sobre la variable dependiente, por lo que es requisito que su

medición sea válida y confiable; porque de no cumplirse esto, los resultados no servirán y el experimento será una pérdida de tiempo.

También tiene gran importancia lo que se denomina el control o validez interna de la situación experimental. Esto significa saber qué está ocurriendo realmente con la relación entre las variables independientes y las dependientes, o sea, que los cambios en las variables independientes sean los que realmente estén provocando las variaciones de las variables dependientes y no la influencia de otras variables extrañas (perturbación). Esquemáticamente sería como muestra la siguiente figura.

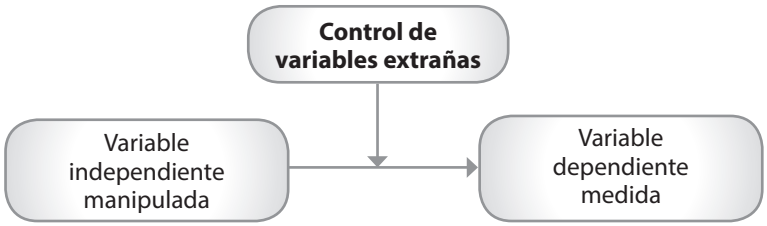


Fig. 14. **Relación entre las variables y el control.**

Es decir, mediante el control se eliminan las posibles perturbaciones que pueden afectar la relación de la variable independiente con la dependiente, aislando así la relación que es de interés para el investigador.

Por último, y no de menor importancia, está la validez externa del experimento, es decir, su representatividad o poder de generalización. Por ejemplo, si se hace un experimento con un nuevo tipo de fertilizante y este puede aplicarse a todas las variedades de caña de azúcar con resultados satisfactorios, el experimento tendrá validez externa. Si este nuevo tipo de fertilizante puede generalizarse a todo tipo de cultivos, tendrá una validez externa mucho mayor.

Fuetes de invalidación.
A continuación se abordarán algunos factores o fuentes de invalidación interna y externa que son importantes conocer a la hora de realizar un experimento para evitar incurrir en ellas o por lo menos atenuarlas.

Fuentes de invalidación interna
Estas fuentes de invalidación interna son variables extrañas o ajenas al experimento, que pueden afectar su validez interna:

1. **Factores situacionales:** son situaciones o acontecimientos que pueden afectar a la variable dependiente y que pueden o no hallarse dentro del marco del experimento; estas tienden a confundir los resultados del

experimento. Por ejemplo, si durante un experimento para analizar la relación entre el estilo de liderazgo y la productividad se estimula a los trabajadores.

2. **Cansancio:** son los que tienen lugar debido a la duración del experimento, que pueden ser muy extensos y, por tanto, pueden afectar a sus resultados. Estos pueden ser: el cansancio, hambre, aburrimiento, aumento en la edad y cuestiones similares de carácter fisiológico y psicológico. Por ejemplo, en un experimento sobre un nuevo método de trabajo, los sujetos pueden cansarse y no obtenerse el resultado deseado.

3. **Inestabilidad:** es cuando no se tiene confianza en los resultados producto de variaciones en las mediciones, fluctuaciones en las personas seleccionadas o componentes del experimento, etc. Por ejemplo, si se desea conocer la relación entre la carga mental y el estrés, contando para ello con dos grupos de trabajadores. El resultado obtenido con el primero de ellos puede ser diferente al obtenido con el segundo grupo porque cuando se experimentaba con el primero había más ruido, transitar de personas, una temperatura mayor, etc.

4. **Procedimiento del pretest** (administración de pruebas): viene dado por la repercusión que pueden tener ensayos preliminares sobre los resultados de las pruebas posteriores. Por ejemplo, si en un experimento sobre el prejuicio de las clases socioeconómicas en el cual se tiene un grupo, a este se le aplica una prueba para ver su nivel de prejuicio, luego se le expone a un estímulo experimental -que supuestamente debe disminuir el nivel de prejuicio-, y posteriormente se vuelve a medir el prejuicio para evaluar si disminuyó o no. Puede ocurrir que las calificaciones o puntuaciones de prejuicio de la segunda medición (después del estímulo) se encuentren influidas por la aplicación de la primera prueba de prejuicio (antes del estímulo). Es decir, la aplicación de la primera prueba puede sensibilizar a los participantes del experimento y, cuando respondan a la segunda prueba, sus respuestas podrían estar afectadas por esa sensibilización. Si disminuye el prejuicio y no hay control, no se sabrá cuánto se debió al estímulo experimental o a la variable independiente y cuánto a dicha sensibilización.

5. **Conocimiento por parte de los sujetos que están siendo objeto de investigación:** cuando se forma un grupo con sujetos que se ofrecen voluntariamente, los resultados obtenidos se verán afectados porque estos estarán motivados en mayor grado que los no voluntarios.

6. **Instrumentación:** es lo relacionado con los cambios que se producen en los instrumentos de medición o en las personas encargadas de realizarlas.

Si la prueba final es más fácil que la inicial, o si los sujetos fueron evaluados por distintas personas, pueden producirse diferencias en los resultados, las cuales no tendrán ninguna relación con la variable independiente.

7. **Regresión estadística:** representa el hecho de que puntuaciones extremas de una distribución particular tenderán a moverse, o sea, regresar hacia el promedio de la distribución como función de mediciones repetidas. Esto puede ser motivado porque ambas mediciones no estén correctamente correlacionadas.

8. **Selección:** esta puede representarse como resultado de elegir a los sujetos para los grupos del experimento, de tal manera que estos grupos no sean equivalentes.

9. **Mortalidad experimental:** es cuando parte de los miembros de un grupo de experimentación se retira, quedando más miembros en un grupo que en otro afectándose los resultados de la investigación.

10. **Interacción entre selección y maduración:** se trata de un efecto de maduración que es diferente en los grupos del experimento, debido a un factor de selección. Por ejemplo, si seleccionamos para un grupo sujetos que acostumbran alimentarse a cierta hora (12:00 pm) y para el otro personas que se alimentan a otra hora (3:00 pm), y el experimento se realiza de 11:00 am a 2:30 pm, la selección tendenciosa provocará un efecto de maduración distinto en los dos grupos: hambre.

11. **Otras interacciones:** la selección puede interactuar con la mortalidad experimental, la historia con la maduración, la maduración con la inestabilidad; etc.

Fuentes de invalidación externa

Existen diferentes factores que pueden afectar la validez externa. Los más comunes son los siguientes:

1. **Efecto reactivo o de interacción de las pruebas:** la administración de una prueba o medición inicial puede limitar el poder de generalización de las conclusiones de un experimento. Es decir, que la prueba aumenta o disminuye la sensibilidad o la calidad de la reacción de los sujetos a la variable experimental. En consecuencia, esos sujetos dejan de ser representativos de la población de la cual provienen, a la cual no se le ha aplicado las pruebas.

2. **Efectos de la interacción de los errores de selección y la variable independiente:** las características de los sujetos seleccionados para participar

en un experimento determinan la medida en que es posible generalizar los resultados. Este factor puede presentarse en algunos experimentos donde se utilicen voluntarios. Por ejemplo, si se seleccionan alumnos muy inteligentes, esta muestra no será representativa de todos los alumnos de una misma escuela.

3. **Efectos reactivos de los tratamientos experimentales:** los procedimientos experimentales también pueden producir efectos capaces de limitar el poder de generalización de las condiciones de un experimento. Por ejemplo: los sujetos sometidos al experimento pueden alterar su conducta debido a la presencia de observadores y equipos provocando variaciones en la variable dependiente, lo cual no la alteraría en una situación cotidiana. Por lo que es de suma importancia que los sujetos bajo experimento no conozcan que están siendo observados.

4. **Interferencia de tratamientos múltiples:** esto es que, si los tratamientos no son reversibles, o sea, no se pueden eliminar sus efectos, las conclusiones solamente podrán hacerse extensivas a las personas que experimentan la misma secuencia de tratamientos sean estas múltiples o réplicas del mismo.

5. **Imposibilidad de replicar los tratamientos:** cuando los tratamientos son tan complejos que no pueden replicarse en situaciones experimentales, es difícil generalizar a estas..

Grados de manipulación de la variable independiente

La manipulación (variación) de una variable independiente puede llevarse a cabo en dos o más grados. El nivel mínimo de variación es dos: presencia-ausencia de la variable independiente. Cada nivel o grado de manipulación implica un grupo en el experimento.

Presencia-ausencia

Esta implica que un grupo se expone a la presencia de la variable independiente y el otro grupo no. Posteriormente los dos grupos son comparados para ver si el grupo que se expuso a la variable independiente difiere del grupo no expuesto a esta. Al grupo que se expone a la presencia de la variable independiente se le conoce como "grupo experimental". Aunque realmente ambos grupos participan en el experimento.

A la presencia de la variable independiente muy frecuentemente se le llama "tratamiento experimental" o "estímulo experimental". Es decir, el grupo experimental recibe el tratamiento o estímulo experimental o, lo que es lo mismo,

se le expone a la variable independiente; mientras que el grupo de control no recibe el tratamiento o estímulo experimental.

El hecho de que un grupo no se exponga al tratamiento experimental no significa que su participación en el experimento sea pasiva, sino, por el contrario, significa que realiza las mismas actividades que el grupo experimental excepto el someterse al estímulo.

En general, puede afirmarse en un experimento que, si en ambos grupos todo fue "igual" menos la exposición a la variable independiente, es muy razonable pensar que las diferencias entre los grupos se deban a la presencia-ausencia de la variable independiente.

Más de dos grados

En otras ocasiones, se puede manipular (variar) la variable independiente en cantidades o grados. Por ejemplo, en un experimento en que se desea conocer la relación entre el contenido de alcohol en una bebida ligera y la aceptación por parte de las mujeres de dicha bebida. Pudiendo representarse los niveles de variación de la variable independiente de la siguiente manera:

X_1..... (0.5% de alcohol)
X_2..... (1.0% de alcohol)
X_3..... (1.2% de alcohol)
— ..... (ausencia de alcohol)

La manipulación de 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 se puede determinar si distintos niveles de la variable independiente tienen diferentes efectos. Es decir, si la magnitud del efecto (Y) depende de la intensidad del estímulo (X_1, X_2, X_3, etc.). La cantidad de niveles o grados de la variable independiente dependerá de las características de cada experimento en las cuales entra también en consideración la experiencia del investigador, los estudios preliminares y el problema de investigación. Es bueno señalar que en la medida en que aumenten los niveles de manipulación será mayor el volumen de información que se obtendrá pero conjuntamente con esto cada nivel adicional implica un grupo más.

Modalidades de manipulación en lugar de grados

Otra forma de manipular la(s) variable(s) independiente(s) consiste en exponer a los grupos experimentales a diferentes modalidades de esta pero sin que ello implique cantidad. Por ejemplo, si se desea conocer la efectividad de un medicamento según la vía de administración (oral, intramuscular, intravenosa).

En este caso no se está manipulando la administración de distintas cantidades de la variable independiente, sino que los grupos se exponen a modalidades diferentes de administración del medicamento, lo cual no implica cantidades.

En ocasiones, la manipulación de la variable independiente involucra combinadas cantidades y modalidades de esta.

Al igual que en el caso de la manipulación por niveles en la utilización de modalidades, esta implica que para cada una se necesite, al menos, un grupo. Es decir, si se tienen cuatro modalidades, se tendrán cuatro grupos como mínimo.

Elementos para definir cómo se manipularán las variables independientes
Durante el proceso investigativo, en ocasiones, no resulta difícil trasladar el concepto teórico (variable(s) independiente(s)) en operaciones prácticas de manipulación (tratamientos o estímulos experimentales); sin embargo, a veces es sumamente complicado representar el concepto teórico en la realidad, sobre todo con variables internas, variables que pueden tener varios significados o variables que sean difíciles de alterar, por lo que el investigador requiere de un gran esfuerzo para la operacionalización.

Con vistas a lograr un mejor trabajo a la hora de definir cómo se va a manipular una variable, es necesario:

1. Que se consulten experimentos antecedentes para ver si en estos resultó la forma de manipular la variable. Resultando imprescindible analizar si las manipulaciones de esos experimentos pueden aplicarse al contesto específico del experimento que se desea hacer o pueden ser extrapoladas a esta situación experimental.

2. Que se evalúe la manipulación antes de que se conduzca el experimento. Para esto, el experimentador responderá a una serie de preguntas como: ¿las operaciones experimentales representan la variable conceptual que se tiene en mente?, ¿los diferentes niveles de variación de la variable independiente harán que los sujetos, procesos o fenómenos se comporten diferente?, ¿de qué otras maneras se puede manipular esta variable?, ¿la manera que se pretende emplear es la mejor? Si el concepto teórico no es trasladado adecuadamente a la realidad, lo que sucederá es que finalmente se hará un experimento diferente al que se pretende. Igualmente, si la presencia de la variable independiente en el (los) grupo(s) experimental(es) es débil, probablemente no se encontrarán efectos, pero no porque no puede haberlos.

3. Que se incluyan verificaciones para la manipulación. Para esto el investigador puede utilizar diferentes métodos o técnicas, como por ejemplo, entrevistas, mediciones, escalas, etc.

Pasos para la realización de un experimento

A continuación se da una serie de pasos que deben seguirse a la hora de realizar un experimento:

1. Conocer el objetivo que se persigue con una determinada situación experimental.

2. Precisar el hecho o fenómeno que será objeto del experimento, en el modelo teórico, en cuya esencia se encuentra la hipótesis de trabajo.

3. Determinar todas las posibles variables que pertenecen al hecho o fenómeno, así como sus controles.

4. Decidir cuántas variables de las encontradas, tanto dependientes como independientes, deberán ser incluidas en el experimento. Solo deben incluirse las necesarias para probar las hipótesis, alcanzar los objetivos y responder las preguntas de investigación.

5. Elegir los niveles de manipulación de la(s) variable(s) independiente(s) y traducirlos en tratamientos experimentales.

6. Analizar en qué nivel de desarrollo se encuentra este hecho o fenómeno.

7. Determinar los medios con que se cuenta para realizar el experimento, de acuerdo con el tipo seleccionado.

8. Seleccionar una muestra que sea representativa.

9. Manipular algunas de las variables independientes, de manera que cuando se haga la variación se puedan evaluar los resultados en la variable dependiente.

10. Controlar la misma situación experimental de forma tal que la variación que se produzca sea resultado de la variable que se ha manipulado y no de otras variables ajenas.

11. Evaluar los resultados y la magnitud de la variación en el hecho o fenómeno estudiado.

Es recomendable tomar nota del desarrollo del experimento, llevando así un registro minucioso de todo lo ocurrido a lo largo de este. Esto ayudará a analizar la posible influencia de variables ajenas que generan diferencias entre los resultados y será de gran utilidad a la hora de interpretar los resultados del experimento.

Algunos tipos de diseños experimentales

En el trabajo de investigación se pueden realizar diferentes tipos de diseños de experimentos, los cuales van a estar en dependencia de las necesidades de cada investigación en particular y del modelo teórico. A continuación, se abordarán algunos tipos de diseños experimentales que pueden ser de utilidad para aquellos que se inician en las investigaciones.

Diseño con postprueba únicamente y grupo de control

Las características de este tipo de diseño son:

- Intervienen solamente dos grupos: uno que se somete al tratamiento experimental y otro que sirve como referencia, o sea, el grupo de control.
- La manipulación de la variable independiente alcanza solo dos niveles: presencia y ausencia.
- Después de concluido el tratamiento experimental, a ambos grupos se les hace una medición de la variable dependiente en estudio.
- La única diferencia entre los grupos es la presencia-ausencia de la variable independiente.
- Los sujetos son asignados a los grupos de manera aleatoria.
- Los grupos deben ser equivalentes desde el inicio hasta el final del experimento.
- El experimento debe realizarse simultáneamente a ambos grupos (a la misma hora).
- La postprueba debe realizarse inmediatamente después de concluido el experimento, especialmente cuando la variable dependiente tiende a cambiar en el tiempo.
- La postprueba se debe aplicar simultáneamente a ambos grupos.

En este diseño la comparación entre las postpruebas de ambos grupos indica si hubo efecto o no de la manipulación de la variable independiente. Si ambas

postpruebas difieren significativamente, esto indica que el tratamiento experimental tuvo un efecto a considerar.

Para la comparación de los grupos suele emplearse la prueba estadística *t-student* para grupos correlacionados, al nivel de medición por intervalos.

El diseño de postprueba únicamente y grupo de control puede aplicarse también cuando hay varios niveles de manipulación de la variable independiente, o sea, más de dos grupos. En este caso, se usan dos o más tratamientos experimentales además del grupo de control. Aquí se procede igualmente y los efectos de los tratamientos experimentales pueden investigarse comparando las postpruebas de los grupos.

Otra variante de este tipo de diseño es la experimentación sin grupo de control, lo cual sería un diseño con grupos aleatorizados y postprueba únicamente.

Finalmente es importante señalar que el diseño con postprueba únicamente y grupo de control, así como todas sus posibles variaciones y extensiones, tiene la gran ventaja de que se logra controlar todas las fuentes de invalidación interna.

Diseño con preprueba, postprueba y grupo de control
Este diseño experimental tiene características similares al estudiado anteriormente, pero ahora se adiciona una preprueba a los grupos que componen el experimento.

La adición de esta preprueba ofrece dos ventajas:

1. Las puntuaciones de las prepruebas pueden usarse para fines de control en el experimento, al compararse las pruebas de los grupos se puede evaluar qué tan adecuada fue la aleatorización.

2. Se puede analizar el puntaje ganancia de cada grupo, o sea, la diferencia entre las puntuaciones de la preprueba y la postprueba.

El diseño con preprueba, postprueba y grupo de control tiene la posibilidad de controlar todas las fuentes de invalidación interna al igual que el tipo de diseño anterior.

En este diseño también puede darse la variante de trabajar sin el grupo de control, lo cual sería entonces un diseño con preprueba-postprueba con grupos aleatorizados.

El tratamiento estadístico -si se trabaja con dos grupos- puede ser:

1. Para la comparación entre pruebas, se utiliza la prueba *t-student* para grupos correlacionados (nivel de medición por intervalos).

2. Igual que lo anterior para la comparación entre las dos postpruebas.

3. Igual para analizar por separado el puntaje ganancia de cada grupo.

4. Análisis de varianza para grupos relacionados si se comparan simultáneamente y el nivel de medición es por intervalos.

Para cuando se trabaja con más de dos grupos:

1. Para la comparación entre sí de las pruebas, las postpruebas o todas las mediciones (prepruebas y postpruebas); el análisis de varianza para grupos correlacionados, con nivel de medición por intervalos.

2. Para las mismas comparaciones del punto anterior pero con nivel de medición nominal, la Ji-cuadrada para múltiples grupos y coeficientes para tabulaciones cruzadas.

Diseño de los cuatro grupos de Solomon

Este diseño es la mezcla de los dos anteriores (diseño con postprueba únicamente y grupo de control más diseño de preprueba, postprueba y grupo de control). La suma de los dos diseños origina cuatro grupos: dos experimentales y dos de control, los primeros reciben el mismo tratamiento experimental y los segundos no reciben tratamiento. Solo a uno de los grupos experimentales y a uno de los grupos de control se les administra la preprueba, a los cuatro grupos se les aplica la postprueba. Los grupos son formados aleatoriamente.

El diseño original incluye solo cuatro grupos y un tratamiento experimental. Los efectos pueden determinarse comparando las cuatro postpruebas. Los grupos 1 y 3 son experimentales y los grupos 2 y 4 son de control.

La ventaja de este diseño es que el experimentador puede verificar los posibles efectos de la preprueba sobre la postprueba, puesto que a algunos grupos se les administra la preprueba y a otros no. Puede darse el caso de que la preprueba afecte a la postprueba o que aquella interactúe con el tratamiento experimental.

El diseño de Solomon controla todas las fuentes de invalidación interna al igual que los diseños anteriores.

Las técnicas estadísticas más usuales para comprobar las mediciones en este diseño son la Ji-cuadrada para múltiples grupos (nivel de medición nominal), análisis de varianza en una sola dirección (si se tiene el nivel de medición por

intervalos y se comparan únicamente las postpruebas) y análisis factorial de varianza (cuando se tiene un nivel de medición por intervalos y se comparan todas las mediciones -prepruebas y postpruebas-).

Diseños experimentales de series cronológicas múltiples

Este diseño, a diferencia de los anteriores que sirven para analizar efectos a corto plazo, sirve para cuando el investigador está interesado en obtener análisis de efectos a mediano y largo plazos, porque tiene bases para suponer que la influencia de la variable independiente sobre la dependiente tarda en manifestarse. En tales casos, es conveniente adaptar diseños con varias postpruebas, a los cuales se les conoce como series cronológicas experimentales.

En estos diseños también se tienen dos o más grupos y los sujetos son asignados al azar a dichos grupos. Como entre el inicio y el fin del experimento transcurre mucho tiempo, el investigador debe tener sumo cuidado de que no ocurra algo que afecte de manera distinta a los grupos. Sucediendo igual cuando la aplicación del estímulo lleva mucho tiempo. Con el paso del tiempo es más difícil mantener la equivalencia inicial de los grupos.

Las prepruebas y postpruebas pueden ser tantas como se requieran y sea posible aplicar.

Una ventaja del diseño es que puede evaluar la evolución comparativa de los grupos.

En los diseños de series cronológicas, se logran controlar todas las fuentes de invalidación interna, siempre que se lleve un seguimiento minucioso de los grupos, para asegurar que la única diferencia entre ellos es la manipulación de la variable independiente.

Las técnicas estadísticas más empleadas en estos diseños son más complejas, dependiendo del nivel de medición de las variables y el tipo de análisis e interpretación deseado, tales como análisis de regresión múltiple, y análisis de cambio.

Diseños de series cronológicas con repetición del estímulo

El diseño de series cronológicas con repetición del estímulo puede considerarse una variante del caso anterior. Esta se utiliza cuando el investigador tiene conocimiento previo de que el estímulo experimental no tiene efecto o es mínimo si se aplica una sola vez. También se emplea cuando el investigador desea conocer el efecto del estímulo sobre las variables dependientes, y cada vez que este se aplica. En este diseño sucede lo mismo con la formación de los grupos que en los anteriores.

Las pruebas estadísticas empleadas en este tipo de diseño son las mismas que para las series cronológicas múltiples.

Diseños con tratamientos múltiples

En algunas ocasiones, al investigador le interesa conocer los efectos de aplicar diversos tratamientos experimentales a todos los sujetos. Para estos casos se pueden emplear los diseños con tratamientos múltiples, cuya aplicación puede ser individual o en un grupo y distintas variaciones:

a. Varios grupos

Para esta variante tiene las siguientes características:

- Se cuenta con varios grupos.
- Los sujetos son asignados al azar a los diferentes grupos, a los cuales se le aplican todos los tratamientos.
- La secuencia de aplicación de los tratamientos puede ser la misma para todos los grupos o diferente.
- Se puede administrar una o más postpruebas a los grupos (posteriores a cada tratamiento experimental).

  En el caso en que se trabaje con secuencia diferente, el investigador debe tener mucho cuidado con la interpretación de las segundas postpruebas y mediciones subsecuentes, ya que puede haber una influencia diferente en los grupos provocada por las distintas secuencias de los tratamientos.
- Algunos tratamientos tienen efectos reversibles; en estos casos no hay interferencia entre tratamientos, y las postpruebas se ven influidas únicamente por el tratamiento inmediato anterior, facilitando la interpretación. Pero frecuentemente los efectos no son reversibles, sino que los resultados de una postprueba se pueden ver influidos no solamente por el tratamiento inmediato anterior sino por los que antecedieron a este teniendo efectos aditivos o interactivos, lo que hace necesario incluir en el análisis el factor secuencia.

b. Un solo grupo

En algunas ocasiones, por algún motivo, se cuenta con un número reducido de sujetos para el experimento, para lo cual se puede realizar un diseño con tratamientos múltiples y un solo grupo. En esta situación las características son:

- La asignación no se hace al azar -por haber un solo grupo-.

- La equivalencia está implícita -por la misma razón anterior-.
- El grupo hace las veces de **grupo experimental** y de **control**. Utilizándose como grupo de control cuando sea conveniente.
- Está limitado a que los efectos de los tratamientos múltiples sean reversibles
- Cuando se introduce sistemáticamente y como variable independiente la secuencia de administración de los tratamientos se convierten en factoriales.
- Las pruebas estadísticas a utilizar en estos diseños son las mismas que para las series cronológicas y los diseños con repetición del estímulo.

Diseños factoriales

Los diseños factoriales manipulan dos o más variables independientes e incluyen dos o más niveles de presencia en cada una de las variables independientes. Todos los niveles de cada variable independiente son tomados en combinación con todos los niveles de las otras variables independientes, constituyendo esto la construcción básica de un diseño factorial.

a. Diseño factorial 2x2

El diseño factorial 2x2 es el más simple y manipula dos variables, cada una con dos niveles. El número de dígitos indica el número de variables independientes y el valor numérico de cada dígito indica el número de niveles de la variable independiente en cuestión. En este caso es "2", esto quiere decir que cada una de las variables tiene dos niveles. No necesariamente los valores numéricos tienen que ser los mismos para todas las variables independientes. Por ejemplo, un diseño factorial 2x2x2 indica que hay tres variables independientes y cada una cuenta con dos niveles, sin embargo, un diseño puede ser 2x4x3 indicando que hay tres variables independientes, pero a diferencia del caso anterior, la primera cuenta con dos niveles, la segunda con cuatro niveles y la tercera con tres.

El número de grupos que se forman en un diseño factorial es igual a todas las combinaciones posibles que surjan al cruzar los niveles de una variable independiente con los niveles de otras variables. Por lo anteriormente planteado, se puede notar que en el diseño 4x5 se tendrán 20 grupos; y en un diseño 2x2x3 se tendrán 12 grupos. Como puede observarse, el resultado de la multiplicación es el número de grupos resultante; notándose que el número de grupos aumenta rápidamente con el incremento del número de variables

independientes y los niveles (exponencialmente). Esto se debe a que los niveles deben tomarse en todas sus posibles combinaciones entre sí.

En los diseños factoriales se puede agregar un grupo de control o varios (que no se exponga a la variable o variables manipuladas deliberadamente).

	A_1	A_2
B_1	A_1B_1	A_2B_1
B_2	A_1B_2	A_2B_2

Variable independiente A.
Variable independiente B.

Fig. 15. Diseño factorial 2x2 sin grupo de control.

	A_1			A_2		
	C_1	C_2	C_3	C_1	C_2	C_3
B_1	$A_1B_1C_1$	$A_1B_1C_2$	$A_1B_1C_3$	$A_2B_1C_1$	$A_2B_1C_2$	$A_2B_1C_3$
B_2	$A_1B_2C_1$	$A_1B_2C_2$	$A_1B_2C_3$	$A_2B_2C_1$	$A_2B_2C_2$	$A_2B_2C_3$
B_3	$A_1B_3C_1$	$A_1B_3C_2$	$A_1B_3C_3$	$A_2B_3C_1$	$A_2B_3C_2$	$A_2B_3C_3$
B_4	A_1B4C_1	$A_1B_4C_2$	$A_1B_4C_3$	$A_2B_4C_1$	$A_2B_4C_2$	$A_2B_4C_3$

Tabla 3.8. Diseño factorial 2x4x3 sin grupo de control.

Los diseños factoriales tienen gran utilidad porque permiten evaluar los efectos de cada variable independiente sobre la dependiente por separado y los efectos de las variables independientes conjuntamente. A través de estos diseños, se pueden observar los efectos de interacción entre las variables independientes.

Hay dos tipos de efectos que se pueden evaluar en los diseños factoriales: los efectos de cada variable independiente (llamados efectos principales) y los efectos de interacción entre dos o más variables independientes (si se tienen cuatro variables, por ejemplo, pueden interactuar dos entre sí y otras dos entre sí o pueden interactuar tres o las cuatro variables independientes).

Los métodos estadísticos más empleados para el análisis de los diseños factoriales son el Análisis de Varianza Factorial y el Análisis de Covarianza -con

la variable dependiente medida en intervalos- y la Ji-cuadrada para múltiples grupos -con dicha variable medida nominalmente-.

Por último, a estos diseños se les pueden agregar más variables dependientes (tener dos o más) y se convierten en diseños multivariados experimentales que utilizan como método estadístico el Análisis Multivariado de Varianza.

4

Técnicas estadísticas para el procesamiento y análisis de la información

Autor: Dr. Arturo Bofill Placeres

Introducción

En cualquier trabajo de investigación, sea en la rama industrial, económica o social, se requiere, una vez definido el problema a estudiar y los objetivos que se quieren lograr, recopilar y procesar gran volumen de datos sobre las distintas variables identificadas, de tal forma que el sistema bajo estudio pueda ser caracterizado o descrito, poder comparar, relacionar o saber la tendencia de algunas variables que permitan dar respuesta a la hipótesis o los objetivos planteados.

Como generalmente un buen número de estas variables tendrán un comportamiento aleatorio, será necesario hacer uso de técnicas o herramientas que permitan asegurar un grado de confiabilidad en los resultados del procesamiento de los datos.

La Estadística es la rama de la ciencia que se dedica a la colección, procesamiento, presentación y análisis de los datos para convertir los mismos en una información útil.

Algunos autores definen la Estadística como un conjunto de funciones:

- Coleccionar, presentar y describir la información del proceso.
- Sacar conclusiones de la característica de una población a partir de una muestra de la misma.

- Estudiar alternativas para mejorar los procesos.
- Obtener predicciones de variables de interés.

El presente capítulo no pretende, ni pensarlo, abarcar todas las técnicas estadísticas posibles a aplicar. Es solo una pequeña muestra de aquellas que son más recurrentes en el ámbito empresarial.

4.1. Colección de la información

Para poder realizar cualquier análisis estadístico se requiere primeramente definir cuál es la **población** que será objeto de estudio.

La población es el conjunto de elementos que tienen una característica común que es observable y acerca del cual queremos realizar determinados estudios.

Este paso es sumamente importante, pues la generalización de los resultados de los estudios estadísticos quedará limitada a la población que se seleccionó inicialmente. Si se quisiera realizar un estudio de las habilidades de computación que tienen los estudiantes que arriban a una Universidad, la población será todos los estudiantes matriculados en los primeros años de las carreras que en ella se imparten. Si se seleccionan solo estudiantes de las carreras de Ciencias Técnicas, los resultados serán generalizables solo a este tipo de estudiantes.

Como generalmente es muy difícil poder tomar datos de toda la población, el segundo paso será la selección de la **muestra.**

Una muestra es un subconjunto de la población sobre la cual se realizará alguna medición que permitirá conclusiones generalizables a toda la población.

4.1.1. Tipos de muestreo

Existen diversos tipos de muestreos y ellos se clasifican en **probabilísticos y no probabilísticos.** En la siguiente tabla se muestran distintas formas de realizar el muestreo según su clasificación.

Tipo de muestreo	Muestreo
Probabilístico	Aleatorio Simple
	Estratificado
	Sistemático
No probabilístico	Por juicios
	Por cuotas

Tabla 4.1. Formas de realizar el muestreo según la clasificación.

4.1.1.1. Muestro probabilístico

La muestra se selecciona basándose en un criterio probabilístico o de tipo aleatorio, en el cual cada elemento muestral tiene idénticas probabilidades de ser seleccionado. Cuando se aplica este procedimiento, se elimina el posible sesgo del investigador al seleccionar la muestra y tiene la ventaja, además, de poder estimar el error cometido al estimar el parámetro de una variable de acuerdo al tamaño de muestra seleccionado. El más sencillo de los muestreos probabilísticos es el Muestreo Aleatorio Simple.

Muestreo aleatorio simple
Es el tipo de muestreo probabilístico más sencillo y se aplicará siempre que el investigador considera que existe homogeneidad para una variable dada en todos los elementos muestrales de la población seleccionada.

En general, una muestra aleatoria debe cumplir con los siguientes **requisitos**:

- Cada elemento de la población debe tener la misma probabilidad o posibilidad de ser seleccionado.

- Cada observación debe ser independiente de la otra, pues el resultado de una observación no debe influir en el resultado de las restantes.

El primer requisito se garantiza con la utilización de los números aleatorios para seleccionar los elementos que compondrán la muestra. Para ello se sigue el siguiente **procedimiento**:

1. Se enumeran todos los elementos de la población desde 0 hasta N.

2. Se seleccionarán números aleatorios (NA) de tantos dígitos como N. Si N=250, se seleccionarán números aleatorios de 3 dígitos. Estos pueden seleccionarse a partir de una Tabla de Números Aleatorios disponible en cualquier libro de Estadística o generándolos en una computadora.

3. Se seleccionará el elemento de la población cuyo número dado en el paso 1 coincida con el número aleatorio, hasta llegar a seleccionar el tamaño de la muestra fijado. Esto es, si NA=156, se seleccionará el elemento de la población que haya sido enumerado con el 156 y así hasta completar las n observaciones deseadas.

El segundo requisito se cumplirá siempre que el tamaño de la muestra n sea pequeño en relación con el tamaño de la población N. Para el caso contrario, debe utilizarse un muestreo con reemplazamiento; esto es, el elemento que se selecciona una vez "medido", se incorpora nuevamente a la población.

Muestreo estratificado

Este tipo de muestreo debe aplicarse cuando se conoce que en la población existen grupos homogéneos que a la vez se diferencian entre ellos y cuyas características influyen en las variables que queremos medir. Supongamos que la edad es un factor que puede influir en la variable que se desea medir, entonces resulta conveniente dividir la población en subgrupos o estratos de diferentes rangos de edades y la muestra tomarla de tal forma que haya representatividad de estos distintos subgrupos o estratos.

El **procedimiento** para realizar este tipo de muestreo sería:

1. Se divide la población en m estratos o subgrupos de acuerdo a determinada característica fijada de antemano por el investigador.

2. Se selecciona n_i observaciones del estrato $i = 1,2,...,m$; debe cumplirse que el tamaño de muestra $n = n_1 + n_2 + ... + n_m$. Las n_i observaciones en cada estrato se hace por el muestreo aleatorio simple.

Existen varios criterios para determinar el tamaño de muestra en cada estrato:

- Tamaño del estrato en relación con la población. A mayor tamaño del estrato, mayor debe ser la parte de la muestra que le corresponda.

- Variabilidad del estrato con relación al total de la población. A medida que los estratos tengan mayor variabilidad, la muestra de ese estrato debe ser mayor.

- Criterios económicos y cualquier otra restricción de la población.

El más usado es el primero, denominado el método proporcional, en el cual el tamaño de muestra de cada estrato se determina por:

$$n_i = n\left(\frac{N_i}{N}\right)$$

Donde:

N_i: tamaño del estrato i
N: tamaño de la población
n: tamaño de la muestra
$n_{i:}$ tamaño de la muestra en el estrato i

El muestreo estratificado tiene como ventaja que con la información recopilada, además de poder realizar estudios para la población en su conjunto, también pueden realizarse análisis para cada estrato en particular.

Muestreo sistemático
Se utiliza cuando los elementos de la población están ordenados secuencialmente, como pueden ser los productos en una línea de producción, las personas que arriban a un servicio, etc.

El **procedimiento** a seguir es el siguiente:

1. Se selecciona un valor B igual al entero más próximo del cociente N/n, donde N es el tamaño de la población y n el tamaño de la muestra. Si N fuera desconocido o muy grande, se puede seleccionar el valor de B *a priori*.

2. Se selecciona un número aleatorio entre 1 y B y ese será el primer elemento de la muestra (I). El resto de la muestra será:

Número de la muestra	Elemento
1	I
2	I+B
3	I+2B
.	.
.	.
n	I+(n-1)B

Tabla 4.2. Selección de la muestra.

Así, si $B = 8$ e $I = 5$, entonces la primera muestra sería el elemento 5, la segunda el elemento 13, la tercera el elemento 21 y así hasta completar la muestra de n observaciones.

4.1.1.2. Muestreo no probabilístico

En muchas ocasiones, por problemas de costos u otros problemas prácticos, no resulta posible realizar un muestreo de tipo probabilístico y se realiza uno de tipo no probabilístico. Este tipo de muestreo puede llevar a problemas en los resultados finales, ya que puede implicar la no representatividad de la población y también puede estar viciado por sesgos y problemas subjetivos por

parte del investigador al seleccionar la muestra. En este tipo de muestreo tampoco puede determinarse el error en la estimación basado en la muestra. Debe ser usado preferentemente en estudios exploratorios y no en otro tipo de investigaciones, aunque esto también dependerá del tamaño de la muestra en relación con la población y de otras características de la variable que se está estudiando.

Muestreo por juicio o criterio

Se basa en la selección a juicio o criterio del investigador de la muestra que se utilizará para la recolección de la información, generalmente basada en el conocimiento que tenga el investigador de los elementos a muestrear, por lo que puede estar muy viciada de subjetividad. Puede ser usado en el caso en que sea imposible realizar un muestreo probabilístico, cuando la muestra es pequeña o cuando se desea tomar una muestra sesgada. Cuando se selecciona un grupo de expertos, no seleccionados aleatoriamente sino a criterio del investigador, para la búsqueda de información, estamos en presencia de un muestreo de este tipo y en este caso lo importante es poder demostrar la pericia del experto.

Muestreo por cuotas

Generalmente aplicable cuando requerimos tomar muestra de varios sectores de la población bajo estudio y resulta imposible aplicar el muestreo estratificado u otro tipo de muestreo probabilístico. En este caso, las cuotas serán proporcionales al tamaño del segmento en relación con la población. Por ejemplo, se quiere estudiar determinada característica de los estudiantes de los dos primeros años de Primaria y por un problema de transportación se seleccionan 4 escuelas primarias cercanas a la vivienda del investigador para seleccionar una muestra de tamaño 100. En la siguiente tabla se plantea cómo se haría un muestreo por cuotas.

Escuela	Total de alumnos en los primeros años	Muestreo
A	100	20 = (100/500).100
B	50	10
C	200	40
D	150	30
Total	500	100

Tabla 4.3. Muestreo por cuotas.

Hasta aquí hemos explicado cómo se debe seleccionar la muestra. El tamaño de la muestra, n, dependerá de las características probabilísticas de la variable que se estudia, del análisis estadístico que se quiera realizar y del error que

estemos dispuesto a asumir en ese análisis, por lo que dejaremos este tema para próximas secciones.

4.2. Estadística descriptiva

Esta parte de la Estadística se utiliza cuando estamos en presencia de investigaciones de tipo exploratorio o descriptivo. Generalmente, todo trabajo de investigación comienza por esta etapa e incluso cuando queremos realizar investigaciones de tipo relacional o causal también se requiere de la descripción de algunas de las variables. De aquí la importancia de la Estadística Descriptiva.

Una variable se dice que es nominal si ella tiene dos o más categorías, sin que entre ellas exista un orden o jerarquía dado. Ejemplos de este tipo de variables son el sexo (masculino o femenino), la religión, la ciudadanía, etc. Si la variable nominal tiene solo dos categorías, se denomina dicotómica, y categórica cuando son más de dos.

Una variable está en escala ordinal cuando tiene varias categorías pero ellas están en un orden de jerarquía determinado. La clasificación de los hoteles en 5, 4, 3 y 2 estrellas es un ejemplo de este tipo de escala. Los grados militares es otro ejemplo de escala ordinal.

Las variables medidas en escala de intervalo, además del orden o jerarquía entre las distintas categorías, establecen intervalos iguales en su medición, o sea las distancias entre las categorías son las mismas a lo largo de toda la escala. En este tipo de escala, el cero es un valor relativo y arbitrario. La temperatura es una medición en este tipo de escala. En este nivel de medición se pueden aplicar a las variables las operaciones aritméticas básicas.

Las variables en escala de razón tienen todas las propiedades de las medidas en escala de intervalo (intervalos iguales entre las categorías, posibilidad de aplicación de operaciones aritméticas), pero el valor cero es real y absoluto e implica la no existencia de la propiedad que se está midiendo. Es la escala que se utiliza en los distintos tipos de mediciones en la vida real, como lo es la longitud, el peso, etc.

4.2.1. Análisis de datos cuantitativos

4.2.1.1. Tablas de distribución de frecuencia

Una de las herramientas más utilizadas para ordenar los datos asociados a variables cuantitativas de un experimento o fenómeno aleatorio es mediante la

construcción de Tablas de Distribución de Frecuencias. Esto consiste en ordenar los datos en determinados intervalos, clases o categorías. Supóngase que en un consultorio de salud se está estudiando el tiempo que se demora un médico en pasar consulta a un paciente y se toman los datos del tiempo que se demoró en 50 pacientes. De los datos recopilados, todos son mayores de 5 minutos y menores de 30 y entonces se construyen intervalos de tiempo comenzando por 5 con un incremento de 5 minutos hasta llegar a 30 y se coloca cada observación en el intervalo que le corresponda. La información quedaría de la siguiente forma:

Intervalo (min.)	Datos observados	Total
5-10	𝍸 |||	8
10-15	𝍸 𝍸 𝍸 |||	18
15-20	𝍸 𝍸 𝍸	15
20-25	𝍸		6
25-30	|||	3

Tabla 4.4. Distribución de frecuencia.

A esta forma de ordenamiento se le denomina tabla de distribución de frecuencia. Al número que se muestra en total se le llama frecuencia absoluta. Si dividimos la frecuencia absoluta entre el total de observaciones, en este caso 50, el resultado sería la frecuencia relativa para ese intervalo. Si se acumula la frecuencia relativa de cada intervalo, se tendría la frecuencia acumulada, la cual es un número creciente que para el último intervalo o clase tendrá el valor de la unidad (1). Para el ejemplo anterior, la tabla de frecuencia con estos tres tipos de frecuencia sería:

Intervalo	Frec. Absoluta	Frec. Relativa	Frec. Acumulada
5-10	8	0.16	0.16
10-15	18	0.36	0.52
15-20	15	0.30	0.82
20-25	6	0.12	0.94
25-30	3	0.06	1.00

Tabla 4.5. Tipos de frecuencia.

Con los datos agrupados de esta forma, ya tenemos posibilidad de analizar el problema bajo estudio, y de la tabla anterior se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- Un 36% de los pacientes se demoran entre 10 y 15 minutos en la consulta del médico.
- Un 66% (36% + 30%) de los pacientes se demoran entre 10 y 20 minutos en la consulta del médico.
- Solo un 6% está más de 25 minutos.
- El 86% está menos de 20 minutos.

Procedimiento manual para construir una tabla de frecuencia

1. Determinar el mayor y menor valor de los datos (Dmax, Dmin).
2. Calcular el rango de los datos.

$$R = D_{max} - D_{min}$$

3. Seleccionar el número de intervalos o clases para la tabla (N). Esto dependerá del número de datos, no debe ser menor de 5 ni mayor que 15.
4. Calcular el ancho o longitud de cada clase de intervalo.

$$Longitud\ de\ intervalo = \frac{Rango}{Número\ de\ intervalo\ (N)}$$

5. Establecer los límites de cada intervalo.

   Límite intervalo i = Límite del intervalo i-1 + Longitud de intervalo

   I = 1,2,…,N
   Límite intervalo inicial ≤ Dmin
   Límite intervalo final ≥ Dmax

6. Colocar cada dato en el intervalo correspondiente.

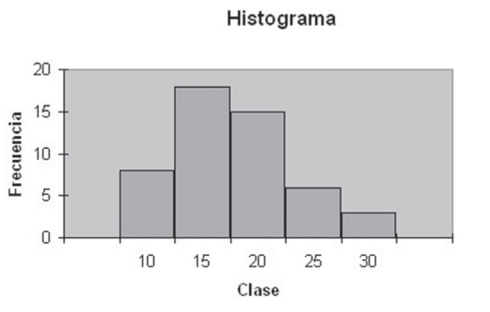
Los límites de intervalos tienen que garantizar que un dato caiga en un solo intervalo. Por ejemplo, en el caso del tiempo del médico, el valor 10 podría situarse en el primer o segundo intervalo. Para evitar esto, se utilizan varias variantes:

5-9.9	5-10
10- 14.9	11-16
etc.	etc.

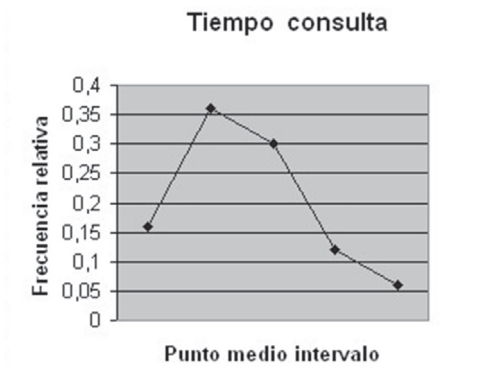
Representación gráfica de las tablas de frecuencia
Resulta útil representar gráficamente los distintos tipos de frecuencia que aparecen en la tabla de frecuencia y para ello se han desarrollado distintos tipos de gráficos.

a. Histograma
Este es un gráfico de barras verticales, en el cual en el eje de las abscisas se representan los distintos intervalos de la tabla de frecuencia y en cada intervalo se dibuja una barra cuya altura coincidirá con la frecuencia absoluta o la frecuencia relativa, según sea el interés del investigador.

El histograma correspondiente al ejemplo de la tabla anterior para la frecuencia absoluta sería:

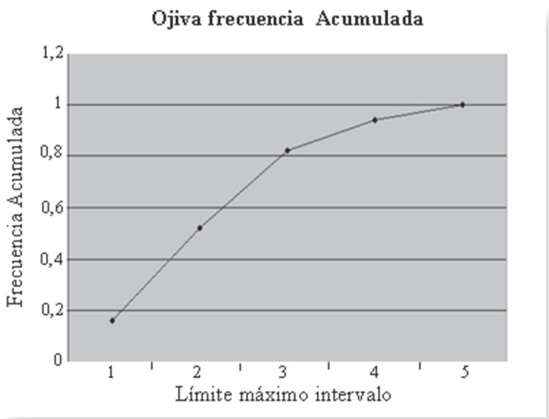


b. Polígono de frecuencia
Es la representación gráfica de las frecuencias relativas. Se construye situando en el eje de las abscisas el punto medio de cada intervalo y en el eje de coordenadas se sitúa la frecuencia relativa. Para cada valor del punto medio, se plotea su frecuencia relativa. En el caso del ejemplo que se viene desarrollando, su polígono de frecuencia sería:



c. Diagrama de frecuencia acumulada u ojiva

Este gráfico representa la frecuencia acumulada y se construye de forma similar que el de frecuencia relativa, pero en el eje de las abscisas, en vez de poner el punto medio de cada intervalo, se sitúa el límite superior del intervalo. Para el ejemplo, este gráfico sería:



4.2.2. Análisis de datos cualitativos o referenciales

Para el caso de datos cualitativos, las tablas de frecuencias se representarían de igual forma que para la de datos cuantitativos y es de interés calcular la frecuencia absoluta y relativa. Los gráficos más utilizados para este tipo de variables son los de barras y el diagrama de pastel.

Ejemplo: se ha realizado un estudio de 100 clientes para determinar su preferencia por determinada marca de detergente en el mercado y los resultados se expresan en la siguiente tabla:

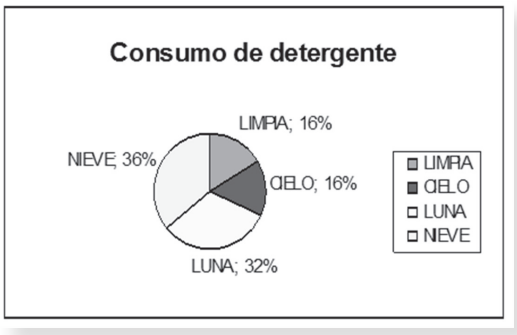
Marca	Cantidad de clientes
LIMPIA	16
CIELO	16
LUNA	32
NIEVE	36

En la tabla anterior aparece la frecuencia absoluta, y la frecuencia relativa se obtendría dividiendo entre el total de clientes, en este caso 100. De forma que la tabla de frecuencia para este ejemplo sería:

Marca	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
LIMPIA	16	0,16
CIELO	16	0,16
LUNA	32	0,32
NIEVE	36	0,36

De donde se puede concluir que hay mayor preferencia por las dos últimas marcas que por las dos primeras. Se muestra el gráfico de pastel para este ejemplo.

a. Gráfico de pastel



b. Gráfico de Pareto

Un gráfico de mucha utilización en la toma de decisiones es el llamado gráfico de Pareto, que está asociado al principio de Pareto, que plantea de forma sintética que en todo conjunto de cosas hay "pocas vitales y muchas triviales", por lo cual reconoce que de un 20 a un 30% de los elementos generan de un 70 a un 80% del efecto. En la actualidad también este principio se conoce con el nombre del 20 por 80.

En general, la vida ha demostrado el cumplimiento del principio de Pareto en muchas actividades económicas. Por ejemplo, en los sistemas de inventarios aproximadamente un 30% de los productos tiene más del 70% del valor total de los productos almacenados. También en el caso de Control de Calidad se ha comprobado que de un 20 a un 30% de las causas originan del 70 al 80% de los efectos en la calidad. Se explicará su construcción mediante un ejemplo.

Ejemplo: en un muestreo por observación a un puesto de trabajo se han determinado las principales causas que afectan su operación y en las 120 observaciones realizadas han tenido la siguiente frecuencia:

Causas	Frecuencia bsoluta
A. Rotura del equipo	4
B. Indisciplina del empleado	6
C. Falta de abastecimiento	35
D. Aglomeración de productos terminados	11
E. Falta de fluido eléctrico	14
F. Habilidades del empleado	39
G. Desajustes en el equipo	11

Para construir el gráfico de Pareto, se construye una tabla de frecuencia relativa ordenada de mayor a menor y de la frecuencia acumulada correspondiente. Si se cumple el principio, unas pocas causas, alrededor del 30%, tendrán aproximadamente el 70% de la frecuencia acumulada de ocurrencia. Para el ejemplo:

CAUSA	FREC. REL.
F. Habilidades del empleado	0.325
C. Falta de abastecimiento	0.291
E. Falta de fluido eléctrico	0.116
D. Aglomeración de productos terminados	0.091
G. Desajustes en el equipo	0.091
B. Indisciplina del empleado	0.05
A. Roturas en el equipo	0.033

De donde puede verse que solo dos causas, la falta de abastecimiento y las habilidades del empleado, que representa el 28% del total de las causas, dan lugar al 61,6 % de las afectaciones al trabajo del equipo. El gráfico de Pareto se representa por medio de un diagrama de barras, donde cada barra representa la frecuencia relativa y una línea que representa la frecuencia acumulada. Para el ejemplo sería:

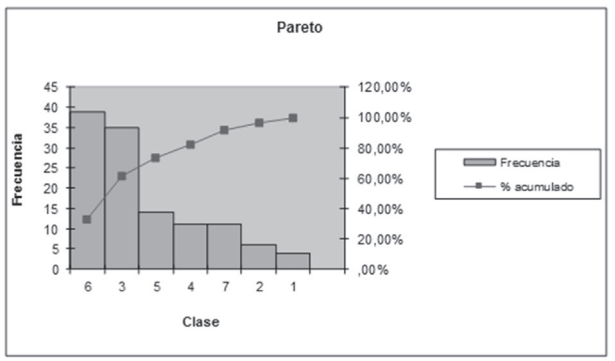


Gráfico de Pareto ejemplo de causas A=1, B=2, etc.

4.3. Medidas descriptivas

4.3.1. Medidas de tendencia central o posicionamiento

Promedio o media aritmética
Es la medida de tendencia central que más se utiliza en la práctica, por su facilidad de cálculo y las buenas propiedades como estimador que se verán más adelante. Se utiliza para datos que estén medidos en escala de intervalo o de razón. La fórmula para calcular el promedio es:

$$\overline{X} = \sum_{i=1}^{n} X_i / n$$

Donde:
Xi: valor de cada dato
n: el número total de datos

El promedio utiliza todos los datos para su cálculo. En ocasiones en que hay una gran dispersión de los datos y la presencia de valores extremos por arriba y por debajo, es preferible utilizar otras medidas de tendencia central que eliminen esta dificultad.

Mediana
Es el valor por debajo y por encima del cual está el 50% de los datos. Sea Xi los datos ordenados en forma ascendente de una muestra de tamaño n. La mediana podrá ser calculada por las siguientes expresiones:

- Si el número de datos es impar

  $$Me = X_i \quad \text{para } i = n + 1/2$$

- Si el número total de datos es par

  $$Me = (X_i + X_{i+1})/2 \qquad \text{para } i = n/2$$

Ejemplo: suponga que se ha recopilado la siguiente información del peso de 20 bebés de 10 a 12 meses de edad de un consultorio del médico de la familia:
15, 17, 21, 23, 18, 22, 21, 17, 19, 23, 21, 22, 18, 15, 17, 20, 21, 16, 23, 22

Para calcular la mediana, se ordenan estos datos en orden ascendente:
15, 15, 16, 17, 17, 17, 18,18, 19, 20, 21, 21, 21, 21, 22, 22, 22, 23, 23, 23

La mediana en este caso en el que el total de datos es par, 20, será el promedio del valor X10=20 y X11=21, o sea:

$$Me = 20 + 21 / 2 = 20.5$$

La mediana se utiliza preferentemente para datos en escala ordinal, aunque también puede aplicarse a datos en escala de intervalo o de razón, sobre todo cuando la muestra contenga valores extremos que pueda afectar la media aritmética o promedio.

Moda

Es otra medida de tendencia central, pero la de menos uso. Se define la moda como el valor que más se repite en los datos observados. Se utiliza fundamentalmente para datos medidos en escala nominal. En el caso de una variable continua se habla más del intervalo modal, que será aquel que tenga la mayor frecuencia.

En algunos conjuntos de datos la moda no existe, al haber varios valores de la variable que tienen igual frecuencia de aparición. En el ejemplo que se vio anteriormente sobre el peso de los bebés, la moda sería el valor 21 que es el que tiene mayor frecuencia de aparición, ya que aparece 4 veces.

Cuartiles

Son medidas de localización "no central" de los datos numéricos de un experimento. Los más usados son los cuartiles y específicamente el primer y tercer cuartil.

El **primer cuartil** es aquel dato en un conjunto de datos ordenados en orden ascendente que por debajo de él está el 25% de las observaciones.

$$Q_1 = X_i \quad \text{para } i = (n+1)/4$$

El **tercer cuartil** se calculará por:

$$Q_3 = X_i \quad \text{para } i = 3(n+1)/4$$

Reglas para determinar los cuartiles

1. Si el resultante del valor del posicionamiento es un entero, se toma el valor de esa posición.

2. Si el resultante es el valor del punto medio entre dos enteros, se calcula el promedio de los dos datos que están en las posiciones que correspondan con los dos enteros.

3. Si el resultante no es entero, ni el punto medio entre dos enteros, se toma la posición del entero más próximo.

En el ejemplo de los bebés, el número de observaciones es 20, por lo que para determinar el primer cuartil:

$Q_1 = X_i \quad \text{para } i = (02+1)/4 = 5,52$, entonces se aproxima al entero más próximo y se tomaría el valor que está en la posición 5, o sea, X5=17, esto es, Q1 =17.

El tercer cuartil se determinaría por:

$Q_3 = X_i \quad \text{para } i = 3(02+1)/4 = 51,57$, por lo que en este caso se tomaría el valor X16=22 y entonces:
Q3 = 22

Se conoce como percentil a aquel valor de la variable por debajo del cual haya un tanto por ciento dado de las observaciones. Así el percentil 85 será aquel por debajo del cual hay exactamente un 85% de las observaciones y se determinan de forma similar a como se vio en el caso de los cuartiles.

P85 = V (0.85 * (n+1))

El segundo cuartil o percentil 50 coincide con el valor de la mediana.

4.3.2. Medidas de variación o dispersión

Para poder determinar las características de un conjunto de datos no basta conocer solamente su tendencia central o posicionamiento, sino también se requiere conocer la dispersión o variación de los datos alrededor de esa posición central y, para ello, se mostrarán algunas medidas que se usan con ese propósito.

Varianza
Es la medida de variación más utilizada en Estadística, ya que posee buenas propiedades como estimador, entre ellas que utiliza toda la información disponible en la muestra o en las observaciones realizadas. La expresión matemática utilizada para su estimación es:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left(X_i - \overline{X}\right)^2}{n-1}$$

Donde:
n: número de observaciones

Otra fórmula para el cálculo de la varianza es:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i^{\,2} - n\overline{X}}{n-1} \qquad \text{o también} \qquad s^2 = \frac{n\sum_{i=1}^{n} X_i^{\,2} - (\sum_{i=1}^{n} X_i)^2}{n(n-1)}$$

La dificultad de este estimador es que está asociado al cuadrado de las medidas y por ello, para llevarlo a la misma dimensión que la medida, se utiliza de forma práctica la desviación típica o estándar que será la raíz cuadrada de la varianza.

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(X_i - \overline{X}\right)^2}{n-1}}$$

Otra medida de variación utilizada cuando las muestras son pequeñas y que permite medir la variación de los datos es el rango, que se define como:

$$R = X\max - X\min$$

Donde X_{max} y X_{min} se corresponden con el mayor y menor valor de los valores observados.
Esta medida es de mucha utilización en el Control de Calidad.

Desviación media
Es la media aritmética o promedio de las desviaciones absolutas con respecto a la media:

$$DM = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left|X_i - \overline{X}\right|}{n}$$

Coeficiente de variación
Expresa la relación, en tanto por ciento, entre la desviación típica y el promedio aritmético. Se calcula por la siguiente expresión:

$$CV = \left(\frac{S}{\overline{X}}\right)100$$

Lógicamente, a menor valor del coeficiente de variación, mejor será la variabilidad de los datos con respecto al valor promedio de la muestra.

La variabilidad o variación es un concepto que hay que tener muy presente en la toma de decisiones. La información que tenga una gran variabilidad hay que verla con recelo a la hora de tomar decisiones. Disminuir la variabilidad de los procesos es una de las metas esenciales en los procesos de mejora de la calidad. Cuando hay gran variabilidad, lo correcto es profundizar en la información y, generalmente, la medida a tomar es incrementar el tamaño de la muestra o del número de observaciones.

Todo lo que se ha visto en este tema, tablas de frecuencias, gráficos y estimadores de posicionamiento y de variación, se pueden determinar utilizando los distintos paquetes informáticos estadísticos, tales como el Statgraphic, el SPSS, el MINITAB u otros. En el EXCEL de Microsoft también se contemplan funciones estadísticas para poder obtener lo aquí estudiado.

4.4. Distribuciones de probabilidad teóricas asociadas a poblaciones

Una Distribución de Probabilidad **es una función matemática que asigna un valor de probabilidad a una variable aleatoria.**

En el caso de variables aleatorias discretas, la Distribución de Probabilidad nos permite calcular la probabilidad para los distintos valores que toma la variable aleatoria y la sumatoria de estas probabilidades será igual a uno. En el caso de variables aleatorias continuas, la Distribución de Probabilidad es una curva cuya área debajo de esta suma la unidad entre los límites de valores que toma la variable aleatoria. La probabilidad en un punto para una variable aleatoria continua es igual a cero y solo es calculable para un intervalo.

La Estadística se utiliza para el estudio de **variables aleatorias** dentro de una población. Por ejemplo, el peso o la estatura de los alumnos de primer grado en un municipio es una variable aleatoria pues cambia de un niño a otro, pero si se pudieran medir estas variables en toda la población, podría hallarse la media aritmética y la varianza de estas variables, y estos serían los **parámetros de la población**. En este caso se habla de la **Media o Valor Esperado de la Población y de su Varianza**.

En los experimentos estadísticos generalmente se parte de una muestra para caracterizar a una población bajo estudio. Muchos de estos datos, una vez procesados, se asemejan en su distribución probabilística a un conjunto de

Distribuciones Teóricas, cuyas Funciones de Distribución Probabilística se conocen y son sencillas de manipular. En este tema se estudiarán primero las Distribuciones de variables aleatorias discretas y después las asociadas a variables aleatorias continuas.

4.4.1. Distribuciones de variables aleatorias discretas

4.4.1.1. Distribución binomial

La Distribución Binomial **está asociada a fenómenos aleatorios que tienen solo dos resultados posibles, que son mutuamente excluyentes y exhaustivos y que podemos identificar como un "éxito" o como un "fracaso".**

Por ejemplo, en la inspección de una pieza, esta puede clasificarse como buena o defectuosa. En una pregunta de una encuesta la respuesta es de sí o no.

Si se conoce la probabilidad de que ocurra un "éxito", y donde se denotará por p la probabilidad de que ocurran x éxitos en una muestra de n observaciones, se sigue una Distribución Binomial con parámetro p. Por ejemplo, si se conoce en un proceso la probabilidad de producir un artículo defectuoso y se quisiera conocer la probabilidad de que en una muestra de 5 artículos tomados de ese proceso haya 3 defectuosos, se puede utilizar la Distribución Binomial para calcular esta probabilidad. La Función de Probabilidad Binomial viene dada por:

$$\mathbf{f(x)=\begin{pmatrix} n \\ x \end{pmatrix} p\, n\, (1-p)(n-x) \quad para \;\; x = 1,2,3,\ldots, n}$$

Donde:
p: probabilidad asociada al "éxito"

$\begin{pmatrix} n \\ x \end{pmatrix}$: fórmula binomial = n! / x! . (n-x)!

Los **parámetros** de la **Distribución Binomial son n** y **p** y existen tablas para distintos valores de estos parámetros.

La **Media** o **Valor Esperado** de la Distribución Binomial es:

$$E(x) = n\,p$$

La **Varianza** es:

$$V(x) = n\,p\,q = n\,p\,(1-p)$$

Suponga que en el proceso descrito anteriormente la probabilidad de producir artículos defectuosos sea de 1/5, entonces la probabilidad de tener 3 artículos defectuosos en una muestra de 5 se calcula como:

$$P(x=3) = \begin{pmatrix} 5 \\ 3 \end{pmatrix} (1/5)3.\ (4/5)2 = 10\ (1/5)3.\ (4/5)2 = 0.05120$$

La Distribución Binomial está tabulada para distintos valores de n y p, y también puede hallarse utilizando cualquier paquete informático con funciones estadísticas, incluyendo el EXCEL.

4.4.2. Distribuciones de variables aleatorias continuas más usadas

4.4.2.1. Distribución normal

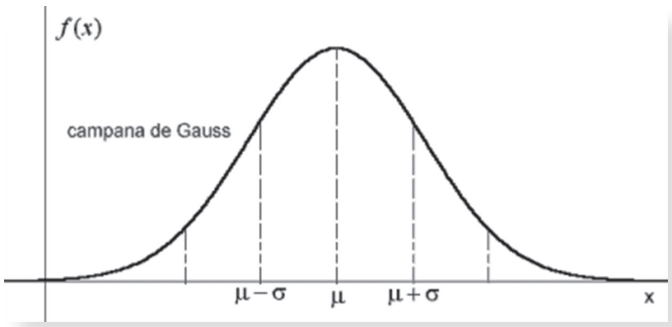
Es la distribución continua más importante en todo el campo de la Estadística debido a que:

- Es la que más se presenta en la vida real, es decir, describe de forma bastante aproximada la curva de comportamiento habitual de muchos procesos que se presentan en la naturaleza y en la industria y los servicios.
- Si se cumplen determinadas condiciones, todas las distribuciones pueden aproximarse utilizando la normal.

Función de densidad probabilística de la distribución normal

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \qquad para \quad -\infty \leq x \leq \infty$$

Donde:
μ: valor esperado o media de la población
σ: desviación típica de la población
La curva que representa a la Distribución Normal es:



Los paquetes estadísticos, entre ellos el que tiene el EXCEL, permiten calcular cualquier valor para un intervalo de x en esta función de densidad probabilística.

Propiedades

1. Tiene forma acampanada y es simétrica con respecto a μ
2. Los parámetros de la Normal son m y s y para cada combinación de esos parámetros se corresponde una única Distribución Normal.
3. Existe un máximo de la curva para $x = \mu$.
4. La probabilidad de que la variable se encuentre entre dos puntos cualesquiera es el área bajo la curva entre esos dos puntos.

Distribución normal estándar

Es la Distribución Normal con $\mu = 0$ y $\sigma = 1$.

Cualquier Distribución Normal con media m y desviación estándar s puede transformarse a la Distribución Normal Estándar utilizando la siguiente expresión:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Para hallar la P ($a \leq x \geq b$) donde x se distribuye N (μ , σ) es equivalente a encontrar P ($Z_a \leq Z \leq Z_b$) donde:

$$z_a = \frac{a - \mu}{\sigma} \qquad \text{y} \qquad z_b = \frac{b - \mu}{\sigma}$$

Esto tiene la ventaja de que la Distribución Normal Estándar está tabulada y esta tabla aparece en cualquier libro de estadística o probabilidades.

4.4.3. Distribuciones muestrales más importantes

Como se señaló anteriormente, generalmente es imposible estudiar toda la población en su conjunto y lo que se hace es seleccionar una **muestra** desde la población para poder estudiar sus parámetros.

También para el caso de muestras se han encontrado algunas Distribuciones de Probabilidad teóricas que son muy utilizadas dentro de la Estadística. Solo haremos una breve descripción de las mismas y de sus principales propiedades.

4.4.3.1. Distribución Chi - cuadrado

Es una distribución asociada a estadígrafos que sean la suma de variables aleatorias al cuadrado y que procedan de una población con Distribución Normal.

Parámetro de la distribución: ν (grados de libertad)

La χ^2 es muy sensible al valor de los grados de libertad (g.l.) y estos dependen generalmente del tamaño de la muestra y de las operaciones que se realicen con la muestra.

Si x_i es un conjunto de variables (i= 1, 2,…, n) que tienen Distribución Normal Estándar y son independientes, entonces $\sum_{i=1}^{n} x_i^2$ tiene una Distribución Chi Cuadrado con **n** grados de libertad.

Si x_i sigue una Distribución Normal con media μ y varianza σ^2, entonces:

$$(n-1).s^2 / \sigma^2 \text{ tiene Dist. } \psi^2 \text{ con } (n-1) \text{ g.l.}$$

Donde:

$$s^2 = \sum_{i=1}^{n} \left(x_i - \overline{X}\right)^2 / (n-1)$$

Utilización de la Distribución Chi-cuadrado

1. Para realizar estimaciones de la varianza de una población normal.
2. Para comparar la varianza de una población normal con un valor especificado.
3. Para hacer inferencias sobre la forma de una distribución (bondad de ajuste).
4. Para comprobar si entre dos variables existe relación o no.

4.4.3.2. Distribución t o Student

Sea z una variable aleatoria con Distribución Normal Estándar y U una variable aleatoria con Distribución Chi-cuadrado con ν grados de libertad. Si z y U son independientes, entonces:

$$t = z / U$$

tiene la Distribución t o Student con ν g.l.

Si x tiene Distribución Normal, entonces:

$$\frac{(x-\mu)}{s/\sqrt{n}}$$

tiene Distribución t con (n -1) g.l. siempre que n sea pequeña ($n \leq 25$).

Usos fundamentales de la distribución t o Student

1. Para estimar la media de una población normal.
2. Para estimar las diferencias de medias de poblaciones normales.
3. Para la comparación de la media de una población normal con un valor especificado.
4. Para la comparación de medias de poblaciones normales.

4.4.3.3. Distribución f

Sean Y y U dos variables aleatorias independientes con Distribución Chi-Cuadrado de $\upsilon 1$ y $\upsilon 2$ g.l. respectivamente, entonces la variable:

$$X = (Y/\nu 1)/(U/\nu 2)$$

tiene Distribución F con ν 1 y ν 2 grados de libertad.

Para la Distribución F se cumple que: $F(\nu 1\ \nu 2) = 1/F(\nu 2\ \nu 1)$

Utilización de la distribución f

1. Para la comparación de varianzas de dos poblaciones normales independientes.

2. Para diversos análisis de los estudios de Regresión, Análisis de Varianza y de Diseño de Experimentos.

4.5. Determinación del tamaño de la muestra

Si se quiere estimar un parámetro de la población a partir de una muestra, se debe seleccionar el método o tipo de muestreo descrito en secciones anteriores. Para determinar el tamaño de la muestra, el investigador debe fijar dos valores:

- El **margen de error** que está dispuesto a permitir en la estimación. Si se estuviera estimando la media a partir del promedio, el error de la estimación se simboliza por:

$$E = \left|\overline{X} - \mu\right|$$

La probabilidad $1-\alpha$ de que el error en la estimación no sea mayor de el valor E

$$\mathrm{P}\left(\left|\overline{X} - \mu\right| \leq E\right) = 1 - \alpha$$

Generalmente el valor de $1-\alpha$ es igual a 0.90, 0.95, 0.99 aunque puede tomar cualquier valor a juicio del investigador.

A partir de la transformación para la Distribución Normal Estándar de $\overline{X}$ y despejando el valor de n, se llega a la siguiente expresión para determinar el tamaño de la muestra:

$$\mathrm{n} = \left(\frac{\mathrm{z}_{1-\alpha/2}\sigma}{\mathrm{E}}\right)^2$$

Donde $z_{1-\alpha/2}$ es el valor de la Distribución Normal Estándar con un valor de probabilidad de $1-\alpha/2$ a la izquierda, σ es la desviación estándar de la población y E el error fijado.

Para poblaciones pequeñas, se utiliza un factor de corrección de la fórmula anterior y esta será:

$$\mathrm{n} = \frac{\left(\mathrm{Z}_{1-a/2}\frac{\sigma}{\mathrm{E}}\right)^2}{1 + \frac{1}{\mathrm{N}}\left(\mathrm{Z}_{1-a/2}\frac{\sigma}{\mathrm{E}}\right)^2}$$

En la mayoría de las investigaciones, el valor de la varianza de la población se desconoce y también habría que estimarla a partir de la muestra. En ese caso, la fórmula anterior se convertiría en:

$$n = \left(\frac{t_{1-\alpha/2;n-1} s}{E} \right)^2$$

Donde $t_{1-\alpha/2;n-1}$ es el valor de la Distribución t o de Student con un valor de probabilidad de $1-\alpha/2$ a la izquierda y n-1 grados de libertad y s es el estimador de la desviación estándar de la población.

En estos casos, como s es desconocido, se selecciona una muestra piloto de tamaño n1, se estima s y posteriormente n. Si n ≤ n1, se toma esta última como tamaño de la muestra. Si por el contrario n ≥ n1, se seleccionan nuevos elementos de la población hasta llegar a n2, se vuelve a estimar s y n y se vuelve a realizar la comparación de n2 con el n calculado. El tamaño de muestra definitivo ni será el que cumpla que n ≤ ni.

Para un valor fijo de n, utilizando las expresiones anteriores, podría determinarse el error de la estimación despejando el valor de E.

4.5.1. Tamaño de muestra para la estimación de una proporción

El tamaño de muestra n que garantiza una probabilidad 1-α de que el error de la estimación $\left|\hat{p} - p \leq E\right|$ se puede calcular por:

$$n = p(1-p)\left[\frac{z_{\alpha/2}}{E} \right]^2$$

Como el valor de p es el que queremos estimar, se podría tomar una muestra piloto y hacer una estimación preliminar de p. Otra forma, y la más utilizada, es tomar el valor de p(1-p) como el más grande posible que es cuando p=0,5 y entonces la fórmula para calcular n sería:

$$n = \frac{1}{4}\left[\frac{z_{\alpha/2}}{E} \right]^2$$

En algunos casos donde se utiliza muestreo sin reposición o se desea obtener una precisión muy grande, error muy pequeño en la estimación, la fórmula anterior puede dar valores de la muestra mayores que la propia población. Para estos casos es más indicado utilizar la siguiente aproximación:

$$n_h \approx \frac{Nn_b}{N + n_b}$$

Donde:
N: tamaño de la población
n_b : tamaño de la muestra calculada por la fórmula normal para la estimación de proporciones
n_h : tamaño de la muestra a seleccionar

4.5.1.1. Estimación por intervalo

En ocasiones se prefiere estimar el parámetro de la población por un intervalo que lo contenga con una probabilidad dada y a este tipo de estimación se le denomina estimación por intervalo:

$P(A \leq \mu \leq B) = 1 - \alpha$

$P(25 \leq \mu \leq 28) = 0{,}95$

La estimación por intervalo conlleva la estimación puntual.

Intervalo de confianza de la media μ conociendo la varianza σ
Si $\overline{X}$ es la media aritmética o promedio de una muestra de tamaño n de una población con varianza conocida σ, el intervalo de confianza de (1- α) 100% para μ es:

$$\overline{X} - z_{1-\alpha/2}\sigma/\sqrt{n} \leq \mu \leq \overline{X} + z_{1-\alpha/2}\,\sigma/\sqrt{n}$$

Para n $\geq$ 30 sin importar la forma de la Distribución de la Población se garantizan buenos resultados para la estimación de la media.

Para muestras pequeñas que se seleccionan de poblaciones que no son normales, el grado de confianza es impreciso.

Intervalo para el caso de varianza desconocida
Hay que estimar el valor de la varianza por:

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \overline{X})^2 / n - 1}$$

Se conoce que la variable aleatoria $\frac{\overline{X}-\mu}{s/\sqrt{n}}$ tiene Distribución t con n-1 g.l. y entonces, similar al caso anterior, se puede deducir el siguiente intervalo de confianza para este caso:

$$\overline{X} - t_{1-\alpha/2;n-1} s/\sqrt{n} \leq \mu \leq \overline{X} + t_{1-\alpha/2;n-1} s/\sqrt{n}$$

Donde $t_{1-\alpha/2}$ es el percentil de la distribución t para 1-$\alpha/2$, o sea el valor de t que tiene1- $\alpha/2$ de probabilidad a la izquierda y n-1 grados de libertad.

Intervalo de estimación para una proporción
Si n es grande y se espera que p no esté cercano a los valores extremos (0 o 1) entonces p sigue una Distribución Normal:

$$\mu = np$$

$$\sigma^2 = np(1-p)$$

y un intervalo de confianza de (1-α) de 100% para la proporción viene dado por:

$$\hat{p} - z_{\alpha/2}\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})/n} \leq p \leq \hat{p} + z_{\alpha/2}\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})/n}$$

Esta aproximación es buena si p está entre 0,3 y 0,7 y n permite una buena aproximación a la Normal.

4.6. Estadística no paramétrica

Dado el gran uso de estas técnicas en las Ciencias Sociales, y también en otras ramas, resulta imprescindible incluirlas en el presente trabajo. Antes de abordarlas, consideramos prudente hacer mención de algunas de sus ventajas y desventajas con relación a las técnicas paramétricas.

Ventajas de las técnicas no paramétricas

- Pueden usarse con puntajes que no son exactos en el sentido numérico, sino simples rangos.
- Se usan con datos medidos en una escala nominal.
- Las poblaciones no tienen que seguir una distribución determinada y pueden ser diferentes en algunos casos.

- Gran sencillez para su cómputo y típicamente mucho más factible de aplicar que las paramétricas.

- Son muy útiles en muestras pequeñas.

Desventajas de las técnicas no paramétricas

- Las pruebas y sus tablas de valores significativos se encuentran muy dispersas en diferentes bibliografías, en algunos casos de pocos ejemplares.

- Si una prueba estadística no paramétrica tiene una potencia-eficiencia por ejemplo del 90%, significa que al ser satisfecha todas las condiciones de la prueba paramétrica esta será un 10% más eficiente que aplicando una no paramétrica.

4.6.1. Prueba binomial

Es la distribución muestral de las proporciones observadas en muestras tomadas al azar de una población de dos clases. El procedimiento consiste en:

1. Determinar N, número total de casos observados.

2. Determinar las frecuencias de ocurrencias observadas en cada una de las dos categorías.

3. Se escoge el método para encontrar la probabilidad de ocurrencia conforme a Ho de los valores observados.

Si la probabilidad asociada con el valor observado de X, o de un valor aún más extremo, es igual o menor que α, hay que rechazar Hf.

Esta prueba puede usarse cuando hay solamente dos categorías en la clasificación de los datos; solo es útil cuando el tamaño de la muestra es tan pequeño que no puede aplicarse la prueba de χ^2 (Chi cuadrado).

4.6.2. La prueba de χ^2 de una muestra

Se emplea cuando nos interesa el número del sujeto, objetos o respuestas que se clasifican en dos o más categorías. El procedimiento del método consiste en los siguientes pasos:

1. Se clasifican las frecuencias observadas en un número K de categorías.

2. A partir de H_0, se determinan las frecuencias esperadas (E_i) para cada una de las K celdillas.

3. Se calcula el valor de χ^2.

4. Se determina el valor de df = K-1.

5. Se determina por tablas la probabilidad asociada con la ocurrencia conforme a H_0 de un valor tan grande como el valor observado de χ^2 para el valor observado de df.

Si la probabilidad es igual o menor que α, se rechaza H_0.

Esta prueba puede usarse cuando los datos estén en categorías discretas, cuando las frecuencias esperadas sean suficientemente grandes cuando K=2, cada E_i deberá ser 5 o mayor. Cuando K>2, no más del 20% de las E_I deberá ser menor que 5 y ninguno de ellos deberá ser menor que 1. Son insensibles a los efectos del orden cuando df>1.

Al igual que la prueba binomial, puede usarse con mediciones en escalas nominales u ordinales.

Tablas de contingencias

Se construyen con el objetivo de verificar la independencia cuando en los atributos A y B no surgen problemas distribucionales nuevos, puesto que se tiene un experimento con resultados cada uno con una probabilidad π_{ij} de ocurrencia. La hipótesis nula sería, en este caso, que los atributos A y B son independientes. Si se denota por π_{io} a la probabilidad de ocurrencia del atributo A_i y por π_{oj} la probabilidad de ocurrencia de B_j, entonces esta hipótesis se puede expresar de la siguiente forma:

$H_0: \pi_{ij} = \pi_{IO}, \pi_{IJ} \quad \forall (i;j) \qquad H_i: \pi_{ij} \quad \pi_{io}\pi_{ic}\pi_{oj} \quad (i;j).$

		Bajo	Moderado	Alto	**Total**	
	A/B	B1	B2	…	Bc	
		No1	No2		Noc	N
Alto	:	:	:		:	:
Bajo	A1	N11	N12		N1c	N10
Moderado	A2	N22	N22		N2c	N20
Total	Ar	Nr2	Nr2	…	Nrc	Nro

Tabla 4.6. Contingencia no paramétricas.

Dócima para bondad del ajuste
Los pasos a seguir en la comprobación de la bondad de un ajuste son:

1. Construcción de una distribución empírica de frecuencia para la determinación de la frecuencia de clases.

2. Sustitución de los parámetros desconocidos por sus estimaciones máximos verosímiles y determinación de las probabilidades teóricas de cada intervalo de clases.

3. Determinación de la frecuencia esperada de cada clase.

4. Cálculo del estadígrafo $\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \left(\frac{o_i - e_i}{e_i} \right)^2$

Donde:
K: número de clases.
(o_i) i= 1...K: las frecuencias observadas
(e_i) i=1...K: las frecuencias esperadas calculadas en el paso 3

La dócima será la siguiente:

$$\varphi(o_i) = \begin{cases} 0 & si \ \chi^2 \leq \chi^2_{1-\alpha}(k-1-s) \\ 1 & \text{en otros casos.} \end{cases}$$

Donde s es el número de parámetros que se sustituyen por estimaciones.

4.6.3. La prueba de la rachas

Los **pasos** para el uso de la prueba de las rachas de una muestra son:

- Se colocan las observaciones n_1 y n_2 en su orden de ocurrencia.

- Se cuenta el número de rachas, r.

- Se determina la probabilidad conforme a H_0 asociada con un valor tan extremo como el valor observado de r.

Si la probabilidad asociada con el valor observado de r es igual o menor que α, se rechaza H_0.

Esta prueba se refiere a la aleatoriedad de la ocurrencia temporal o sucesión de los puntajes en una muestra. La eficiencia de las pruebas de aleatoriedad basada en las rachas es significativa solamente en el contexto de un problema específico.

4.6.4. La prueba de los signos

Es particularmente útil cuando la medición cuantitativa es imposible o no es práctica, pudiendo aun haber cierto orden entre los miembros de cada pareja. Se aplica cuando se desea conocer si una misma condición en dos muestras es diferente. El único requisito necesario para esta prueba es que en cada pareja el experimentador haya logrado igualar las variables extrañas pertinentes, es decir, el valor medio se puede tomar como valor común, gracias a que la variable aleatoria es continua, cada sujeto puede ser su propio control.

El **procedimiento** de esta prueba es el siguiente:

1. Se determina el signo de la diferencia entre los dos miembros de la pareja.

2. Se determina el valor de N, el número de parejas, cuyas diferencias exhiben un signo.

3. El método para determinar la probabilidad asociada con ocurrencia conforme a un valor tan extremo como el valor observado de **X** depende del tamaño de **N**:

   d. Si la tabla **D** del libro Diseño experimental no paramétrico de Siegel muestra la **p** de una cola asociada, para una prueba de las colas se duplica el valor de **p**.

   e. Si N>25, se calcula el valor de **Z**. La tabla **A** del mismo libro abarca la **p** de una cola asociada con valores tan extremos como diferentes valores de **Z**. Para **dos** colas se duplica el valor de **p**.

4. Si la **p** producida por la prueba es igual o menor que a , se rechaza Ho.

4.6.5. Prueba de rangos señalados y pares igualados de Wilcoxon

Se emplea cuando la medición se hace dentro y entre los pares de una escala ordinal. Da mayor peso al par que muestra una diferencia grande entre las dos condiciones que al par que exhibe una diferencia pequeña.

El **procedimiento** consiste en:

1. Para cada par igualado, se determina la diferencia del signo (=) entre los dos puntajes.

2. Se ordenan los datos sin respetar el signo. Con las **d** ligadas se asigna el promedio de los rangos ligados.

3. Se añade a cada rango el signo (más o menos) de la **d** que representa.

4. Se determina **T**, la más pequeña suma de los rangos igualados.

5. Se determina **N**, el número de **d** con un signo.

6. El procedimiento para determinar la significación del valor observado de **T** depende del lado **N**:

   a. Si N≤25, la tabla **G** del libro antes mencionado contiene los valores críticos de **T** para diferentes tamaños de N. Ho puede ser rechazada en ese nivel de significación.

   b. Si **N** es mayor que 25, se calcula el valor **Z**, se determina la prueba asociada conforme a H_0 con la tabla **A** (del mismo libro antes mencionado).

   c. Para una prueba de dos colas se duplica el valor de **p**. Si la $p \leq \alpha$, se rechaza $\mathbf{H_0}$.

4.7. Estadística paramétrica

Establecer una correlación puede ser solamente un paso en una investigación que tiene otros fines, como es el caso cuando usamos medidas de correlación para comprobar la confiabilidad de las observaciones.

En el caso paramétrico, la medida usual de correlación es el coeficiente de correlación r momento-producto de Pearson, que requiere puntaje, por lo menos en una escala de intervalos iguales, y supone que estos son de una población normal bivariadas. No se cumplen los requisitos de medidas de r o la suposición de normalidad; se pueden usar los coeficientes de correlación no paramétricos, donde se pueden utilizar datos nominales y ordinales; además, en muestra pequeña, el cálculo de correlación es más fácil.

4.7.1. Correlación lineal

El propósito de la correlación lineal es buscar un coeficiente que sirva para medir el grado en que dos variables están relacionadas linealmente. Dicho coeficiente debe tener como propiedades convenientes: alcanzar su valor absoluto máximo cuando las variables estén en relación lineal exacta (r = 1 o r =-1). El signo (+) indica que ambas variables crecen y decrecen simultáneamente y el signo (-) indica que de crecer una, decrece la otra. Un valor bajo de este

coeficiente indicará que la relación real entre las variables está muy distante de ser lineal y que no existe relación entre ellas (r=0).

$$\rho = \frac{\mathrm{cov}(x, y)}{\sigma_x \sigma_y}$$

Donde:

ρ: correlación lineal

σ_x: desviación típica de x

$\mathrm{cov}(x, y)$: covarianza entre x e y

σ_y: desviación típica de y

La covarianza de dos variables aleatorias cov(X,Y) es el valor medio del producto de sus desviaciones respecto a sus medias tomadas por pares con $(x, y) = E(x - \bar{x})(y - \bar{y})$. Esta magnitud sirve para determinar el grado de correlación lineal entre las variables. La fórmula equivalente conveniente de la covarianza es $\mathrm{cov}(x, y) = \bar{x}, \bar{y} - \bar{x}\ \bar{y}$; si esas variables son estocásticamente independientes, su covarianza es nula y el recíproco no es realmente cierto.

Dócima para el coeficiente de correlación lineal

La distribución de r es extremadamente compleja y se aparta bastante de la distribución normal para valor de r relativamente grande de n.

Ejemplo:

En el transcurso de una investigación realizada para determinar la influencia del volumen de producción en el número de rechazo, se realizó un análisis de correlación y regresión entre las variables:

X: volumen de producción mensual, en miles de unidades.
Y: número de rechazos en el mes.

a. Calcule el coeficiente de correlación y trace el diagrama de dispersión. ¿Qué le sugiere?

b. Ajuste un modelo lineal de primer orden.

c. Dé sus conclusiones definitivas acerca de la existencia y tipo de relación entre X y Y.

Se tomó información correspondiente a diecisiete meses y se registraron los siguientes resultados:

Mes /año	Volumen de producción (miles de pesos)	Número de rechazos
8/96	42	1
9/96	39	0
10/96	44	1
11/96	38	0
12/96	40	3
1/97	41	0
2/97	39	2
3/97	47	0
4/97	57	2
5/97	40	0
6/97	52	0
7/97	62	1
8/97	59	0
9/97	58	1
10/97	50	0
11/97	54	2
12/97	53	0
17	**819**	**13**

Respuesta

a. Para calcular el coeficiente de correlación, nos auxiliaremos de los cálculos siguientes:

$$\sum_{i}^{n} x = 819 \qquad \left(\sum_{i1}^{n} x\right)^2 = 670761$$

$$\sum_{i=1}^{n} y = 13 \qquad \left(\sum_{i=1}^{n} y\right)^2 = 169$$

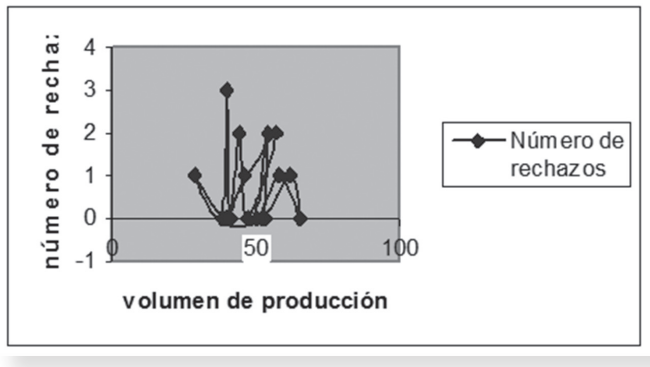
$$\sum_{i=1}^{n} x \sum_{i=1}^{n} y = 10647 \qquad \sum_{i=1}^{n} x^2 = 40497$$

$$\sum_{i=1}^{n} xy = 572 \qquad \sum_{i=1}^{n} y^2 = 41$$

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^{n} xy - \frac{\sum_{i=1}^{n} x \sum_{i=1}^{n} y}{n}}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^{n} x^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} x\right)^2}{n}\right]\left[\sum_{i=1}^{n} y^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} y\right)^2}{n}\right]}}$$

$$r_{xy} = \frac{572 - \frac{819.13}{17}}{\sqrt{\left[4049 - \frac{670761}{17}\right]\left[14 - \frac{169}{17}\right]}} = \frac{54.294}{\sqrt{(1040.17)(31058)}} = -0.3020$$

Diagrama de dispersión



Se sugiere que no existe relación entre las dos variables.

b. Para estimar los parámetros de la recta de regresión, nos auxiliaremos de los cálculos del inciso anterior:

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n} xy - \frac{\sum_{i=1}^{n} x \sum_{i=1}^{n} y}{n}}{\sum_{i=1}^{n} x^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} x\right)^2}{n}} = \frac{-54.294}{1040.471} = 0.0521$$

$$b_0 = \bar{y} - b_1\bar{x} = 0.7647 + 0.0521(48.176) = 3.275$$
$$\hat{E}(y/x) = 3.275 - 0.0521x$$

c. Se puede concluir que entre las variables no existe ninguna relación, es decir, que son independientes, por lo que se debe analizar el número de rechazos a partir de la influencia de otra variable, no del volumen de producción.

4.7.2. Regresión lineal

No solo es de interés conocer si existe o no correlación entre diferentes variables, sino también encontrar una expresión analítica o modelo matemático que represente la relación entre las variables de la forma más exacta posible. El desarrollo empírico para representar procesos continuos comprende las siguientes etapas:

1. Formular una hipótesis (modelo propuesto).
2. Experimentar para obtener los datos empíricos.
3. Ajustar los modelos a los datos, es decir, estimar los coeficientes del modelo y evaluar los resultados.

Para describir la relación entre variables, la forma más adecuada para incluir otras causas aleatorias que también influyen es la siguiente: ecuación $y = a + bx + e_i$, $\bar{y} = \bar{a} + \bar{b}x$; y el método que emplea para estimar dichos parámetros es el de los mínimos cuadrados.

4.7.3. Análisis de los residuos

Esto se hace para determinar hasta qué punto el modelo seleccionado es apropiado o no. Los residuos representan la diferencia entre cada uno de los valores observados y los predichos por la ecuación de regresión.

Hay dos formas diferentes de aplicar las pruebas estadísticas para la pérdida de ajuste en el modelo matemático que se haya propuesto:

1. Utilizando un estimado externo de varianza del error experimental.
2. Utilizando un estimador interno de varianza del error experimental.

Ambas pruebas para la pérdida de ajuste se basan en la comparación de la relación.

$$\frac{\sigma_{ep}{}^{2} + \sigma_{pa}{}^{2}}{\sigma_{ep}{}^{2}}$$

Si la relación calculada usando un estimador es mayor que $F\left(v_1, v_{2,} \alpha\right)$, no hay evidencia de que el modelo es adecuado.

Lo anterior se puede aplicar como sigue:

Considerando una población $N\left(\mu, \sigma\right)$, de la cual se ha extraído una muestra simple aleatoria de tamaño n, entonces:

$$\frac{\bar{x} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}} \quad \mathrm{N}\left(0,1\right) \text{ y } \quad \frac{\left(n-1\right) s^2}{\sigma^2}$$

4.8. Análisis multivariados

4.8.1 Análisis Factorial

También se conoce con el nombre de análisis de correspondencia. Es una técnica descriptiva, por lo que las conclusiones que con ella se obtengan son solo para el conjunto observado. Es idónea para estudiar las relaciones de dependencia entre variables cualitativas presentadas en forma de tablas de contingencias. Además de analizar las relaciones existentes entre las variables, permite analizar cómo está estructurada esta asociación, describiendo proximidades que permiten identificar "categorías causa de asociación". Es eficaz para el análisis de cualquier matriz de datos no negativos, como tablas disyuntivas, de datos ordinales, etc. Es decir, para el estudio de datos cualitativos en general. Este método se generaliza a más de dos variables, denominándose correspondencia múltiple, muy útil en situaciones multivariadas cualitativas.

Constituye una variante del Análisis de Componentes Principales (A.C.P.) en matrices, cuyas características aconsejan una serie de transformaciones y un sistema concreto de ponderación sobre la importancia de las distintas filas y columnas.

El método consiste en una representación de las filas y las columnas que ponga de manifiesto las relaciones existentes dentro y entre ambos conjuntos. Estas quedan explicadas describiendo las proximidades entre puntos fila de la matriz de una parte y puntos columnas de otra, en dos análisis paralelos de componentes principales.

Los elementos esenciales para el estudio de la dispersión y de las relaciones entre los puntos-filas o bien entre los puntos-columnas son la representación en planos factoriales. Cuando en uno de esos planos dos puntos estén bien representados, su proximidad pondrá en evidencia que ambos puntos poseen perfiles similares. Las representaciones gráficas se hacen igual que en A.C.P.

Para una interpretación correcta de los planos de proyección, hay que tener en cuenta, además de las coordenadas en cada punto, su peso en la determinación de cada eje (contribución absoluta) y su proximidad a los planos de proyección (contribución relativa). En esta técnica se debe, además de considerar las relaciones de los ejes con las modalidades iniciales, estudiar los individuos típicos definidos por la modalidad obtenida, ya que así se pueden encontrar rápidamente los grupos de modalidades ligados entre sí u opuestos.

Los cálculos de contribución permiten no solo criticar la estabilidad y la importancia relativa de los resultados del análisis, sino también llevar, con cierta seguridad, la interpretación de los factores más allá de los efectos más evidentes descritos por los primeros factores.

4.8.2. Análisis de Cluster

También llamado análisis de conglomerado, análisis tipológico, clasificación automática, entre otros sinónimos. Nos permite clasificar una serie de individuos, de los que se dispone de una serie de observaciones, en grupos lo más homogéneos posible sobre la base de las variables observadas. Se aplica a matrices de datos tanto cuantitativas como cualitativas o mixtas. Es una técnica descriptiva. Se aplica en Biología para la clasificación de especies, en Medicina, Psiquiatría, Sociología, etc. Con ella se agrupan tanto individuos como variables.

Según Mahalanobis, cuanto menor sea la distancia entre dos individuos, mayor similaridad hay entre ellos; un individuo pertenece a un grupo determinado en el que existe un alto grado de homogeneidad en relación a un conjunto de variables, por lo que se puede atribuir a dicho sujeto, con cierto riesgo, el valor de una característica que le define pero se desconoce.

Este método consta de las siguientes **fases**:

1. Seleccionar las variables relevantes para identificar a los grupos.

2. Elegir una medida de proximidad entre individuos, ejemplo distancia euclídea o distancia de Mahalanobis, entre otros.

3. A partir de la matriz de similaridad, por medio de algoritmos de clasificación se forman grupos, conglomerados o *clusters* y se concreta en los métodos jerárquicos y no jerárquicos. Los primeros de subdividen en aglomerados o ascendentes y los segundos en disociativos o descendentes.

4. Finalmente se realiza la interpretación de los resultados.

4.8.3. Análisis Discriminante

Este comprende una serie de técnicas estadísticas que permiten describir y caracterizar individuos, permite predecir una variable cualitativa a partir de una variable cuantitativa. Parte de una serie de grupos definidos *a priori* y pretende distinguirlos en base a la información que hay en los datos y clasificar a los individuos en los grupos mediante una función discriminante que también se puede usar para predicciones futuras. Su objetivo es determinar si los grupos quedan perfectamente discriminados en función de las variables originales.

El método se desarrolla como sigue:

Se seleccionan la variable discriminante (la de menor valor estadístico) y las funciones discriminantes que vienen dadas por: $D = B_0 + B_1 X_1 + ... + B_p X_p$ y tratando de maximizar la razón varianzas intergrupos/varianzas intragrupos y finalmente la clasificación de los individuos en el grupo para el cual sea mayor.

$$P\left(G/D\right) = \frac{P\left(D/G\right)P(G)}{\sum_i P\left(D/G\right)P(G)}$$

Las hipótesis para abordar el análisis de discriminante son las siguientes:

- Los vectores que representa cada individuo en el espacio de las variables siguen una distribución normal multivariante.

- Las matrices de varianzas-covarianzas de los grupos son iguales o muy parecidas, lo que contrasta mediante el test de Box.

- La muestra debe ser representativa de cada uno de los grupos que estén constituidos *a priori*, aunque no es necesario que el tamaño de la muestra de cada grupo sea el mismo.

- Antes de realizar el análisis, interesa introducir todas las variables que puedan en mayor o menor grado explicar el fenómeno, debiendo ser elegidas de forma que sean lo más independientes posible.

Ejemplo:
En un estudio realizado sobre el efecto del Régimen de Trabajo y Descanso (RTD), el método seleccionado para discriminar entre los dos RTD existentes fue la distancia de Frechet (F). Esta técnica se basa en la siguiente expresión:

$$Frs = \sum_{v=1}^{k} \frac{\left| \bar{x}_{vr} - \bar{x}_{vs} \right|}{v}$$

Frs: distancia entre el universo r y s

V: desviación típica de la variable v

$\bar{x}_{vr}$: media de la varianza v en el universo r

$\bar{x}_{vs}$: media de la varianza v en el universo s

5

Herramientas para la solución de problemas

En el transcurso de la historia de la investigación se han desarrollado diversas herramientas destinadas a la identificación y solución de problemas con el objetivo de llevar a la organización al éxito. En la recopilación de estos instrumentos se agradece al Dr. Lázaro Quintana Tápanes su decisiva colaboración y en particular al Ingeniero Jaime Enrique Núñez Camacho.

5.1. Lluvia de Ideas (Brainstorming)

Descripción
La Lluvia de Ideas es una técnica de grupo para generar ideas originales en un ambiente relajado. Esta herramienta es creada en el año 1941 por Alex Osborne, cuando su búsqueda de ideas creativas resultó en un proceso interactivo de grupo no estructurado de "lluvia de ideas" que generaba más y mejores ideas que las que los individuos podían producir trabajando de forma independiente. (CAMACHO 2004)

Aplicación
Se deberá utilizar la Lluvia de Ideas cuando exista la necesidad de:

- Liberar la creatividad de los equipos.
- Generar un número extenso de ideas.
- Involucrar a todos en el proceso.
- Identificar oportunidades para mejorar.

Tipos de Lluvia de Ideas

a. No estructurado (flujo libre)

1. Escoger a alguien para que sea el facilitador y apunte las ideas.

2. Escribir en un papel o en un tablero una frase que represente el problema y el asunto de discusión.

3. Escribir cada idea en el menor número de palabras posible. Verificar con la persona que hizo la contribución cuando se esté repitiendo la idea. No interpretar o cambiar las ideas.

4. Establecer un tiempo límite de aproximadamente 25 minutos.

5. Fomentar la creatividad. Construir sobre las ideas de otros. Los miembros del grupo de Lluvia de Ideas y el facilitador nunca deben criticar las ideas.

6. Revisar la lista para verificar su comprensión.

7. Eliminar las duplicaciones, problemas no importantes y aspectos no negociables. Llegar a un consenso sobre los problemas que parecen redundantes o no importantes.

b. Estructurado (en círculo)

Tiene las mismas metas que la Lluvia de Ideas no estructurada. La diferencia consiste en que cada miembro del equipo presenta sus ideas en un formato ordenado (ejemplo, de izquierda a derecha). No hay problema si un miembro del equipo cede su turno si no tiene una idea en ese instante.

c. Silenciosa (lluvia de ideas escritas)

En este caso, los participantes piensan las ideas pero registran en papel sus ideas en silencio. Cada participante pone su hoja en la mesa y la cambia por otra hoja de papel, y puede entonces agregar otras ideas relacionadas o pensar en nuevas ideas. Este proceso continúa por cerca de 30 minutos y permite a los participantes construir sobre las ideas de otros y evitar conflictos o intimidaciones por parte de los miembros dominantes.

Consejos para la construcción/ interpretación

- Hacer una lista de las ideas que pueden ser criticadas, editadas por duplicación, y clasificarlas de la más importante a la menos importante.

- Soluciones creativas para problemas basados en las contribuciones hechas por todos los miembros del equipo.

Relación con otras herramientas

- La Lluvia de Ideas generalmente se relaciona con:
- Diagrama de Afinidad.
- Diagrama de Causa y Efecto.
- Análisis del Campo de Fuerzas.
- Diagrama de Interrelaciones.
- Hoja de Verificación Checklist para la Reunión de Datos.
- Multivotación.
- Técnica de Grupo Nominal.

5.2. Multivotación

Descripción

La Multivotación es una técnica en grupo para reducir una larga lista de elementos a unos pocos manejables (generalmente entre tres y cinco).

Aplicación

Utilizar la Multivotación cada vez que la técnica de Lluvia de Ideas o una técnica similar han producido una lista larga que necesita reducirse. También deberá utilizarse al final de un Diagrama de Causa y Efecto para seleccionar las primeras 3 a 5 "causas" a ser investigadas.

¿Cómo se utiliza?

1. Revisar la lista; combinar los elementos similares, si es posible.
2. Asignar una letra a los elementos restantes.
3. Dar a cada miembro del equipo un número de votos igual al 20% del número de elementos en la lista. Se pueden suministrar "puntos" adhesivos a los participantes para pegar en el rotafolio al lado de los elementos que seleccionen. Los miembros del equipo pueden determinar cómo distribuir sus votos: uno por elemento; un número igual de votos a varios elementos; todos los votos a un elemento y sucesivamente.
4. Encerrar en un círculo los elementos que reciban el mayor número de votos.
5. Si todavía quedan más elementos de los deseados, se puede realizar una segunda ronda de votación. Utilizar únicamente los elementos señalados; técnica similar a la anterior.
6. Repetir los pasos 4 y 5 hasta que la lista se reduzca de tres a cinco elementos.

Puntos	Primer voto	Segundo voto
A	𝍸 I	𝍸 IIII
B	III	
C	III	
D	IIII	III
E	𝍸	𝍸 𝍸 𝍸
F	III	
G	IIII	II
H	𝍸 II	𝍸 𝍸 I
I	III	
J	II	
Total	**40**	**40**

Fig. 16. Ejemplo de la técnica Multivotación.

Consejos para la construcción/ interpretación
Existen numerosas técnicas utilizadas en la Multivotación. Una de ellas es la de darle a cada miembro del equipo 100 votos y permitirle al miembro del equipo tantos votos como quiera. El equipo puede optar seleccionar las 10 primeras opciones y hacer otra ronda de votación.

Diferente material de referencia tendrá diferentes técnicas. Se debe seleccionar el método que sea apropiado para su equipo.

Relación con otras herramientas
La Multivotación generalmente se relaciona con:

- Lluvia de Ideas.
- Diagrama de Causa y Efecto.
- Análisis del Campo de Fuerzas.
- Matriz de Planeación de Acciones.
- Checklist para la Reunión de Datos.
- Diagrama de Afinidad.

5.3. Gráfica de Radar (Diagrama de Araña) (Radar Chart or Spider Diagram)

Descripción
Una Gráfica de Radar, también conocida como un Diagrama de Araña, es una herramienta muy útil para mostrar visualmente las diferencias entre el estado actual y el estado ideal.

Aplicación
Esta técnica se utiliza principalmente para:

- Presentar visualmente las diferencias existentes entre el estado actual y el estado ideal.
- Captar las distintas percepciones de todos los miembros del equipo con respecto al desempeño del equipo o de la organización.
- Mostrar los cambios en las fortalezas o debilidades del equipo o de la organización.
- Presentar claramente las categorías importantes de desempeño.

¿Cómo se utiliza?

1. Conformar el equipo correcto.
2. Reunir o verificar los datos a representar.
3. Definir las categorías de calificación (normalmente de 5 a 10 categorías).
4. Construir la Gráfica de Radar en el rotafolio, si no cuenta con una Gráfica de Radar preimpresa:
    - Dibujar un círculo en el rotafolio con tantos radios como categorías existan.
    - Escribir cada título al final de cada radio alrededor del perímetro del círculo.
    - Numerar los radios de 0 hasta 10 empezando con el 0 en el centro del círculo y terminar con el 10 en el perímetro.
5. Calificar todas las categorías.
6. Cada miembro del equipo puede calificar dónde siente que la organización o el equipo se encuentran en la actualidad.
7. Esto puede realizarse en silencio utilizando puntos adhesivos.
8. El equipo puede desarrollar un puntaje para el grupo, ya sea por consenso o calculando un promedio de los puntajes individuales.
9. Definir la calificación del equipo para cada categoría.
10. Interpretar y utilizar los resultados para mejorar.
11. Indicar la fecha en la Gráfica de Radar.

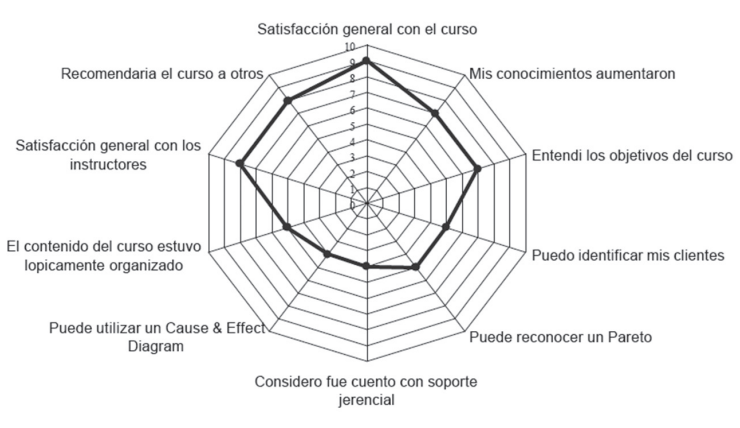


Fig. 17. Ejemplo de Gráfica de Radar a partir de los resultados del programa de capacitación en calidad.

Consejos para la construcción/ interpretación
Un puntaje de vacíos puede ser sumado a cada categoría restando el puntaje del equipo del número más alto y registrando el puntaje de vacíos al lado de la categoría en el perímetro.

Una Gráfica de Radar puede utilizarse para ayudar a desarrollar un "Código de Comportamiento del Equipo" para un equipo, para mejorar los procesos, o para cualquier equipo. Las categorías pueden representar cómo el equipo quiere actuar como un equipo.

Relación con otras herramientas
Una Gráfica de Radar está normalmente relacionada con:

- Diagrama de Afinidad.
- Lluvia de Ideas.
- Checklist para la Reunión de Datos.
- Análisis del Campo de Fuerzas.

5.4. Diagrama de Causa y Efecto (Cause & Efect Diagram)

Descripción
Un Diagrama de Causa y Efecto es la representación de varios elementos (causas) de un sistema que pueden contribuir a un problema (efecto). Fue

desarrollado en 1943 por el Profesor Kaoru Ishikawa en Tokio. Algunas veces es denominado Diagrama Ishikawa o Diagrama Espina de Pescado por su parecido con el esqueleto de un pescado. Es una herramienta efectiva para estudiar procesos y situaciones, y para desarrollar un plan de recolección de datos.

Aplicación

El Diagrama de Causa y Efecto es utilizado para identificar las posibles causas de un problema específico. La naturaleza gráfica del diagrama permite que los grupos organicen grandes cantidades de información sobre el problema y determinar exactamente las posibles causas. Finalmente, aumenta la probabilidad de identificar las causas principales.

Se debe utilizar cuando se pueda contestar "sí" al menos a una de las dos preguntas siguientes:

1. ¿Es necesario identificar las causas principales de un problema?
2. ¿Existen ideas y/u opiniones sobre las causas de un problema?

Con frecuencia, las personas vinculadas de cerca al problema que es objeto de estudio se han formulado opiniones sobre cuáles son las causas del problema. Estas opiniones pueden estar en conflicto o fallar al expresar la causa principal. El uso de un Diagrama de Causa y Efecto hace posible reunir todas estas ideas para su estudio desde diferentes puntos de vista.

El desarrollo y uso del diagrama son más efectivos después de que el proceso ha sido descrito y el problema esté bien definido. Para ese momento, los miembros del equipo tendrán una idea acertada de qué factores se deben incluir en el mismo.

Los Diagramas de Causa y Efecto también pueden ser utilizados para otros propósitos diferentes al análisis de la causa principal. El formato de la herramienta se presta para la planeación. Por ejemplo, un grupo podría realizar una Lluvia de Ideas de las "causas" de un evento exitoso, tal como un seminario, una conferencia o una boda. Como resultado, producirían una lista detallada agrupada en una categoría principal de cosas a realizar e incluir para un evento exitoso.

Esta herramienta no ofrece una respuesta a una pregunta, como lo hacen otras.

Herramientas como el Análisis de Pareto, Diagramas Scatter e Histogramas pueden ser utilizadas para analizar datos estadísticamente. En el momento de generar el Diagrama de Causa y Efecto, normalmente se ignora si estas causas son o no responsables de los efectos. Por otra parte, un Diagrama de Causa y Efecto bien preparado es un vehículo para ayudar a los equipos a tener una

concepción común de un problema complejo, con todos sus elementos y relaciones claramente visibles a cualquier nivel de detalle requerido.

¿Cómo se utiliza?

1. Identificar el problema. El problema (el efecto generalmente está en la forma de una característica de calidad) es algo que queremos mejorar o controlar.

2. El problema deberá ser específico y concreto: incumplimiento con las citas para instalación, cantidades inexactas en la facturación, errores técnicos en las cuentas de proveedores, errores de proveedores.

3. Registrar la frase que resume el problema. Escribir el problema identificado en la parte extrema derecha del papel y dejar espacio para el resto del diagrama hacia la izquierda. Dibujar una caja alrededor de la frase que identifica el problema (algo que se denomina algunas veces como la cabeza del pescado).

4. Dibujar y marcar las espinas principales. Las espinas principales representan el input principal/ categorías de recursos o factores causales. No existen reglas sobre qué categorías o causas se deben utilizar, pero las más comunes utilizadas por los equipos son los materiales, métodos, máquinas, personas y/o el medio. Dibujar una caja alrededor de cada título. El título de un grupo para su Diagrama de Causa y Efecto puede ser diferente a los títulos tradicionales; esta flexibilidad es apropiada y se invita a considerarla.

5. Realizar una Lluvia de Ideas de las causas del problema. Este es el paso más importante en la construcción de un Diagrama de Causa y Efecto. Las ideas generadas en este paso guiarán la selección de las causas de raíz. Es importante que solamente causas, y no soluciones, del problema sean identificadas. Para asegurar que su equipo está al nivel apropiado de profundidad, se deberá hacer continuamente la pregunta ¿por qué?, para cada una de las causas iniciales mencionadas. Si surge una idea que se ajuste mejor en otra categoría, no discuta la categoría, simplemente escriba la idea. El propósito de la herramienta es estimular ideas, no desarrollar una lista que esté perfectamente clasificada. (**Nota:** consultar la descripción de **Lluvia de Ideas**).

6. Identificar los candidatos para la "causa más probable". Las causas seleccionadas por el equipo son opiniones y deben ser verificadas con más datos. Todas las causas en el diagrama no necesariamente están relacionadas de cerca con el problema; el equipo deberá reducir su análisis a las

causas más probables. Encerrar en un círculo la(s) causa(s) más probable(s) seleccionada(s) por el equipo.

7. Cuando las ideas ya no puedan ser identificadas, se deberá analizar más a fondo el diagrama para identificar métodos adicionales para la recolección de datos.

Consejos para la construcción/ interpretación
Se debe recordar que los Diagramas de Causa y Efecto únicamente identifican causas posibles. Aun cuando todos estén de acuerdo en estas causas posibles, solamente los datos apuntarán a las causas.

El Diagrama de Causa y Efecto es una forma gráfica de exhibir gran información de causas en un espacio compacto. Su uso ayuda a los equipos a pasar de opiniones a teorías comprobables.

Relación con otras herramientas
Un Diagrama de Causa y Efecto normalmente se relaciona con:

- Lluvia de Ideas.
- Diagrama de Interrelaciones.
- Gráfica de Pareto.
- Multivotación.
- Técnica de Grupo Nominal.
- Diagrama de Afinidad.
- Cinco Por Qués.

Causa efecto

5.5. Diagrama de Interrelaciones (Interrelations Diagram)

Descripción
Un Diagrama de Interrelaciones presenta las relaciones entre factores/problemas. Toma la idea principal o problema y presenta la conexión entre los ítems relacionados. Al utilizarlo, se demuestra que cada ítem puede ser conectado con más de un ítem diferente a la vez. Permite el pensamiento multi-direccional.

Aplicación

- Para comprender y aclarar las interrelaciones entre los diferentes puntos de un problema complejo.

- Para identificar puntos claves que precisan de una mayor investigación

¿Cómo se utiliza?

1. Reunir al equipo apropiado.

2. Determinar el problema o el asunto clave a solucionar.

3. Utilizar una herramienta de generación de ideas, tal como la Lluvia de Ideas, para producir ideas.

4. Reunir ideas, tarjetas o notas Post-it y colocarlas en la superficie de trabajo (generalmente dos hojas de rotafolio pegadas hacen una superficie ideal de trabajo) en un patrón circular. Marcar con una letra o número cada tarjeta/Post-it.

5. Buscar relaciones entre cada una y todas las ideas. Determinar qué otras tarjetas/Post-its están influenciadas por esta tarjeta. Dibujar flechas que salgan de la tarjeta/Post-it que influencien otras tarjetas y flechas hacia las tarjetas que estén influenciadas por otras tarjetas.

6. Evitar las flechas de doble vía. Hacer una determinación en cuanto a qué ítem es una mayor influencia.

7. Debajo de cada tarjeta/Post-it, totalizar todas las flechas que entran y salen de cada tarjeta. Luego se podrán identificar las causas/impulsos principales (flechas salientes con más frecuencia) y los efectos/resultados claves (flechas entrantes con más frecuencia).

8. Identificar las tarjetas/Post-it que son causas o efectos mayores al utilizar casillas dobles o en negrilla.

9. Por consenso, identificar las tarjetas/Post-it que solo tienen pocas flechas hacia adentro o afuera pero todavía pueden ser un ítem o causa clave.

A continuación, se ejemplifica el Diagrama de Interrelaciones utilizando la temática con la que se ilustró la técnica anterior.

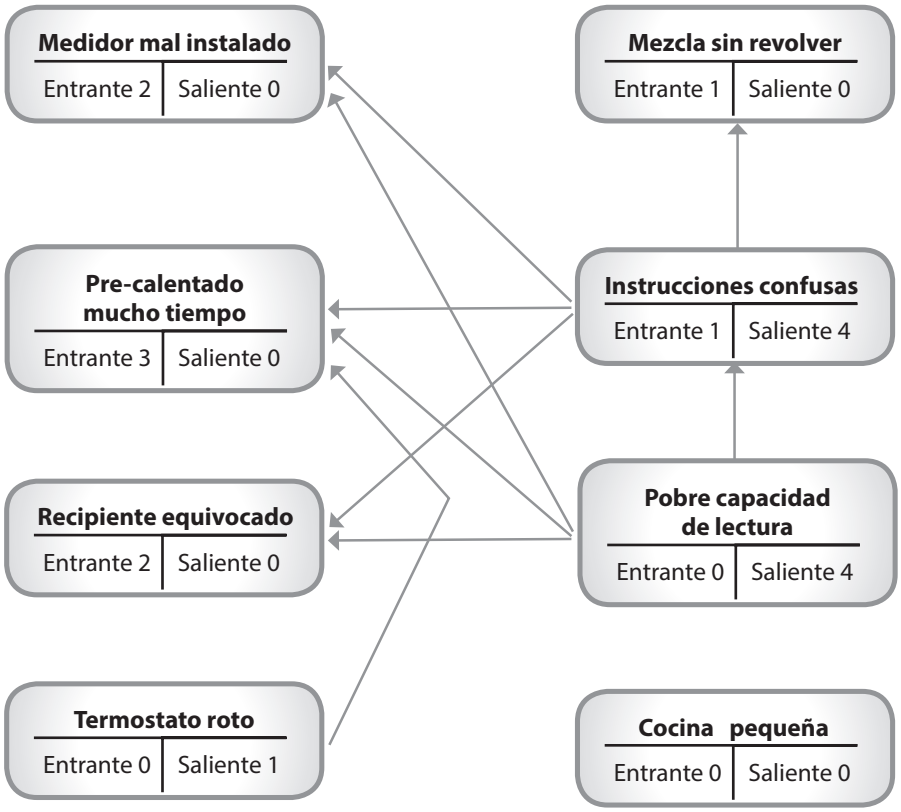


Fig. 19. Ejemplo del Diagrama de Interrelaciones a partir del cocido de una torta.

Consejos para la construcción / interpretación

- Utilizar el sentido común al seleccionar los puntos a enfocar. Los puntos con totales muy cercanos deben ser revisados cuidadosamente, pero al final se trata de una apreciación, no de una ciencia.

- "Las herramientas no solucionan los problemas, las personas sí."

Relación con otras herramientas

Un Diagrama de Interrelaciones generalmente se relaciona con:

- Diagrama de Afinidad.
- Diagrama de Causa y Efecto.
- Diagrama de Árbol.
- Cuadrícula de Selección.
- Lluvia de Ideas.

5.6. Diagrama de Procesos

Descripción
Los Diagramas de Procesos, según (MAYNARD /s.a./), *"proveen una descripción sistemática de un proceso o ciclo de trabajo, con suficiente detalle como para desarrollar mejoras de métodos a todos los niveles de la dirección"*.

En el Diagrama de Proceso se registran las actividades que se ejecutan al realizar un trabajo o producir un producto o servicio.

Los mismos permiten de manera gráfica:

1. Velar excesivas situaciones de demora, almacenamiento o transporte.

2. La combinación de actividades, operación-inspección, operación-transporte, inspección-transporte.

3. Actividades simultáneas.

Símbolos empleados
Operación ○: indica las fases del proceso, métodos o procedimientos en el cual la pieza, materia o producto se modifica de forma o contenido, física o químicamente.

En el trabajo administrativo se dice que hay operación cuando se da o se recibe una orden o información, se llena un formato o cuando se hacen planes o cálculos.

Inspección □: indica que se verifica algún atributo de la calidad o cantidad o ambos, sin que modifique la materia o insumo objeto de transformación.

Transporte ⇨: indica el movimiento del objeto de análisis (trabajador, material y equipos) de un lugar a otro.

Depósito provisional o espera D: indica demora en el lugar de los hechos, por ejemplo el material que espera entre dos operaciones sucesivas o para ser transportado o por la espera del complemento del lote de transferencia, igualmente abandono momentáneo de cualquier objeto hasta que se necesite.

Almacenamiento ▽: cuando un objeto es mantenido y protegido contra movimientos no autorizados.

Actividades combinadas ◯: cuando se desea indicar que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo en un mismo lugar de trabajo, se combinan

los símbolos de tales actividades; por ejemplo, un círculo dentro de un cuadrado representa actividades combinadas de operación e inspección.

(CASTELLANOS 1987) describe otras actividades combinadas, las cuales se ejemplifican a continuación:

- Operación y transporte: línea sencilla de montaje.
- Operación y almacenaje: secado de productos pintados en almacén climatizado.
- Transporte y almacenaje: cuando se tiene almacenaje sobre rodillos, de modo que, a medida que se va almacenando, el producto va transportándose.

Tipos de Diagrama de Procesos
El diagrama tiene tres bases posibles, las cuales no deben ser mezcladas:

1. **Del operario:** diagrama de lo que hace la persona que trabaja.
2. **Del material:** diagrama de cómo se procesa el material.
3. **Del equipo o maquinaria:** diagrama de cómo se emplea.

(MAYNARD /s.a./) menciona **cinco tipos de diagrama de proceso**:

- Diagrama de operaciones.
- Diagrama de flujo.
- Diagrama de actividad múltiple.
- Diagrama del puesto de trabajo.
- Diagrama de movimientos simultáneos.

Como ya se mencionó, entre los Diagramas de Proceso se encuentra el diagrama OTIDA (Diagrama de Flujo). En la figura 20 se muestran las convenciones principales que rigen este tipo de diagrama. Las flechas que entran por la izquierda indican la entrada de materias primas al flujo, y las que salen por la derecha representan la salida de desperdicios u otros elementos y los reprocesos. Las actividades del proceso se numeran según la aparición de las mismas, comenzando por el flujo principal que debe aparecer a la derecha. En la combinación se numera primero la inspección y luego la operación.

Aplicación
Cuando un equipo necesita ver cómo funciona realmente un proceso completo. Este esfuerzo con frecuencia revela problemas potenciales, tales como

cuellos de botella en el sistema, pasos innecesarios y círculos de duplicación de trabajo.

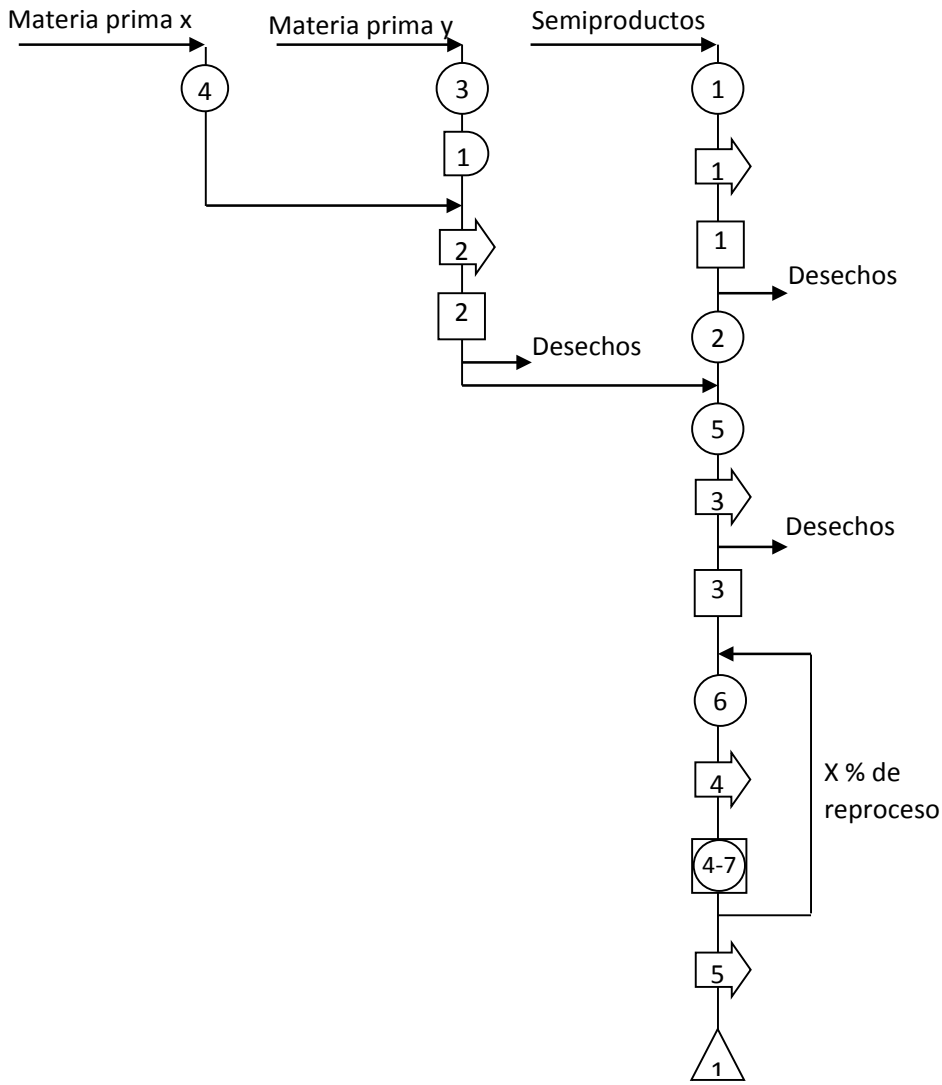


Fig. 20. Ejemplo de diagrama de proceso.

Relación con otras herramientas

Los Diagramas de Proceso generalmente se relacionan con:

- Mapa de Relaciones.
- Mapa de Proceso Interfuncional (Cross-Functional).

Consejos para la construcción/ interpretación
Las actividades que figuran en el diagrama deben recogerse por observación directa. Los flujogramas no deberán hacerse de memoria; deben llevar el nombre del producto, material o equipo representado, trabajo o proceso que se realice, indicando claramente el punto de partida o de término y si el método es el utilizado o proyectado, lugar en que se efectúa la operación, nombre del observador y de la persona que aprueba el diagrama, fecha del estudio, clave de los símbolos empleados, resumen de la distancia y el tiempo por tipo de actividad.

5.7. Gráficos de Control (Control Charts)

Descripción
Un Gráfico de Control es una herramienta estadística utilizada para evaluar la estabilidad de un proceso, que permite distinguir las causas de variación. Todo proceso tendrá variaciones, pudiendo estas agruparse en:

Causas aleatorias de variación: son causas desconocidas y con poca significación, debidas al azar y presentes en todo proceso.

Causas específicas (imputables o asignables): normalmente no deben estar presentes en el proceso. Provocan variaciones significativas.

Las causas aleatorias son de difícil identificación y eliminación. Las causas específicas sí pueden ser descubiertas y eliminadas, para alcanzar el objetivo de estabilizar el proceso.

Los Gráficos de Control fueron ideados por Shewhart durante el desarrollo del control estadístico de la calidad, alrededor de 1922. Han tenido una gran difusión, siendo ampliamente utilizados en el control de procesos industriales. Sin embargo, con la reformulación del concepto de Calidad y su extensión a las empresas de servicios y a las unidades administrativas y auxiliares, se han convertido en métodos de control aplicables a procesos llevados a cabo en estos ámbitos.

Estos gráficos están compuestos por:

- Límite de control superior (LCS)
- Límite central (LC)
- Límite de control inferior (LCI)

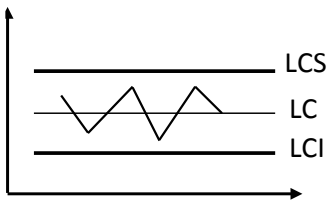
(JULIÁ y PORSCHE 2002) aclaran que los límites se fijan de acuerdo a criterios estadísticos y, a partir de ellos, se decide si el proceso se encuentra bajo

control, siendo esto posible únicamente cuando las medias se sitúan dentro de los límites inferior y superior.

Generalmente se examinan muestras de los outputs del proceso y se toman las siguientes acciones:

Si se encuentran dentro de los límites de lo aceptable	se permite que continúe el proceso.
Si sobrepasan los límites	se detiene el proceso y se analizan las causas.

La amplitud permitida en el LCS y el LCI dependerá de la variabilidad. Así se construyen gráficos para diferentes niveles de confianza.



Nivel de Confianza (%)	Variabilidad
68.3	σ
95,4	2σ
99,7	3σ

Fig. 21. Representación del Gráfico de Control.

Tipos de Gráficos de Control
De datos por variables, que a su vez pueden ser de media y rango, mediana y rango, y valores medidos individuales.

De datos por atributos, del estilo aceptable/inaceptable, sí/no.

Ventajas
Permite distinguir entre causas aleatorias y específicas de variación de los procesos, como guía de actuación de la dirección. Los Gráficos de Control son útiles para vigilar la variación de un proceso en el tiempo, probar la efectividad de las acciones de mejora emprendidas, así como para estimar la capacidad del proceso.

Utilidades
Ayudan a la mejora de procesos, de forma que se comporten de manera uniforme y previsible para una mayor calidad, menores costes y mayor eficacia. Proporcionan un lenguaje común para el análisis del rendimiento del proceso.

Nota: para un estudio más profundo sobre el Gráfico de Control, se recomienda consultar el libro: Manual de control de la calidad (JURAN /s.a./).

5.8. El Método Delphi (Delphi Method)

Descripción

Métodos de expertos: se basan en la consulta a personas que tienen grandes conocimientos sobre el entorno en el que la organización desarrolla su labor. Estas personas exponen sus ideas y finalmente se redacta un informe en el que se indican cuáles son, en su opinión, las posibles alternativas que se tendrán en el futuro. Dentro de los métodos generales de prospectiva cabe destacar aquellos que se basan en la consulta a expertos.

Estos métodos utilizan como fuente de información un grupo de personas a las que se supone un conocimiento elevado de la materia que se va a tratar. Estos métodos se emplean cuando se da alguna de las siguientes condiciones:

No existen datos históricos con los que trabajar. Un caso típico de esta situación es la previsión de implantación de nuevas tecnologías.

El impacto de los factores externos tiene más influencia en la evolución que el de los internos. Así, la aparición de una legislación favorable y reguladora y el apoyo por parte de algunas empresas a determinadas tecnologías pueden provocar un gran desarrollo de estas que de otra manera hubiese sido más lento.

Los métodos de expertos tienen las siguientes ventajas:

- La información disponible está siempre más contrastada que aquella de la que dispone el participante mejor preparado, es decir, que la del experto más versado en el tema. Esta afirmación se basa en la idea de que varias cabezas son mejores que una.

- El número de factores que es considerado por un grupo es mayor que el que podría ser tenido en cuenta por una sola persona. Cada experto podrá aportar a la discusión general la idea que tiene sobre el tema debatido desde su área de conocimiento.

Sin embargo, **estos métodos también presentan inconvenientes, como son**:

- La desinformación que presenta el grupo como mínimo, tan grande como la que presenta cada individuo aislado. Se supone que la falta de información de unos participantes es solventada con la que aportan otros, aunque no se puede asegurar que esto suceda.

- La presión social que el grupo ejerce sobre sus participantes puede provocar acuerdos con la mayoría, aunque la opinión de esta sea errónea.

Así, un experto puede renunciar a la defensa de su opinión ante la persistencia del grupo en rechazarla, el grupo hace de su supervivencia un fin, esto provoca que se tienda a conseguir un acuerdo en lugar de producir una buena previsión.

- En estos grupos hay veces que el argumento que triunfa es el más citado, en lugar de ser el más válido. Estos grupos son vulnerables a la posición y personalidad de algunos de los individuos. Una persona con dotes de comunicador puede convencer al resto de individuos, aunque su opinión no sea la más acertada. Esta situación se puede dar también cuando uno de los expertos ocupa un alto cargo en la organización, ya que sus subordinados no le rebatirán sus argumentos con fuerza.

- Puede existir un sesgo común a todos los participantes en función de su procedencia o su cultura, lo que daría lugar a la no aparición en el debate de aspectos influyentes en la evolución. Este problema se suele evitar con una correcta elección de los participantes.

El método de expertos ideal sería aquel que extrajese los beneficios de la interacción directa y eliminase sus inconvenientes. Esta intenta ser la filosofía de la metodología Delphi.

Características

El Método Delphi pretende extraer y maximizar las ventajas que presentan los métodos basados en grupos de expertos y minimizar sus inconvenientes. Para ello se aprovecha la sinergia del debate en el grupo y se eliminan las interacciones sociales indeseables que existen dentro de todo grupo. De esta forma, se espera obtener un consenso lo más fiable posible del grupo de expertos.

Este método presenta tres características fundamentales:

Anonimato: durante un Delphi, ningún experto conoce la identidad de los otros que componen el grupo de debate. Esto tiene una serie de aspectos positivos, como son:

- Impide la posibilidad de que un miembro del grupo sea influenciado por la reputación de otro de los miembros o por el peso que supone oponerse a la mayoría. La única influencia posible es la de la congruencia de los argumentos.

- Permite que un miembro pueda cambiar sus opiniones sin que eso suponga una pérdida de imagen.

- El experto puede defender sus argumentos con la tranquilidad que da saber que, en caso de que sean erróneos, su equivocación no va a ser conocida por los otros expertos.

Iteración y realimentación controlada: la iteración se consigue al presentar varias veces el mismo cuestionario. Como, además, se van presentando los resultados obtenidos con los cuestionarios anteriores, se consigue que los expertos vayan conociendo los distintos puntos de vista y puedan ir modificando su opinión si los argumentos presentados les parecen más apropiados que los suyos.

Respuesta del grupo en forma estadística: la información que se presenta a los expertos no es solo el punto de vista de la mayoría, sino que se presentan todas las opiniones indicando el grado de acuerdo que se ha obtenido.

En la realización de un Delphi aparece una terminología específica:

Circulación: es cada uno de los sucesivos cuestionarios que se presentan al grupo de expertos.

Cuestionario: el cuestionario es el documento que se envía a los expertos. No es solo un documento que contiene una lista de preguntas, sino que es el documento con el que se consigue que los expertos interactúen, ya que en él se presentarán los resultados de anteriores circulaciones.

Panel: es el conjunto de expertos que toma parte en el Delphi.

Moderador: es la persona responsable de recoger las respuestas del panel y preparar los cuestionarios.

Fases: antes de iniciar un Delphi se realizan una serie de tareas previas, como son:

Delimitar el contexto y el horizonte temporal en el que se desea realizar la previsión sobre el tema en estudio.

Delphi

Consejos para la construcción/ interpretación
Seleccionar el panel de expertos y conseguir su compromiso de colaboración. Las personas que sean elegidas no solo deben ser grandes conocedores del tema sobre el que se realiza el estudio, sino que deben presentar una pluralidad en sus planteamientos. Esta pluralidad debe evitar la aparición de sesgos en la información disponible en el panel.

Explicar a los expertos en qué consiste el método. Con esto se pretende conseguir la obtención de previsiones fiables, pues los expertos van a conocer en todo momento cuál es el objetivo de cada uno de los procesos que requiere la metodología.

Relación con otras herramientas
El Método Delphi se relaciona con:

- Gráfica de Pareto.
- Diagrama de Causa y Efecto.
- Diagrama de Afinidad.
- Lluvia de ideas.

5.9. El Método del panel de Experto o Método del Coeficiente de Kendall

Descripción
Este método consiste en priorizar los criterios de un grupo de especialistas con conocimientos de la problemática sometida a estudio, de manera que cada integrante del panel vaya ponderando según el orden de importancia que cada cual entienda a criterio propio y así determinar la nomenclatura de las características o causas analizadas. Para ello se requiere de un procedimiento matemático que se basa en la suma de la puntuación para cada característica que será:

$$\sum_{i=1}^{m} A_i \qquad \sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{m} A_{ij}$$

Se halla el factor de concordancia (T) a través de la fórmula siguiente:

$$T = \frac{1}{K}\left(\sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{m} A_{ij}\right)$$

Las características o causas se seleccionan mediante el criterio que plantea que serán seleccionados los índices que cumplan la siguiente condición:

$$\sum_{i=1}^{m} A_i \leq T$$

Además de escoger los índices según criterios analíticos señalados anteriormente, debe cumplirse que:

$W \geq 0.5$, lo que equivale a decir que existe concordancia de criterios entre todos los miembros que conforman el panel de experto, por lo que el estudio realizado es confiable.

Las fórmulas empleadas son las siguientes:

$$\sum_{i=1}^{m} A_i \leq T \qquad \Delta^2 = \sum_{i=1}^{m} \left(A_i - T\right)^2 \qquad W = \frac{12 \sum \Delta^2}{m^2\left(k^3 - k\right)}$$

Donde:
Aij: ponderación de la característica o causas i, según el experto j.
K: número de índices.
m: número de expertos.
T: factor de concordancia.
W: coeficiente de concordancia.

Aplicación
Para priorizar las características o causas principales de un problema de los cuales se derivan otros. Este es uno de los mejores métodos para cuando los expertos tienen la misma especialidad y se aplica siguiendo un proceso iterativo, de aproximaciones sucesivas.

De acuerdo con este método, se trata de perfeccionar el enfoque colectivo, mediante la crítica recíproca de las opiniones de los especialistas pero de forma aislada, sin contacto entre ellos y manteniendo el anonimato de las opiniones o argumentaciones al defender las ideas.

¿Cómo se utiliza?
1. Determinar un grupo de expertos por conocimiento o experiencia.
2. Realizar la votación de cada experto para priorizar las causas o características.
3. Determinar las prioridades y el índice de concordancia.
4. Enfocar el estudio hacia esas prioridades determinadas por el Método de Kendall.

Consejos para la construcción/ interpretación
Un aspecto muy importante a tener en cuenta es la validación del conocimiento de los expertos para lograr una alta confiabilidad y concordancia del estudio.

La cantidad de expertos, según la norma cubana, se establece entre 7 y 13; aunque existen varios autores que difieren de este criterio.

Relación con otras herramientas
El Método Kendall se relaciona con:

- Gráfica de Pareto.
- Diagrama de Causa y Efecto.
- Matriz de Planeación de Acciones.
- Diagrama de Afinidad.
- Lluvia de Ideas.

5.10. Matriz BCG

La Matriz BCG (Boston Consulting Group), conocida también como la matriz de crecimiento- participación, permite a las empresas el posicionamiento de cada área de negocio, es decir, indica el crecimiento de su mercado y la participación en el mercado.

Como se muestra en la figura 23, el eje de ordenadas indica la tasa de crecimiento del mercado en la cual opera la unidad de negocio. En (/s.a./) se considera que un crecimiento de mercado por encima del 10% es alto.

El eje horizontal muestra la cuota de mercado relativa, en relación con el competidor más importante.

El autor declara que un valor de 0,1 significa que la unidad estratégica de negocio vende solamente el 10% del volumen de ventas del líder, y una cifra del 10% significa que esa unidad de negocio es líder y vende 10 veces más que el siguiente competidor en el mercado.

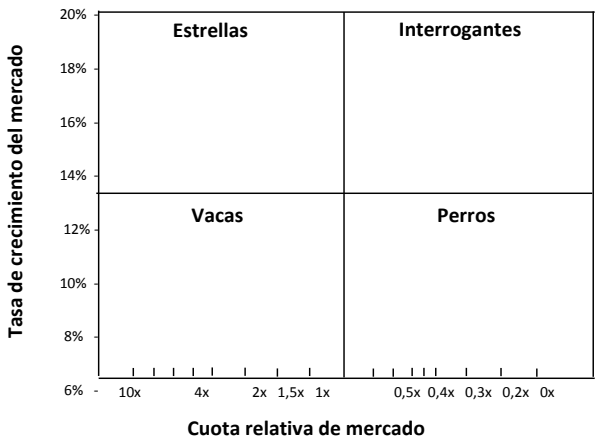


Fig. 23. Matriz BCG.

La matriz se divide en cuatro celdas que representan un tipo diferente de **unidad estratégica de negocio**:

Interrogantes: son negocios que operan en mercados de alto crecimiento pero con una participación relativamente pequeña. La mayor parte de los negocios comienzan con este calificativo y la empresa intenta conquistar una alta cuota de mercado para desplazar al líder, en lo cual utiliza mucha tesoría.

La compañía tiene que pensar seriamente si invertir o no dinero en el negocio. No es conveniente operar con más de dos unidades de negocio en esta celda.

Estrellas: si el negocio interrogante resulta exitoso se convierte en estrella. El negocio estrella es aquel en el que la empresa es líder en un mercado de alto crecimiento. La empresa debe dedicar cantidades importantes para mantener su posición de líder en un mercado de alto crecimiento, pues tendrá que evitar los ataques de la competencia. Estos productos generalmente son rentables y se convierten en las vacas lecheras. La empresa debe preocuparse cuando no presente negocios estrellas.

Vacas lecheras: cuando la compañía mantiene su posición de líder en el mercado y el crecimiento del mercado desciende del 10%, el producto estrella se convierte en producto vaca. Este produce mucha tesoría para la empresa y se considera que el crecimiento de mercado se ha estabilizado. La empresa utiliza los negocios vaca para pagar sus facturas y apoyar los otros negocios que tienden a demandar tesoría. No es conveniente tener un solo negocio vaca. Estos pueden transformarse en negocios perro, en caso de que utilicen la tesoría sobrante para apoyar otros negocios.

Perros: describen las áreas en las que se tiene una participación débil en el mercado, con crecimiento menor al 10%. Estos normalmente generan beneficios bajos o pérdidas. En caso de que la empresa tenga algún negocio perro, debe considerar si existen buenas razones para mantenerlo. Los negocios perro, con frecuencia, consumen más tiempo de gestión que lo que se merecen y requieren la renuncia o eliminación planificada.

Luego de que la empresa haya situado los negocios en la matriz, debe determinar si su cartera está o no saneada. El autor adiciona que una cartera desequilibrada tendría demasiados perros e interrogantes y pocas estrellas y vacas.

Menciona cuatro objetivos alternativos para asignar a las unidades estratégicas de negocio, las cuales se muestran en la siguiente tabla.

Objetivos	Unidades estratégicas de negocio
Construir: incrementar la cuota de mercado, incluso aunque haya que disminuir ganancias.	Interrogantes
Mantener: conservar la cuota de participación.	Vaca (en posición fuerte)
Cosechar: incrementar los ingresos de la unidad estratégica de negocio a corto plazo, con independencia del efecto a largo plazo.	Vaca (débiles) Interrogantes y perro (en alguna ocasión)
Desinvertir: vender o liquidar el negocio, ya que los recursos se pueden invertir mejor en otro nivel estratégico.	Perro o interrogantes que actúan como rémora de los beneficios de la empresa.

Tabla 5.1. Objetivos de las unidades estratégicas.

Los negocios rentables tienen su ciclo de vida, comienzan como interrogantes, se convierten en estrellas, luego en vacas y finalmente en perros.

Aplicación

Es una herramienta para los expertos en planificación estratégica. Permite formular un diagnóstico preciso y unas recomendaciones cuyo valor normativo es elevado. Aporta una síntesis visual y expresiva del conjunto de actividades de la empresa, lo que facilita la comunicación.

Desventajas o limitantes

- Se pueden emplear solo donde hay efecto de experiencia, es decir, en industrias de volumen.
- Se apoya en la noción de ventaja competitiva "interna" y no tiene en cuenta las "externas".
- Pueden presentarse dificultades de medidas.
- Las recomendaciones resultantes del análisis de cartera constituyen "orientaciones" por tanto insuficientes, haciéndose necesario precisarlas.

Anexo: las Normas APA

¿Qué son las normas APA?

El presente epígrafe tiene por objetivo mostrar a los lectores, y fundamentalmente a los estudiantes de las carreras universitarias, pioneros en incursionar en el campo científico, los principales aspectos que deben considerarse, desde el punto de vista formal, para escribir los documentos académicos que le solicitan en las universidades, así como los posteriores trabajos emanados del quehacer científico en su futuro profesional.

La responsable de la creación de estas normas es la **American Psychological Association (APA)**. A través de ellas se busca que exista un conjunto de estándares para que se unifiquen totalmente los trabajos redactados internacionalmente. Si bien es para todo tipo de documento, el diseño tiene la finalidad de ser empleado en proyectos de grado o informes que estén relacionados con la investigación.

En Colombia por ejemplo, se hace uso de las normas Icontec para la creación de **trabajos escritos**, pero si su intención es hacer una publicación a nivel Internacional lo más conveniente es hacer uso de las normas APA.

Formato – Normas APA 2016 – 6ta Edición

La presentación de un trabajo escrito bajo el estilo de las **Normas APA**, tiene un formato especial, el cual se describirá a continuación de forma detallada:

- Papel: tamaño carta (21.59 cm x 27.94 cm (8 1/2" x 11")).
- Márgenes: Cada borde de la hoja debe tener 2.54 cm de margen.

- Sangría: Al iniciar un párrafo debe aplicarse sangría en la primera línea de 5 cm, con respecto al borde de la hoja.
- El tipo de letra a utilizar deberá ser Times New Roman 12pt.
- La alineación del cuerpo del trabajo científico debe estar hacia la izquierda y con un interlineado doble.
- La numeración deberá iniciar en la primera hoja del trabajo escrito y la ubicación del número debe estar en la parte superior derecha.

Principales aspectos que incluye

Sólo se hará referencia a aquellos aspectos de mayor incidencia en la confección de este tipo de trabajo, de forma que constituya una guía, extractada de las referidas normas, que de la manera más práctica ilustre a los lectores y en particular a los estudiantes, de cuáles y qué aspectos deban considerarse para la confección de sus trabajos científicos.

La lista de referencias (Normas APA)

Las normas APA requieren la elaboración de una lista de referencias final.

Esta debe ofrecer la información necesaria para identificar y poder recuperar las fuentes utilizadas específicamente en la preparación y fundamentación de las mismas.

Es imprescindible que cada una de las citas que se hayan intercalado en el texto tenga su referencia correspondiente en la lista final y viceversa.

Dado que uno de los propósitos de la lista de referencias es permitir al lector recuperar y usar las fuentes citadas, los datos de la referencia deben ser correctos y completos, de ser posible. Cada entrada contiene generalmente los siguientes elementos: autor, año de publicación, título y datos de la publicación (lugar y editorial).

En los siguientes apartados se explican, detalladamente y con algunos ejemplos, las características de estilo y puntuación prescritas para redactar las referencias bibliográficas de los principales tipos de documentos.

Si necesitas citar otro tipos de documentos, puedes consultar el *Manual de publicaciones de la APA* (p. 180-224).

Pautas generales

- La lista de referencias debe ir a doble espacio y con sangría en las entradas.
- Los datos para redactar la cita se tomarán del documento original al que se refieren, y se extraerán principalmente de la portada.
- En cuanto a la **autoría**, hay que tener en cuenta las siguientes normas:
  - Para escribir el título, se respetará el criterio de uso de mayúsculas de la lengua en la que se da la información.
  - Los subtítulos se pueden incluir tras el título, separados por dos puntos y espacio (:)
  - Si en el documento no aparece ninguna fecha podemos dar una fecha aproximada anteponiendo la abreviatura de circa: ca. entre corchetes.

    Ejemplo: Allport, A. [ca. 1937]
- En el caso de documentos electrónicos, hay que indicar el DOI (identificador digital de objetos) siempre que se disponga de él.

La referencia en las Normas Apa 2016 – Edición 6

Las **referencias en las Normas APA** son aquellas anotaciones que se encuentran dentro del cuerpo del artículo científico en donde se específica el autor de la idea, cita o párrafo que se está utilizando. La descripción detallada de esa referencia se encontrará detallada (autor, año, libro – revista- artículo..,edición, editorial…) en el área de bibliografía.

Las **referencias** se realizan de la siguiente manera:

Por ejemplo, si utilizas la siguiente cita extraída de http://www.archivosdemedicina.com/medicina-de-familia/no-era-suficiente-con-denguey-chikungunya-lleg-tambinzika.pdf

"Debe mencionarse, que a diferencia de otras arbovirosis, existen evidencias de que Zika puede potencialmente transmitirse también sexualmente [13]. Por otra parte, al igual que se ha reportado entre DEN y CHIK [14], podrían reportarse coinfecciones, pero no existen aún publicaciones al respecto en la literatura. Ya en Europa y en Estados Unidos de América se han reportado casos importados [15,16]."

Para colocar la referencia puedes hacerlo de tres formas:

"Debe mencionarse, que a diferencia de otras arbovirosis, existen evidencias de que Zika puede potencialmente transmitirse también sexualmente [13]. Por otra parte, al igual que se ha reportado entre DEN y CHIK [14], podrían reportarse coinfecciones, pero no existen aún publicaciones al respecto en la literatura. Ya en Europa y en Estados Unidos de América se han reportado casos importados [15,16]." **(Rodriguez-Morales, 2015)**

Como afirma **Rodriguez-Morales (2015)**, a diferencia de otras arbovirosis, existen evidencias de que Zika puede potencialmente transmitirse también sexualmente [13].

Rodriguez-Morales, (2015). Existen evidencias de la gran probabilidad que existe en la transmisión del Zika mediante contacto sexual.

Formas generales e citar las referencias bibliográficas. Normas APA 2016 – 6 Edición

Bibliografía

La bibliografía será la sección en donde se recopilarán todas las fuentes que fueron necesarias para la realización del trabajo escrito.

Existen diferentes tipos de referencias bibliográficas de acuerdo al material. Las más utilizadas son:

Artículo impreso:
Apellido, A. A., Apellido, B. B. & Apellido, C. C. (Año). Título del artículo. Título de la publicación, volumen(Número), pp-pp.

Libro con autor:
Apellido, A. A. (Año). Título. Ciudad: Editorial.

Libro con editor:
Apellido, A. A. (Ed.). (Año). Título. Ciudad: Editorial.

Versión electrónica de libro impreso:
Apellido, A A (Año). Título. Recuperado de http://www.ejemplo.c om

Capítulo de un libro:
Apellido, A. A. & Apellidos, A. A. (Año). Título del capítulo. En A. A. Apellido (Ed.), Título del libro (p. nn-nn). Ciudad: Editorial.

Videos:
Apellido, A. A. (Productor), & Apellido, A. A. (Director). (Año). Título. [Película cinematográfica]. País de origen: Estudio.

Videos en Línea:
Apellido, A. A. (Año, mes día). Título [Archivo de video]. Recuperado de: www.ejemplo.com

Páginas web:
Apellido, A. A. (Año).Título página web. Recuperado de www.ejemplo.com

Simposios y conferencias:
Apellido, A., & Apellido, A. (Mes, Año). Título de la presentación. En A. Apellido del Presidente del Congreso (Presidencia), Título del simposio. Simposio dirigido por Nombre de la Institución Organizadora, Lugar.

Tesis:
Apellido, A., & Apellido, A. (Año). Título de la tesis (Tesis de pregrado, maestría o doctoral). Nombre de la Institución, Lugar. Recuperado de www.ejemplo.com

Citas – Normas APA – 6 Edición

Para las **citas según las Normas APA** deberás tener en cuenta:

Tipo de cita	Primera cita en el texto (formato básico)	Citas adicionales en el texto (formato básico)	Primera cita en el texto (formato de paréntesis)	Citas adicionales en el texto (formato de paréntesis)
Un trabajo hecho por un autor	Giraldo (2015)	Giraldo (2015)	(Giraldo, 2015)	(Giraldo, 2015)
Un trabajo hecho por dos autores	Giraldo y Fernández (2004)	Ramirez y Fernández (2004)	(Giraldo & Fernández, 2004)	(Giraldo & Fernández, 2004)
Un trabajo hecho por tres autores	Giraldo, Fernández y García (2011)	Giraldo et al.(2011)	(Giraldo, Fernández & García, 2011)	(Giraldo et al., 2011)
Un trabajo hecho por cuatro autores	Giraldo, Fernández, García y Romero (2014)	Giraldo et al.(2014)	(Giraldo, Fernández, García & Romero, 2014)	(Giraldo et al., 2014)
Un trabajo hecho por cinco autores	Giraldo, Fernández, García, Romero y Rodriguez (2010)	Giraldo et al.(2010)	(Giraldo, Fernández, García, Romero & Rodriguez, 2010)	(Giraldo et al., 2010)
Un trabajo hecho por seis autores	Giraldo et al. (2015)	Giraldo et al.(2015)	(Giraldo et al., 2015)	(Giraldo et al., 2015)
Grupo (con abreviaciones)	Universidad de Belgrano (2008)	UB (2008)	(Universidad de Belgrano, 2008)	(UB, 2008)
Grupo (sin abreviaciones)	Universidad de La Sabana (2014)	Universidad de La Sabana (2014)	(Universidad de La Sabana, 2014)	(Universidad de La Sabana, 2014)

Las Normas Apa 2016 – Presentación de Tablas, Figuras y Apéndices

Las tablas y las figuras permiten una mejor visualización de los datos que se han obtenido durante la investigación. Estos dos elementos se pueden presentar con el propósito de explorar los datos, de comunicar el contenido de los datos, de calcular los datos de manera estadística, de almacenar los datos de cierto modo que puedan ser visualizados o por decoración, es decir los datos que llaman la atención pueden ser expuestos de esta manera.

Tablas:

- Durante la realización de las tablas se debe tener en cuenta el grupo poblacional al que se dirige la investigación y que la información que allí se plasme sea concisa y no que se presente información que pueda ser excluida sin repercutir en el lector.

- Es importante tener en cuenta que las tablas no duplican la información que se ha desarrollado en el trabajo sino que, por el contrario, la complementa. De igual manera, todas las tablas deben ser encontrarse después de un párrafo en donde se hable de la información que se encontrará dentro de la tabla. En tal caso, el espacio sea reducido y no permita que se adecue la tabla en dicho lugar, continuar con el párrafo siguiente y ubicar la tabla finalizando dicho párrafo. Por lo general, el párrafo que continua después de la tabla, continua refiriéndose a los datos que en aquella se encuentran.

Dentro del párrafo anterior a la tabla se debe mencionar la información de la siguiente manera:

Ejemplo:
Para cada dominio del conocimiento (Matemática, Química y Física), se obtuvo una función discri- minante estadísticamente significativa. En la **Tabla 4** se presentan los principales resultados.

Tabla 4
Resultados del análisis discriminante

	Media del Grupo		Coeficiente estandarizado	Matriz de estructura	
	Matemática				
Variable Predictora	**BR (*n*=52)**	**AR (*n*=59)**			
Empresas	0.08	0.01	-0.44	-0.07	0
Humanidades	0.38	-0.01	-0.49	-0.39	0
Lógico-Matemático	-0.36	0.44	1.00	0.78	0
Centroides	-0.57	0.50			
	Química				
	BR (*n*=52)	**AR (*n*=53)**			
Gregarismo	0.26	-0.36	-0.49	0.58	0
Lógico-Matemático	-0.16	0.44	-0.69	-0.53	0
Naturalista	0.28	-0.09	0.72	0.33	0
Salud	-0.11	0.05	0.56	-0.17	0
Centroides	0.57	-0.56			
	Física				
	BR (*n*=56)	**AR (*n*=56)**			
Lógico-Matemático	-0.33	0.47	0.93	0.74	0
Naturalista	0.29	-0.21	-0.70	-0.44	0
Centroides	-0.56	0.56			

- Como se observa en el ejemplo anterior, las tablas bajo el modelo de **Normas APA**, no tienen márgenes verticales y las horizontales que contienen son las superiores, las que separan los títulos y las inferiores.

- Asimismo, el título: **Tabla 4** debe ir en negrilla, la primera letra en mayúscula y sin punto final. Posteriormente, sin dejar espacio libre, se encuentra el nombre de la tabla en letra cursiva, la primera letra en mayúscula y sin punto final.

- Bajo la tabla, sin dejar espacio, se puede ingresar alguna nota, por ejemplo, con respecto a la tabla anterior se podría mencionar que significa BR y AR, por ejemplo:

  Nota: BR = Bajo Rendimiento; AR = Alto Rendimiento.

Nótese que la palabra "Nota" se encuentra en cursiva y la fuente debe ser Times New Roman, 8.

- De igual manera, existe una nota específica, en donde se señala algún aspecto específico – como su nombre refiere- de algún dato que se encuentra en la tabla, el cual se debe indicar con letras minúsculas en superíndice. Se utiliza la misma fuente de la nota anterior.

- Cuando se inserte una tabla de otro autor, esta debe citarse al final de la siguiente manera:

  Nota: Tomada de García (2010).

- Es importante no escanear una tabla que se encuentra en una fuente indispensable que se ha seleccionado para el trabajo. De ser así, será correcto realizar la tabla dentro del trabajo en desarrollo.

- Y por último, la letra que se utiliza en las tablas debe ser legible pero puede modificarse para que la tabla se acomode a cierto espacio. El tamaño puede variar entre 10 y 12. Esto se permite debido a que las tablas no puede insertarse de manera cortada, es decir, una parte de la tabla en una hoja y la otra parte en la hoja que continua. De ser muy grande la tabla, se puede enviar a **apéndice**

Figuras:

- En el caso de las figuras, no existen notas. Todas las aclaraciones que se deban realizar respecto a lo que se presenta en la figura, se deben encontrar dentro del párrafo anterior o del párrafo siguiente.

- Estas, al igual que las tablas, no deben replicar la información. Y, sí se presenta tabla, no se presenta figura.

- Si se realiza figura, esta debe ser elaborada de manera sencilla, sin colores o, en su defecto, en escala de grises y la letra que deberá llevar será la misma de todo el trabajo, es decir Times New Roman y puede variar el tamaño de la misma forma que en las tablas (10, 11 o 12).

El título de la figura se presenta debajo de esta misma de la siguiente manera:

Figura 1: Título de lo que representa la figura

"Figura 1" debe estar en cursiva y en letra Times New Roman tamaño 8.

Existen diversos tipos de figuras:

a. Gráficas de barras
b. Diagramas
c. Organigramas
d. Diagramas de flujo
e. Esquemas
f. Dibujos o fotografías

- En el caso de poseer información que no contenga las **Normas APA**, deberá ser enviada a "Apéndice".

Apéndices:

1. Los apéndices es una sección del trabajo en donde se incluye información o documentación que permite complementar y que no se puede incorporar en el cuerpo del trabajo. Esta sección se ubica al final de todo el manuscrito y es allí donde se pueden incorporar materiales de estímulo, tablas y/o figuras.

2. En cuanto al título de cada apéndice, este se insertará en función a la cantidad, es decir, si solo se tiene un apéndice solo se llamará "Apéndice". En el caso que fuera más de uno, es decir, mas de un material complementario, la manera de designar cada sección sería "Apéndice A, Apéndice B, Apéndice C…" y así sucesivamente. Cada título debe ir en nivel 1 (centrado, negrilla, mayúscula inicial y la letra también en mayúscula).

3. Cada apéndice debe ir en una hoja diferente.

Bibliografía

Bibliografía Referida

Abad, C. E. A. Contribución al diseño de una tecnología para regular e incrementar la productividad del recurso humano de la construcción.: Departamento Ingeniería Industrial. La Habana, Isnstituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, 2003. 100. p.

Anexo a la "Guía para la Presentación de los Proyectos de Investigación"-CBS. 1997. [Consultado: 19, mMarzo, 2005]. Disponible en: http://www.xoc.uam.mx/uam/divisiones/cbs/anexo.html

Avilez, J. A. Recolección de datos., [[Consultado: 30, aAbril, 2005]. Disponible en: http://www.monografias.com/trabajos12/recoldat/recoldat.shtml

Bermejo, B. Reunir datos empíricos, 1998. [Consultado: 30, aAbril, 2005]. Disponible en: http://usuarios.iponet.es/casinada/arteolog/260.htm

Camacho, J. E. N. HERRAMIENTAS PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS, LA GESTIÓN Y MEJORA CONTINUA.: Departamento de Ingeniería Industrial. Matanzas, Cuba, Camilo Cienfuegos, 2004. p.

Castellanos, J. M. La organizacióon del trabajo. Dorzima Domech Rondón. Ciudad de La Habana, ISPJAE, 1987. p. 337.

Davis, M. La ciencia, características y clasificaciones., [Consultado: 16, fFebrero, 2005]. Disponible en: http://www.monografias.com/trabajos11/infcienc/infcienc.shtml

Dihígo, J. G.; V. A. GRANADOS y L. C. GONZÁLEZ. Metodología de la investigación científica. Universidad de Matanzas. 1999.

Ferrándiz, F. y L. ELGUEZABAL. Protocolo de entrevistas para una videoteca de la memoria., [Consultado: 30, aAbril, 2005]. Disponible en: http://www.douc.cl/Formacion/pasos/paso5-2.html

González, M. Metodología de la investigación social. Aguaclara. España, 1997.

Guerrero, N. A. O. La elaboración de los proyectos de investigación., [Consultado: 19, mMarzo, 2005]. Disponible en: http://www.monografias.com/trabajos/elabproyec/elabproyec.shtml

Hernández, N. A. Técnicas de recogida de datos, 2005. [Consultado: 30, aAbril, 2005]. Disponible en: http://perso.wanadoo.es/aniorte_nic/apunt_metod_investigac4_9.htm

Juliá, M. y F. PORSCHE. Gestión de la calidad aplicada a hostelería y restauración. Editor: Juan Luis Posadas. Madrid, 2002. 312 84-205-334-3.,

Juran. Manual de control de calidad. /s.l./, /s.n./, /s.a./.

Lima. Metodología para la elaboración de un plan de sistema de información, 1996. [Consultado: 30, aAbril, 2005]. Disponible en: http://www.inei.gob.pe/web/metodologias/attach/lib606/presenta.htm

López, C. La investigación de mercados I., [Consultado: 2, abril, 2005]. Disponible en: http://www.gestiopolis.com/canales/demarketing/articulos/no%209/invmdos.htm

Maynard. Manual de ingeniería y organización industrial. /s.l./, /s.n./, /s.a./.

Mella, R. S. Planificación de empresas. ISAICC. 1988.

Mella, R. S., et al. El reto. Edición Carmen T. Navarro Ponce. La Habana, Editorial Academia, 2001. 176 959-02-0304-3.,

Mesa, R. Y. La noticia y la entrevista. Una aproximación a su concepto y estructura., 2002. [Consultado: 30, aAbril, 2005]. Disponible en: http://www.ull.es/publicaciones/latina/ambitos/9/art13.htm

Método Dual. [Consultado: 14, mMayo, 2005]. Disponible en: http://www.itlp.edu.mx/publica/tutoriales/investoper1/tema21.htm

Modalidades de entrevista. [Consultado: 30, aAbril, 2005]. Disponible en: http://empleo.universia.es/contenidosHTML/seleccion/tipos_entrevistas.htm

Ochoa, A. B. Métodos, 1998. [Consultado: 7, aAbril, 2005]. Disponible en: http://www.monografias.com/trabajos11/metods/metods.shtml

Peter, T. El círculo de la innovación. 1998.

Pino, Y. A. Contribución al diagnóstico de la Cultura Organizacional, en el sector empresarial. Ciudad de la Habana, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, 2003. p.

Puente, W. Técnicas utilizadas en investigación, [Consultado: 16, abril, 2005]. Disponible en: http://www.monografias.com/trabajos10/teut/teut.shtml#ob

Rojas, R. A. O. Método intuitivo y método científico., [Consultado:11, oOctubre, 2004]. Disponible en: http://www.nodoso.org/sindpitagoras/cientifico.htm

/S.A./. Dirección de marketing. /s.l./, /s.n./, /s.a./.

Sabino, C. El proceso de investigación., Panamericana

Lumen. Panapo, 1992. [Consultado: 19, mMarzo, 2005]. Disponible en: http://paginas.ufm.edu/sabino/PI.htm

Salazar, O. Alcances sobre la Metodología de la Investigación en Ciencias, 2004. [Consultado: 13, mMarzo, 2005]. Disponible en: http://www.podologia.cl/Metodoinvestigacion%201.htm

Sampieri, R. H. Metodología de la investigación. La Habana, Cuba, Editorial Félix Varela, 2003. 475 p.

Sampieri, R. H.; C. H. COLLADO y P. B. LUCIO. Metodología de la investigación. México, 1994. 968-422-931-3.,

Tapia, M. A. Apuntes Metodología de investigación, 2000. [Consultado: 18, oOctubre, 2004]. Disponible en: http://www.angelfire.com/emo/tomaustin/Met/metinacap.htm

Bibliografía Consultada

Breve historia del desarrollo de la ciencia., [Consultado: 17, fFebrero, 2005]. Disponible en: http://eprints.rclis.org/archive/00002151

¿Qué es la ciencia?, [Consultado: 16, fFebrero, 2005]. Disponible en: http://html.rincondelvago.com/concepto-de-ciencia.html

El concepto de Ciencia., [Consultado: 17, fFebrero, 2005]. Disponible en: http://www.javeriana.edu.co/decisiones/ICFES.pdf

El conocimiento científico., [Consultado: 28, fFebrero, 2005]. Disponible en: http://www.escepticospr.com/Archivos/conocimiento_cientifico.htm

MÉTODO Y METODOLOGÍA., [Consultado: 28, fFebrero, 2005]. Disponible en: http://server2.southlink.com.ar/vap/metodo%20y%20metodologia.htm

EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO., [Consultado: 28, fFebrero, 2005]. Disponible en: http://server2.southlink.com.ar/vap/conocimiento.htm

EL MÉTODO CIENTÍFICO., [Consultado: 16, fFebrero, 2005]. Disponible en: http://html.rincondelvago.com/concepto-de-ciencia.html

Fundamentos de la investigación científica., [Consultado: 19, mMarzo, 2005]. Disponible en: http://inicia.es/de/maricg/fund_enf.htm

Pasos fundamentales del método científico., [Consultado: 7, aAbril, 2005]. Disponible en: http://www.itnuevolaredo.edu.mx/old/maestros/introduccin/m%C3%A9todos.htm

Investigación en Ciencias de la Salud., [Consultado: 30, aAbril, 2005]. Disponible en: http://www.orbemed.org/mats/Introduccion.DOC

La entrevista dentro de la comunicación, lo sistemático y la psicología de masas., [Consultado: 27, aAbril, 2005]. Disponible en: http://html.rincondelvago.com/entrevista-psicologica.html

Tipos de Entrevista., [Consultado: 30, aAbril, 2005]. Disponible en: http://www.duoc.cl/formacion/pasos/paso5-2.html

Tecnología educativa., [Consultado: 30, aAbril, 2005]. Disponible en: http://html.rincondelvago.com/tecnologia-educativa_2.html

Métodos de invesitigación., [Consultado: 7, aAbril, 2005]. Disponible en: http://www.monografias.com/trabajos/metoinves/metoinves.shtml

Técnicas cuantitativas y cualitativas de planeación., [Consultado: 12, mMayo, 2005]. Disponible en: http://www.itlp.edu.mx/publica/tutoriales/administracion/tema28.htmv

Aquino, J. M. *Medición de la calidad del servicio*., [Consultado: 30, mMayo, 2005]. Disponible en: http://www.monografias.com/trabajos12/calser/calser.shtml

Arias, E. L. y F. D. J. L. NOVOA. *La investigación científica del proceso pedagógico*., [Consultado: 19, mMarzo, 2005]. Disponible en: http://www.llibreriapedagogica.com/butlleti16/la_investigacion_cientifica_del6.htm

Becerra, D. A. A.*, et al. Organización de Procesos y Puestos de Trabajo*, 2003. [Consultado: 12, mMayo, 2005]. Disponible en: http://www.monografias.com/trabajos16/puesto-de-trabajo/puesto-de-trabajo.shtml

Bello, I. R. *Método de recolección de datos*., [Consultado: 21, mMayo, 2005]. Disponible en: http://www.monografias.com/trabajos16/recoleccion-datos/recoleccion-datos.shtml

Bermejo, B. *Estudiar objetos inanimados*, 2004. [Consultado: 30, aAbril, 2005]. Disponible en: http://membres.lycos.fr/routio/261.htm

Campos, D. S. y Z. T. MORA. *Introducción a la investigación científica*, 1999. [Consultado: 19, mMarzo, 2005]. Disponible en: http://www.cendeisss.sa.cr/etica/art2.pdf

Casás, M. A. *El pensamiento científico y empírico en John Dewey*, 2002. [Consultado: 30, aAbril, 2005]. Disponible en: http://www.monografias.com/trabajos10/john/john.shtml

Cerbero. *El método herramienta de la ciencia*., [Consultado: 30, aAbril, 2005]. Disponible en: http://www.monografias.com/trabajos6/elme/elme2.shtml

Díaz, M. H. *Análisis de los datos aplicado en la investigación educativa*. Universidad de Matanzas. Matanzas, 1999. 292 p.

Fernández, E. *Estadística*., [Consultdado: 30, aAbril, 2005]. Disponible en: http://www.monografias.com/trabajos15/la-estadistica/la-estadistica.shtml

Flores, P. D. *Gráficas de diagramas de flujo*, 1999. [Consultado: 14, mMayo, 2005]. Disponible en: http://www.itlp.edu.mx/publica/tutoriales/produccion1/tema4_1.htm

García, E. P.*, et al. Tecnología para el desarrollo de un sistema de inspección*., [Consultado: 12, mMayo, 2005]. Disponible en: http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/tecins.htm

Guardado, M. D. Z. *Metodología de la investigación social*, 2003. [Consultado: 19, mMarzo, 2005]. Disponible en: http://www.cnep.org.mx/Informacion/teorica/metodologia.htm

Hernández, W. J. M. *La investigación científica*., [Consultado: 4, mMarzo, 2005]. Disponible en: http://www.monografias.com/trabajos15/invest-cientifica/invest-cientifica.shtml

Hugo, M. *¿Cómo se hace una hipótesis?*, [Consultado: 2, aAbril, 2005]. Disponible en: http://www.escribimos.com/hipotesis.htm

Karina. *Factores que afectan el incremento de los niveles de ingreso y las utilidades*., [Consultado: 16, mMayo, 2005]. Disponible en: http://www.monografias.com/trabajos15/nivel-ingreso/nivel-ingreso.shtml#METODOL

Kuprian, A. P. *Problemas metodológicos del experimento social*. Ciudad de La Habana, Cuba, Editorial de Ciencias Sociales, 1978.

Martínez, N. *Bases conceptuales del proceso de investigación*., [Consultado: 19, mMarzo, 2005]. Disponible en: http://perso.wanadoo.es/aniorte_nic/apunt_metod_investigac4_2.htm

Matamala, J. D. M. y R. GALLI. *Práctica de sistemas operativos*, 2005. [Consultado: 15, mMayo, 2005]. Disponible en: http://mnm.uib.es/gallir/SO/practica2005.html

Morales, J. P. *Normatividad para la elaboración de propuesta de proyecto de investigación*., [Consultado: 4, mMarzo, 2005]. Disponible en: http://www.monografias.com/trabajos11/norma/norma.shtml

Ocaña, A. L. O. *¿Cómo investigar en educación?*, [Consultado: 16, aAbril, 2005]. Disponible en: http://www.monografias.com/trabajos13/artinves/artinves.shtml

Pardinas, F. *El problema de Investigación*., [Consultado: 4, mMayo, 2005]. Disponible en: http://www.profesiones.cl/papers/ProblemasDeInvestigacion.htm

Parra, S.; J. DÍAZ y J. SANTANA. *Estudio del trabajo y productividad.*, 2005. [Consultado: 12, mMayo, 2005]. Disponible en: http://64.233.187.104/search?q=cache:ntoxRliHYEwJ:ingenieria.sanmartin.edu.co:9673/da06082/Documentos/trabajoyproductividad++%22diagrama+de+flujo%22otida%22%22&hl=es&ie=UTF-8

Pozo, P. D. y L. FERNÁNDEZ. *El papel de la modelación y la simulación en la investigación de las ciencias agropecuarias*., [Consultado: 30, aAbril, 2005]. Disponible en: http://www.isch.edu.cu/biblioteca/anuario1999/pedropablo.htm

Prado, M. B. *Los Estudios de Mercados, una Necesidad en las Organizaciones*, 2003. [Consultado: 19, mMarzo, 2005]. Disponible en: http://www.infosol.com.mx/espacio/cont/invest/estmerc.htm

Reyes, T. *Métodos cualitativos de investigación*, [Conusultado: 10, sSeptiembre, 2004]. Disponible en: http://rrpac.upr.clu.edu:9090/treyes/investig/metcualitativos.htm

Rivacoba, M. C. *Métodos básicos para una correcta Investigación Social*, 2004. [Consultado: 4, mMarzo, 2005]. Disponible en: http://www.consejoslocales.org/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=135

Rodríguez, G. P. y I. N. LION. *Metodología de la investigación pedagógica y psicológica*. Editorial Pueblo Nuevo y Educación, 1989. 166 p.

Santoyo, F. G. *Probabilidad y Estadística para la Gestión Empresarial*. México, Morelia, 2001. 217 p. ISBN: 968-7598-16-6.,

Soler, J. P. *Gestión de procesos -– Kupres*., [Consultado: 12, mMayo, 2005]. Disponible en: http://www.monografias.com/trabajos17/gestion-kupres/gestion-kupres.shtml

Vélez, C. M. *Apuntes de la metodología de investigación*, 2001. [Consultado: 19, mMarzo, 2005]. Disponible en: http://www.control-systems.net/recursos/material/apuntes_metodologia.pdf

Vinelo, A. C. *Técnicas de muestreo*. Elsa María Selva. Editorial Pueblo Nuevo y Educación, 1979. 514 p.

Walker, S. *Laboratorio de Procesos de Manufactura II*., [Consultado: 12, mMayo, 2005]. Disponible en: http://www.monografias.com/trabajos17/tuerca-giratoria/tuerca-giratoria.shtml

Zarkovich, S. S. *Organización de encuestas*. Ciudad de La Habana, Cuba, ENSPES, 1992. 242 p.

Zerpa, R. y J. FRANCISCO. *Técnicas de planeación*, 2003. [Consultado: 12, mMayo, 2005]. Disponible en: http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/tecplajfrz.htmv

Una gran parte del desarrollo económico colombiano está fundamentado en las microempresas, pues son estas las que presentan una mayor participación en la estructura empresarial, lo que representa grandes beneficios en términos de empleo e ingresos fiscales, entre otras externalidades positivas.

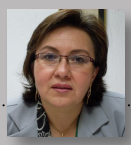
Una de las falencias que diferentes estudios señalan para este tipo de estructura empresarial es la falta de profesionalización de sus propietarios lo que facilita su desaparición en el mediano plazo y su poca efectividad al afrontar grandes desafíos y las nuevas realidades de la economía global. Así mismo, estudios como el Reporte GEM Bucaramanga señalan que el problema en la región no es de creación de empresas, sino de sostenibilidad de estas. (GEM, 2013)

Este documento nace con el propósito de convertirse en una herramienta útil y versátil, donde se realiza una revisión de los indicadores más relevantes en cinco importantes áreas funcionales de la empresa, como son: producción, calidad, finanzas, talento humano y mercadeo; y de manera didáctica presenta una ficha técnica que permite la fácil construcción e interpretación de estos, de tal manera que pueda ser utilizado por administradores con disímiles niveles de formación, lo que la convierte en una herramienta muy útil a la hora de tomar decisiones y evaluar la gestión de la compañía en las áreas mencionadas.

- **Desarrolle un sistema de indicadores de gestión sencillo pero eficaz**
- **Analice el estado de las cinco áreas funcionales más importantes de su empresa**
- **Construya en excel su propio sistema de gestión**

Gustavo **García** Cediel

Economista de la Universidad Industrial de Santander, Especialista en Finanzas con énfasis en Banca de Inversión de la Universidad Externado de Colombia, Magister en Economía de la Pontificia Universidad Javeriana y Candidato a Doctor en Dirección de Empresas de la Universidad de Valencia, España. Ha sido Asesor en Competitividad y Clima de Negocios para la Alcaldía de Cartagena durante el gobierno de Judith Pinedo (2006-2009) y la Alcaldía de Bucaramanga durante los gobiernos de Fernando Vargas, Luis Bohórquez y Rodolfo Hernández (2010-2016). Con experiencia en la academia como investigador y docente en áreas económicas y de investigación en pregrado y postgrado en universidades de Bogotá, Cartagena y Bucaramanga como son la Pontificia Universidad Javeriana, la Fundación Universitaria San Martin, la Universidad Tecnológica de Bolívar, la Universidad Cooperativa de Colombia, la Corporación Universitaria Rafael Núñez y la Universidad Santo Tomas. Es coautor del Reporte Global Entrepreneurship Monitor, GEM, Bucaramanga 2012-2013 y miembro del equipo GEM Colombia. Actualmente es asesor en temas de competitividad de la Alcaldía de Bucaramanga y docente investigador de la Universidad Cooperativa de Colombia donde lidera el grupo de investigación Sectores de Clase Mundial- SECLAM.



Myriam **Carrillo** Bautista

Administradora de Empresas de la Universidad Central de Bogotá, Especialista en Administración y Planificación del Desarrollo Territorial y Especialista en Docencia Universitaria de la Universidad Cooperativa de Colombia, Magister en Administración de Empresas de la Universidad Santo Tomás. Bucaramanga y Candidata a Doctora en Administración de la Universidad Nacional del Rosario. Argentina. Actualmente es Decana de la Facultad Ciencias Económicas, Administrativas y contables de la Universidad Cooperativa de Bucaramanga y líder grupo de investigación Organizaciones de Economía Solidaria.

ediciones de la U

Contenidos libres en:
www.edicionesdelau.com

ISBN 978-958-762-562-2
9 789587 625622