



METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTIFICA

**Dr. Wilfredo Francisco Martín
Dr. Eduardo López Bastida
Dr. Juan A. Castellanos Álvarez
Dr. Silvia Gil Fundora**

**Cienfuegos
2006**

Metodología de la Investigación Científica

Dr. Wilfredo Francisco Martín, Dr. Eduardo López Bastida, Dr. Juan A. Castellanos
Álvarez, Dr. Silvia Gil Fundora.

Universidad de Cienfuegos, Cuba.

ISBN 959-257-116-3

Editorial Universidad de Cienfuegos
2006

Carretera a Rodas, km 4.
Cuatro Caminos. CP. 59430.
Cienfuegos
Cuba.

PRÓLOGO

El presente material ha sido confeccionado por los autores como material didáctico para el curso Metodología de la Investigación para Ingenieros, elaborado sobre la base de sintetizar didácticamente los elementos esenciales reflejados en la amplia literatura que se ha escrito, no pretendiendo agotar el tema, ni mucho menos. Por el contrario, se trata de introducir a los estudiantes y profesores de cualquier especialidad en esta temática.

Este curso tiene el propósito de reflexionar dentro del campo de la metodología científica, particularmente desde el punto de vista de la investigación científica y las actividades de servicios científicos técnicos.

El mismo se ha estructurado en nueve capítulos que se agrupan en las siguientes temáticas:

- La actividad de investigación en las universidades, los conceptos de ciencia y tecnología y sus aspectos históricos. Capítulo I.
- El método científico y su importancia en la actividad investigativa. Capítulo II.
- Las características de la investigación científica y tecnológica y una explicación de las diferentes actividades científico técnicas. Capítulo III.
- La elaboración del proyecto de investigación. Capítulo IV.
- El proceso de recolección, procesamiento e interpretación de datos. Capítulos V, VI y VII.
- La divulgación de los resultados de la investigación. Capítulo VIII.
- La forma de evaluar la actividad investigativa. Capítulo IX.

Deseamos que nos haga llegar los comentarios respecto al material, ya que como clientes tienen mejores posibilidades de detectar las insuficiencias del material.

Los autores.

Facultad de Mecánica. Universidad de Cienfuegos.
Cuatro Caminos. Cienfuegos 59430.
Teléfono (0432) 22962. Fax: (0432) 451563.
Email: Wfrancisco@ucf.edu.cu

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

1.1. Breve referencia histórica de la ciencia y la tecnología/ 1

1.2. La Ciencia/ 5

1.3. La Tecnología/ 6

Ejercicios

CAPÍTULO II. MÉTODO CIENTÍFICO.

2.1. Conocimientos, habilidades y actitudes/ 8

2.1.1. El conocimiento/ 8

2.1.2. Tipos de conocimientos/ 9

2.1.3. Categorías del conocimiento científico/ 9

2.2. Las habilidades/ 11

2.3. Las actitudes/ 12

2.4. El método científico/ 13

2.4.1. Los pasos del método científico/ 13

2.4.2. Tipos de métodos científicos/ 19

Ejercicios

CAPÍTULO III. LAS ACTIVIDADES CIENTÍFICO - TÉCNICAS.

3.1. Formación de profesionales/ 25

3.2. La investigación científica/ 27

3.3. Los servicios científico técnicos/ 30

3.4. Información y difusión de la información/ 33

3.5. Conducción y administración de la ciencia/ 33

Ejercicios

CAPÍTULO IV. PROYECTO DE LA INVESTIGACIÓN.

4.1. Definición de proyecto/ 35

4.2. Tipos de proyectos investigativos/ 36

4.3. Estructura del proyecto/ 39

4.4. *Planteamiento metodológico/ 43*

4.5. Planificación de las actividades/43

4.6. Aspectos económicos/ 46

4.7. Anexo del proyecto/ 50

Ejercicios

CAPÍTULO V. RECOLECCIÓN DE DATOS

- 5.1. Población y muestra/ 52
 - 5.2. Técnicas de recolección de datos/ 58
 - 5.3. Medios de computación/ 71
- Ejercicios

CAPÍTULO VI. ANÁLISIS DE LOS DATOS.

- 6.1. Registro de los datos/ 75
 - 6.2. Procesamiento de datos/ 76
 - 6.3. La representación de los datos/ 83
 - 6.4. Análisis de los datos/ 83
- Ejercicios

CAPÍTULO VII. HERRAMIENTAS.

- 7.1. Tormentas de ideas/ 86
 - 7.2. Criterio de expertos/ 87
 - 7.3. Los histogramas/ 89
 - 7.4. Diagrama de flujo/ 90
 - 7.5. Diagrama de Pareto/ 90
 - 7.6. *Diagrama de causa y efecto/ 91*
 - 7.7. Gráficos de control/ 92
 - 7.8. Diseños de experimentos factoriales/ 93
- Ejercicios/

CAPÍTULO VIII. DIVULGACIÓN DE LOS RESULTADOS.

- 8.1. Informe de investigación/ 98
 - 8.2. Los servicios de difusión y extensión de la actividad científica/107
 - 8.3. Propiedad intelectual/ 110
 - 8.4. Introducción y generalización de los resultados/ 115
 - 8.5. Diferencias entre el protocolo del proyecto y el informe de la investigación/ 116
- Ejercicios

CAPÍTULO IX. EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

- 9.1. Elementos en la organización de la evaluación/ 119
 - 9.2. Evaluación del proyecto de investigación/ 120
 - 9.3. Evaluación de la investigación en curso/ 121
 - 9.4. Evaluación de un trabajo de investigación/ 121
- Ejercicios

REFERENCIAS/ 124**ANEXOS**

- A. Glosario/ 126
- B. Verbos más usados en los objetivos cognoscitivos/129
- C. Diagrama de flujo/130

CAPÍTULO I

CIENCIA Y TECNOLOGÍA

OBJETIVOS:

- Definir los conceptos de ciencia, tecnología e ingeniería.
- Conocer la evolución histórica de la ciencia y la tecnología.
- Conocer los aportes de la ciencia y la tecnología a la sociedad.

* * *

Como todo acto humano, la ciencia y la tecnología son actividades históricas y su papel ha ido variando de acuerdo con el desarrollo de las fuerzas productivas y con la sociedad en la cual ellas se producen. Para nosotros es hoy natural y evidente la existencia de grandes ciudades, fábricas, luz eléctrica, teléfonos, televisión, satélites, computadoras etc., pero no siempre fue así; hay enormes diferencias en las actividades científico-técnicas de las distintas épocas históricas que influyen notablemente en la forma de ser y producir, así como en el desarrollo de la sociedad, lo que caracterizan la época.

1.1. BREVE REFERENCIA HISTÓRICA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA.

La cultura en el mundo actual tiene un componente científico-tecnológico. El ciudadano de hoy no es verdaderamente culto si no tiene al menos un conocimiento básico del desarrollo de la ciencia y la tecnología y una claridad de los problemas ideológicos y éticos, asociado a ese desarrollo. Por lo tanto, antes de adentrarse como se desarrolla una actividad científica, se verán algunos aspectos relacionados con los conceptos fundamentales de ciencia y tecnología, a fin de acentuar el acervo intelectual en relación con estos elementos. Para profundizar en este tópico, puede recurrir a la obra de Bernal (1987) y Núñez (1999).

❖ Los inicios.

El origen de la humanidad comienza hace más de 10 000 años, siendo las zonas más desarrolladas las zonas del norte de África, el sur de Europa y China. Entre las actividades más notables realizadas en la época es necesario mencionar: Surgimiento de la técnica con el dominio de algunas de éstas: Dominio del fuego, el uso de la rueda, el cultivo de la tierra, la domesticación de animales, fabricación de utensilios y armas, elaboración de calendarios, etc.

El aspecto más importante que lleva al hombre a diferenciarse del resto de los animales en su dominio y transformación de la naturaleza es el trabajo, se pierde las grandes aventuras de la caza para vivir del sudor de la frente. Las sociedades se diferencian unas de otras por muchas razones, al igual que el hombre de los animales; pero el elemento más importante de esta diferencia radica en cómo se produce y con qué instrumentos de trabajo se realiza la producción de bienes materiales.

❖ Nacimiento de la ciencia.

La gran cantidad de materiales y servicios vinculados al desarrollo de las ciudades y del campo provocaron el nacimiento de la ciencia consciente. Su mayor esplendor sucede en Grecia y Roma alrededor de 500 años a.n.e. Los aspectos más importantes de esta etapa son:

- Surge el conocimiento deductivo como las matemáticas, la astronomía y la filosofía.
- Comienza la búsqueda del conocimiento a partir de la necesidad de saber.
- La división social del trabajo, la ciencia como actividad exclusiva de la gente rica y la técnica o artesanía como actividad de la gente pobre.
- Por medio de la observación y el razonamiento es posible acceder a la esencia de la naturaleza.
- Perfeccionamiento de la escritura y el instrumental simbólico. Surge el alfabeto.

En esta época se desarrollaron las matemáticas de Pitágoras, las especulaciones de Platón, el empirismo de Aristóteles, el atomismo de Demócrito, las primeras ideas de ingeniería de Arquímedes, la astronomía de Tolomeo y los primeros estudios médicos de Galeno.

❖ Edad media.

Dos siglos a.n.e. se produce la decadencia de la ciencia clásica, el surgimiento del poder romano y la formación de las nuevas religiones organizadas como el cristianismo, el islamismo y el budismo. La civilización moderna nace alrededor del siglo III en el occidente, sobre todo en Francia, Inglaterra y Alemania cuando ocurre el derrumbe de la clase rica propietaria de esclavos, dando paso al régimen feudal en el viejo mundo, se instauran las condiciones de la producción feudal. Esta época se destaca por las siguientes características:

- Predominio de la religión y los conocimientos dogmáticos sobre la ciencia.
- La filosofía se convierte en sierva de la teología y se supedita a ella.
- Época del oscurantismo y la influencia de la religión sobre la ciencia.
- Las condiciones de producción feudal necesitaban poco la demanda de ciencia útil.
- Avanza el dominio de la técnica y los trabajos artesanos.

En esta época la técnica continúa su desarrollo, la ciencia retrocedió o por lo menos se detuvo en su avance, hombres por hacer o difundir la ciencia perdieron sus vidas en la hoguera, como por ejemplo Giordano Bruno.

❖ La Revolución Científica.

Alrededor del siglo XIII con el desarrollo de las ciudades, y debido al fuerte incremento del comercio y la industria, comienza la decadencia del régimen feudal, y la necesidad de un nuevo orden económico y científico. En el siglo XV los habitantes de los burgos (burgueses) se habían desarrollado de un modo tan poderoso que empezaron a transformar esa economía en otra, donde los pagos en dinero determinaban la forma de producción.

Estos cambios condujeron a una Revolución Científica con el derrumbe de todo el edificio de presupuestos intelectuales heredado de los griegos y santificados por los teólogos musulmanes y cristianos, y el surgimiento de un sistema radicalmente nuevo de la ciencia.

Son características de esta etapa las siguientes:

- Desarrollo de la navegación, la minería y la medicina.

- Etapa fundamental en la construcción de simbolismos conceptuales y definición de los objetivos de estudio de las ciencias particulares.
- Movimiento humanista de retorno a los clásicos.
- Retorno al contacto directo de la naturaleza pero con una nueva imagen del mundo.
- En el siglo XVII surge el método experimental como método científico que permite hacer generalizaciones sobre la naturaleza.
- Descubren leyes que rigen fenómenos y se elaboran teorías.
- Revolución copérmica.
- Surgen las primeras sociedades científicas en el siglo XVII.
- Época de transición del feudalismo al capitalismo que hace que la sociedad necesite cambios económicos y científicos.
- Desarrollo de una disciplina coherente de experimentación y de cálculo.
- Desarrollo de la Astronomía y el instrumental geográfico.
- Predomina la concepción metafísica y mecanicista del mundo.

La ciencia moderna, con sus precursores Newton, Galileo y Francis Bacon, desplaza la contemplación y la especulación sobre las ciencias y promueve una racionalidad, apoyada en la experimentación y el descubrimiento de las leyes matemáticas que están detrás de los fenómenos sensibles. El intelecto, más que los sentidos, es lo fundamental.

❖ **La Revolución Industrial.**

Los siglos XVIII y XIX constituyen el gran período de formación del mundo moderno, la ciencia propicia la gran transformación de los medios de producción a la que se llama Revolución Industrial. El desarrollo de la Revolución Industrial tuvo sus inicios con las primeras máquinas, que hicieron más eficiente y menos pesado el trabajo del hombre y alcanzó su culminación cuando estas máquinas fueron capaces de fabricar otras máquinas, dando lugar a la producción maquinizada. Esta época se caracteriza por:

- Consolidación del capitalismo en los siglos XVIII y XIX.
- Las condiciones económicas y científicas aceleran la producción fabril, la especialización, la organización del trabajo y el desarrollo de la técnica.
- El artesano y el trabajador manual son sustituidos por la producción mecanizada.
- Explotación del hierro y el carbón.
- Desarrollo del transporte ferroviario.
- Grandes revoluciones científicas en el área del saber.

El capitalismo, como régimen social, se consolidó en la etapa de la Revolución Industrial, quedando definidas las dos clases que caracterizan a la sociedad burguesa: los obreros y los explotadores. Hay que señalar que a finales del siglo XIX, el sistema capitalista, implantado hace más de trescientos años, comienza a ser desafiado por otro, el sistema socialista, nacido de las contradicciones internas del propio capitalismo y enunciadas por Carl Marx en su obra cumbre *El Capital*.

❖ **La Revolución Científico – Técnica.**

En el siglo XX la ciencia adquiere la plenitud de sus funciones, el 85% de los descubrimientos

científicos de la historia de la humanidad se han logrado en esta época. Parece ser la era de la revolución simultánea del automóvil, los hidrocarburos, nuclear, electrónica, espacial, informática, telecomunicaciones y biogenética.

El progreso técnico del siglo XX indica que se está inmerso en la época de la Revolución Científico – Técnica, se trata de una revolución de nuevo tipo, donde la investigación científica planificada sustituye cada vez más a la inventiva mecánica individual. Por otra parte, mientras que la gran revolución industrial se ocupó principalmente de la producción y transmisión de la energía, liberando al hombre, en principio, del pesado trabajo muscular, la revolución del Siglo XX se da en gran medida en la sustitución de la habilidad o destreza del trabajador por la máquina o el aparato electrónico, liberándolo de las pesadas tareas administrativas o del cuidado de las máquinas. Este siglo se destaca por:

- La conversión de la ciencia en un factor que incide directamente en el desarrollo de las fuerzas productivas.
- La estrecha vinculación entre la ciencia y la técnica. Surge la tecnología y los ingenieros como personas necesitadas de conocimientos científicos para poder hacer técnica.
- La investigación científica planificada e interdisciplinaria sustituye a la inventiva individual.

El hombre en su desarrollo científico técnico ha llegado en muchos casos al límite de explotación de los principales recursos naturales del planeta: suelo, aire y agua, produciendo la contaminación ambiental que amenaza con las subsistencias mismas de la humanidad. Los fenómenos de contaminación pasan de ser locales o territoriales en muchos casos a globales, lo que hace necesario cambiar la visión de cómo enfocar el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

Si se hiciera una extrapolación formal del futuro de la situación actual, se podría afirmar que la humanidad marcha hacia un callejón sin salida, que pudiera implicar trastornos de tal naturaleza, en todos los sentidos, que llegarían incluso a destruir lo que hoy se puede considerar como civilización, en unas pocas generaciones más. Estos riesgos, ciertamente, son reales y objetivos como nunca antes. Pero un razonamiento de esta naturaleza, sin una posición de respuesta a tales retos, no sólo sería paralizante, sino erróneo y contraproducente.

1.2. LA CIENCIA.

La ciencia moderna es producto de estos grandes progresos, es el resultado de una mezcla de la teoría y la práctica que tiene su fuerza motriz en el avance de la sociedad y las necesidades del desarrollo de la producción material. Justamente por ello el análisis de la ciencia en la creación humana debe partir de su naturaleza social y sus vínculos con la sociedad, sobre todo en contraposición al enfoque tradicional positivista que la sitúa solo desde la perspectiva epistemológica y científicista.

¿Cómo entonces se define la ciencia?

En correspondencia con el enfoque antes mencionado como tradicional, la ciencia se define como sistema históricamente conformado de conocimientos cuya veracidad se comprueba constantemente en el curso de la actividad práctica humana, quedando sesgada su comprensión a una de sus aristas esenciales, la producción de conocimientos.

Autores como Bernal (1987) en más que una definición tipifica el fenómeno a través de una serie de rasgos:

- Como institución.
- Como método.
- Como tradición acumulativa de conocimientos.
- Como factor decisivo en el mantenimiento y desarrollo de la producción.
- Como una de las influencias más poderosas en la conformación de las opiniones respecto al universo y hacia el hombre.

Bernal (1987) plantea como importante el estudio de la ciencia, su historia y contexto social, lo cual está asociado a la propia dinámica de la ciencia, la cual se convierte cada vez más en una fuerza social.

Núñez Jover (1999) insiste en el análisis de la ciencia como una actividad social institucionalizada, una vez que las instituciones científicas son las que hacen posible el sistema de relaciones que supone la producción del conocimiento, su aplicación y difusión.

En tanto como institución, la ciencia se presenta como un cuerpo organizado de personas que se relacionan para desempeñar tareas específicas que han seguido un proceso de profesionalización y especialización.

Se le puede analizar como sistema de conocimientos que modifica nuestra visión del mundo real y enriquece nuestra imaginación y nuestra cultura; se le puede comprender como nuevos conocimientos, los que a su vez ofrecen mayores posibilidades de manipulación de los fenómenos; es posible atender a sus impactos prácticos y productivos, caracterizándolo como la fuerza productiva que propicia la transformación del mundo y es fuente de riqueza; la ciencia también se nos presenta como una profesión debidamente institucionalizada portadora de su propia cultura y en funciones sociales bien identificadas.

La razón por la cual es posible apreciar tantas facetas diferentes de la ciencia es porque ella constituye un fenómeno complejo cuyas expresiones históricas han variado considerablemente.

La ciencia de hoy parece estar atrapada en un fuego cruzado entre dos visiones opuestas del mundo. Por una parte, la ciencia es la principal herramienta de la ideología que actualmente dirige la economía mundial denominada sistema libre de mercado, orientada al crecimiento continuo y la búsqueda de riqueza individual. Por otra, la ciencia está llamada, de manera creciente, a producir conocimiento y tecnología que promueva la sustentabilidad ambiental, el desarrollo orientado hacia los pueblos y el manejo de largo plazo de los recursos.

1.3. LA TECNOLOGÍA.

En español, el vocablo técnica significa el conjunto de procedimientos operativos y útiles para ciertos fines prácticos. La idea de técnica está asociada habitualmente al hacer conjunto de procedimientos operativos útiles desde el punto de vista práctico para determinados fines. En una forma muy primaria y elemental, se vincula la ciencia al saber y la técnica al hacer (Núñez 1999).

Por su parte, la tecnología es el conjunto de conocimientos científicos y empíricos, habilidades, experiencias y organización requeridos para producir, distribuir y utilizar bienes de consumo. Incluye, por tanto, conocimientos teóricos y prácticos, know-how, métodos y procedimientos productivos, gerenciales y organizativos, entre otros; identificación y asimilación de éxitos y fracasos anteriores, dispositivos físicos y equipos (Sáenz 1999).

De esta definición se desprende que tecnología es mucho más que de aparatos cada vez más caros y sofisticados. La tecnología representa un nivel de desarrollo de la técnica en la que la alianza con la ciencia introduce un rasgo definitorio. La tecnología es una práctica social que según Pacey (1990) tiene tres dimensiones:

- La técnica: conocimientos, capacidades, destrezas técnicas, instrumentos, herramientas y maquinarias, recursos humanos y materiales, materias primas, productos obtenidos, desechos y residuos.
- La organizativa: política administrativa y gestión, aspectos de mercado, economía e industria; agentes sociales: empresarios, sindicatos, cuestiones relacionadas con la actividad profesional productiva, la distribución de productos, usuarios, y consumidores, etc.
- La ideológica-cultural: finalidades y objetivos, sistemas de valores y códigos éticos; creencia en el progreso, etc.

Sus relaciones con la vida social son evidentes desde la perspectiva de las determinaciones sociales que la engendran y la moldean; y desde el punto de vista del impacto que tiene en muchos aspectos de la actividad humana en los estilos de vida, los valores, las relaciones de poder, entre otras.

De acuerdo a los criterios actuales sobre la ciencia y la tecnología, es necesario que los profesionales tengan una amplia visión científica ya que a lo largo de este siglo la interacción

ciencia-tecnología (tecnociencia), se ha venido haciendo cada vez más fuerte y cada vez se debe más una a otra. De modo creciente las necesidades tecnológicas influyen en el desarrollo del conocimiento científico y a la inversa, la selección de teorías, los programas de investigación, condicionan formas de acción instrumental que envuelven a las tecnologías.

EJERCICIOS.

1. Confeccione un resumen de una cuartilla de cualquier aspecto científico técnico.
2. Relacione los 10 científicos más importantes en la historia de la humanidad.
3. Relacione las siete maravillas construidas por el hombre en el siglo XX.

CAPÍTULO II MÉTODO CIENTÍFICO

OBJETIVOS:

- Relacionar los tipos de conocimientos, habilidades y actitudes.
- Definir el concepto de método científico.
- Describir los pasos del método científico.
- Describir los métodos teóricos, empíricos y específicos.

* * *

El método científico, es el método universal del desarrollo de la ciencia y se puede definir como la forma de abordar la realidad, de estudiar los fenómenos de la naturaleza, la sociedad y el pensamiento, con el propósito de descubrir la esencia de los mismos y sus relaciones internas.

2.1. CONOCIMIENTOS, HABILIDADES Y ACTITUDES.

Para la aplicación del método científico, el estudiante debe abarcar las áreas principales de desarrollo profesional, o sea un nivel de conocimientos, habilidades y actitudes de acorde al problema que pretende identificar y/o solucionar, por esa razón se describe brevemente estos aspectos.

2.1.1. EL CONOCIMIENTO.

El conocimiento es potenciado por el talento humano, cimentado en habilidades, competencias, ideas e intuiciones. El conocimiento es un proceso histórico, cuyo desarrollo va desde el conocimiento limitado hasta el preciso y profundo. El conocimiento surge sobre la base de la práctica humana y, en gran medida, bajo la influencia de la producción industrial. El conocimiento cognitivo, o "know-what" (saber-qué) es la primera fase de la formación del hombre.

Los ingenieros como todo profesional durante su vida adquieren constantemente conocimientos, en dependencia al campo laboral en que se desenvuelven.

Los conocimientos necesarios están en dependencia del perfil del ingeniero.

- Conocimientos sobre ciencias básicas.
- Conocimientos sobre ciencias de la ingeniería.
- Conocimientos profesionales.
- Conocimientos socio humanísticos.

En los estudios de pregrado se hace más hincapié en la obtención de conocimientos de las ciencias básicas y de la ingeniería y durante su vida profesional los conocimientos profesionales.

2.1.2. TIPOS DE CONOCIMIENTOS.

Hay dos tipos de conocimientos: el ordinario y el científico.

➤ **El conocimiento ordinario** es producto del sentido común de las personas, del proceso empírico espontáneo individual y colectivo, por otro lado, no especializado, obtenido fundamentalmente en la práctica de la vida cotidiana y a través del conocimiento sensible.

➤ **El conocimiento científico** es el producto del proceso de formación de una persona. Por lo tanto éste tiene que sistematizar las fuentes de obtención del conocimiento mediante la identificación y planificación de las necesidades del capital humano.

2.1.3. CATEGORÍAS DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO.

Se puede clasificar el conocimiento científico en dos categorías: Conocimiento tácito que es el conjunto de conocimientos inherentes a la persona: Técnicos, científicos, artesanos, etc. y el conocimiento explícito que el conjunto de conocimientos que permiten y facilitan la difusión de los mismos a terceros mediante documentos, programas, etc.

Se denomina conversión a cualquier proceso que ayuda a pasar de un tipo de conocimiento a otro tipo. De acuerdo con ello, y siguiendo el proceso de Creación del Conocimiento Modelo de Ikujiro Nonaka e Hirotaka Takeuchi en la tabla 2.1 se recogen los cuatro métodos de conversión sencilla.

Tabla 2.1. Formas de conversión de los conocimientos.

| Tipo de conocimiento | TÁCITO | EXPLÍCITO |
|----------------------|--------------|--------------|
| TÁCITO | Socializar | Exteriorizar |
| EXPLÍCITO | Interiorizar | Combinar |

➤ **Socializar:** Esta fase es fundamental para que se produzca el nacimiento del conocimiento y el aprendizaje continuo. Una de las formas de hacerlo es mediante el aprendizaje y/o el intercambio de conocimientos tácitos mediante cursos, talleres, etc.

➤ **Exteriorizar:** En esta fase se trata principalmente de “convertir, transformar” los conocimientos tácitos en explícitos. Una de las formas de hacerlo es mediante documentos y soportes instruccionales que permitan y faciliten la difusión de los conocimientos adquiridos a terceros. En todas las fases se requiere que se utilicen las habilidades para obtener el máximo beneficio del proceso de aprendizaje. Ya que se tendrán que interpretar los nuevos conocimientos con las limitaciones de la “mente”. También se debe tener en cuenta para la exteriorización de los conocimientos “la realidad” Socio – Cultural en la que está inmersa la sociedad.

➤ **Combinar:** En esta fase se trata de combinar los conocimientos adquiridos con otros conocimientos. De la combinación de los mismos y de la aplicación de herramientas creativas surgirán posiblemente nuevos conceptos de innovación que ayudarán a la obtención de

nuevas ideas, etc. Además de enseñar a muchas personas los logros conseguidos y combinarlos con otros conocimientos existentes.

➤ **Interiorizar:** En esta fase se interiorizan los conocimientos adquiridos y se enriquecen hasta convertirlos en tácitos. De esta forma se cierra un ciclo de aprendizaje.

Lo ideal en la mayoría de los casos sería cumplir todos los ciclos (Socializar, Exteriorizar, Combinar e Interiorizar) en cada nueva idea, proyecto, proceso, etc. La espiral significa la repetición del ciclo una y otra vez mediante el aprendizaje continuo.

Los conocimientos han conducido a avances notables que han sido de gran beneficio para la humanidad. La esperanza de vida ha aumentado considerablemente y se ha encontrado cura para muchas enfermedades, el rendimiento agrícola se ha elevado significativamente en muchas partes del mundo para encarar las necesidades crecientes de la población. Los desarrollos tecnológicos y el uso de nuevas fuentes de energía han creado la oportunidad para liberar la humanidad de arduas labores y también han posibilitado la generación de un rango complejo y en expansión, de productos y procesos industriales. Pero al mismo tiempo la aplicación de los avances científicos, el desarrollo y la expansión de la actividad de los seres humanos ha provocado también la degradación del medio ambiente y catástrofes tecnológicas, que han desestabilizado el equilibrio material y social del mundo.

2.1.4. CONOCIMIENTOS BÁSICOS QUE DEBE APORTAR ESTE MATERIAL A UN INGENIERO:

- Conocimiento sobre las actividades científico técnicas.
- Manejo de las técnicas de grupos.
- Conocimientos básicos de estadísticas: recolección, procesamiento, representación de datos y análisis de datos. Mediante el dominio de un programa estadístico por ejemplo el Statgraphic.
- Dominio del método científico.
- Técnicas de comunicación oral y escrita.
- Dominio de técnicas de búsqueda de información.
- Uso de herramientas para divulgar sus resultados. Informe de investigaciones, publicaciones, presentación de los resultados, patentes, etc.
- Técnicas para solución de problemas.
- Confeción de proyectos de investigación.

2.2. LAS HABILIDADES

Las habilidades representan las destrezas que el hombre adquiere con ayuda del conocimiento mediante la actividad práctica. La habilidad es saber hacer las cosas. En la ingeniería se usa el término, "know-how" (saber como), para comprender la operación de un sistema y/o proceso tecnológico.

En los últimos años se usa una fase superior, conocida como "la creatividad auto-motivada", o "care-why" (que importe el por qué) representa la voluntad, motivación o adaptabilidad para el éxito. Cuando se alienta y fomenta la creatividad auto-motivada en las organizaciones, la gente puede renovar y mantener su conocimiento cognitivo (primera fase) y su comprensión de los sistemas (segunda fase), de forma que puedan competir con éxito en la siguiente oleada de progresos.

Las habilidades están catalizadas por el conocimiento y están relacionadas con la capacidad de hacer algo. El desarrollo de habilidades tiene gran importancia en los estudios de ingeniería, a diferencia del conocimiento, son permanentes, permite actuar por sí mismo. A continuación se describen las principales habilidades que debe desarrollar un ingeniero.

❖ **Capacidad analítica.**

Expresar una idea en pocas palabras y/o resumir en pocas líneas un documento no es tarea fácil. Solo se llega a dominar esta habilidad después de haberla ejercitado por mucho tiempo, se debe luchar contra la tendencia a copiar de los documentos.

❖ **Creatividad.**

No existe una definición clara de creatividad, para este análisis se va a emplear la dada por Grech 2001. La creación es la actividad que implica combinar elementos que ya existen para generar algo nuevo, que sea productivo. El creador es aquel que genera esa combinación en una forma que es nueva para él y/o para otros. El creativo es aquel capaz de generar con facilidad nuevas relaciones entre objetos ya existentes. La creatividad es la cualidad de los seres creativos que les permite crear.

Una persona creativa debe ser productiva, innovadora, imaginativa, original e investigativa. Si desea ser buen ingeniero debe tratar de poseer estas cualidades.

❖ **Liderazgo.**

Los ingenieros deben ser líder, tener capacidad para escuchar, hablar e inspirar a los demás miembros del grupo. El liderazgo es una habilidad que no se da en muchas personas, pero hay que buscar formas para que los futuros ingenieros la desarrollen.

❖ **Capacidad lógica.**

Habilidad para deducir y sacar conclusiones. Capacidad para inducir de hechos aislados generalizaciones. Capacidad para razonar, establecer conexiones entre premisas y conclusiones. Capacidad para identificar razonamiento mal estructurado o insuficiente soporte para una afirmación.

❖ **Observación.**

La observación como técnica de recolección de datos es descrita en el capítulo sobre búsqueda de la información, es una habilidad para percibir indicios, síntomas, anomalías, situaciones problemáticas.

2.3. LAS ACTITUDES.

La actitud de enfrentar los problemas depende mucho del éxito o fracaso. Las actitudes son varias que hay que tener en cuenta en el método de la ingeniería, a continuación se explican las fundamentales.

❖ **Actitud crítica.**

La actitud crítica debe estar avalada por información verídica y actualizada. Nada debe ser criticado sin el debido respaldo, para argumentar algo deben estar los datos necesarios.

❖ **Responsabilidad legal y social.**

Las responsabilidades legal y social están relacionadas entre sí. Las normas legales se transforman según los avances tecnológicas. El ingeniero debe conocer las normas legales relacionadas con su profesionalidad. Este aspecto tiene mucha relación con los aspectos éticos de la profesión.

❖ **Actitud investigativa.**

Los estudiantes deben comenzar desde tercer año de su carrera a investigar, una de las funciones principales de este material es que aprenda a investigar. La actitud investigativa para desarrollarla se necesita dedicación y creatividad.

❖ **Actitud coherente.**

Cuando se trabaja con grupos de personas en la solución de problemas, en la impartición de la docencia, etc. es necesario mantener una actitud coherente en el manejo de los asuntos de la misma naturaleza. Para ello es necesario definir criterios.

❖ **Imparcialidad.**

La actitud imparcial es la disposición de ánimo que no deja que opiniones personales, favoritismos o presiones fuercen el recto juicio.

❖ **Respeto a la opinión de los demás.**

Cuando se trabaja en grupo debe respetarse la opinión, por disparatada que parezca, de cada uno de sus integrantes. Esto es importante cuando se trata de las tormentas de ideas, en este caso no existen rangos, ni jerarquías: vale tanto la opinión del profesor como la del estudiante.

❖ **Apertura mental.**

La apertura mental son características de las personas sabias.

2.4. EL MÉTODO CIENTÍFICO.

Método: “camino hacia algo”. En su sentido más general, es la manera de alcanzar un objetivo. **Metodología** es la teoría sobre los métodos del conocimiento científico del mundo y la transformación de este.

El método científico, es el método universal del desarrollo de la ciencia y se puede definir como la forma de abordar la realidad, de estudiar los fenómenos de la naturaleza, la sociedad y el pensamiento, con el propósito de descubrir la esencia de los mismos y sus relaciones internas se clasifican en: generales y particulares.

El método científico se debe tratar con enfoque sistémico, o sea sistema constituido por el ENTORNO. El entorno es el sistema de orden jerárquico superior, el supersistema. Por ser de jerarquía superior, en los sistemas abiertos, manda sobre los de jerarquía inferior. Todos los sistemas tienen la obligación de servir a las finalidades de los sistemas más grandes, de los que forman parte.

2.4.1. Los pasos del método científico.

El método científico presenta cinco pasos que son imprescindibles tener en cuenta en cualquier actividad científica. Estos pasos son:

- Idea. Planteamiento del problema.
- Análisis del estado del conocimiento. Revisión bibliográfica.
- Dudas, pronósticos y hechos. Formulación de hipótesis.
- Constatación de la hipótesis. Manejo de datos.
- Logros obtenidos. Resultados.

❖ El problema y su planteamiento.

Un problema es un hecho o grupo de hechos que producen malestar o inquietud y merecen ser solucionados. El hombre tiene diferentes problemas, tales como familiares y profesionales. Una organización tiene problemas esporádicos y crónicos. Teniendo en cuenta la teoría del conocimiento se pueden clasificar los problemas en dos tipos: los cotidianos y los científicos.

➤ **Los problemas cotidianos están** relacionados con el conocimiento empírico espontáneo, que no es necesario aplicar un nivel profesional para su realización. Por ejemplo, se necesita viajar en Santa Clara a la Empresa de Proyectos Hidráulicos de Villa Clara para intercambiar experiencias sobre la certificación de esta empresa con la norma ISO 9000.

➤ **Los problemas científicos** se aplican al conocimiento científico. El problema científico se puede definir como la contradicción entre el nivel existente del saber y el nivel objetivamente necesario del saber. Se trata de un déficit de saber objetivo, que surge de la confrontación del hombre con su mundo. Por ejemplo, la Empresa de Aprovechamiento Hidráulico de Cienfuegos tiene entre sus objetivos implantar las normas ISO 9000.

Los problemas científicos se descubren, no se inventan. En ese sentido, el investigador es un problematizador profesional. Está adiestrado para descubrir y solucionar problemas.

Las fuentes más adecuadas a las que puede acudir para encontrar un problema científico son:

- Consultar a especialistas de la materia que investigan en su campo. Los profesores universitarios, investigadores y especialistas de la producción y servicios, por el nivel de actualización del conocimiento científico y por sus relaciones con instituciones científicas y con el sector empresarial, son las fuentes más adecuadas cuando se desea obtener un título de ingeniero o de master.
- Cuando no hay ninguna clase de información o cuando es incompleta sobre algún tema en particular e importante.
- Cuando se presenta una dificultad o necesidad en el sector tecnológico, institucional o informático.

Los problemas científicos se originan a partir de las ideas, las cuales pueden provenir de diferentes fuentes como se ha explicado anteriormente. Generalmente las ideas son vagas y deben ser traducidas en problemas concretos para lo cual se requiere de vocación, calificación intelectual y contar con existencia bibliográfica.

❖ Planteamiento del problema.

Conociendo lo que es un problema, estamos en condiciones de definir el planteamiento del problema. Es la delimitación clara y precisa del objeto de investigación, se puede realizar mediante tres elementos relacionados entre sí: Los objetivos de investigación, la justificación del estudio y la viabilidad de la investigación.

➤ Los objetivos.

Los objetivos son la guía del estudio, aunque resulten algo difusos al principio es el primer aspecto a considerar en el método científico. Durante todo el desarrollo de la investigación son necesarios tenerlos presentes y al final del trabajo deben estar acorde con los resultados obtenidos.

El objetivo de la investigación es el enunciado claro y preciso de las metas que se persiguen en razón de la solución de un problema mediante el proceso científico. Al principio y final de la investigación, los objetivos han de ser identificados con los resultados; es decir, toda la investigación deberá estar respondiendo a los objetivos propuestos.

Los objetivos se clasifican en generales y específicos. Los objetivos generales enumeran las metas que se proponen alcanzar a lo largo del desarrollo del trabajo y los objetivos específicos se relacionan con las tareas, o sea, es el logro de una nueva situación en la que dicho problema ha sido solucionado. Los objetivos permiten saber hacia donde se va.

- ¿Qué se va a investigar?.
- ¿Qué propósito tiene la investigación que se plantea?.

Los objetivos deben ser claros, dinámicos y realizables.

➤ Para que sean claros.

- Emplee un lenguaje sencillo.
- No deben ser largos.
- No deben incluirse citas o comentarios por interesantes que parezcan.
- Debe existir relación entre los objetivos generales y los específicos.
- Debe presentarse un orden.

➤ Para que sean dinámicos.

- Deben iniciarse con un verbo activo en infinitivo.
- Debe presentarse el resultado como un desafío comprometido.

➤ Para que sean realizables.

- Que el cambio o resultado propuesto sea una efectiva respuesta a la solución planteada.
- Que éste alcance lo que va a trabajar para hacerlo realizable.
- Que tenga en cuenta las experiencias anteriores, lo que existió como una respuesta.

Los objetivos de tipo cognoscitivo se expresan mediante un verbo, que tienen diferentes

niveles de complejidad como puede observarse en el anexo B.

Los objetivos deben ser declarados en el diseño de la investigación, o sea, en la propuesta de la investigación y en el informe de investigación en la introducción debe exponer los objetivos propuestos.

➤ **Justificación de la investigación.**

Las actividades científicas investigativas no se realizan por capricho de algunas personas, sino que se debe tener una justificación plena para su desarrollo. En todo caso deben responder en la identificación y solución de problemas teóricos y prácticos, aunque puedan tener un componente académico como las tesis.

En los proyectos de investigación en los antecedentes se debe declarar la justificación del trabajo. Qué importancia tiene, por qué se hace el trabajo, a quién beneficia el trabajo, etc. No conduzcan investigaciones si los clientes no están interesados, será difícil realizarla y muy poco probable su introducción a la práctica social.

➤ **Viabilidad de la investigación.**

El alcance del trabajo está en dependencia de las posibilidades de recursos humanos, materiales y financieros disponibles para la realización y el tiempo disponible para su ejecución. Con estos elementos puede acotar la investigación a sus posibilidades o sea a la formulación de los objetivos.

En los países en vías de desarrollo se presentan generalmente grandes limitaciones para la adquisición de recursos financieros para el desarrollo de investigaciones científicas. Por esta razón teniendo en cuenta la pobre infraestructura científica de estas instituciones, las limitaciones de obtención de información de impacto y las dificultades en la obtención de recursos, hacen que los trabajos tengan un enfoque más científico técnico que investigativo.

❖ **Análisis del estado del conocimiento.**

La búsqueda de información en relación a la situación del problema mediante datos históricos y entrevistas con especialistas y expertos son los primeros pasos en indagar profundamente el conocimiento imprescindible para encarar el problema.

La idea central detrás de esta actividad es que para producir y/o generar conocimientos más avanzados que el existente, hay que estar a la altura de los conocimientos teóricos y metodológicos actuales, que han sido elaborados por generaciones anteriores, sino como se puede saber si se está tratando con un enfoque novedoso el problema.

Este paso contempla la selección de teorías, conceptos, conocimientos científicos, métodos y procedimientos, que el investigador requiere para describir y explicar objetivamente el objeto de investigación, en su estado histórico, actual y futuro.

La búsqueda de la información se realiza principalmente mediante la revisión de la bibliografía o de la literatura. Cuando se confrontan conocimientos teóricos se conoce como marco teórico y cuando se analizan actividades científicas de menos complejidad teórica, se conoce como actualización del tema sobre las ciencias técnicas, mientras los sociólogos y economistas usan más comúnmente estado del arte.

❖ **Pronóstico sobre solución del problema.**

Cuando se han obtenido los conocimientos necesarios para identificar y/o resolver el problema se tienen que pronosticar las decisiones relevantes mediante una mayor precisión de los objetivos y/o formulación de las hipótesis. Los objetivos fueron expuestos en el planteamiento del problema.

➤ **Las hipótesis.**

La hipótesis constituye una herramienta que nos ayuda a ordenar, estructurar y sistematizar el conocimiento a través de una proposición. Es decir, las hipótesis implican una serie de conceptos, juicios y raciocinios tomados de la realidad, que nos lleva a la esencia del conocimiento.

Para que se entienda con más claridad el concepto de hipótesis científica, se exponen algunas definiciones:

- La hipótesis implica una duda, algo que no se tiene certeza, o sea que se supone.
- Son proposiciones referentes a hechos no sometidos a prueba, apoyados en el conocimiento científico, susceptibles de ser confrontados con los datos y corregidos con los nuevos conocimientos.
- Hipótesis es aquella formulación que se apoya en un sistema de conocimientos organizados y sistematizados y que establece una relación entre dos o más variables para explicar los fenómenos que son objetos de estudio.

➤ **Las variables.**

Para el manejo de las hipótesis es necesario tener claro el concepto de variables. Una variable es una propiedad que puede obtener diversos valores y puede medirse.

Las variables adquieren valor para la investigación científica cuando pueden ser relacionadas con otras (formar parte de una hipótesis o una teoría).

Las variables contenidas en una hipótesis deben ser reales, precisas, concretas y poder obtenerse en la realidad. La relación entre las variables, debe ser clara, y medible. Así mismo deben estar vinculadas con técnicas disponibles para probarlas.

Ejemplos de variables.

- Estudiantes. Son sujetos que pueden ser cuantificados.
- Motivación. Es una cualidad que puede ser ponderada.
- Presión del cilindro. Es un parámetro que puede ser cuantificado.

- Computadoras. Son objetos que pueden ser cuantificados.

Hipótesis. **Entre el 60 y 70 por ciento de los estudiantes del grupo están motivados con su carrera.**

La variable estudiante se relaciona con la variable motivación. Los estudiantes pueden ser la población o una de la carrera y la motivación se puede determinar mediante algún método de recolección de datos tales como: encuesta y/o entrevista y procesado en forma ponderada. .

➤ **Características de la hipótesis.**

Las ideas expresadas acerca de lo que se entiende por hipótesis científica, permite señalar algunas características sobresalientes.

- La hipótesis ayuda a orientar la búsqueda de hechos.
- Son explicaciones del fenómeno investigado en forma de proposiciones.
- Nos permite establecer relaciones entre elementos conceptuales y elementos empíricos.
- Nos lleva a adquirir nuevos conocimientos, así como a comprobar los ya existentes.

➤ **Funciones de la hipótesis.** Las hipótesis cumplen determinadas funciones en el proceso de la investigación:

- Estimulan la ejecución de la investigación.
- Dan elementos para tomar decisiones.
- Ayudan a determinar las técnicas de investigación.
- Establecen variables a estudiar.

Existen varios tipos de hipótesis dependiendo del problema, los objetivos y el marco teórico de la investigación. Y esta a su vez determina el tipo de investigación a seguir y el diseño metodológico de la investigación. Los principales tipos de hipótesis son:

- **Hipótesis de trabajo H_i .** Una hipótesis de trabajo es una proposición científica o un enunciado que se trata de establecer la presencia o ausencia de un fenómeno o una propiedad. A este fenómeno o característica se llama variable contrastable.

Las hipótesis de trabajo pueden ser de casualidad, correlacional, operacional, etc.

Ejemplo: H_i . **Entre el 60 y 70 por ciento de los estudiantes del grupo están motivados con su carrera.**

- **Hipótesis estadística.** Se refiere al planteamiento del supuesto de valor observado en el universo, una muestra o una variable en particular, difiere (nula) o no (alterna) del encontrado en el otro universo, en la otra muestra o en la variable o parámetro a analizar.

Las hipótesis estadísticas pueden ser nulas o alternativas.

- **Las hipótesis nulas.** Son las hipótesis de investigación expresadas al reverso de las hipótesis. Se simboliza con **H_0** .

- **Hipótesis alternativas.** Son posibilidades alternas ante la hipótesis de investigación. **Ha**

Ejemplos:

Hi. Entre el 60 y 70 por ciento de los estudiantes del grupo están motivados con su carrera.

Ho: Entre el 60 y 70 por ciento de los estudiantes del grupo no están motivados con su carrera.

Ha: Menos del 60 por ciento de los estudiantes del grupo están motivados con su carrera.

Ha: Más del 70 por ciento de los estudiantes del grupo están motivados con su carrera.

❖ **Tratamiento de datos.**

El tratamiento de datos consiste en la recopilación, registros, procesamiento, representación, análisis e interpretación de datos con el objetivo de dar respuesta a las hipótesis planteadas y al cumplimiento de los objetivos formulados en la investigación. En los capítulos VI, VII y VIII son tratados estos aspectos.

❖ **Los resultados.**

Los resultados científicos expresan los logros obtenidos en las actividades científicas técnicas y representan una reflexión de los objetivos iniciales del proceso de investigación. Éstos pueden tener un enfoque social, técnico, económico y/o ambiental. En las conclusiones del informe final deben expresarse con toda precisión los logros obtenidos en el trabajo investigativo.

2.4.2. Tipos de métodos científicos.

Los métodos se dividen en científicos que son los generales de la ciencia y específicos que están relacionados con la actividad específica.

❖ **Los métodos científicos generales** se subdividen en teóricos y empíricos.

❖ **Los métodos teóricos** permiten estudiar las características del objeto de investigación que no son observados directamente, facilitan la construcción de modelos e hipótesis de investigación, crean las condiciones para ir más allá de las características fenomenológicas y superficiales de la realidad, contribuyen al desarrollo de teorías científicas. Los métodos teóricos más utilizados son:

- **Análisis y síntesis.**

El análisis permite la división mental del fenómeno en sus múltiples relaciones y componentes para facilitar su estudio y la síntesis establece mentalmente la unión de las partes previamente analizadas, posibilita descubrir sus características generales y las relaciones esenciales entre

ellas.

El análisis está presente en toda actividad científica técnica, principalmente en las primeras etapas de la investigación y la síntesis fundamentalmente en las etapas finales, en la obtención de las conclusiones.

- **Inducción y deducción.**

La inducción y deducción son parte del conocimiento dialéctico de la realidad y se utilizan en los métodos teóricos de investigación. La inducción es un procedimiento que permite a partir de hechos aislados arribar a proposiciones generales. La deducción es un procedimiento que permite a partir del estudio de conocimientos generales inferir casos particulares por un razonamiento lógico.

- **Los métodos históricos** presuponen el estudio detallado de todos los antecedentes, causas y condiciones históricas en que surgió y se desarrolló un objeto o proceso determinado. Estos métodos se analizan la trayectoria completa del fenómeno, su condicionamiento a las diferentes prioridades de la historia, revelan las etapas fundamentales de su desenvolvimiento y las conexiones históricas fundamentales.

Los cultivos agrícolas están expuestos a enfermedades que provocan la disminución de su rendimiento y a veces su demolición, cada vez que ocurre una enfermedad se aplica el método histórico para evitar su repetición en esa zona agrícola o en otros que pueden estar propensas a esas enfermedades.

- **Los métodos lógicos** se basan en el estudio histórico del fenómeno, ponen de manifiesto de lo que se repite en el desarrollo del objeto y hay un conocimiento más profundo de su esencia.

Las características fundamentales de los métodos lógicos son:

- ✓ Expresan en forma teórica la esencia del objeto.
- ✓ Explican la historia de su desarrollo.
- ✓ Reproducen el objeto en su forma superior.
- ✓ Permiten unir el estudio de la estructura del objeto de investigación con su concepción histórica.

- **El método hipotético – deductivo** parte de la hipótesis por deducción y se llega a nuevos conocimientos y predicciones, los que posteriormente son sometidos a verificaciones empíricas.

Las características de este método son:

- ✓ Desempeñan un papel fundamental en la verificación de la hipótesis.
- ✓ Permite adelantar y verificar nuevas hipótesis de la realidad.
- ✓ Permite inferir conclusiones a partir del conocimiento precedente.
- ✓ Se aplica en el análisis y construcción de muchas teorías científicas.
- ✓ Unifica el conocimiento científico en un sistema integral.

Esta presenta cada vez que se aplique los pasos del método científico para desarrollar una investigación científica.

- **La modelación** es el método mediante el cual se crean abstracciones para representar la realidad compleja. El modelo elaborado por el investigador es semejante al objeto de estudio. En algunas etapas del conocimiento el modelo está en condiciones de sustituir el objeto que se estudia. En el proceso de investigación ofrece información sobre el objeto que se estudia.

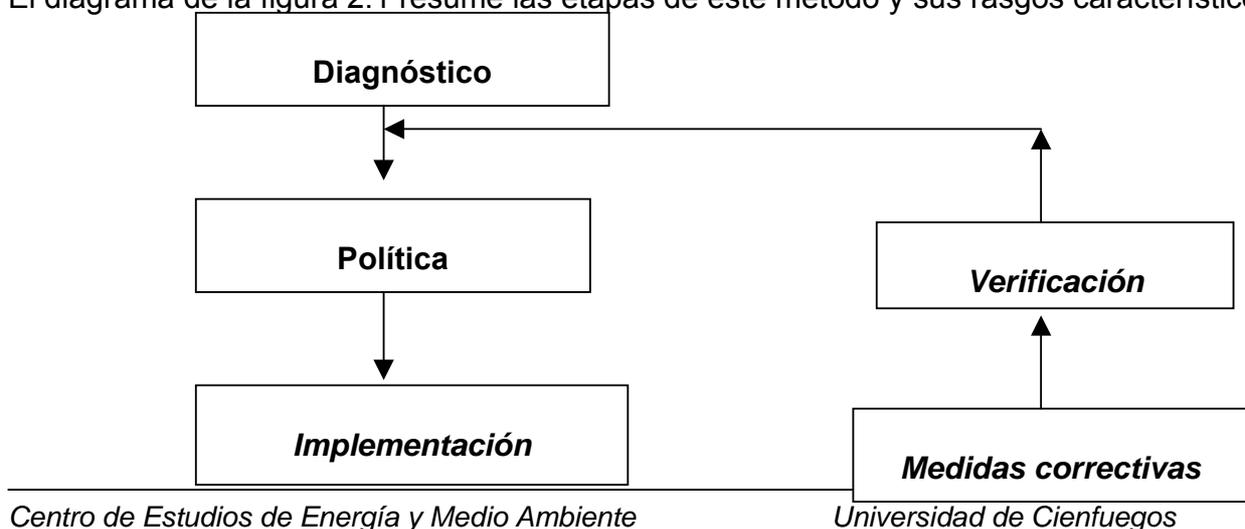
La modelación es el desarrollo, una descripción lo más exacta posible de un sistema y de las actividades llevadas a cabo en él. Por ejemplo cuando se acerca un huracán a Cuba se hacen constantemente modelos de su trayectoria más posible mediante los pronósticos obtenidos por los datos ofrecidos por los satélites, aviones y radares.

- **El sistemático** estudia el objeto mediante la determinación de sus componentes, así como la relación entre ellos, que conforman una nueva cualidad como totalidad. Esa relación determina por un lado la estructura y la jerarquía de cada componente en el objeto y por otra parte su dinámica. Es también la expresión del comportamiento del sistema como totalidad de un componente, convirtiéndose dichas relaciones en las leyes del sistema. De este modo se estudia el objeto en su dinámica.

Kaoru Ishikawa difundió por todo el mundo su modelo de Método Sistemático Científico de Mejora de Procesos, basado en el recorrido de una serie de pasos o etapas, desde la detección de un problema o una posibilidad de mejora (dependiendo de que el motor sea una serie de defectos detectados, o una nueva posibilidad tecnológica u organizativa), pasando por su estudio en busca de sus causas, de posibles perfeccionamientos o soluciones, la elección de la solución o conjunto de soluciones idóneas, hasta llegar a su implantación y a la medida de las mejoras conseguida.

Este método pretende conseguir mejoras apreciables, pero no espectaculares, de forma sostenida a lo largo del tiempo. Teniendo en cuenta que los recursos dedicados a este método de mejora son modestos, y que el efecto no se acaba en un intento, sino en ciclos sucesivos, llega un punto en que los índices de mejoras no son suficientes y exige soluciones muy distintas; entonces entra en escena la reingeniería.

El diagrama de la figura 2.1 resume las etapas de este método y sus rasgos característicos.



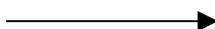


Fig. 2.1. Diagrama de un sistema de mejora de una organización.

❖ **El dialéctico** busca las contradicciones existentes y explica los cambios cualitativos que se producen en el sistema y dan paso a un nuevo objeto. El conocimiento de las relaciones contradictorias esenciales que caracterizan el comportamiento del objeto permiten resolver el problema que dio inicio a la investigación.

El carácter dialéctico de la relación causal, se expresa en los cambios de los distintos elementos que se relacionan entre sí. Dicha relación constituye una de las formas de la contradicción dialéctica. El dominio de las relaciones contradictorias permite explicar los cambios cualitativos que ocurren en el sistema y dan lugar a un nuevo objeto. El método dialéctico tiene la ventaja que interrelaciona tanto las características del objeto como del sujeto.

❖ **Los métodos empíricos** explican las características observables de los hechos reales y presuponen determinadas operaciones prácticas, tanto con los objetivos estudiados como con los medios materiales del conocimiento utilizado. Representan un nivel en el proceso de investigación cuyo contenido procede de la experiencia y es sometido a cierta elaboración racional. Los métodos científicos se expresan a través de las técnicas de la observación, documentación, la comunicación personal e impersonal y la experimentación. Estos métodos están relacionados con las técnicas convencionales de búsqueda de la información, los cuales serán tratados ampliamente en el capítulo VI.

❖ **Los métodos científicos particulares** son los restantes métodos usados en las actividades científicas y técnicas. Cada vez que se trata un objetivo para tratar un problema científico se tienen que aplicar uno o varios métodos. Por ejemplo: Método de diseño de la ingeniería, mecánicos, eléctricos, químicos, etc.

➤ **Método de diseño de la ingeniería.**

El método del diseño es el esencial en la ingeniería. Con el diseño se busca y halla la mejor solución a un problema planteado. En general, los problemas que se les presentan a los ingenieros tienen una característica común que son abiertos, quiere decir, que admiten múltiples soluciones, y una de ellas debe ser la mejor.

Tomar la mejor decisión no es una tarea fácil, después de haber recopilado suficiente información sobre el problema se elabora una lista de las opciones disponibles. Ahora, sólo falta decidir cuál es la mejor. En algunos casos, al llegar a este punto, es fácil obtener la solución idónea. De no ser así, lo más probable es que tenga dos o tres favoritas y se ha descartado el resto. Entonces, se tendrá que ir repasando cada opción y descartando progresivamente las que considere menos interesante. No tardará en tener una única opción.

Los pasos del método de diseño de la ingeniería son bastantes similares a los del método científico, en este caso se basan en obtener las mejores soluciones. En la tabla 2.2. se comparan los pasos de ambos métodos.

Tabla 2.2. Comparación de los pasos de los métodos de diseño de ingeniería y el científico.

| Método de diseño de la ingeniería | Método científico |
|--|--------------------------------------|
| El problema | Planteamiento del problema |
| Conocimiento del tema | Análisis del estado del conocimiento |
| Generación de posibles soluciones | Dudas, pronósticos y hechos |
| Análisis de las soluciones | Manejo de datos |
| Selección de la mejor solución | Resultados |

- El problema. Las ideas.
- Conocimiento del tema. Búsqueda de la información.
- La creatividad. Generación de posibles soluciones.
- Tratamiento de datos. Análisis de las soluciones.
- Resultado. Selección de la mejor solución.

En los proyectos de ingeniería y en los trabajos de diploma generalmente se aplican los métodos de diseño de ingeniería, mientras que en la tesis de maestría y doctorado el ingeniero utiliza el científico. El científico busca la verdad, el nuevo conocimiento, mientras el ingeniero busca la mejor solución a un problema.

El método científico elabora un marco teórico y propone la hipótesis que tiene que ser comprobada, mientras que el método de diseño de la ingeniería a partir de las capacidades, habilidades y actitudes del ingeniero, busca las mejores soluciones.

EJERCICIOS.

- 2.1. Haga una presentación oral de alrededor de 20 minutos sobre "Conocimientos, habilidades y actitudes".
- 2.2. Haga una presentación oral de alrededor de 20 minutos sobre el método científico.
- 2.3. Confeccione un documento escrito (resumen) de una cuartilla de cualquier tema donde haya una situación problemática.
- 2.4. Compruebe la siguiente hipótesis. El 30 por ciento de los estudiantes de su grupo no están motivados con su carrera.
- 2.5. Confeccione un documento escrito (resumen) de una cuartilla con un problema donde se aplique el método de diseño de la ingeniería.

2.6. Confeccione un documento escrito (resumen) de una cuartilla con un problema donde se aplique el método científico.

CAPITULO III

ACTIVIDADES CIENTÍFICO – TÉCNICAS .

OBJETIVOS:

- Conocer las características principales que conllevan a la formación de profesionales, la investigación científica en sí, los servicios científico - técnicos, la información y difusión de la investigación y la administración de la ciencia y la tecnología.
- Describir las partes principales de una investigación.

ACTIVIDADES CIENTÍFICO – TÉCNICAS:

1. Formación de profesionales.
2. Investigación científica.
3. Los servicios científicos técnicos.
4. La información y difusión de la investigación.
5. Administración de la ciencia y la tecnología.

Las actividades científico-técnicas son indispensables para a partir del conocimiento disponible, poder resolver los problemas científicos, que surgen durante la vida profesional. **Las actividades científico-técnicas** comprenden la formación de los profesionales, la investigación científica, los servicios científico-técnicos, información y difusión de la información y administración de ciencia y tecnología.

3.1. LA FORMACIÓN DE LOS PROFESIONALES.

La educación o formación de profesionales es aquella actividad que permite la apropiación de los conocimientos disponibles en la sociedad.

Hoy en día se hace necesario dentro del quehacer de cualquier organización la coexistencia de dos elementos básicos muy relacionados entre sí: la investigación y el postgrado.

La investigación científica es un componente que está presente en la formación de pregrado y postgrado. Jugando un papel importante dentro de todo el subsistema que suministra la educación superior.

➤ **Pregrado.** El componente investigativo, puede realizarse mediante la investigación curricular e investigación extracurricular. La investigación curricular se hace fundamentalmente a través de los proyectos, tareas que desarrollan algunas asignaturas y el trabajo de diploma.

La investigación extracurricular se hace a través de los grupos de estudiantes de alto rendimiento, grupos científicos estudiantiles, eventos científicos estudiantiles y talleres de ciencia y técnica, etc.

➤ **Educación de postgrado.** La educación de postgrado constituye el nivel más elevado del Sistema Nacional de Educación y tiene como objetivos centrales la formación académica de postgrado y la superación continua de los egresados universitarios durante su vida profesional.

❖ **La Superación Profesional de Postgrado** constituye un conjunto de procesos de formación que posibilitan a los graduados universitarios la adquisición, ampliación y perfeccionamiento continuo de los conocimientos y habilidades básicas y especializadas requeridas para un mejor desempeño de sus responsabilidades y funciones laborales, así como para su desarrollo cultural integral.

La formación continua de los graduados universitarios abarca fundamentalmente el curso, el entrenamiento y el diplomado. Otras formas son: la autopreparación, la conferencia especializada, el taller, el seminario, el debate científico, el intercambio de experiencias y todas aquellas que posibilitan el estudio y la divulgación de los avances de la ciencia, la técnica y el arte.

- **Curso de Postgrado.** El curso posibilita la formación básica y especializada de los graduados universitarios. Su duración mínima será de 20 horas.

- **Entrenamientos.** Tiene los mismos objetivos que el anterior, pero de forma general se realiza para un menor número de estudiantes y con un contenido más específico dentro de una materia, fundamentalmente de índole práctica. Su duración mínima será de 20 horas.

- **Diplomado.** El diplomado está constituido por un grupo de cursos articulados entre sí, además, la realización de un trabajo teórico y(o) práctico adicional, no comprendido en los cursos que lo integran. Su duración mínima será de 200 horas.

❖ **La Formación Académica de Postgrado** está compuesta por la especialidad de postgrado, la maestría y el doctorado (Grados Científicos).

- **Especialidad de Postgrado.** La especialidad de postgrado es el proceso de formación especializada que proporciona a los graduados universitarios la profundización o ampliación de sus conocimientos en áreas particulares de profesiones afines. Se diseñan con un mínimo de 70 créditos (un crédito por 15 horas lectivas). La especialidad de postgrado debe dedicar entre un 10 y un 20 % de los créditos a la investigación.

- **La maestría.** La maestría es el proceso de formación académica que proporciona a los graduados universitarios dominio profundo de los métodos de investigación, amplia cultura científica y conocimientos avanzados en un campo del saber. Se diseñan con un mínimo de 70 créditos (un crédito por 15 horas lectivas). La maestría debe dedicar hasta un 40 % de los créditos a la investigación.

- **Doctorado.** El doctorado es el proceso de formación académica que proporciona a los graduados universitarios un conocimiento profundo y amplio en un campo del saber; así como madurez científica, capacidad de innovación, creatividad para resolver y dirigir la solución de problemas de carácter científico de manera independiente y que permite obtener un grado

científico. Hay dos tipos de grados científicos en Cuba: Doctor en ciencias de determinada especialidad y doctor en ciencias. Los ingenieros que se deciden a obtener un grado científico los realizan generalmente en la especialidad de Ciencias Técnicas.

3.2. LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.

La investigación científica es aquella actividad sistemática, controlada, empírica y crítica destinada a la producción de nuevos conocimientos y teorías (investigación básica), al desarrollo de nuevos equipos y procesos (desarrollo tecnológico) y a resolver problemas prácticos (investigaciones aplicadas). La investigación científica se realiza mediante el método general de la ciencia (método científico), que se expuso en el capítulo II.

3.2.1. Clasificación de las investigaciones.

Las investigaciones científicas se pueden clasificar de diferentes formas, en este caso, se van a exponer las dos más usadas mediante el nivel de conocimientos y el alcance de los resultados.

❖ Las investigaciones científicas, según el nivel de conocimientos se pueden dividir en tres grandes grupos:

- **Las investigaciones básicas** son las que se encargan del trabajo teórico o experimental emprendido principalmente para adquirir nuevos conocimientos de fenómenos y hechos observables, pueden o no tener por finalidad alguna aplicación en particular.

- **Las investigaciones aplicadas** son las que se aplican a las realidades concretas, utilizando los resultados de la investigación básica. O sea, están orientadas a la consecución de un logro u objetivo práctico determinado. Normalmente se aplican para resolver problemas prácticos.

- **El desarrollo tecnológico** es aquel que abarca la utilización de distintos conocimientos científicos aplicados a la producción de materiales, dispositivos, procedimientos, sistemas, servicios nuevos o mejoras sustanciales. Generalmente, es un trabajo sistemático que se sustenta en los resultados de la investigación aplicada y de la experiencia práctica. Su objetivo consiste en lanzar al mercado una novedad o mejora concreta, que requiere generalmente el uso de plantas pilotos o de simulación a través de la tecnología de la información. Es por ello, que en esta etapa se obtiene la tecnología y la información para saber cómo se hace, el know how. Una vez que se comercializa el resultado de esta etapa entonces se puede hablar de **innovación**.

La integración de la investigación, el desarrollo tecnológico y la estrategia de negocio es el arma competitiva de las empresas, ya que el valor de una empresa depende del nivel y de la tasa de crecimiento de sus flujos de caja. El objetivo de la dirección estratégica de I+D será entonces contribuir a asegurar la generación de tales flujos y su crecimiento. La gestión actual de investigación y desarrollo es un proceso interactivo, centrado en la estrategia de negocio.

❖ **Según el alcance de los resultados.**

Según el alcance de los resultados hay diferentes tipos de investigación, en este capítulo se abordará aquella que a nuestro juicio caracterizan las investigaciones científicas.

- **Exploratorias.** Los estudios exploratorios tienen por objeto esencial familiarizarse con un tema poco estudiado o novedoso. Por ejemplo: Conocer la opinión de los profesores y estudiantes sobre el rector de la Universidad de Cienfuegos.
- **Descriptivas.** Los estudios descriptivos sirven para analizar cómo es y se manifiesta un fenómeno y sus componentes. Por ejemplo: Conocer el desarrollo industrial de Cienfuegos a partir de la producción, tecnologías existentes, rentabilidad e innovación tecnológica de las principales industrias de Cienfuegos.
- **Correlacionales.** Los estudios correlacionales pretenden ver cómo se relacionan los diversos fenómenos entre sí. Por ejemplo: Determinar la relación entre el nivel salarial de los trabajadores y el nivel de productividad de los Hoteles Cadena Sol.
- **Explicativas.** Los estudios analíticos o explicativos están dirigidos a contestar por qué sucede determinado fenómeno, cuál es la causa o factor de riesgo asociado a ese fenómeno. Por ejemplo: Conocer las causas de los bajos rendimientos agrícolas en las dos últimas cosechas de cítricos de la región de San Juan.

Los estudiantes y profesiones no deben preocuparse por como se va a iniciar su tipo de estudio, deben preocuparse por el aporte al conocimiento del fenómeno. El que una investigación sea de un tipo u otro de estudio depende de los objetivos propuestos y el problema a investigar. Una investigación puede comenzar con fines exploratorios y terminar siendo descriptiva, correlacional o explicativa, depende de la profundidad de los objetivos.

❖ **Etapas de la investigación.** Las cuatro etapas estructurales básicas del proceso investigativo son:

- **El planeamiento** es la etapa de concepción de la idea, estudio de viabilidad, definición de los objetivos, aportación financiera, o sea, el planeamiento de la propuesta y formulación del proyecto de investigación. Esta etapa se hace explícita en un documento llamado protocolo, diseño de la investigación y en algunos casos simplemente proyecto.
- **La ejecución o implementación** es la etapa en la que se desarrolla la investigación.
- **La comunicación de los resultados o fase conclusiva** es la etapa de divulgación de los resultados, se hace mediante la elaboración del informe final, las publicaciones científicas, presentación en eventos, registro de patentes, etc.
- **La evaluación de la investigación** es la etapa que asegura que se cumplan los objetivos, midiendo el progreso y las desviaciones y tomando acciones correctoras, cuando proceda.

Las etapas del proceso investigativo deben estar muy relacionadas con la actividad de aplicación y generalización de los resultados.

El esquema de las etapas no es rígido; al contrario, debe permitir variantes en la secuencia según la creatividad del investigador. Lo que sí es importante es no perder la visión de la relación que debe existir entre las diferentes etapas. Cada una de las etapas es tratada en este material. En el Anexo G se presenta un diagrama de flujo, que esquematiza estas actividades.

❖ **Organización de las investigaciones.**

Las investigaciones se recomiendan organizarlas de la siguiente forma:

- **Programas de investigación:** Son áreas del desarrollo científico técnico que son necesarias impulsar su investigación. Los programas de investigación se identifican en el ámbito nacional, ministerial y territorial.
- **Líneas de investigación:** Son temas generales de un área que permiten a los investigadores la articulación de la docencia, investigación y extensión universitaria en un tema o conjunto de temas donde caben muchos proyectos de investigación. Son estrategias a largo plazo que deben durar como mínimo entre 3 a 5 años.
- **Proyectos de investigación:** Son temas particulares dentro de los programas y líneas de investigación con objetivos, metas y productos bien definidos a realizar en un tiempo determinado. Por la importancia del mismo se dedica el capítulo V a este tema.

Durante la organización de la investigación debe existir una pirámide de actividades en la que desde los estudiantes, hasta los doctores tengan una determinada actividad en concordancia con su nivel de conocimiento que permita cumplir con satisfacción las actividades propuestas, por lo que se hace necesario la existencia de un cuerpo académico que responda a las siguientes características:

- Tienen un alto nivel de formación en la materia investigada.
- Muchos de ellos han cursado estudios de postgrado.
- Tienen experiencia docente.
- Poseen formación plena integral.
- Demuestran un alto compromiso institucional.
- Tienen una intensa vida colegiada.
- Participan en redes de intercambio académico.

3.3. SERVICIOS CIENTÍFICO – TÉCNICOS.

Los servicios científico - técnicos son actividades generalmente de carácter más o menos rutinario, que aplica conocimientos previamente disponibles para la obtención de resultados. Dentro de estos servicios pueden distinguirse: evaluación, control, auditoría, consultoría, formación, certificación, análisis, diagnóstico, dictámenes, etc.

3.3.1 Evaluación.

La evaluación es realizar un juicio sobre una actividad, producto, proceso u organización. Las evaluaciones pueden ser internas y externas.

❖ **Tipos de evaluaciones.**

➤ **Control.**

El control es toda actividad dirigida a la comprobación de los resultados obtenidos y los objetivos previstos y previene cualquier cambio negativo y contraste con las mejoras que están dirigidas sobre todo a alcanzar cambios beneficiosos en el proceso u organización. El control es una de las cuatro actividades del ciclo de calidad de Deming: Planificar, controlar, actuar y hacer.

➤ **Auditoría.**

La auditoría es el proceso sistemático, independiente y documentado de obtener y evaluar objetivamente la evidencia acerca de las afirmaciones y hechos relacionados con actas y acontecimientos, a fin de evaluar tales declaraciones a la luz de los criterios establecidos y comunicar el resultado a las partes interesadas, o sea, que es un acto de verificación o revisión de una actividad. El producto final de la auditoría, como proceso sistemático finaliza con la emisión de un informe final, mediante el cual el auditor da a conocer la correspondencia entre las manifestaciones de la entidad y los criterios establecidos. Las auditorías tienen su inicio en las entidades financieras y después han sido orientadas a los sistemas de gestión ambiental y de calidad.

La dirección responsable del área que esté siendo auditada debe asegurarse de que se toman acciones sin demora injustificada para eliminar las no conformidades detectadas y sus causas. Las actividades de seguimiento deben incluir la verificación de las acciones tomadas y el informe de los resultados de la verificación.

Nota: Véanse las normas ISO 19011:2002. Directrices para la auditoría de los sistemas de calidad y/o ambiental.

➤ **Inspección.**

La palabra inspección tiene diferentes significados, que cualquier definición precisa de un análisis crítico. Es un análisis de algunas características de un producto comparándola con el documento establecido, normalmente una norma. Tiene como propósito detectar errores, deficiencias, defectos, errores, fallos.

- **Verificación** cuando la inspección se realiza con instrumentos mecánicos de medición.
- **Prueba** cuando la inspección se realiza con instrumentos electrónicos de medición.
- **Ensayo** cuando la inspección se realiza con instrumentos químicos o metalúrgicos de medición.

➤ **Diagnosis o diagnóstico** es la determinación de las causas de un fenómeno, cuando se ha detectado un defecto.

3.3.2. Certificación.

Es la acción y efecto de acreditar un documento o una actividad de una organización como por ejemplo la ambiental, la calidad, etc. Para acreditar una actividad es necesario realizar evaluaciones.

3.3.3. Contrato.

Es un documento que acredita un pacto entre dos personas, entre una persona y una organización y/o entre dos organizaciones.

Analizada esta definición con detenimiento se puede comprobar que el contrato es:

- El resultado de un acuerdo - elemento evolutivo.
- Entre dos o más partes - elemento subjetivo.
- Para constituir, regular o extinguir finalidad del acuerdo.
- Una relación en la que concurre una doble característica:

La de ser jurídica, es decir, que sus efectos quedan amparados por el ordenamiento jurídico que legitima y propicia sus elementos positivos y brinda los mecanismos técnicos necesarios para remediar sus efectos negativos.

La de tener una repercusión patrimonial, en la medida en que está encauzada a satisfacer los intereses recíprocos de las partes, cuyo contenido es eminentemente económico y constituye el objeto del contrato.

3.3.4. Formación.

La formación es un proceso de obtención de conocimientos y habilidades. Los principales tipos de formación son:

- **Superación:** Actividad que se realiza en las universidades, centros de investigaciones, centros de formación de los ministerios y empresas para la actualización de conocimientos y habilidades de profesionales. La superación contempla la superación postgraduada y la formación académica.
- **Capacitación:** Actividad que se realiza en las organizaciones para mejorar las habilidades de los trabajadores y profesionales.
- **Adiestramiento:** Acción de enseñar la práctica de una actividad laboral a los trabajadores en su puesto de trabajo.

3.3.5. Servicios.

Los tipos de servicios más importantes que ofrecen los centros de información, empresas, compañía de consultoría, universidades, oficinas, etc. son:

- ❖ Servicios de información científico – técnica.
 - Referencia y préstamo.
 - Búsquedas.
 - Reproducción de documentos.
 - Deseminación selectiva de información.
 - Tablas de contenido, índices y resúmenes.
 - Boletín de noticias.
- ❖ Servicios informáticos.
 - Software.
 - Montaje de sistemas de comunicaciones.
- ❖ Comercialización de servicios.
 - Contratación.
- ❖ Servicios especializados.
 - Ingeniería.
 - Diseño y desarrollo.
 - Mantenimiento de instalaciones.
- ❖ Servicios de inspección y ayuda.
 - Asesoría.
 - Consultoría.
 - Auditoría.

- Certificación y acreditación.
- Calibración y verificación de instrumentos de medición.
- Medición, aforo y ensayo.

- ❖ Estudio de medios ambientales.
 - Diagnóstico.
 - Licencia ambiental.

- ❖ Servicios de formación.
 - Entrenamientos.
 - Adiestramientos.

3.4. INFORMACIÓN Y DIFUSIÓN DE LA INFORMACIÓN.

La información y difusión de la información científico - técnica es aquella actividad cuyo objetivo es hacer que los conocimientos lleguen al mayor número posible de usuarios. Entre estas actividades están:

- Los servicios de documentación, es decir, el almacenamiento y clasificación de información científico técnica.
- Los servicios de difusión a través de diversos medios como los talleres, eventos científicos, publicaciones, patentes, etc.

Las instituciones normalmente cuentan con un centro de información, que cada vez se encuentran más digitalizados mediante redes de computación. Entre otros brindan servicios de búsqueda informática, con la INTRANET mantienen la información actualizada y hasta se brinda información cotidiana como el menú del comedor y algunas organizaciones poseen el uso de INTERNET.

3.5. CONDUCCION Y ADMINISTRACIÓN DE LA CIENCIA.

La conducción y administración de ciencia y tecnología es aquella actividad cuyo objetivo específico es la formulación de políticas, mecanismos e instrumentos para el desarrollo de la ciencia y la tecnología, así como la administración de los recursos requeridos. Esta actividad se realiza mediante planes de investigación, en las universidades de nuestro país se realiza a través del Ranking de Ciencia y Técnica.

- **Planes de investigación.** Son estrategias anuales y por tres o cinco años, que permiten a las instituciones planificar, ejecutar, actuar y controlar las actividades de ciencia y técnica. Esta actividad por lo regular es regida en su mayor parte por las direcciones de Ciencia y Técnica de las empresas, organismos e instituciones científicas y las Vicerrectorías de Investigación y Postgrado en las universidades.

CONCLUSIONES FINALES.

Los objetivos específicos marcan la diferencia entre una y otra actividad. No es correcto afirmar que la simple consulta de los conocimientos disponibles sobre el tema de una bibliografía sea un trabajo de investigación, como comúnmente se oye decir. Su objetivo específico: la apropiación de conocimientos, indica que se trata de una actividad de educación o formación de investigadores, necesaria para poder posteriormente formular y desarrollar proyectos de investigación.

Sin embargo, estas actividades, aunque de por sí solas no constituyen una investigación, sí pueden ser bases e incluso una etapa de una investigación. Ello depende del propósito general dentro del cual las incluya la persona que las realiza. Es más, una actividad ha podido comenzar como un simple servicio científico técnico y en el desarrollo de la misma puede convertirse en un verdadero proyecto de investigación, al ampliarse y modificarse el propósito inicial. Esa es la grandeza de la creatividad de la persona que la lleva a cabo.

De otra parte, esto significa que aunque una y otras actividades pueden diferenciarse claramente entre sí, según sea el propósito específico que persigan, las fronteras de distinción no son barreras rígidas e infranqueables, sino por el contrario dinámicas. El proceso de conocimiento comienza con una actividad sencilla, quizás mecánica, puede convertirse en una verdadera búsqueda de conocimiento nuevo. De allí la importancia de una educación que lleve el estudio de las fuentes y la práctica. Estas son dos puertas de entrada a la realización de verdaderas investigaciones.

EJERCICIOS.

- 3.1. Haga una presentación oral de alrededor de 20 minutos sobre “La investigación científica”.
- 3.2. Haga una presentación oral de alrededor de 20 minutos sobre “Los servicios científico técnicos”
- 3.3. Confeccione un resumen de dos cuartillas sobre las actividades de ciencia y técnica de una organización.
- 3.4. Confeccione un resumen de una cuartilla sobre una evaluación realizada a una organización.
- 3.5. Confeccione un resumen de una cuartilla sobre el estado de la acreditación o certificación de una organización.

CAPÍTULO IV

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

OBJETIVOS:

- Definir los conceptos de proyecto de investigación.
- Diferenciar los diferentes tipos de proyectos científico - técnicos.
- Describir la estructura de los proyectos.

* * *

Cuando los problemas son complejos para su solución necesitan de un proceso de investigación que conlleva las etapas de planificación, ejecución, control y actuación. En este caso se describe la de planificación, la cual tiene su expresión mediante la elaboración de un proyecto.

4.1. DEFINICIÓN DE PROYECTO.

La planificación es la etapa donde se concibe el proyecto.

Existen numerosas definiciones de proyecto, entre las principales se tienen:

1. **Designio o pensamiento de ejecutar algo.** Esta es la definición más general y abarca tanto al campo profesional como no profesional.
 - **No profesional:** Se tiene en proyecto este fin de año visitar a la familia en Varadero.
 - **Profesional:** En cuarto año de la carrera los estudiantes tienen que realizar el proyecto sobre gestión de calidad.
2. **Conjunto de escritos, cálculos y dibujos que se hacen para dar una idea de cómo ha de ser y lo que ha de costar una obra de arquitectura o de ingeniería.** Esta definición se adapta bastante a los proyectos constructivos.
3. **Proyecto es la combinación de recursos humanos y no humanos reunidos en una organización temporal para conseguir un propósito determinado.** Esta es dada por los especialistas de la dirección integrada de proyectos – DIP. De Heredia 1995.
4. **Proyecto podría describirse como el planeamiento de idea, en el cual se indican y justifican los conjuntos de acciones necesarias para alcanzar un objetivo determinado, dentro de determinados parámetros de concepción, tiempo y recursos.** Esta definición es la más aceptada en el ámbito investigativo.

El concepto de proyecto se identifica por un conjunto de características que lo diferencian de otras actividades de la organización (Castro 2001). Estas son:

- **Tamaño y alcance.** Su tamaño está en función de la dimensión y capacidad económica del ente que lo acomete, por lo que no es una tarea rutinaria.

- **Recursos.** Requiere medios importantes y diversos, en cantidad y calidad, tanto humanos como materiales y económicos.
- **Temporal.** Su carácter discontinuo, tiene un comienzo y un final predeterminados y se trata de una actividad esporádica que no tiene carácter repetitivo y que implica un cambio.
- **Dinamismo.** Tiene que tener dinamismo y evolución.
- **Irreversibilidad.** En el proyecto generalmente no hay marcha atrás, o sea, es irreversible.
- **Riesgo.** Todo proyecto implica riesgos que deben ser previstos y tomar las medidas que reduzcan el impacto de dichas amenazas.

La formulación de la propuesta es, sin duda, uno de los pasos más creativos en toda obra. Los especialistas que se dedican a concebir una investigación, planean y formulan un proyecto, escriben un documento. En la actividad investigativa es usual registrar por escrito todos los factores, para evitar dejarlos en la memoria y para garantizar una mayor seguridad y precisión, por eso esta etapa de concepción y formulación de la investigación culmina con un documento escrito.

En una investigación científica han de planearse detalladamente los aspectos técnicos, metodológicos, de administración y control y de infraestructura institucional. Es lo que se denomina formular una propuesta de investigación científica, que consiste en disponer cuidadosamente, en un documento escrito, las actividades que han de llevarse a cabo y las especificaciones y parámetros de cada una de ellas. Este documento recibe diferentes denominaciones, tales como: proyecto, protocolo, propuesta de la investigación, diseño de la investigación o plan de trabajo.

La propuesta cumple las dos funciones básicas de todo ejercicio de planeación:

- Sirve de base para tomar la decisión sobre si conviene o no emprender la investigación propuesta.
- Sirve de guía en la realización de la investigación.

Evite cometer el error de obviar esta etapa en el desarrollo de las actividades científicas, sobre todo en las investigaciones científicas. Exija a sus estudiantes que elaboren proyectos, incrementará la iniciativa y creatividad de éstos en la solución de los problemas, por muy sencillos que parezcan.

4.2. TIPOS DE PROYECTOS INVESTIGATIVOS.

Los proyectos investigativos pueden clasificarse en:

4.6.1. Los proyectos según la propia naturaleza de los mismos en:

- **Proyecto de creación científica.**

Estos proyectos están asociados a las de investigaciones básicas. Los indicadores de éxito son: las publicaciones en revistas de impacto, los aportes al estado del arte con nuevas teorías, el otorgamiento de patentes y/o el interés de empresas en escalar los resultados. Los

requerimientos críticos son la búsqueda de información, el alto nivel científico de los investigadores, la tradición investigativa y la obtención de recursos materiales.

- **Proyecto de Investigaciones aplicadas.**

Los resultados esperados son la presentación de soluciones aplicadas a los sectores de servicios y productivos. Los indicadores de éxito son la solución de problemas técnicos, económicos, sociales, ambientales, etc. Los requerimientos críticos son la buena organización, calidad y agilidad en la ejecución de la investigación.

- **Proyecto de Investigación y desarrollo (I+D).**

Los resultados esperados son los prototipos de nuevos productos para la producción comercial, procesos nuevos probados en laboratorio y planta piloto o sistemas organizacionales probados en muestras representativas de empresas. Los indicadores de éxito son las empresas interesadas en la producción industrial de los desarrollados, el otorgamiento de patentes y la difusión de la tecnología. Los requerimientos críticos son la previsión de las necesidades de mercado a mediano plazo, la vinculación con la industria desde el inicio del proyecto y la organización para la difusión y transferencia de tecnología.

- **Proyecto de innovación tecnológica.**

La combinación de investigación básica y desarrollo tecnológico (I+D) conducen a la innovación tecnológica, o sea, a la producción comercial de nuevos productos o la aplicación comercial de nuevos productos. Los requerimientos críticos son la identificación de las necesidades del mercado, la capacidad de la gestión tecnológica de la organización y la integración del paquete tecnológico.

- **Proyectos de servicios científico técnicos.**

Consiste en la utilización de los conocimientos disponibles, sin que ello necesariamente suponga la realización de nuevas actividades de I+D ni desarrollar nuevas metodologías. Dentro de estos servicios pueden distinguirse: auditoría, consultoría, evaluación, formación, certificación, análisis, dictámenes, etc.

En la mayoría de los casos, no es necesario confeccionar un proyecto para ejecución de estas actividades, sino se realiza mediante la contratación entre las partes interesadas, ya que los riesgos de la actividad son muy bajos.

- ❖ **Características de los proyectos científico técnicos.**

Cualquier actividad tiene su origen en la investigación básica y su final en la producción y/o servicios.

En la Tabla 4.1 se puede observar las características de los diferentes proyectos científico - técnicos. La investigación básica se realiza con una absoluta libertad, con alto riesgo de no obtener los resultados esperados y no hay una definición precisa de los objetivos. La

investigación aplicada tiene menos grados de libertad, los objetivos a conseguir están más definidos, pero el riesgo de obtener los resultados esperados es menor que en la básica. Los proyectos de investigación y desarrollo (I+D) son actividades muy específicas con bajo riesgo y objetivos muy definidos. La producción de bienes materiales y prestación de servicios se realizan prácticamente sin riesgos y objetivos muy definidos.

Las universidades pequeñas, las PYMES y centros de consultorías realizan fundamentalmente la prestación de servicios y proyectos aplicados de poca complejidad. Los consorcios, laboratorios estatales y empresas grandes ejecutan investigaciones aplicadas de cierta complejidad y I+D. Los proyectos básicos son limitados para universidades de alto nivel e institutos de investigaciones estatales de países desarrollados con alto grado de financiamiento.

Tabla 4.1. Características de los tipos de proyectos científicos técnicos.

| Características | Tipos de proyectos | | | |
|--------------------|--------------------|-----------|-----|------------------------|
| | Básicos | Aplicados | I+D | Producción y Servicios |
| Grados de libertad | ++++ | +++ | ++ | + |
| Riesgo | ++++ | +++ | ++ | + |
| Definición | + | ++ | +++ | ++++ |

++++ Muy Alto +++ Alto ++ Bajo + Muy bajo.

4.6.2. Los proyectos según la fuente de financiación.

Los proyectos pueden ser con financiamiento externo y/o interno, como también nacional y/o internacional. Este es uno de los problemas fundamentales de la actividad investigativa, buscar financiamiento para su ejecución. Entonces pueden ser clasificados de la siguiente forma:

- Proyectos con financiación externa aprobados tras la presentación de propuestas a algún programa nacional o internacional en el que se participa bajo la modalidad de concurrencia competitiva.
- Proyectos con financiación externa solicitados y/o aprobados directamente por entidades privadas (empresas, etc.) o por instituciones públicas tras ganar un concurso o por adjudicación directa.
- Proyectos con financiación externa coordinados o cooperativos en los que la Universidad participa, pero organizados por otros centros. Estos proyectos, se concretan a través de la participación de uno o varios profesores de nuestra Universidad como colaboradores en los mismos.
- Proyectos con financiación interna de la Universidad que deberá ser aprobada conforme a los procedimientos que se establezcan (con o sin participación de otras entidades). Cabe la posibilidad de que la Universidad decida financiar parcialmente un proyecto de investigación que cuente con financiación externa.

4.3. ESTRUCTURA DEL PROYECTO.

Cuando ya se tiene concebido el problema de investigación, es conveniente escribir ordenadamente todos los aspectos técnicos, metodológicos y de financiamiento de la investigación a realizar. Las entidades que convocan a la presentación de proyectos normalmente proponen sus guías de proyectos, las más populares en Cuba son las del CITMA para proyectos nacionales y las del MINVEC para proyectos de cooperación internacional y solicitudes de donativos.

En la tabla 4.2. se muestra las partes de una guía, para la elaboración de proyectos científicos y académicos, cada investigador en función de su experiencia puede adaptar y manejar su propia guía, dentro de ciertas características que sean lógicas y coherentes.

Tabla 4.2. Partes de un protocolo.

| No. | Protocolo de proyecto |
|-----|----------------------------------|
| 1 | Cubierta |
| 2 | Portada |
| 3 | Resumen |
| 4 | Índice |
| 5 | Antecedentes |
| 6 | Estado actual de la temática |
| 7 | Hipótesis |
| 8 | Objetivos |
| 9 | Resultados esperados |
| 10 | Planteamiento metodológico |
| 11 | Planificación de las actividades |
| 11 | Recursos y presupuesto |
| 12 | Aspectos económicos |
| 13 | Bibliografía |
| 14 | Anexos |

4.3.1. Aspectos técnicos del proyecto

Los aspectos técnicos del proyecto están relacionados con qué se va hacer en la investigación. Los elementos fundamentales son los objetivos y resultados que se esperan obtener de la etapa investigativa.

❖ **Datos generales.** Se refiere a los datos sobre la denominación del proyecto, clasificación del proyecto y datos de los investigadores. Pueden ser referidos en la portada.

➤ **Nombre o título del proyecto.** Es el título que se otorga y que deberá permanecer durante toda la vigencia del trabajo, el nombre que se asigne debe ser preciso, claro y

completo; es decir identificar el protocolo en forma inequívoca y debe responder a las siguientes preguntas:

- Qué se hará: Se refiere al proceso que se realiza mediante el protocolo.
- Sobre qué: Es el segundo elemento del nombre y se refiere al objeto sobre el cual recae el proceso.
- Dónde: Se refiere a la localización o ubicación del protocolo en un sitio geográfico, es decir, debe indicar, departamento, municipio o provincia donde se ubica.
- Cuándo: Si es necesario se ubica en tiempo.

❖ **Clasificación del proyecto.**

Es necesario clasificar la propuesta si conduce a una innovación tecnológica, un desarrollo tecnológico, una creación científica, una investigación aplicada, etc. Si es un proyecto académico conducente a la obtención de un título de grado, de maestría o de doctoral.

❖ **Datos de los investigadores.**

➤ **Datos del investigador principal.**

Nombre y apellidos del investigador principal.

Título profesional, académico o científico.

Dirección de la institución a la que pertenece.

➤ **Datos del equipo de investigadores participantes.**

En dependencia del tipo de propuesta, se exige formular los datos principales de los investigadores que participan en la propuesta y la participación de las instituciones participantes.

En caso de proyectos académicos se especifica el nombre y categoría científica del tutor y en proyectos de gran envergadura debe incluirse todos los autores y un resumen de su hoja de vida (currículum vitae).

➤ **Resumen.**

El resumen constituye el contenido esencial de la propuesta, usualmente el planteamiento del problema, la metodología a seguir y los resultados a obtener. El resumen debe ser comprensible, sencillo, exacto, informativo y preciso.

En la redacción del resumen se deben considerar los siguientes aspectos:

- Redacte el resumen en tercera persona y en voz activa.
- La primera fase del resumen se debe redactar de manera que haga innecesario la repetición del título.
- Evite el empleo de palabras rebuscadas.
- Utilice una terminología científica y comprensible.
- Utilice sólo las abreviaturas reconocidas internacionalmente.

- El resumen se recomienda confeccionar en forma de bloque, o sea, no se dividirá en párrafos pequeños.
- Mantenga los resúmenes de la mayoría de los documentos en menos de 250 palabras, (preferiblemente en una página).

4.3.2. Antecedentes.

En los antecedentes se muestra el quehacer científico o tecnológico anterior que origina la propuesta investigativa.

Los antecedentes se refieren al contexto en que se concibió y se desarrollará el trabajo. Cómo surgió la propuesta, por ejemplo, si es un proyecto para alguna empresa, si es un proyecto interno de investigación, si tiene cláusulas de confidencialidad, si es parte de un proyecto mayor, si tiene apoyos externos. Este debe contener la situación actual del problema y la justificación del por qué se quiere hacer la investigación.

4.3.3. Estado actual de la temática.

La búsqueda de la información para la confección del proyecto suele denominarse de diferentes formas:

- Marco teórico sobre todo para investigaciones básicas.
- Estado del arte sobre todo para las investigaciones sociales.
- Revisión bibliográfica, se estima que para el desarrollo actual de la información es un poco limitada.
- Estado actual de la temática sobre todo para investigaciones aplicadas, I+D y prestación de servicios.

Se presenta una discusión preliminar generalmente del estado de desarrollo del tema, al nivel de bibliografía regional, nacional e internacional y se compara la situación de la realidad en que se realizará el trabajo, con la situación existente en otros lugares de referencia, en caso de tratarse de una idea totalmente nueva, deberá mostrarse en forma más minuciosa la situación actual del conocimiento en el campo.

La elaboración del estado actual de la temática tiene las siguientes funciones:

- Ayuda a prevenir errores que se han cometido en otros estudios.
- Orienta sobre cómo habrá de realizarse el estudio.
- Amplía el horizonte del estudio y guía al investigador para que se centre en su problema evitando desviaciones del planteamiento original.
- Conduce al establecimiento de hipótesis o afirmaciones que más tarde habrán de someterse a prueba en la realidad.
- Inspira nuevas líneas y áreas de investigación.
- Provee de un marco de referencia para interpretar los resultados de estudio.

Para su confección debe responderse las siguientes preguntas:

- ¿Quién o quiénes han investigado anteriormente sobre el tema?.

- ¿Qué aspectos y variables han sido investigados?.
- ¿Qué investigaciones se han realizado sobre el tema?.
- ¿Qué investigaciones se han desarrollado sobre la comunidad o institución donde se desarrolla la investigación?.
- ¿Qué experiencias o aportes realizados para el manejo del tema o problema?.

Uno de los propósitos de la revisión de la literatura es analizar y discernir si la teoría existente anterior sugiere una respuesta a la pregunta o preguntas de investigación.

4.3.4. Bibliografía del proyecto.

La discusión preliminar relacionada con el tema se realiza al nivel de bibliografía, basado en la experiencia nacional e internacional más relevante y reciente. En ella se relacionan las fuentes consultadas y que tenga estrecha relación con el trabajo.

Para obtener la información necesaria se pueden utilizar canales formales y/o informales. Los canales formales son los libros, folletos, revistas especializadas, tesis, normas, patentes y las memorias de congresos. Los canales informales son las entrevistas y conversaciones con expertos en el tema, la correspondencia y los congresos.

La importancia de la revisión bibliográfica radica en que permite escoger el problema, suministra datos teóricos, se parte de lo ya conocido, facilita estudiar lo que no se sabe, evita caer en repeticiones de investigaciones de poco interés científico y el despilfarro del tiempo. Se recomienda que más del 50% de la bibliografía corresponden a documentos de menos 5 años de publicados.

4.3.5. Objetivos y/o propósitos del proyecto.

Se debe recordar que un proyecto es la combinación de recursos humanos y no humanos reunidos en una organización temporal con el fin de lograr propósitos determinados. Como cualquier otra actividad, deben definirse sus objetivos para un alcance determinado. Hay tres categorías que definen el alcance del proyecto, la calidad, el coste y el tiempo o plazo de ejecución, la alteración de una de estas categorías afectan a las otras dos.

En los proyectos pueden formularse hipótesis, especialmente en investigaciones básicas que es necesario probar teorías, se aconseja declararlas.

4.3.6. Resultados esperados.

Los resultados expresan los logros del proyecto y en que medida contribuyen a alcanzar el objetivo propuesto, deben ser concretos y medibles cualitativamente y cuantitativamente, por esta razón deben estar relacionados con indicadores que los verifiquen.

Por ejemplo:

- Disminuir del 20 al 5 % al año los pasajeros accidentados en la empresa.
- Lograr que el 99 % de los pasajeros encuestados consideren que la empresa goza de buena reputación.

- Aumentar en un 10 % las ganancias anuales de la empresa.

4.4. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.

Para toda investigación es de importancia planificar las acciones o tareas que se deben realizar con el fin de producir los resultados y por lo tanto contribuir al logro de los objetivos propuestos, no se deben incluir actividades que no conduzcan a producir los resultados específicamente buscados.

Por lo tanto el planteamiento metodológico es la estrategia metodológica que se piensa utilizar en la investigación, debe presentarse en forma clara, precisa y coherente. Sin esto no es posible la realización de una buena investigación aunque sea de carácter bibliográfico o teórico. Debe responder a la interrogante: ¿cómo se va a desarrollar la investigación?.

En dependencia al tipo de investigación y su alcance se debe exponer en el proyecto los posibles métodos teóricos, empíricos y específicos que van a ser aplicados. Estudio de la población y la muestra. Las técnicas de recolección, procesamientos y representación de datos.

4.5. PLANIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES.

Las actividades son las acciones o tareas que se deben realizar con el fin de producir los resultados y por lo tanto, contribuir al logro de los objetivos propuestos. En cada actividad deben citarse, por los menos de forma general, las técnicas, y equipos que se proponen utilizar y el lugar donde se piensa realizar. El cronograma de actividades se puede representar mediante diagramas de Gantt o de Pert. Para la confección del cronograma puede auxiliarse de programa de computación Microsoft Project 98.

El cronograma de trabajo o calendario de actividades es un instrumento que permite prever, controlar y relacionar las actividades que tiene que realizar el investigador en concordancia con el tiempo que dispone. En la Tabla 4.3 se muestra un ejemplo hipotético de un cronograma de trabajo.

La relación actividad – tiempo del proceso de investigación debe ser coherente y sistemática, por lo tanto el cronograma de trabajo no debe ser tomado como una camisa de fuerza a la que tenga que someterse de forma inexorable, pero tampoco debe quedar sólo en el papel por cumplir un requisito, haciendo caso omiso de lo que allí se prevé.

Su confección debe responder la siguiente pregunta:

¿Cuánto tiempo va a emplear en hacer el estudio propuesto?.

Tabla. 4.3. Calendario de actividades de un proyecto. Diagrama de Gantt.

| No. | Nombre de la tarea | Duración | Comienzo | Fin |
|-----|-------------------------|----------|----------|----------|
| 1 | Confección del proyecto | 60 días | 03/04/00 | 23/06/00 |

| | | | | |
|----|------------------------------------|----------|----------|----------|
| 2 | Aprobación del proyecto | 30 días | 26/06/00 | 04/08/00 |
| 3 | Elaborar el diagnóstico | 30 días | 07/08/00 | 15/09/00 |
| 4 | Confección de la carta tecnológica | 30 días | 18/09/00 | 27/10/00 |
| 5 | Confección del plan de control | 30 días | 30/10/00 | 08/12/00 |
| 6 | Evaluación económica | 30 días | 11/12/00 | 19/01/01 |
| 7 | Montaje de las técnicas | 120 días | 22/01/01 | 06/07/01 |
| 8 | Aplicación de las técnicas | 60 días | 09/07/01 | 28/09/01 |
| 9 | Procesamiento de los datos | 30 días | 01/10/01 | 09/11/01 |
| 10 | Análisis de los resultados | 30 días | 12/11/01 | 21/12/01 |
| 11 | Elaboración del informe | 60 días | 24/12/01 | 15/03/02 |
| 12 | Defensa del trabajo | 30 días | 18/03/02 | 26/04/02 |

4.5.1. Recursos humanos, materiales y presupuestarios.

Los recursos son las personas y los materiales necesarios para completar cada tarea del proyecto. Los recursos y los costos de la investigación están estrechamente relacionados ya que si aumentan los recursos humanos o materiales, los costos incrementan en la misma proporción.

Debe realizarse el cálculo detallado de cada uno de los costos, que para una mayor comprensión y facilidad de control se agruparán por rublos o títulos, así como la distribución a cargos de cada uno de ellos a diversas entidades, de acuerdo con las políticas y criterios de financiación. Para su confección debe responder a las preguntas:

- ¿Qué recursos se necesitan?
- ¿Cuál es su costo?

Los gastos más comunes se pueden agrupar en:

Costos directamente imputables al proyecto, que son fácilmente identificables, pues son producidos en el desarrollo de las actividades específicas de la investigación. Ellos son:

El presupuesto se puede organizar de la manera siguiente:

- Se divide en cuatro columnas la tabla con el siguiente encabezamiento: Concepto, cantidad, valor unitario y valor total.
- Los elementos o gastos se dividen según los aspectos arriba mencionados.
- Cada aspecto se totaliza por separado y se coloca el subtotal.
- Después se suman los subtotales para obtener el costo directo del proyecto.

Se recomienda a la suma anterior adicionarle aproximadamente el 15 % de la misma bajo la denominación de imprevistos y alrededor de un 10 % de la misma bajo la denominación de gastos indirectos.

Los costos indirectos al proyecto incluyen el pago de servicios administrativos, de secretaria, los servicios de teléfono, luz, agua, aseo, mensajería, etc. Sin los cuales no es posible que el investigador se dedique a su tarea de investigar.

Tabla 4.4. Ejemplo de desglose del presupuesto de los gastos para un determinado proyecto.

| Cantidad. | Concepto | Valor Unitario (Divisas) | Total (Divisas) |
|------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|
| | Personal investigativo | | |
| 180 horas | Juan Pérez | 10 USD/hora | 1800.00 |
| 110 horas | José Torres | 10 USD/hora | 1100.00 |
| | Subtotal | | 2900.00 |
| | Materiales y equipos | | |
| 200 Litros | Gasolina | 0.75 USD/L | 150.00 |
| Un | Scanner | 180.00 | 180.00 |
| Un | pHmetro | 1330.00 | 1330.00 |
| Un | Conductímetro | 1100.00 | 1100.00 |
| Una | Balanza analítica | 1200.00 | 1200.00 |
| Diez cajas | Papel de escribir | 28.00 | 280.00 |
| Diez caja | Papel fotocopidora | 12.00 | 120.00 |
| Tres caja | Disco 1.44 | 5.00 | 15.00 |
| | Subtotal | | 4375.00 |
| | Imprevistos (15 %) | | 656.25 |
| | Costos indirectos (10%) | | 437.50 |
| | Total | | 8368.75 |

4.6. ASPECTOS ECONÓMICOS.

Las investigaciones científicas y los servicios científico - técnicos que implican inversiones en los proyectos incluyen una valoración económica de la inversión, que tiene como propósito del análisis de la recuperación del dinero invertido con el tiempo.

4.6.1. Estudio de mercado.

Mercado se entiende por el área en que confluyen las fuerzas de la oferta y la demanda para realizar las transacciones de bienes y servicios a precios determinados.

De este concepto se puede reconocer cuatro variables fundamentales para el análisis de

mercado, estas son (Baca, 1995):

- **Análisis de oferta.** Se entiende por oferta la cantidad de bienes o servicios que un número de productores está dispuesto a poner a disposición del mercado a un precio determinado.
- **Análisis de la demanda.** Se entiende por demanda la cantidad de bienes y servicios que el mercado requiere o solicita para buscar la satisfacción de una necesidad específica a un precio determinado.

$\text{Demanda} = \text{producción nacional} + \text{importaciones} - \text{exportaciones}$.

- **Análisis de precio.** Es la cantidad monetaria a que los productores están dispuestos a vender, y los consumidores a comprar, un bien o servicio, cuando la oferta y la demanda están en equilibrio.
- **Comercialización del producto.** La comercialización es la actividad que permite al productor hacer llegar un bien o servicio al consumidor con los beneficios de tiempo y lugar.

En este estudio se presentará la caracterización del mercado que utilizará los resultados, teniendo en cuenta las características de los posibles clientes o usuarios, el nivel del bien o servicio en la satisfacción de los requerimientos del cliente y la explicación de las ventajas competitivas del producto en relación con los competidores existentes en el mercado ya sea éste nacional e internacional.

Para hacer llegar un bien o servicio a los usuarios hay que hacer una investigación de mercados, que abarca la publicidad, ventas, precios, diseño, aceptación de envases, potencialidad del mercado, etc.

4.6.2. Análisis económico.

El análisis económico pretende determinar cuál será el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, cuál será el costo total de la operación.

- **El costo** es uno de los indicadores más importante del análisis económico, es el desembolso hecho en efectivo o en especie que es necesario recuperarlo para lograr ingresos.
- Los costos totales de una empresa se clasifican según Baca, 1995 en de producción y generales.

➤ **Costos de producción.** Los costos de producción comprenden:

➤ **Materias primas.** Son los materiales que de hecho entran y forman parte del producto terminado.

- **Mano de obra directa.** Es la que se utiliza para transformar la materia prima en producto terminado.
- **Mano de obra indirecta.** Es la necesaria en el departamento de producción, pero que no interviene directamente en la transformación de la materia prima.
- **Materiales indirectos.** Forman parte auxiliar en la presentación del producto terminado, sin ser el producto en sí.
- **Costo de los insumos.** Los insumos necesarios para el funcionamiento del proceso productivo. Éstos pueden ser: agua, energía eléctrica, combustibles, detergentes, reactivos para el control de calidad del proceso y producto, etc.
- **Costo de mantenimiento.** Incluye los costos de los materiales y la mano de obra necesaria para dar mantenimiento a la planta.
- **Cargos por depreciación y amortización.** Es el cargo anual que se hace para recuperar la inversión.
- **Costos generales.** Comprenden los costos de administración, de venta y financieros.
- **Costos de administración.** Los costos de administración son como su nombre lo indica, los costos de realizar la función de administración dentro la empresa.
- **Costos de ventas.** Los costos de ventas puede abarcar, diferentes actividades, estudio de nuevos mercados o de nuevos productos, publicidad que realiza la empresa, etc., o sea que tiene actividades de ventas y funciones que no es precisamente vender directamente.
- **Costos financieros.** Los costos financieros son los intereses que se deben pagar en relación con capitales obtenidos en préstamo.

➤ **Estado de resultados.**

La finalidad del análisis de pérdidas o ganancias es calcular la utilidad neta y los flujos netos efectivos del proyecto, y que se obtienen restando a los ingresos todos los costos en que incurra la planta y los impuestos que deba pagar. En la Tabla 4.5 se muestra el estado de resultados, en la columna de la izquierda, que dice flujo, el sentido del flujo efectivo; es decir, si existe un ingreso para la empresa, el flujo es positivo, y si es egreso, como todos los costos y el pago de impuestos son negativos y la columna de la derecha indica el concepto o rubro.

Tabla 4.5. Algoritmo para realizar el balance del estado de pérdidas y ganancias de una inversión económica.

| Flujo | Conceptos |
|-------|--------------------------------------|
| + | Ingresos. Precio de venta x producto |
| - | Costos de Producción |
| = | Utilidad Marginal |
| - | Costos administrativos |
| - | Costos de ventas |
| - | Costos financieros |
| = | Utilidad bruta |
| - | Impuesto sobre la renta (35%) |
| = | Utilidad neta |
| + | Depreciación y amortización |
| = | Flujo neto efectivo (FNE). |

La importancia de calcular el estado de los resultados es la posibilidad de determinar los flujos netos efectivos, que son las cantidades que se usan en la evaluación económica. Mientras mayores sean los flujos netos efectivos (FNE), mejor será la rentabilidad económica de la empresa o del proyecto que se trate.

4.6.3. Evaluación económica.

El estudio de la evaluación económica es la parte final de toda la secuencia de análisis de la factibilidad de un proyecto. Además de la existencia del mercado potencial atractivo, del lugar óptimo para la localización del proyecto, del dominio del proceso de producción y las posibilidades de utilidades durante los primeros 5 años, hay que demostrar que la inversión propuesta será económicamente rentable. Los métodos más utilizados para comprobar la rentabilidad económica del proyecto son el VAN y el TIR.

➤ Valor actual neto (VAN).

El valor del dinero varía a través del tiempo mediante la siguiente expresión:

$$P_n = P_i(1+tg)^n / (1+ti)^n$$

Donde:

P_n - Capital dentro de un tiempo futuro.

P_i - Capital inicial o actual.

Tg - tasa de ganancia

ti - tasa de descuento

n - número de períodos (años).

Los inversionistas operan teniendo en cuenta dos factores: primero, debe ser tal su ganancia, que compense los efectos inflacionarios, y en segundo término, debe ser un premio o sobretasa por arriesgar su dinero en determinada inversión. O sea que:

$$t_i = i + f + i * f;$$

Donde: i = inflación;

Donde: f = premio del riesgo.

Entonces antes de invertir, un inversionista siempre tiene en mente una tasa mínima de ganancia sobre la inversión propuesta, llamada tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR).

VAN es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial.

$$VAN = -P_i + FNE_1/(1+ti)^1 + FNE_2/(1+ti)^2 + FNE_3/(1+ti)^3 + FNE_4/(1+ti)^4 + FNE_5 / (1+ti)^5.$$

Los criterios de aceptación de evaluación son: si VAN>0, acéptese el proyecto; si VAN<0, rechácese. El valor VPN es inversamente proporcional al valor de la tasa de descuento, de modo que la tasa de descuento es la TMAR, en dependencia del rendimiento pedido a la inversión así será el VAN.

➤ Tasa interna de rendimiento (TIR).

El TIR es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial, o sea el VAN es igual cero.

$$P_i = FNE_1/(1+ti)^1 + FNE_2/(1+ti)^2 + FNE_3/(1+ti)^3 + FNE_4/(1+ti)^4 + FNE_5/(1+ti)^5.$$

Si el TIR > TMAR, se acepta la inversión.

El TIR y el VAN puede ser calculados mediante técnicas computacionales, por ejemplo con el EXCEL.

➤ **Análisis y administración de riesgo.**

Una inversión no es riesgosa justamente cuando no es tan afectada por el nivel de ventas, pues es aquí donde empieza la administración de riesgo. Por ejemplo, a un determinado nivel de ventas, se ha calculado que la TIR supera el TMAR por cierta cantidad de puntos porcentuales. Si las ventas empiezan a disminuir por causas ajenas a la empresa, como una crisis económica nacional, suponiendo que la calidad del producto y la productividad de la empresa son constantes, entonces, mientras más diferencia exista entre la TIR y la TMAR, más tiempo u oportunidad se tendrá de administrar el riesgo que tiene la empresa de volverse rentable, al disminuir las ventas por debajo de determinado nivel.

En esto consiste precisamente el nuevo enfoque llamado de análisis y administración del riesgo. De análisis, porque se determina con precisión cuál es el nivel mínimo de ventas que siempre se debe tener, de administración, porque al notar una disminución de las ventas, aunque lenta pero sostenida, se puede calcular de cuánto tiempo se dispone para administrar ese riesgo. Administrar significa varias cosas, entre ellas elevar la productividad, mejorar la calidad para conseguir más preferencia de consumidores, incrementar la red de ventas o distribución, etcétera, se trata finalmente de determinar cuándo y a qué nivel de ventas no se debe llegar y administrar con tiempo suficiente la empresa para evitar dicha situación.

4.6. ANEXO DEL PROYECTO.

El anexo es un agregado que el autor coloca al final del protocolo. Está compuesto por gráficas, mapas, cuadros, estadísticas, documentos y todo tipo de ilustración que el autor crea conveniente insertar en el trabajo. Exigen que se hagan referencia de ellos en el contenido o cuerpo de la obra y deben aparecer en el mismo orden en que han sido citados. Se organizan alfabéticamente por letras y deben tener un pie de grabado o título que enuncie lo que ilustra el mismo.

TABLA RESUMEN DEL PROYECTO.

En la Tabla 4.6, en forma de resumen se muestran las interrogantes que corresponden a cada etapa del proyecto y puede servir de guía para la confección de éste.

Tabla 4.6. Tabla resumen de las interrogantes que responde las etapas del proyecto.

| Etapas del proyecto | Interrogantes |
|---|---|
| Título | ¿Qué estudiar? |
| Antecedentes y estado actual de la temática | ¿Quiénes han investigado anteriormente sobre la temática planteada? |
| Hipótesis | ¿Qué se pretende probar? |
| Objetivos | ¿Qué propósitos tienen la investigación que se plantea? |
| Resultados | ¿Qué beneficios se esperan alcanzar? |
| Aspectos metodológicos | ¿Cómo se va a realizar la investigación? |
| Cronograma | ¿Qué tiempo va a emplear en hacer la investigación? |
| Presupuesto | ¿Qué recursos se necesitan? |
| Estudio de mercado | ¿Quiénes son los principales usuarios de la investigación? |
| Análisis económico y financiero | ¿Cuáles son las ventajas finales de la investigación? |

EJERCICIOS.

- 4.1. Haga una presentación oral de alrededor de 20 minutos sobre "proyecto de investigación".
- 4.2. Elabore un proyecto de investigación real o hipotético de 3 a 5 cuartillas.
- 4.3. Confeccione una relación de los proyectos que actualmente se ejecutan en una organización.
- 4.4. Confeccione un resumen de una cuartilla sobre los principales inconvenientes o limitaciones que presentan la ejecución de los proyectos de Ingeniería Mecánica I, II, III y IV.
- 4.5. En esta tabla se muestran los pronósticos de gastos e ingresos para una inversión.

| Concepto | Años | | | | |
|---------------------------|------|--------------|------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Ingresos por ventas | + 60 | + 100 | +200 | + 300 | + 300 |
| Costos de Producción | - 50 | - 50 | -100 | -150 | -150 |
| Gastos Generales | -10 | - 10 | -10 | -20 | - 20 |
| Impuesto vs. renta | | (30%) | | | |
| Depreciación | +20 | +20 | + 20 | + 20 | + 20 |
| Inversión inicial | -200 | | | | |

Nota: Los ingresos y los gastos están dados en miles de pesos.

- a) Calcule el VAN para un 6% de tasa de descuento.
- b) Calcule el TIR.

Nota : El cálculo del VAN y el TIR se puede hacer mediante el Microsoft EXCEL. Entre a la función fx y active financieras para activar el VNA (VAN) o el TIR.

CAPÍTULO V

BÚSQUEDA DE LA INFORMACIÓN.

OBJETIVOS:

- Desarrollar conocimientos y habilidades en la búsqueda de información.
- Comprender que actividades deben realizarse para revisar la literatura.
- Conocer los conceptos de población, muestreo y los procedimientos de selección de la muestra.
- Describir las técnicas de observación, comunicación, documentación y experimentación.

* * *

La búsqueda de información tiene dos funciones en las actividades científicas y profesionales sobre el tratamiento de un problema: la revisión bibliográfica para la actualización de conocimientos y la recopilación de datos para la obtención de los resultados, que puede aportar la obtención de nuevos conocimientos.

La revisión bibliográfica consiste en consultar la literatura que puede ser útil para los propósitos del estudio, desde el punto de vista profesional tiene el propósito de desarrollar un marco de referencia que contextualice el problema objeto de estudio.

Las actividades científicas y profesionales manipulan un volumen de datos que cuando son útiles se convierten en información. La primera actividad en el tratamiento de datos es la recopilación de datos.

5.1. POBLACIÓN Y MUESTRA.

En el proceso de búsqueda de información en muchas ocasiones hay que limitar la adquisición de datos y en vez de trabajar con la población es necesario extraer una muestra representativa.

El primer paso en la recolección de datos es la selección y dimensión del objeto de estudio, o sea, establecer la población y la muestra.

La población es la totalidad del fenómeno a estudiar en donde las unidades de población poseen una característica común, la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación. Las poblaciones deben situarse claramente en torno a sus características de contenido, lugar y tiempo a fin conocer la magnitud de la investigación.

La muestra es cualquier subconjunto de una población que se realiza para estudiar las características en la totalidad de la población, partiendo de la observación de una fracción de la población. Al seleccionar una muestra se hace necesario conocer el tamaño de la misma y la selección de los elementos muestrales. El tamaño de la muestra depende del error estándar con el que se desea trabajar, de la dispersión de los datos y del número de la población.

❖ Tipos de muestras.

Hay varios tipos de muestras y se seleccionan generalmente sobre la base de sus necesidades, la clasificación más común es la siguiente:

➤ **Muestreo probabilístico.**

El manejo de muestras probabilísticas se basa en la teoría de las probabilidades, que algunos elementos son dados en el capítulo VI. Las dos técnicas más importantes son: muestreo aleatorio y estratificado.

• **Muestreo aleatorio simple o al azar.**

El elemento más común para obtener una muestra representativa es la selección al azar - aleatoria, es decir, que cada uno de los individuos de una población tiene la misma posibilidad de ser elegido. Si no se cumple se dice que la muestra es viciada.

Para la determinación de una muestra probabilística hay que tener en cuenta dos aspectos: determinar el tamaño de la muestra y seleccionar los elementos muestrales, que todos tengan la misma probabilidad de ser elegidos.

Determinación del tamaño de la muestra.

Cuando la población es conocida y la varianza es desconocida.

$$n = (Vp/Vm) / [1+ (Vp/Vm)/ N]$$

n = tamaño de la muestra

N = tamaño de la población

Vm = Varianza de la muestra. El cuadrado del error estándar E.

Vp = Varianza de la población. $Vp = p \cdot q$

p = proporción muestral

q = (1 - p)

Por ejemplo: Se aplicará una encuesta a los estudiantes de Ing. Mecánica para conocer el grado de motivación por su carrera. Determinar el tamaño de la muestra.

Datos:

Población N = 102

Probabilidad de ocurrencia 90 %

Error estándar 0,03.

Cálculos:

Determinación de Vm. $Vm = E^2 = (0,03)^2 = 0,0009$

Determinación de Vp. $Vp = 0,9(1-0,9) = 0,09$

Determinación del tamaño de la muestra n.

$n = (Vp/Vm) / [1+ (Vp/Vm)/ N]$

$n = (0,09/ 0,0009) / [1+ (0,09/0,0009)/ 102] = 100/ (1 + 0,98) = 51$

En la tabla 5.1 se puede observar la influencia que tiene la probabilidad de ocurrencia y el error estándar en el tamaño de la muestra.

Tabla. 5.1. Influencia de la probabilidad y el error en el tamaño de la muestra.

| Probabilidad de ocurrencia | Error | Tamaño de la muestra. |
|----------------------------|-------|-----------------------|
| 10 | 1 | 90 |
| 50 | 1 | 98 |
| 90 | 1 | 90 |
| 90 | 3 | 51 |
| 90 | 5 | 26 |

Mientras más se aproxima la muestra a la población, menor es el error de muestreo, pero más costosa será la investigación.

Cuando la varianza es conocida.

El número de observaciones (tamaño de la muestra) queda definido por la siguiente expresión (Herrera, 1987).

$$n = (t^2 \cdot v^2) / E^2$$

Donde:

n: es el número de mediciones u observaciones.

t : es el coeficiente de significación que depende de la probabilidad.

v: es el coeficiente de variación.

E: es el error, para investigaciones tecnológicas se usa un valor entre 3 al 5 %.

La confianza que se desea en la estimación del parámetro en estudio. El nivel de confianza más utilizado es de 95 % que significa una t = 1,96. (Limitado a muestras pequeñas n < 30 y el valor de t depende del número de muestras).

Cuando se incrementa el tamaño de la muestra, el error tiende a reducirse ya que la muestra se acerca más al tamaño de la población.

El coeficiente de variación (v) es la relación entre la varianza y la media muestral.

Ejemplo: Se estudia la resistencia a la flexión de un determinado material. Para esto se tomó una muestra pequeña de 10 observaciones.

| | | | | | | | | | | |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| No. de experimentos | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Rf (Mpa) | 5,1 | 5,4 | 5,3 | 5,7 | 6,1 | 5,2 | 5,6 | 5,4 | 5,8 | 5,2 |

Determine el número de experimentos a ejecutar para un error de estimación del 2 % y un nivel de confianza del 90 %.

• **Muestreo estratificado.** Se dice que una muestra es estratificada cuando los elementos de la muestra son proporcionales a su presencia en la población. La presencia de un elemento en un estrato excluye su presencia en otro, es un requisito del muestreo estratificado.

La muestra de cada estrato se puede calcular, mediante la siguiente expresión:

$$n_h \text{ (Muestra del estrato)} = N_h \text{ (población del estrato)} * f_e \text{ (fracción del estrato)}$$

La fracción del estrato es la relación entre la muestra n y la población N : $f_e = n/N$

Con este cálculo se asegura que los elementos en los estratos sean proporcionales a su representación en la población.

Ejemplo: Se aplicará una encuesta a los estudiantes de Ing. Mecánica para conocer el grado de motivación por su carrera. Determinar la muestra por cada grupo de Ingeniería Mecánica.

Datos:

La población es 102 estudiantes. La población por grupos es la siguiente:

- Primer año 28
- Segundo año 20
- Tercer año 20
- Cuarto año 17
- Quinto año 15

El tamaño de la muestra calculado es igual a 70 estudiantes.

Cálculos:

$$f_e = n/N = 70/102 = 0,686$$

$$n_h \text{ (Muestra del estrato)} = N_h \text{ (población del estrato)} * f_e \text{ (fracción del estrato)}$$

Tabla 5.2. Datos del tamaño de la muestra para los diferentes grupos.

| No. de estrato | Grupos | Total de población | Muestra |
|----------------|-------------|--------------------|---------|
| 1 | Primer año | 28 | 14 |
| 2 | Segundo año | 20 | 10 |
| 3 | Tercer año | 22 | 11 |
| 4 | Cuarto año | 18 | 9 |
| 5 | Quinto año | 14 | 7 |
| Total | | 102 | 51 |

En este caso la mitad de cada grupo de estudiantes serán elementos de análisis, la muestra será representativa para determinar el grado de motivación por su carrera, con cierto error muestral.

➤ **Procedimiento de selección.**

Los elementos muestrales se eligen aleatoriamente para asegurar que cada elemento tenga la misma probabilidad de ser elegido. Los procedimientos más usados son los siguientes:

- **Por sorteo.**

Este procedimiento consiste en numerar todos los elementos muestrales en fichas o papeles, introducirlo en una caja, una tómbola y/o un bombo y después ir sacándolos uno a uno, hasta completar el tamaño de la muestra.

- **Selección de números aleatorios.**

La selección se realiza mediante la utilización de tablas aleatorias que se encuentran en los apéndices de muchos libros de estadísticas. Estas tablas de números al azar cuentan con una gran cantidad de dígitos que pueden llegar a más de seis.

Para extraer los números de una tabla al azar se comienza en un lugar cualquiera, también elegido al azar. La tabla se puede leer de izquierda a derecha o de arriba a bajo. No se debe omitir ningún número y en caso de repetirse algunos números serán sustituidos por otros de la tabla, que deberán ser tomados a continuación de la referida tabla.

Ejemplo: En la tabla 5.2 para los estudiantes de primer año se tiene que $N= 28$ y $n= 14$.

Pasos para seleccionar los números aleatorios:

Se seleccionó al azar, comenzando por la columna 4 y fila 3.

2, 1, 13, 10, 4, 16, 25, 7, 17, 20, 19, 12, 5, 24

➤ **Selección sistemática de elementos muestrales.**

Este procedimiento se conoce como muestreo sistemático y supone dos pasos:

- Determinar un intervalo I , que es la relación entre el tamaño de la población N y la muestra n , o sea $I = N/n$.
- El segundo paso consiste en elegir un número comprendido entre 1 y I , el cual se le denomina número de arranque, a partir del número de arranque se obtendrán los demás, sumándole este el intervalo K , hasta obtener los n requeridos.

Ejemplo: En la tabla 5.1 para los estudiantes de primer año se tiene que $N= 28$ y $n= 14$.

Entonces $l = 2$, el intervalo 2 indica que cada dos estudiantes uno será seleccionado hasta completar $n = 14$. Suponiendo que el número al azar entre 1 y 2 es el 2, entonces los estudiantes seleccionados serán 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26 y 28.

➤ **Muestreo no probabilístico.**

Las muestras no probabilísticas, las cuales se llaman también muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección informal y un poco arbitrario. Aún así éstas se utilizan en muchas investigaciones y a partir de ellas se hacen inferencias sobre la población. Los procedimientos más utilizados son casuales, intencionales y por cuotas.

- **Muestreo casual.** La técnica consiste en tomar elementos en forma casual, por ejemplo uno de cada tres individuos que pasen por una calle.
- **Muestro intencional.** El investigador selecciona los elementos que a su juicio son representativos, lo cual exige un conocimiento previo de la población. Por ejemplo, cuando son necesarios la opinión de elementos expertos en un tema.
- **Muestreo por cuotas.** El investigador selecciona a su juicio los elementos representativos. La muestra ha de ser proporcional a la población y en ella deberán tenerse en cuenta las diferentes categorías. Por ejemplo, se desea conocer la preferencia de un programa de televisión de niños, para lo cual se entrevistan 100 niños. De ellos el 50 % varones y 50 % de hembras y el 100 % son estudiantes de primaria.

❖ **Errores en la muestra.**

Para que una muestra proporcione datos confiables, éstos deben ser representativos de la población, es decir, que los errores del muestreo deben ser relativamente pequeños para que éste no pierda validez. Ninguna muestra da garantía absoluta en relación con la población de donde ha sido extraída, de ahí, la importancia de poder determinar el posible margen de error y la frecuencia de los mismos dentro del conjunto.

Generalmente, se presentan dos tipos de errores: sistemáticos y de muestreo.

- **Error sistemático.** El error sistemático se presenta por diferentes causas ajenas a la muestra:
 - **Situaciones inadecuadas.** Se presentan cuando el investigador tiene dificultades para obtener la información y la sustituye por la que más fácilmente está a su alcance, no siempre la más confiable.
 - **Insuficiencia en la recolección de datos.** Hay distorsión por falta de respuestas, o respuestas inadecuadas, ya sea por ignorancia o falta de datos relativos a los elementos incluidos.
 - **Errores de cobertura.** Cuando no se han incluido elementos importantes y significativos para la investigación que se realiza.
- **Errores de muestreo.** Cualquiera que sea el procedimiento utilizado y la perfección del

método empleado, la muestra diferirá de la población. A esta diferencia entre la población y la muestra, se le denomina error de muestreo.

El error de la muestra es la diferencia entre μ y X . Donde μ es el parámetro de la media para la población y X es las estimaciones de la media para la muestra.

5.2. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Los conocimientos del tema no son suficientes para tratar un problema, aunque sí constituye la primera etapa de la información. Además hay que buscar información sobre hechos, datos u opiniones que sirven para dar fuerza para esclarecer el problema y obtener los resultados esperados.

En ocasiones los documentos escritos: tales como libros, revistas o más recientes las fuentes electrónicas son suficientes, sobre todo en trabajos de tipo histórico. Pero la mayoría de las ocasiones hay que buscar la información físicamente; es decir, mediante observación directa, entrevistas, encuestas y en forma experimental.

Muchos autores, entre ellos Dieterich (2000), clasifican la recolección de la información en cuatro técnicas fundamentales: la observación directa e indirecta, la comunicación escrita y electrónica, la documentación personal e impersonal y la experimentación. En una investigación no son excluyentes estas técnicas, sino en la mayoría de las veces se complementan.

La recolección de datos tiene en común cinco características básicas.

a. Elementos que intervienen en la recolección de datos:

- El sujeto analizador.
- El objeto de investigación.
- Los medios técnicos, o sea, la instrumentación.

b. Medir y/o registrar datos.

c. Ser sistemático durante la recopilación de datos.

d. Evitar la distorsión de los datos.

e. Creatividad y rigor durante el proceso.

5.2.1. La observación.

Se afirma que la ciencia comienza con la observación y finalmente tiene que volver a ella para encontrar su validación final, de aquí la importancia que tiene la observación en la actividad científica. O sea, la observación debe estar presente en toda investigación, en esa interacción sujeto y objeto de investigación.

La observación se clasifica en ordinaria y científica.

La observación científica, como método del conocimiento empírico es la percepción dirigida a la obtención de información sobre objetos y fenómenos de la realidad; constituye la forma más elemental de conocimiento empírico y se encuentra en la base de los restantes métodos empíricos.

En sus orígenes, las observaciones se realizaron básicamente con los órganos sensoriales del hombre, hasta la invención del telescopio, del microscopio, del espectrómetro, entre otros, que extendieron el alcance de los sentidos de percepción del hombre del espacio del y al mundo subatómico y bacterial, mientras que el desarrollo de lenguajes naturales y artificiales ampliaron grandemente las capacidades de registro y análisis.

La realización de observaciones requiere de una preparación previa que garantice su eficacia. Para ello se procederá a la elaboración de un plan en el cual el investigador precisa los aspectos esenciales motivo de estudio.

- Objeto de la observación.
- Tiempo total y frecuencia de las observaciones.
- Cantidad de observaciones.
- Tipo o tipos de observación que se utilizarán.
- Definición o aspectos que han de observarse y los indicadores cualitativos para la valoración de los distintos aspectos.

La ventaja fundamental de la observación radica en que el fenómeno se investiga directamente y se puede apreciar el proceso de su desarrollo.

5.2.2. Comunicación personal e impersonal.

La comunicación, como es bien conocido, ha tenido siempre un carácter social, que se manifiesta de diferentes formas.

- La autocomunicación refleja la existencia social, pues al ser una comunicación interior, básicamente mental, tiene que realizarse mediante el idioma.
- La comunicación de individuo a individuo, es ya un modo de socialización directa del conocimiento.
- Las nuevas maneras de comunicación a distancia, constituyen un modo de comunicación indirecta, es decir, realizada entre individuos que no están en contacto físico directo. La radio, el teléfono, la televisión, correo electrónico, etc.

La comunicación se lleva a cabo fundamentalmente entre un emisor y un receptor que conozcan el código. En general, el más importante y difundido es el lenguaje. Ahora bien, aparte de ese código común, existen otros que permiten el intercambio de información: una mirada, una sonrisa, el estilo de caminar, una señal. Por ejemplo: Los peloteros en el transcurso del juego se comunican con sus directores mediante un sistema de señales que no puede conocer el equipo contrario.

El procedimiento de la comunicación personal e impersonal consiste en recabar información sobre un fenómeno social, por lo general, un grupo de personas o colectivo de personas. Los

procedimientos más utilizados como comunicación personal son el grupo de discusión y la entrevista y la encuesta como impersonal.

❖ **Grupo de discusión.**

El grupo de discusión es un espacio construido por el investigador, en el cual se convoca a un conjunto de personas para abordar un asunto determinado, propuesto de acuerdo con la temática y los intereses de la investigación que se realiza.

Las características de los grupos de discusión son.

- El grupo de discusión es un constructo artificial y transitorio establecido por el investigador.
- No existe un colectivo ni antes ni después de la discusión.
- La conversación es entre personas ligadas por una estructura laboral, administrativa, académica, etc.
- El grupo de discusión se construye para trabajar, para llevar a cabo una tarea que aportará datos a la investigación.
- Se requiere un contrato previo, los participantes deben saber para qué se les reúne, qué se investiga, y qué se hará con el registro de las intervenciones.
- El investigador no funciona como interlocutor, sino como alguien que básicamente concede la palabra y precisa la orientación hacia el tema.

❖ **La entrevista.**

La entrevista es la técnica de comunicación interpersonal en la cual el investigador extrae una información al sujeto de estudio, sobre un conjunto de representaciones asociados a los acontecimientos vividos por el sujeto.

Hay diversos tipos de entrevista, incluso fuera del campo investigativo profesional, por ejemplo: la de carácter periodístico, entre el médico y el paciente, etc.

Esta técnica es útil en distintos momentos de la investigación; fundamentalmente al inicio, cuando el investigador realiza entrevistas para efectuar una exploración preliminar del fenómeno estudiado.

La realización de la entrevista supone la elaboración de un plan determinado en el que se incluyen los aspectos que habrán de tratarse, así como una guía de preguntas ajustadas al plan.

❖ **La encuesta.**

La encuesta es la técnica que utiliza como instrumento un cuestionario impreso, destinado a obtener respuestas sobre el problema en estudio y que el investigador o consultado llena por sí mismo. Un instrumento consistente en una serie de preguntas a las que contesta el mismo respondedor, este documento escrito puede ser resuelto sin la intervención del investigador.

El cuestionario puede aplicarse a grupos o individuos, estando presente el investigador o el responsable de recoger la información o puede enviarse por correo a los destinatarios seleccionados en la muestra (De Canales 1986).

El cuestionario de la encuesta se divide en dos partes, la cabeza y el cuerpo. La cabeza deberá constar de los siguientes elementos (Dieterich 2000):

- La identificación del ente que es responsable de la encuesta.
- La fecha de aplicación.
- Una breve información sobre la temática de la encuesta.
- La aseveración del anonimato de los datos, reafirmada por la instrucción, que el encuestado no deba poner su nombre.
- Agradecimiento por su cooperación.
- El instructivo que debe marcar las respuestas, así como el tiempo promedio de la resolución del cuestionario.

El cuerpo del cuestionario está compuesto por las preguntas. En la estructuración de estas hay que tomar en cuenta la evaluación estadística que se realizará posteriormente, es decir, el proceso de codificación de las respuestas y de su evaluación.

La cantidad de preguntas y su estructuración en el cuestionario están determinadas por los intereses de conocimiento del investigador, o para ser más preciso, por la hipótesis que pretende contrastar.

Hay tres tipos de preguntas para el encuestado:

- Las preguntas de datos personales, que permite responder preguntas sin problemas, estas le dan confianza al encuestado a seguir.
- Las preguntas de comprobación de las hipótesis.
- Las preguntas de distracción se intercalan con las preguntas de comprobación, cuyas repuestas no interesan al investigador, pero que sirven para no revelar las metas concretas del cuestionario.

Finalmente, las preguntas pueden ser abiertas o cerradas o combinadas. Preguntas abiertas son aquellas, donde el encuestado puede explayarse libremente en su respuesta. En la pregunta cerrada, las opciones respuestas están predeterminadas por el cuestionario, marcando el encuestado simplemente la opción que le parezca correcta. Las combinadas, como indica su nombre, combinan las dos posibilidades.

Ventajas de la entrevista:

- Permite el contacto con personas.
- Facilita la labor de persuasión.
- Precisa y aclara preguntas.
- Verifica las respuestas y capta el ambiente natural.
- Se observan actitudes y opiniones.

Ventajas de la encuesta:

- Alcanza un mayor número de consultados.
- Permite guardar el anonimato.
- Elimina la presencia del entrevistador.
- Deja en absoluta libertad de expresión permitiendo al informante consultar datos si lo requiere el instrumento.
- Puede ser contestado al mismo tiempo por todos los encuestados.

Tanto para la encuesta como para la entrevista las preguntas deben reunir los siguientes requisitos:

- Las preguntas deben ser claras y comprensibles.
- Las preguntas no deben incomodar a las personas.
- Las preguntas deben referirse a un sólo aspecto o relación lógica.
- Las preguntas no deben inducir respuestas.
- Las preguntas no pueden apoyarse en instituciones, ideas respaldadas socialmente ni evidencias comprobadas.
- El lenguaje utilizado en las preguntas debe ser adaptado a las características de los participantes.
- En las preguntas con varias alternativas o categorías de respuestas y donde la persona sólo tiene que elegir una, puede ocurrir que el orden en que se presentan dichas alternativas afecte la respuesta de los sujetos.

5.2.3. La experimentación.

La experimentación es una actividad donde se crean las condiciones necesarias y suficientes para medir y relevar las relaciones de los fenómenos.

En la literatura se pueden encontrar diferentes clasificaciones de los tipos de diseños existentes. Las clasificaciones van desde investigación experimental pura hasta investigación no experimental. Cabe aclarar que en términos generales los autores no consideran que un tipo de investigación sea mejor que el otro, en muchos casos en una misma investigación se aplican ambos.

❖ Diseño experimental.

Se realizan experimentos virtualmente en todos los campos del saber, por lo general para describir algo acerca de un proceso o un sistema.

Un experimento diseñado es una prueba o serie de pruebas en las cuales se inducen cambios deliberados en las variables de un proceso o sistema, de manera que sea posible observar e

identificar las causas en la respuesta de salida. Esto supone una situación de control del experimento por parte del investigador. Estos diseños deben reunir tres requisitos:

- La manipulación debe ser intencional.
- Que se pueda medir el efecto que tiene las variables independientes sobre las dependientes.
- Debe haber una validez interna del experimento.

❖ **Los diseños experimentales** se pueden clasificar en tres grandes grupos:

- **Preexperimentos:** Se denominan así cuando su grado de control es mínimo, existiendo una sola medición de las variables o la inexistencia de grupos comparativos de control. Su uso está limitado a ciertos tipos de estudios de tipo exploratorio.
- **Cuasi experimentos:** Estos estudio se desarrollan con dos grupos: uno de control y otro de referencia, pero el investigador tiene determinado de antemano los grupos, o sea, la razón por la que esos surgen son independientes de experimento. Para que estos sean válidos deben tener condiciones más o menos semejantes en cuanto a cantidad, características, comportamiento, etc.
- **Experimentos puros:** Cumplen a cabalidad con todos los requerimientos de los diseños experimentales, pudiendo desarrollarse con dos o más grupos. Los grupos tanto de control como de referencia son escogidos al azar en función del experimento a realizar. Existen varios métodos estadísticos para la selección de estos grupos en dependencia del tamaño de la muestra, los objetivos de la investigación, etc.

Otra clasificación de los diseños experimentales es si se realizan en el ámbito de laboratorio o de campo.

❖ **Diseños no experimentales de investigación.** La investigación no experimental es la que se realiza sin manipular deliberadamente las variables, se observan los fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos.

En un estudio no experimental no se construye ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente por el investigador. En la investigación no experimental las variables independientes ya han ocurrido o están ocurriendo y no pueden ser manipuladas, el investigador no tiene control directo sobre dichas variables, no puede influir sobre sus efectos.

❖ Errores en la medición experimental.

En el proceso investigativo, sobre todo en las ciencias técnicas, los experimentos van dirigidos a determinar el valor de la magnitud, en este procedimiento resulta de tanta importancia el cálculo del valor de interés como el error con el cual se determina este valor. Este error indica la exactitud y la precisión del valor calculado, así como la determinación de las cifras significativas. De esta manera es de interés precisar los elementos que intervienen en la medición directa o indirecta de una magnitud, así como en la determinación de su error.

En las mediciones existen muchos errores que deben ser analizados; estos errores pueden ser en general disminuidos si se conocen sus fuentes, pero nunca pueden ser totalmente anulados, e incluso muchos de ellos no pueden disminuir por debajo de cierto valor debido a las imprecisiones propias de la técnica y del montaje experimental.

El análisis de errores es un paso imprescindible al diseñar un experimento, esto evitará la búsqueda de instrumentos que no son necesarios y que pudieran resultar poco disponibles y caros, a la vez que permite evaluar la precisión y exactitud dentro de la cual hay que evaluar los resultados.

El error es la diferencia entre el resultado equivocado de una acción y el resultado correcto. Cuando se realiza una evaluación o medición experimental se cometen múltiples errores, siendo éstos la causa de las diferencias entre el valor de la propiedad que se quiere evaluar y el medido.

❖ Tipos de errores.

La teoría de errores de los equipos y mediciones, es una de las partes más estudiadas de la teoría de la técnica de medición. Producto de que el surgimiento de errores de los equipos y mediciones se presentan de formas diferentes, es por ello que los errores se clasifican en diferentes tipos, de los cuales se verán los fundamentales.

- **Errores aleatorios.** Los errores aleatorios o accidentales son el resultado de causas muy diferentes: variación de la temperatura, movimiento del aire, limitada apreciación de los aparatos de medición, etc. Todas estas causas conducen de hecho a que las mediciones repetidas de la misma magnitud den distintos resultados.

Los errores accidentales no pueden eliminarse, y es inevitable su aparición en el proceso de medición, pero sin embargo, es posible hacer un estimado de los mismos. Estos errores obedecen a las leyes de la probabilidad. El error aleatorio que afecta a la medición se disminuye según aumente el número de veces que se realice la medición.

- **Errores sistemáticos.** Los errores sistemáticos surgen sistemáticamente durante las mediciones repetidas, se deben a una causa permanente, por ejemplo: a la imperfección de la fórmula aplicada, a los equipos de medición, etc. Estos errores siempre son de la misma índole.

Los errores sistemáticos son aquellos cuyo origen se pueden conocer. Tienen la característica

de que el valor no fluctúa, es siempre el mismo para cada lectura, siempre por exceso o por defecto, por lo que la enmienda a realizar en la medición es completamente evaluable.

La localización y eliminación de los errores sistemáticos, frecuentemente resulta difícil y exige del análisis minucioso del método de medición y la verificación de todos los equipos.

❖ **Error absoluto y relativo.**

Existen muchas y muy diversas causas que originan imprecisiones y errores al efectuar cualquier medición. Todos los diversos errores que se analizan en el presente trabajo se resumen bajo un denominador común: el error absoluto. El error absoluto es la diferencia entre el valor exacto A y su valor aproximado B, o sea:

$$e_a = |A - B|.$$

En la práctica no se conoce el valor de A sino el valor medido B al cual se le asigna un error absoluto máximo e_a de acuerdo con las características del instrumento utilizado para efectuar la medición, y es común utilizar la expresión $M = B \pm e_a$.

En la teoría de errores, en las mediciones resulta más significativo el concepto de error relativo, este se define como el cociente del error absoluto por el valor exacto de la magnitud de la medida, o sea $e_r = (A-B)/A$.

El error relativo caracteriza la calidad de una medición puesto que el error relativo mide la precisión de una medición. Es más precisa una medida cuyo error relativo es de 0,1 % que otra con un error de 10 %, aún cuando esta última puede ser más exacta que la primera. Por lo tanto el error relativo da una medida de la precisión de la medición y el error absoluto de su exactitud. El error relativo es adimensional lo que permite comparar el grado de mediciones diferentes.

❖ **Exactitud y precisión.**

La exactitud en el análisis es la aproximación del resultado obtenido al valor verdadero. Mientras menor sea el error absoluto mayor será la exactitud.

La precisión del resultado es la reproducibilidad que se caracteriza por la dispersión de varias mediciones individuales efectuadas por el mismo método. Mientras menor sea la dispersión de los datos mayor será la precisión.

5.2.4. La documentación.

La documentación es una forma de obtención de información por medio de documentos. Es también una forma de comunicación pero en este caso no hay emisor y un receptor como en la comunicación personal e impersonal.

❖ Aspectos generales.

➤ Funciones de la documentación.

La documentación tiene varias funciones, entre las principales se pueden señalar las siguientes.

- Actualización del tema. Interiorización de los conocimientos.
- Recopilación de datos por medio documentales.
- Declarar las ideas por escrito. Exteriorización de los conocimientos.
- Legalizar los hechos y acciones.

En la vida intelectual la consulta de documentos tiene una utilidad relevante, desde la concepción de la idea de un problema hasta la divulgación de los resultados.

➤ Evolución del soporte de los documentos.

Con el desarrollo científico - tecnológico se ha ido perfeccionando la forma de presentar la documentación, desde una pesada tablilla de arcilla que no contenía más de 100 símbolos se ha llegado a un simple disco electrónico que puede contener millones de símbolos. A continuación se indican los diferentes soportes que han sido utilizados para representar la escritura.

- Tablillas de arcilla, de 4000 a.n.e.
- Rollos de papiro (Planta del Oriente), 1000 a.n.e.
- El pergamino, el siglo III a.n.e.
- El papel, inventado en China en el año 105.
- El soporte electrónico que se desarrolla en el siglo XX.

➤ Las formas de almacenar la documentación.

La documentación se almacena principalmente en forma impresa con papel y en forma digital o electrónica. Ambas son usadas simultáneamente, si bien la electrónica necesita para su uso equipamiento relativamente costoso como las computadoras, pero el alto grado de almacenamiento de información y las posibilidades que brindan las redes electrónicas como la Internet, la hace un medio imprescindible en todos los sectores de servicios y productivos.

- Impresa. En papel, tela, plástico, cristal, metal, madera, etc.
- Electrónica. En cintas de video, CD-R, CD-RW, discos duros, floppy, cassettes, etc.

➤ Legalización de los documentos.

Hay un dicho que dice escríbalo y no lo digas, que las palabras se las lleva el viento. Una de las funciones principales de los documentos es legalizar hechos, acciones, etc.

Los documentos de la vida cotidiana se legalizan mediante la utilización de huellas digitales o dactilares del dedo, la firma o rúbrica de los implicados y los sellos o cuños de las personas e instituciones responsabilizadas con el documento.

La actividad intelectual ha desarrollado un sistema bastante complejo regido por la Oficina Mundial de la Propiedad Intelectual, que en Cuba está representada por el CENDA: Centro Nacional de Derecho de Autor y la Oficina Nacional de la Propiedad Industrial.

Los registros de los documentos editados más utilizados son:

- **COPYRYGHT** es el depósito legal del documento en la oficina de la propiedad intelectual u otro organismo asignado por el estado. ©
- **ISBN**. Número Internacional Normalizado de Libros. Diez cifras. Es un sistema internacional de numeración e identificación de títulos de una determinada editorial, aplicado también a Software.
- **ISSN**. Número Internacional Normalizado de Publicaciones Seriadas. Ocho cifras. Es un código numérico reconocido internacionalmente para la identificación de las publicaciones seriadas.

❖ **Tipos de documentos científicos.**

El documento científico es un objeto físico que contiene información científica, por lo cual es un registro concebido para la transmisión de esta información científica en el tiempo y el espacio utilizado en la práctica social. Documento es cualquier objeto material que registre o fije algún conocimiento.

Los documentos informativos se clasifican en primarios, secundarios y terciarios.

➤ **Documentos primarios:** Son los que registran los resultados inmediatos de la investigación científica y las actividades de diseño y proyección. Contienen principalmente descubrimientos científicos o nuevos detalles sobre ideas y hechos conocidos. A continuación se ofrece una breve caracterización de los diferentes tipos de documentos primarios.

❖ **Documentos no periódicos.**

- **Los libros.** El libro es una obra impresa escrita en más de 48 páginas. Los libros se identifican con un código cuyas siglas son ISBN (International Standard Book Number) y al igual que en las revistas, se consigna en el mismo. Como forma de libro de capital importancia para la actividad científica - informativa. Los libros tienen la ventaja de que por lo regular en ellos encontramos conceptos clásicos y perdurables por lo regular con el paso del tiempo, pero tienen la desventaja de que normalmente pasa cierto tiempo entre lo que el autor escribe y lo que llega la información al lector, alrededor de tres años.

La tecnología digital está revolucionando la forma de imprimir y presentar los libros. Los libros digitales presentan como ventajas que no es necesario sacar grandes cantidades, disminuye el tiempo en llegar al lector y mejora su presentación mediante el uso de imágenes, vínculos a Internet, interactividad y colores.

- **Monografías.** Las monografías son documentos no periódicos, no seriados sobre un mismo tema. En un sentido más restringido, se llaman específicamente monografías en las ciencias sociales, a los trabajos de investigación empírica, de un ámbito o alcance limitado. Al igual que el libro tiene más de 48 páginas e ISBN.
- **Colecciones de artículos.** Pueden ser considerados como libros que contienen artículos sueltos de un solo autor o de diferentes autores, los cuales se recogen en distintos documentos.
- **Los materiales de congresos científicos, conferencias, reuniones.** La comunicación de congresos, simposios, reuniones de trabajo, mesas redondas, seminarios y coloquios constituyen una forma de publicación muy popular; aunque son materiales similares en contenido a los artículos de revistas científicas, son de menor circulación y presentan datos y conceptos provisionales de la investigación. Tienen la ventaja de su gran actualización y hoy en día se acostumbra a realizar su circulación en soportes electrónicos.
- **Publicaciones oficiales.** Se editan por organismos e instituciones, y constituyen documentos que contienen información directamente relacionados con las actividades de las instituciones responsables de esa información. Estas publicaciones pueden ser manuales de calidad, informes, planes, procedimientos, instrucciones, resoluciones, reglamentos, etc.
- **Folleto.** Se llama folleto a una publicación no periódica, se diferencia del libro de que no tiene ISBN, o sea no está identificado. Por su contenido los folletos pueden ser permanentes o efímeros. Tratan sobre distintos temas y contienen datos significativos, que son de interés para los usuarios de la información científica técnica.
- **Publicaciones seriadas.** Las publicaciones seriadas son colecciones de artículos científicos y otros documentos editados por distintas instituciones, sociedades y otras organizaciones, que aparecen sin prioridad estricta, pero en ediciones numeradas y bajo un título común y con idéntico formato. Se consideran también publicaciones seriadas aquellas que se editan a intervalos regulares pero mayor de un año.
- **Patentes:** Se puede entender como el documento legal de una invención que recoge la misma. Las patentes son la fuente mejor, más abundante y más rápida de información tecnológica.
- **Las normas técnicas.** La norma técnica es un documento técnico que determina los tipos, variedades y marcas de un producto, las normas de calidad y los métodos de norma ensayo; así como su embalaje, marcación, transporte y almacenamiento y establece las magnitudes técnicas generales, unidades de medición, términos y designaciones. Existen a diferentes niveles: internacionales, nacionales y empresariales, etc. Por ejemplo: Las Normas ISO 9000

sobre gestión de la Calidad.

- **Otros tipos especiales de ediciones técnicas.** Son los catálogos técnicos, los documentos técnicos y las listas de precios de equipos y materiales.

- **Documentos inéditos.** Todo aquel documento que no ha sido editado, tales como informes científicos y técnicos, fichas informativas, traducciones de artículos manuscritos, etc. También se conoce como información gris y hoy en día se le da gran importancia en la investigación. Por ejemplo: el informe científico o tesis es un documento inédito con una extensión de no mayor de 80 cuartillas, sin incluir los gráficos, esquemas, tablas, apéndices y bibliografía y tienen destinos bien definidos, como los trabajos de diploma, de maestría y de doctorado.

❖ **Publicaciones periódicas.**

Es una **publicación periódica** que posee una presentación fija y periódica. Las más populares de estas publicaciones son las revistas científicas, culturales y políticas y los diarios o periódicos. La forma de publicación está en correspondencia con las normas de redacción que establezca dicha revista.

- **Revistas científicas.**

Las revistas proporcionan la información más reciente sobre los últimos avances de la ciencia y la técnica lo que constituye una ventaja, pero tienen la desventaja en relación con los libros de que su información envejece más rápido. Existen diferentes calidades de revistas; las denominadas de impacto (que son las que dan puntaje a los investigadores) se encuentran registradas en un repertorio denominado Science Citation Index, Después cada país tiene un listado de revista de prestigio dentro del que están considerados de impacto nacional. A cada revista la diferencia un código, cuyas siglas son ISSN (International Standard Serial Number); el cual aparece consignado en el cuerpo de la misma.

- **Los diarios de noticias.**

Es una publicación periódica que aparece en general diariamente, o una, dos y tres veces por semana y contienen información sobre sucesos de actualidad, principalmente de índole sociopolítico, cultural y deportivo. Los diarios también publican con regularidad artículos de ciencia popular y lo más notable de las noticias sobre la ciencia y técnica.

➤ **Documentos secundarios.**

Reflejan los resultados del procesamiento lógico y analítico - sintético de la información científico - técnica contenida en los primarios y que reflejan, más o menos brevemente, su contenido.

Aquí también se encuentran tanto las publicaciones periódicas como las no periódicas, resultantes del procesamiento de las primarias. En este grupo se encuentran las enciclopedias, los diccionarios, las reseñas bibliográficas y las revistas referativas.

Si se toma como criterio el grado de procesamiento de la información, las diferentes clases de publicaciones secundarias pueden clasificarse en:

❖ **Publicaciones no periódicas.**

• **La literatura de referencia.**

Se destina a la rápida obtención de datos de carácter científico, práctico o educativo. Estos datos incluyen: resultado de generalizaciones teóricas, fundamentos científicos, constantes matemáticas, físicas, y químicas, información industrial, acompañada de diferentes tablas; diagramas, dibujos y fórmulas. Las publicaciones de referencia más significativas son:

• **Las enciclopedias.**

Son publicaciones de referencia que contienen la información más esencial (amplia o brevemente) acerca de todos o algún campo específico del conocimiento y la actividad práctica. Están generalmente escritas sobre la base de un plan temático. La más popular editada en forma electrónica es la Encarta 2000.

- Los diccionarios de contenido establecen la definición clara y el significado preciso de un término.
- Los diccionarios bilingües y plurilingües son publicaciones para la traducción que contienen palabras y términos de un idioma y sus equivalentes en otros idiomas.
- Los diccionarios biográficos son publicaciones acerca de datos de la vida, actividades de trabajo de eminentes científicos, ingenieros, físicos, agrónomos, hombres públicos, etc.
- Los manuales proporcionan datos que pueden ser útiles a los especialistas de las diferentes materias.

Consultar el uso de diccionarios en Internet y PC.

• **Las reseñas.**

Estas publicaciones resumen los datos contenidos en documentos primarios como artículos, monografías, informes de conferencias, informes técnicos y especificaciones de patentes; generalmente abarcan temas de una materia específica, durante un período definido. Las reseñas pueden ser: analíticas o informativas.

❖ **Publicaciones periódicas.**

- **Las revistas referativas o de resúmenes.**

Son probablemente las publicaciones de información secundaria más importantes en la actualidad. Aparecen con regularidad y reflejan el contenido de los documentos científicos más recientes. En forma de resúmenes, en mayor grado, con anotaciones. Por ejemplo: Mechanical Abstracts, Current Contents, Science Edition, etc.

❖ **Documentos terciarios.**

Se trata de documentos que compendian nombres y títulos de documentos primarios y secundarios. La diferencia entre una fuente secundaria y terciaria estriba en que la primera compendia fuentes de primera mano, en tanto la segunda reúne fuentes de segunda mano. Los documentos terciarios son útiles para detectar fuentes no documentales como organizaciones que realizan o financian estudios, miembros de asociaciones científicas que puedan dar asesoría, instituciones de educación superior, agencias informativas y dependencias del gobierno que efectúan investigaciones. Las fuentes terciarias comprenden documentos tales:

- Documentación que compendian nombres de boletines, conferencias o simposios.
- Directorios con nombres de empresas, asociaciones industriales y de diversos servicios de actividades científico técnicas.
- Títulos de reporte de información gubernamental.
- Catálogos de libros básicos que contienen referencias y datos bibliográficos.
- Nombres de instituciones nacionales e internacionales al servicio de la investigación.

5.4. MEDIOS DE COMPUTACIÓN.

Por los medios de computación se puede hacer la búsqueda de documentos de igual forma que los documentos escritos, aunque generalmente se prefiere consultar el documento escrito pues lo puede revisar en cualquier parte, mientras los digitales necesita el hardware necesario.

El propósito este subepígrafe es describir las posibilidades que brindan los medios de computación y como deben ser explotados para obtener la mayor eficiencia en su uso.

Los servicios más importantes de los medios de computación son:

- Usando servicios de Internet e Intranet
- Correo electrónico
- Mediante floppys, CD, video, discos duros, etc.

❖ Internet e intranet.

La Internet es la autopista por la que se transporta la información electrónica. Por la Internet se puede transportar:

- Archivos de servicios FTP.
- Directorios de archivos de servicios Gopher.
- Hacer consultas a computadoras remotas servicio Telnet.
- Examinar documentos complejos: hipertextos y multimedia.

La Internet incluye la red World Wide Web que permite visualizar en la pantalla del cliente la información solicitada a un computador servidor, la exploración de la información se logra tan solo con hacer clic en el Mouse.

La información que se busca a través de WWW puede contener textos, gráficos, audio, video, entre otros. El cliente debe disponer de todo el Hardware necesario para presentar la información que le envía el servidor.

Para poder resolver estos problemas entre el cliente y el servidor es preciso disponer de programas, además de efectuar la conexión entre ambos equipos de los programas adecuados para presentar la información. Estos programas se denominan browsers los más usados en este momento en el mercado son:

- Netscape.
- Microsoft Explorer.

Búsqueda de información.

Internet se ha vuelto el medio por el que se accede a la mayor fuente de información que existe en el mundo. Para conectarse a la Internet necesita un MODEM, línea telefónica, un proveedor de servicios de Internet. Un proveedor de servicios Internet es una empresa que ofrece servicios de conexión a Internet a través de línea telefónica.

La búsqueda de información mediante la WWW puede efectuarse de dos formas básicas:

- Se conoce la dirección de la WWW donde se encuentra la información buscada.

Por ejemplo.

- Universidades (<http://www.ucf.edu.cu>)
- Publicaciones (<http://www.Monografias.com>)
- Turismo (<http://www.travelocity.com>)

- No se sabe donde encontrar lo que se busca, solamente se conocen algunas palabras claves relacionadas con el tema de interés.

Por ejemplo se quiere buscar sobre Metodología de la investigación.

- Palabras claves: Metodología de la investigación.
- Autores: Roberto Hernández Sampier.

Para realizar la búsqueda tiene que seleccionar un buscador (motores), los más populares son los siguientes:

<http://www.google.com>

<http://www.altavista.com>

<http://www.excite.com>

<http://www.lycos.com>

<http://www.excite.com>

En la búsqueda electrónica debe tenerse en cuenta la confiabilidad o calidad de la información. La mayor parte de la información que se consigue en la red es gratuita. Una gran cantidad de la información se ofrece por particulares sin ningún respaldo, de hecho, cualquier persona puede colocar su página en la red e insertar en la misma cualquier información.

La información escrita, aunque las casas editoras no se responsabilizan por la información enviada por los autores, pasa por un sistema de revisión y arbitraje que permite mayor confiabilidad de la información.

La Intranet es como una Internet pero de uso local.

❖ **El correo electrónico.**

El correo electrónico permite la comunicación con amigos y familiares del mundo en cuestión de segundos, se pueden enviar mensajes instantáneamente sin necesidad de sellos y sobres. Incluso puede usar Chat, para conversar en “tiempo real” con una persona que se encuentra en otro hemisferio.

❖ **Mediante floppy, CD, video, discos duros, etc.**

Los floppy, CD, video, discos duros, etc. son como el papel en la información escrita, donde se guarda la información electrónica. Los servidores guardan información en los discos duros, que funcionan como bibliotecas no tan bien organizadas como la que habitualmente se visita físicamente, pero se ha convertido en el medio más popular para encontrar información actualizada y de todo tipo.

EJERCICIOS.

- 5.1. Haga una presentación oral de alrededor de 20 minutos sobre “Población y muestra”.
- 5.2. Haga una presentación oral de alrededor de 20 minutos sobre “Técnicas de recolección de datos”.
- 5.3. Aplicando la técnica de observación describa la situación de los murales en la organización.
- 5.4. Explique un experimento que se realice en una práctica de laboratorio de su carrera.
- 5.5. ¿Cuáles son los cinco tipos de documentos científicos más usados por los estudiantes del aula?
- 5.6. Complete los espacios en blanco con ejemplos reales de documentos.

Libros _____

Materiales de eventos _____

Publicaciones oficiales _____

Patentes _____

Las normas técnicas _____

Otros tipos especiales de ediciones técnicas _____

Documentos inéditos _____

Revistas científicas _____

Diarios de noticias _____

Enciclopedias _____

Diccionarios _____

Manuales _____

Revistas referativas o de resúmenes _____

CAPITULO VI

ANÁLISIS DE DATOS.

OBJETIVOS:

- Comprender la importancia de las mediciones en ingeniería.
- Describir las características básicas de registros, procesamiento y análisis de datos.

* * *

Los datos recolectados por los métodos empíricos tienen que ser registrados en algún soporte material, organizados en las matrices de datos, procesados por métodos estadísticos, representados de forma adecuada y finalmente realizar el análisis de los datos para extraer las conclusiones y resultados, último paso del método científico.

6.1. REGISTRO DE LOS DATOS.

Los datos pueden ser registrados en papel o en soporte magnético. El instrumento más utilizado es conocido como hojas de datos.

6.1.1. Hojas de recogida de datos.

Los datos obtenidos por las técnicas de recolección de datos son registrados en forma de tablas. Los registros más utilizados son hojas de recogida de datos.

Las hojas de recogida de datos son también conocidas como lista de chequeo (así denominada por Ishikawa), hojas de control, verificación o comprobación. Estas sirven para reunir y clasificar las informaciones según determinadas categorías, mediante la anotación y registro de sus frecuencias en un formato que facilita la obtención ordenada de datos y de acuerdo al estándar requerido en el análisis que se esté realizando. En la tabla 6.1 se muestra un ejemplo de una hoja de recogida de datos.

Tabla 6.1. Lista de chequeo.

| Requisitos para la documentación general. | | | | |
|--|---------------------------------|----|----|-----|
| La organización tiene establecidas procedimientos documentados para: | | | | |
| No. | Requisitos | Sí | No | NP. |
| 1 | Control de documentos. | X | | |
| 2 | Control de archivos de calidad. | | X | |
| 3 | Auditoría interna. | X | | |
| 4 | Control de no conformidades. | | X | |
| 5 | Acciones correctivas. | | X | |
| 6 | Acciones preventivas. | | X | |

Las técnicas de registro de datos pueden ser extremadamente simples, hasta extremadamente complejas. Cuando los datos son organizados en varias columnas y

ordenados por filas, las hojas de recogida de datos son denominadas a veces matrices, que es la forma de ordenamiento de los programas de computación, como por ejemplo el EXCEL.

6.2. PROCESAMIENTO DE DATOS.

Los datos recoleccionados por cualquier técnica de las mencionadas en el capítulo anterior tienen generalmente poco interés sino son procesados para poderlos representar y analizar.

6.2.1. Codificación.

El hombre utiliza un lenguaje histórico, español, inglés, etc., para que los medios manuales y electrónicos puedan procesar los datos, hay que traducirlos al lenguaje numérico o de símbolos específicos. Esta traducción se conoce como codificación de datos.

Por ejemplo las notas de un estudiante pueden ser:

| Criterios | Símbolos numéricos | Símbolos literales |
|-----------|--------------------|--------------------|
| Excelente | 5 | A |
| Bien | 4 | B |
| Regular | 3 | C |
| Mal | 2 | D |

Para el trabajo estadístico se prefiere trabajar con el lenguaje numérico, veamos por qué: un estudiante obtiene tres excelentes, tres bien y cuatro regulares; en símbolo literal de nuestro alfabeto sería 3A, 3B Y 4C; pero en valores numéricos sería 3(5), 3(4) y 4(3), el promedio de nota será 3,9; de esta forma nos permite comparar con más facilidad el rendimiento académico de varios estudiantes.

6.2.2. La medición.

La medición es la determinación de una magnitud espacial o cantidad de algo, por la aplicación de algún objeto de tamaño o capacidad conocida o por comparación con alguna unidad fija.

Se desarrolla con el objetivo de obtener la información numérica acerca de una propiedad o cualidad del objeto o fenómeno, donde se comparan magnitudes medibles y conocidas. Es decir, es la atribución de valores numéricos a las propiedades de los objetos.

En las ciencias técnicas no basta con la realización de las mediciones, sino que es necesaria la aplicación de diferentes procedimientos que permitan revelar las tendencias, regularidades y las relaciones en el fenómeno objeto de estudio, uno de estos procedimientos son los estadísticos, tanto los descriptivos como los inferenciales.

➤ Tipos de medición

Las mediciones desde el punto de vista de su relación pueden ser:

- **Ponderadas** cuando se atribuyen a valores relativos, como por ejemplo las notas de una asignatura de 2 a 5.

- **Instrumentales** cuando son leídas directamente de un instrumento de medición, por ejemplo la temperatura de un objeto.

➤ **Niveles de medición.**

Las características de las categorías, originan en sí lo que se denomina como niveles de medición. Para un determinado tipo de análisis y un nivel de medición dado existe una técnica específica.

Los niveles de medición son: El nominal, el ordinal, por intervalos y por razón.

- **Nivel de medición nominal.**

Se elabora una escala nominal, cuando a las categorías utilizadas sólo se les dan nombres arbitrarios, a manera de etiquetas, sin formular supuesto alguno acerca de las relaciones entre ellas. Por ejemplo la Universidad de Cienfuegos tiene 1000 estudiantes en curso diurno.

- **Nivel de medición ordinal.**

Cuando las categorías que se construyen, pueden ser ordenadas, según el nivel en que se sitúa una determinada categoría con relación a otra, en este caso se cuenta con una escala de medición mayor que la nominal y se pueden utilizar, para sus análisis, relaciones de desigualdad, (mayor que, menor que, etc.). Por ejemplo de los 1000 estudiantes 300 son de Informática, 200 de Ingeniería Mecánica, 200 de Economía, 100 de Contabilidad y 200 de Estudios Socioculturales.

- **Nivel de medición por intervalos.**

Cuando con las categorías diseñadas, se está en posibilidad de clasificar, ordenar y además de cuantificar las diferencias entre las categorías, se está en un nivel de medición mayor. Este nivel de medición requiere del establecimiento de algún tipo de medida, que pueda considerarse como patrón o norma y bajo la condición de que la aplicación de este patrón se pueda llevar a cabo, tantas veces como sea necesario y que origine los mismos resultados. Los patrones utilizados suelen ser: distancia, volumen, masa, tiempo, temperatura, etc. Por ejemplo la altura media de los 1000 estudiantes es de 1,68 metros.

- **Nivel de medición de razón.**

En este nivel, además de tenerse todas las características del nivel por intervalos, el cero es real, es absoluto, entonces se cuenta con un nivel de medición mayor. Se considera que esta última distinción es puramente académica, ya que es extremadamente difícil encontrar una escala a intervalos que no sea a la vez de razón. La temperatura promedio de los estudiantes es de 309,03 grados Kelvin.

Como conclusión se puede decir, que estas escalas tienen una propiedad acumulativa originada porque cada vez se va agregando una característica mayor. Los niveles de medición van creciendo en forma acumulativa: contar, ordenar y medir entre categorías.

6.2.3. Técnicas estadísticas.

En una conferencia como ésta, es imposible que se presenten todas las técnicas estadísticas ni tampoco es el objetivo.

La estadística hace mención de una clasificación que está directamente relacionada con el nivel de medición utilizado. Esta clasificación divide la estadística en no paramétrica y en paramétrica. La estadística paramétrica es un conjunto de técnicas desarrolladas para niveles altos, como para los niveles de medición por intervalos y razón. Mientras que la no paramétrica es un conjunto de técnicas diseñadas para niveles menores como nominal y ordinal.

Tabla 6.2. Relación entre las técnicas de medición y los niveles de medición (Zorrilla1988).

| Estrato de medición y análisis | Tipo de estadística | Técnicas de medición | | | |
|--------------------------------|----------------------------|---|-------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| | | Análisis simple | Análisis multivariado | | |
| | | | Nominal | Ordinal | Por intervalos y razón |
| Nominal | Estadística no paramétrica | Razones, proporciones, porcentajes, tasas | Tablas de contingencias | | |
| Ordinal | Estadística no paramétrica | Razones, proporciones, porcentajes, tasas | | Correlación de rangos | |
| Intervalos y razón | Estadística paramétrica | Estadística descriptiva | | | Correlación y regresión de variables |

❖ **Análisis simple.**

➤ **Nivel de medición nominal y ordinal.**

Los indicadores de las razones, proporciones, porcentajes y tasas son ampliamente usados en el análisis simple a niveles de medición nominal y ordinal, estos permiten establecer comparaciones entre distintos grupos, sobre todo cuando son de distinto tamaño.

- **Proporciones.** La proporción de una categoría A se obtiene dividiendo el número de casos en ella, entre el número de casos total. $A = n1/(n1+n2+n3+n4)$
- **Porcentajes.** El porcentaje de cada categoría puede obtenerse multiplicando las proporciones por 100. La palabra porcentaje significa por cien.
- **Razones.** Una razón es la relación entre dos categorías.
- **Tasa.** Una tasa es la relación entre el número de casos, frecuencias o eventos de una categoría y el número total de observaciones, multiplicada por un múltiplo de 10, generalmente 100, 1000 o 10000.

➤ **Nivel de medición por intervalos “Estadística descriptiva”.**

Cuando se cuenta con información, cuyo nivel de medición es a intervalos, la primera necesidad que surge es tomar la decisión para componer el número y tamaño de las categorías, con las que se va a clasificar la información. Partiendo de la distribución de datos se determina las medidas de tendencia central y medidas de variabilidad, ambas pertenecientes a la estadística descriptiva.

- **Distribución de frecuencia.**

Una distribución de frecuencia es un conjunto de puntuaciones (datos) ordenadas en sus respectivas categorías. En la distribución de frecuencias los datos son clasificados según intervalos seleccionados. Las distribuciones reciben los calificativos de absolutas, porcentuales y acumuladas.

La probabilidad es la ocurrencia de un acontecimiento. En alguna ocasión Usted ha participado o ha observado la toma de una decisión de un acontecimiento, tirando una moneda al aire para decidir dos alternativas, o sea, en este caso hay dos probabilidades estrella o escudo, la probabilidad que salga escudo o estrella es del 50 %. Si lanza un dado, la probabilidad de ocurrencia que salga por ejemplo el 1 es de $1/6$, aproximadamente de un 16 %. Partiendo de un ejemplo técnico, cuando se mide el diámetro a un vástago se obtienen diferentes valores, entonces hay una distribución de probabilidad.

Una distribución de probabilidad es una fórmula matemática que relaciona los valores de una característica con su probabilidad de ocurrencia en la población. La distribución de probabilidad puede ser continua y discontinua.

La distribución continua puede tener cualquier valor y la experiencia ha demostrado que la mayor parte de las características continuas siguen las distribuciones de probabilidad normal, exponencial y Weibull. Las distribuciones discretas solo pueden tomar ciertos y determinados valores (por ejemplo 0, 1, 2, 3, etc.). Las distribuciones de Poisson, Binomial y la Hipergeométrica son típicas de las discretas.

La distribución normal de amplia aplicación en el tratamiento de datos se caracteriza porque las observaciones se concentran alrededor de la media y es igualmente probable que se produzcan observaciones por debajo y por encima de esta.

La distribución exponencial es aplicable cuando es probable que se produzcan observaciones por debajo o por encima de la media y la Weibull es aplicable para describir una gran variedad de modelos de variación, incluso desviaciones de la normal y de la exponencial.

- **Medidas de tendencia central.**

Las medidas de tendencia central son puntos en una distribución, los valores medios o centrales de ésta ayudan a ubicarla dentro de la escala de medición. Las principales medidas de la tendencia central son la moda, mediana y media.

La moda es la categoría o puntuación que ocurre con mayor frecuencia. La mediana es el valor que divide a la distribución por la mitad. La media aritmética es la medida de tendencia central más utilizada y puede definirse como el promedio aritmético de una distribución.

- **Medidas de la variabilidad.**

Las medidas de la variabilidad indican la dispersión de los datos en la escala de medición y

responden a la pregunta: ¿Dónde están diseminadas las puntuaciones o valores obtenidos?

Las medidas de la variabilidad más utilizadas son el rango, la desviación estándar y la varianza. **El rango** también llamado recorrido es la diferencia entre la puntuación mayor y la menor. La desviación estándar es el promedio de la desviación de las puntuaciones con respecto a la media. **La varianza** es la desviación estándar elevada al cuadrado.

➤ **Nivel de medición por intervalos “Estadística inferativa”.**

En la estimación estadística se hacen inferencias acerca de los parámetros de la población a partir de los datos de una o varias muestras.

- **Estimaciones puntuales.** Las estimaciones puntuales son habitualmente puntos en los que están centrados los intervalos estimados.
- **Estimaciones de intervalo de confianza.** El intervalo de confianza es la construcción de un intervalo donde se localiza el parámetro. Es decir, se trata de la probabilidad definida de que un parámetro se va a ubicar en un determinado intervalo.
- **Prueba de hipótesis.** Una hipótesis estadística es una afirmación acerca de una población, sobre la base de un parámetro, normalmente la media y/o la varianza.

El procedimiento que se aplica es el siguiente:

1. Enunciar la hipótesis.
2. Elegir el nivel de significancia.
3. Elegir el estadístico de prueba para contrastar la prueba.
4. Determinar la aceptación para la prueba.
5. Obtener la muestra de observaciones, calcular el estadístico de prueba y comparar su valor con la región de aceptación para tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis.
6. Extraer una conclusión técnica.

❖ **Análisis multivariado.** Cuando se analizan dos o más variables es necesario a todos los niveles de medición establecer relaciones entre ellas.

➤ **Escalas nominales.** Cuando dos escalas nominales se han clasificado por comparación de una con otra y se quiere probar la hipótesis entre las variables, se hace uso de la prueba de la X^2 (Ji- Cuadrada). A este tipo de prueba se le llama tablas de contingencia.

➤ **Escalas ordinales.** Cuando se cuenta con dos variables con un nivel de medición ordinal y se quiere relacionarlos, existen varias medidas como son: los coeficientes de relación de rangos, por ejemplo el de Spearman y el de Kendall.

➤ **Escalas de intervalos.** Cuando las variables que se quieren relacionar tienen un nivel intercalar, existen dos técnicas importantes para su tratamiento.

- **Análisis de correlación.** El análisis de correlación permite medir el grado de relación entre dos variables o más variables. El grado de ajuste se expresa a través del coeficiente de correlación. Permite tener una idea de la calidad del ajuste de la recta a los puntos experimentales, siendo mejor en la medida en que el coeficiente de correlación tiende a 1 y peor cuando tiende a 0.

- **Análisis de regresión.** El análisis de regresión permite predecir a través del comportamiento de una variable independiente, la respuesta de otra variable denominada dependiente. Este caso se pueden establecer relaciones funcionales, que pueden ser de diferentes formas: lineal, exponencial, parabólica, etc. Para una relación lineal se expresa:

$$y = a + bx \quad \text{y el coeficiente de correlación } r \text{ entre } -1 \text{ y } +1$$

El desarrollo de estos procedimientos matemáticos se facilita enormemente y en muchos casos se hace posible gracias a las técnicas de computación, por lo que en la elaboración de los resultados experimentales se utilizan, programas estadísticos como: Statgraphics, Curve Expert, y SPSS.

❖ **Relación entre más de tres variables.**

Es un método que permite analizar el efecto de dos o más variables independientes sobre una o más dependientes. Así mismo es una extensión de la regresión lineal sólo que con un mayor número de variables independientes.

El modelo lineal general de primer orden para K variables independientes puede escribirse como:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_kx_k$$

Donde:

b_0, b_1, b_2, b_3, b_k : Parámetros desconocidos.

x: Variables que pueden ser realmente diferentes o combinaciones.

Obviamente es muy engorroso manipular la anterior ecuación y se prefiere dar un tratamiento matricial y en todos los casos se hace indispensable el uso de los programas estadísticos profesionales por ejemplo el Statgraphics.

6.3. LA REPRESENTACIÓN DE LOS DATOS.

Los datos numéricos o gráficos deben ser representados de manera adecuada para mostrar las relaciones, tendencias, causalidad, efectos entre las variables. Buenas representaciones de datos ayudan a convencer.

Aunque se disponga de buenos datos sobre un tema, éstos solo revelan su significado, muestran relaciones y causas si son representados de manera adecuada.

Con una presentación poco clara los oyentes desconfiarán de las conclusiones y capacidad de análisis. Será difícil convencerlos aunque los datos sean inequívocos.

La representación de datos es un aspecto importante en la investigación, debe hacerse con claridad y estética. La representación de los datos se puede realizar de las siguientes formas (Zorrilla ,1988):

- **Presentación textual**, que es la forma de describir en forma de texto los datos que se han recopilado.
- **Representación mediante expresiones matemáticas**, es la forma de representar los datos mediante relaciones matemáticas.
- **La representación tabular**, que consiste en ordenar los datos numéricos con base en columnas y renglones.
- **La representación gráfica**, que consiste en dar una expresión a las cifras o datos, lo que permite tener una proporción de lo que se desea expresar. Las más utilizadas son:
 - **Los polígonos de frecuencias** se construyen señalando el punto central de cada intervalo en un histograma, juntando después dichos puntos por una línea o recta.
 - **La gráfica circular** se construye dividiendo el círculo en pedazos, a los que se llaman sectores. Cada sector es un área proporcional a las cantidades que se representan.
 - **El pictograma** es la representación de los datos por figuras esquemáticas. Cada figura expresa un valor del total.
 - **Las fotografías** son formas gráficas ampliamente utilizadas para la representación de los datos. Las fotos, además de aportar elementos de información, embellecen el informe final con elementos del objeto de estudio.

6.4. ANÁLISIS DE LOS DATOS.

El análisis de datos es un conjunto de manipulaciones, transformaciones, operaciones, reflexiones, comprobaciones que se realizan sobre los datos con el fin de extraer significado relevante con relación a un problema de investigación.

El proceso del análisis no es una etapa independiente de la investigación sino concurrente con las demás. Al confeccionar un plan para la recolección de los datos, es preciso analizarlos para establecer grupos o categorías lógicas y útiles, es decir, hay que clasificarlos con vista a formar luego las tablas y sus gráficos.

Esta es una de las etapas más importantes, ya que se establecen comparaciones o relaciones de los resultados de estudio con otros obtenidos en similares condiciones, o sea, se compara con lo encontrado en la revisión bibliográfica, así como los conocimientos y la experiencia obtenida por el investigador. Estos resultados deben interpretarse a la luz de las limitaciones del trabajo realizado y es muy importante que el investigador descubra y aclare de la información obtenida lo aplicable y útil; porque no existen fórmulas mágicas de predicción.

Uno de los elementos que hace difícil la tarea de análisis es la gran variedad de métodos, técnicas y procedimientos para simplificar los datos recogidos y lograr su adecuada interpretación de éstos.

En realidad esta etapa llamada de análisis, debe ser considerada como un doble proceso; no sólo se utiliza el análisis sino también se auxilia de la síntesis. La interpretación y el análisis - síntesis cubren la etapa que permitirá elaborar las conclusiones derivadas del estudio, así como presentar recomendaciones y/o sugerencias, que en su conjunto darán los elementos para la toma de decisiones.

EJERCICIOS.

6.1. Haga una presentación oral de alrededor de 20 minutos sobre "Procesamiento de datos".
6.2. Se tiene un proceso tecnológico que donde se pega con el pegamento de marca A y después se propone sustituir por otro pegamento de marca B. Hay que determinar si hay diferencia en la resistencia del encolado. Se hacen doce determinaciones del encolado con cada pegamento. Los datos obtenidos de la resistencia del encolado en MPa son:

Marca A - 16; 21; 16; 22; 24; 15; 18; 20; 22; 23; 24; 18

Marca B - 16; 22; 15; 25; 29; 17; 20; 24; 18; 18; 22; 22

Describa el método utilizado en el ejercicio.

a). Represente los valores de la marca M en una figura circular.

b). Señale si la hipótesis nula se rechaza o se acepta para un nivel del 95% de confianza.

6.3. Se tienen dos grupos de 10 estudiantes cada uno. El A es el grupo de control y el B el experimental.

Determine:

a) La media aritmética.

b) La desviación estándar del grupo A.

c) Si hay diferencia en las notas de matemática de dos grupos estudiantiles.

| Estudiantes. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Grupo A: | 80 | 78 | 68 | 85 | 87 | 88 | 85 | 76 | 87 | 82 |
| Grupo B: | 72 | 76 | 74 | 88 | 83 | 84 | 72 | 76 | 80 | 84 |

6.4. Los valores de X y Y son los siguientes:

| | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|
| X | 3,4 | 10,3 | 14,3 | 23,3 | 26,3 | 36,2 | 41,4 |
| Y | 37.2 | 59,7 | 65,5 | 73,1 | 82,2 | 85,1 | 99,2 |

- Haga una gráfica circular de los valores de X.
- Determine la media aritmética de Y.
- Calcule el coeficiente de correlación.
- Establezca la ecuación estimada.

6.5. Se tienen las siguientes observaciones del diámetro medido a diferentes vástagos de cilindros hidráulicos 22; 25; 24; 27; 33; 27; 26; 23, 23, 29, 28, 27, 24, 25, 26 y 29.

- Determine la media aritmética.
- Determine el intervalo de confianza para un 95 % de probabilidad.
- Construya el gráfico de control para dos desviaciones estándar.

CAPÍTULO VII

TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS DE DATOS

OBJETIVOS:

- Describir las técnicas y herramientas más aplicadas para el análisis de datos de los procesos científicos.

* * *

Las técnicas y herramientas utilizadas para el análisis de datos dependerán de las características de los datos recogidos y permitirán realizar recomendaciones para su distribución a los usuarios. En este capítulo se esbozan las técnicas y herramientas más importantes aplicables a la ingeniería para el análisis de datos, por supuesto no se intenta enseñar el uso de éstas, para lograr un conocimiento más profundo de las mismas se deberá consultar un libro de texto apropiado.

7.1. TORMENTAS DE IDEAS.

La tormenta de idea se basa en realizar un cuestionario escrito en una pizarra o tabloide con el propósito de obtener una serie de criterios de un problema mediante un grupo de expertos. Las ideas son estimuladas y germinadas por todos los miembros del grupo sobre una problemática específica. Los elementos de información son obtenidos en forma de criterios.

Esta herramienta es apropiada para el análisis de causas en la realización de un diagnóstico y en las soluciones de alternativas de un problema. Tiene tres fases fundamentales:

➤ **Recordar a los participantes las reglas a respetar que son:**

- Todas las ideas son buenas, incluso las más estrambóticas.
- Producir el máximo de ideas.
- Utilizar las ideas de los otros para crecer sus propias ideas nuevas.
- No se admite ninguna crítica o comentario inhibitorio, bajo cualquier forma.
- Cada uno se expresa por lista, con una sola idea a la vez, hasta que no hayan más ideas a producir.
- La participación debe hacerse en un buen ambiente, para favorecer la creatividad.
- Recordar, escribir y explicar el tema.

➤ **Fase de creación.**

- Una buena tormenta de ideas debe producir de 5 a 10 ideas por persona.
- Las ideas se escriben por orden cronológico y las palabras claves se deben subrayar.

➤ **Fase de análisis.**

- Pueden ser evaluadas por los criterios de expertos y/o método Delphi.

La tormenta de ideas es como una discusión en grupo que mediante un moderador se obtienen los criterios de los participantes (expertos) de una forma organizada y con objetivos bien definidos.

7.2. CRITERIO DE EXPERTOS.

La técnica de criterio de expertos permite ordenar criterios o factores a partir de la votación de los expertos. Tiene los siguientes pasos: Selección del número de expertos, elaboración de la matriz de rangos con los criterios de los expertos, a partir de la recolección de la información obtenida de las opiniones de cada experto, determinar el nivel de concordancia y realizar la validación del criterio de expertos.

7.2.1. Selección del número de expertos.

El número de expertos M se determina empleando un método probabilístico y asumiendo una ley de probabilidad binomial $M = p(1-p)^k / i^2$ donde i es el nivel de precisión alcanzado, se recomienda entre 0.14 y 0.5, p es la proporción estimada del error y k una constante cuyo valor está asociado al nivel de confianza $(1-\alpha)$ seleccionado.

Tabla 7.1. Valores de k .

| $1 - \alpha$ | k |
|--------------|------|
| 99 | 6,65 |
| 95 | 3,84 |
| 90 | 2,67 |

Tomando como base para el cálculo un error del 10%, para un nivel de confianza del 95% y el valor de i medio de 0.2 se calcula el número de expertos:

$M = 8.6$ expertos, es decir, se requieren de 9 expertos para realizar el primer análisis para con un 10% de error en la estimación.

7.2.2. Elaboración de la matriz de rangos con los criterios de los expertos, a partir de la recolección de la información obtenida de las opiniones de cada experto.

Al aspecto de mayor importancia se le concede 10 puntos y así en orden decreciente hasta 1 punto al de menor importancia. Esta matriz se presenta en la Tabla 7.2. a partir de los resultados obtenidos por la encuesta a cada experto según el formato que se presenta en la tabla.

Tabla 7.2. Matriz con los datos de la desviación del valor medio.

| No | Requisitos | Expertos | | | | A_{ij} | Δ |
|----|------------|----------|---|---|---|----------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 | M | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

M es el número de expertos, A_{ij} es el juicio de importancia del experto i sobre el requisito j, Δ es la desviación del valor medio que se calcula:

$$\Delta = (\sum A_{ij} - \tau)$$

τ = factor de comparación (valor medio de los rangos) que se calcula.

$\tau = \frac{1}{2} M(K+1)$ donde K es el número de requisitos a evaluar.

7.2.3. Nivel de concordancia.

El valor que posibilita decidir el nivel de concordancia entre los expertos se determina por el estadígrafo Kendall ω . El valor w oscila entre 0 y 1. Para valores mayores de 0,7 se debe aceptar la decisión, para valores entre 0,45 y 0,7 se debe continuar el análisis y para valores menores de 0,45 se deben rechazar las decisiones de los expertos.

Se calcula el coeficiente de concordancia de Kendall:

$$\omega = 12 \sum \Delta^2 / M^2 (K^3 - K)$$

7.2.4. Validación del criterio de expertos.

Se realiza una prueba de hipótesis donde:

H₀: $\omega=0$

Para muestras grandes $K > 7$ y se utiliza el criterio de si χ^2 **calculado** $>$ χ^2 **tabla**, α , y $f = K-1$ se rechaza la hipótesis nula y se concluye que hay concordancia significativa entre los expertos.

$$\chi^2 \text{ calculado} = M(K-1) \omega.$$

Es necesario señalar que el hecho de que exista concordancia no implica que los resultados sean confiables, ya que depende en gran medida de la preparación y selección de los expertos y deben confrontarse con otras evaluaciones.

7.2.5. Método Delphi.

El método Delphi es una ligera modificación del anterior, el mismo consiste en solicitar al experto una ponderación de cada uno de los criterios con una escala preparada al efecto y se procesa la información y se prepara nuevamente la tabla.

Los resultados así obtenidos se les envía a los expertos otra vez preguntándoles si se está de acuerdo con la repuesta o si requiere algún cambio. Con los resultados de la segunda respuesta de los expertos se vuelve a procesar la información y se discuten los resultados finales con ellos. En todos los casos se utilizan los criterios de concordancia de Kendall.

Tabla 7.3. Matriz de rangos con el criterio de los expertos del orden de los elementos del sistema de gestión de la calidad.

| Requisitos | Ponderación del Experto | | | | | | | ΣA_{ij} | Δ | Δ^2 |
|------------|-------------------------|---|---|---|---|---|---|-----------------|----------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | M | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

7.3. LOS HISTOGRAMAS

Los histogramas son gráficos de barras o rectángulos que pueden trazarse en forma vertical u horizontal. Estos muestran visualmente la dispersión de datos de medición, revela la variabilidad de los datos.

Los histogramas sirven para interpretar la tendencia de los procesos representados en forma de barras y recolectar información que sirve de evidencia para cuantificar el problema en cuestión.

El histograma resulta fácil de dibujar una vez que se entiende, para lograr este objetivo se recomiendan las siguientes indicaciones:

- Seleccione un conjunto de datos, al menos 30 puntos en orden ascendente o descendente. $N=30$
- Calcule el rango del conjunto, restando el punto más pequeño MIN del más grande MAX. $R = MAX - MIN = 486 - 279 = 207$
- Calcule la clase K que es el número de barras. La clase puede calcularse aproximadamente por la raíz cuadrada de N. Aunque un buen número está entre 6 y

$$12. K = \sqrt{N} = \sqrt{30} = 5,48$$

- Los límites de las clases deben tener un decimal más que los datos reales, y terminar en 5. En este caso 0,5.
- Los intervalos de las clases deben ser constantes en toda la distribución de frecuencias.
- Determine el intervalo de clase H que se usa para calcular el ancho de barras. $H = R/K = 207/5,48 = 38$.

El límite de clase será $L = 279 - 0,5 + H = 278,5 + H$.

Tabla 7.4. Datos de los límites de clase y la frecuencia.

| No | Límites de clase | Frecuencia |
|----|------------------|------------|
| 1 | 278,5 - 316,5 | 1 |
| 2 | 316,5 - 354,5 | 4 |
| 3 | 354,5 - 392,5 | 14 |
| 4 | 392,5 - 430,5 | 6 |
| 5 | 430,5 - 468,5 | 4 |
| 6 | 468,5 - 506,5 | 1 |

- Con los datos de límites de clase y las frecuencias se puede realizar el gráfico mediante los diagramas de columnas del EXCEL.

7.4. DIAGRAMA DE FLUJO.

Los diagramas de flujo representan la forma más tradicional para especificar y documentar los detalles algorítmicos de un producto de programación; estos diagramas utilizan cajas rectangulares para especificar las acciones, cajas en forma de rombos para las proposiciones de decisión, arcos dirigidos para las interconexiones entre las diversas cajas, así como una variedad de formas especiales para denotar las entradas, las salidas, los almacenamientos, etcétera.

El diagrama de flujo está enfocado al flujo de la actividad (físico y de información) y a entender la lógica de la actividad. Son de gran utilidad para: descubrir bucles y repeticiones, detectar entorpecimientos en la actividad: exceso de decisiones, descubrir toma de decisiones imprecisas: no está claro qué hacer ante una circunstancia dada. En el Anexo C se presenta un diagrama de flujo de las actividades científico técnicas.

7.5. DIAGRAMA DE PARETO.

El Diagrama de Pareto permite seleccionar por orden de importancia y magnitud, la causa o problemas que se deben analizar hasta llegar a conclusiones que permitan eliminarlos de raíz.

Es tipo de gráfico en el que las barras se representan una junto a otra en orden decreciente de izquierda a derecha.

La base del diagrama es la regla que el 80 % del problema es resultado directo del 20 % de las causas.

Es una técnica de toma de decisiones, para ayudar al equipo a decidir donde concentrar sus esfuerzos, basado en atacar primero el pequeño número de problemas más graves. Las causas que son las responsables de la mayor parte del problema se conocen como **causas vitales**. Las causas que no aportan en magnitud o en valor al problema, se conocen como las **causas triviales**.

Pasos para la construcción.

- En el primer paso se decide la clase de problema que será investigado.
- Preparar una hoja de recogida de datos.
- Clasificar en orden de magnitud la información obtenida.
- Dibujar dos ejes verticales (izquierdo y derecho) y otro horizontal.
- Construir el diagrama de barras.
- Marcar con un punto los porcentajes acumulados y unir comenzando desde cero cada uno de estos puntos con líneas rectas obteniendo como resultado la curva acumulada.
- Escribir notas de información del diagrama como título, unidades, nombre de la persona que elaboró el diagrama, período comprendido y número total de los datos.

7.6. DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO.

El diagrama causa - efecto es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema. Se conoce también como diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado y se utiliza en las fases de diagnóstico y solución de la causa.

El diagrama causa - efecto es un vehículo para ordenar, de forma muy concentrada, todas las causas que supuestamente pueden contribuir a un determinado efecto. Permite, por tanto, lograr un conocimiento común de un problema complejo, sin ser nunca sustitutivo de los datos. Es importante ser conscientes de que los diagramas de causa - efecto presentan y organizan teorías. Sólo cuando estas teorías son contrastadas con datos se pueden probar las causas de los fenómenos observables.

Cómo elaborar un diagrama de causa - efecto:

- Definir claramente el efecto o síntoma cuyas causas han de identificarse.
- Encuadrar el efecto a la derecha y dibujar una línea gruesa central apuntándole.
- Usar tormentas de ideas o un enfoque racional para identificar las posibles causas.
- Distribuir y unir las causas principales a la recta central mediante líneas de 70°.
- Añadir subcausas a las causas principales a lo largo de las líneas inclinadas.
- Descender de nivel hasta llegar a las causas raíces (fuente original del problema).
- Comprobar la validez lógica de la cadena causal.

Comprobación de integridad: ramas principales con, ostensiblemente, más o menos causas que las demás o con menor detalle.

Errores comunes son construir el diagrama antes de analizar globalmente los síntomas, limitar las teorías propuestas enmascarando involuntariamente la causa raíz, o cometer errores tanto en la relación causal como en el orden de las teorías, suponiendo un gasto de tiempo importante.

7.7. GRÁFICOS DE CONTROL.

Un gráfico de control es un gráfico de líneas utilizado específicamente para realizar seguimiento de la tendencia o rendimiento de un proceso en marcha. Se realiza observando la forma en que la variación del proceso hace que fluctúe la línea de tendencias entre dos límites calculados estadísticamente.

El gráfico de control sirve para:

- Determinar si el proceso está bajo control y por ello si es estable.
- Proponer acciones correctivas para la mejora del proceso.
- Guía a la dirección en la evaluación de los aciertos o fallos en la calidad del proceso.
- Disminuye los gastos por baja calidad.

Existen varios tipos de gráficos de control, pero todos ellos tienen en común el ser esencialmente un intervalo de confianza sobre una escala de tiempo para una serie de valores y ser interpretados de la misma manera. Los niveles de control son los niveles de significación, que normalmente se toma de una, dos o tres veces la desviación estándar. Aunque los límites de control se pueden construir sobre la base de datos históricos, para mostrar la variación máxima que existe en un proceso.

El gráfico de control se puede construir con los datos obtenidos del experimento, para tomar el valor promedio de los datos y la desviación estándar del conjunto de datos, se aconseja realizar más de 100 corridas para que el análisis sea estadísticamente confiable.

- Seleccione un conjunto de datos del proceso. Por ejemplo: $N = 100$.
- Establezca el valor medio del proceso. Por ejemplo: $X = 10$.
- Establezca los límites inferiores y superiores de la medición. Por ejemplo: para límite inferior $\sigma = 7$ y para el superior $\sigma = 10$.
- Con los datos del proceso, el valor medio y los límites puede construir el gráfico mediante el programa EXCEL o los estadísticos Statgraphics o SPSS.

El Diagrama de flujo no tiene en cuenta a los participantes ni sus interrelaciones.

7.8. DISEÑOS DE EXPERIMENTOS FACTORIALES.

El diseño experimento factorial es el plan formal para la realización de experimentos; que incluyen la selección de repuestas, factores, niveles, bloques, tratamientos y el uso de ciertas agrupaciones de planificación por bloques, aleatorización y replicación.

Los diseños factoriales pueden ser de un solo factor o de varios factores. Cuando es de un solo factor se estima y compara los efectos de los tratamientos y cuando son de más de dos factoriales se estima y compara los efectos de varios factores.

Los diseños experimentales factoriales se clasifican en completamente aleatorizado, factorial de bloques, factorial fraccionado, bloque aleatorizado, diseño de bloque, cuadrado latino, cuadrado de Youden, anidado, superficie de respuesta y diseños mixtos (Juran parte 4. 2000).

En el objeto de estudio están presentes algunos términos fundamentales, que se pueden definir como sigue:

- El factor de planificación (x) es la variable medible que actúa sobre el objeto de investigación y toma un valor determinado en una prueba dada. Los factores de planificación pueden ser cuantitativos y, o cualitativos.
- Los factores cuantitativos son aquellos que pueden ser medidos, por ejemplo: la temperatura, la presión, la velocidad, etc.
- Los factores cualitativos son aquellos que denotan una determinación característica no medible, por ejemplo: calidad del combustible, tipo de catalizador, etc.
- Los factores que se simbolizan con la letra x van acompañados por un subíndice numérico desde 1 hasta n factores en estudio. Para determinar los factores debe estudiarse operativamente el proceso, determinando así los niveles de los mismos.

Resultado. Es un tipo de factor, que la variable independiente es una función de salida o función de respuesta conocida como resultado o rendimiento, normalmente son indicadores de eficiencia y/o potencia.

Nivel (versión). Los niveles (n) son los valores de un factor que se están examinando en el experimento. Por ejemplo, si el experimento se realiza a cuatro diferentes temperaturas, el factor "temperatura" tiene cuatro niveles.

Tratamiento. Un tratamiento (k) es un determinado nivel (versión) asignado a un determinado factor durante un experimento. Por ejemplo, un experimento que utiliza 800 grados, el operario A, la máquina número tres y desconectada, constituye una combinación de tratamiento.

Bloque. Un bloque es una porción del entorno experimental que, con toda probabilidad, es internamente más homogénea que el conjunto de todas las diferentes porciones. Por ejemplo, las piezas de un determinado lote de material son probablemente más uniformes que las tomadas de todos los lotes.

Materiales experimentales: Son los objetos a los que se aplican los tratamientos. Pueden ser biológicos, materiales naturales, productos fabricados, etc.

Entorno experimental: Es el conjunto de condiciones que lo rodean y que pueden influir en su resultado de forma conocida o desconocida.

Aleatorización: La secuencia de experimentos a las varias combinaciones de tratamiento de manera puramente al azar, se denomina aleatorización. Esta forma de asignación incrementa las probabilidades de que se compense el efecto de las variables no controlables.

Replicación: Es la repetición de una observación o medida, a fin de aumentar la precisión o para proporcionar los medios de medirla. Una replicación única consiste en una sola observación o en un solo experimento. La replicación proporciona la posibilidad de que los efectos de los factores incontrolables, o desconocidos para el investigador, se compensen y de este modo, con la aleatorización, pueda actuar como herramienta para la reducción del sesgo. También ayuda a detectar los errores de bulto de las mediciones.

Algunos requisitos para una buena experimentación son:

- El experimento debe tener unos objetivos cuidadosamente definidos. La definición de los objetivos requiere grandes conocimientos especializados del tema por parte del investigador.
- Procurar en la medida de lo posible que los efectos de los factores no queden oscurecidos por otras variables.
- El experimento deberá estar en la medida de lo posible libre de cualquier sesgo. Conciente o inconciente.
- El experimento deberá proporcionar una medida de la varianza del error de la varianza del error.

Tipos de diseños factoriales.

- **Diseño totalmente aleatorizado: experimento de un solo factor.**

Diseño totalmente aleatorizado es apropiado cuando se estima y compara los efectos de los tratamientos. El experimento dispone de un total de N unidades y se han de investigar k tratamientos.

Ejemplo: Se realizó una investigación para determinar el efecto que tenían tres métodos distintos de acondicionamiento sobre la resistencia a la rotura (en libras por pulgada cuadrada) de unos bloques de cemento. Los resultados se resumen a continuación.

Resistencia a la rotura T de bloques de hormigón, libras/plg².

| Método 1 | Método 2 | Método 3 |
|----------|----------|----------|
| 553 | 553 | 492 |
| 550 | 599 | 530 |
| 568 | 579 | 528 |
| 541 | 545 | 510 |
| 537 | 540 | 571 |

Pregunta. ¿La resistencia media a la rotura difiere según el método?

Comentario. Este es un ejemplo de experimento aleatorio de un solo factor. Solo un factor experimental (resistencia a la rotura) está en estudio. Hay tres métodos, es decir, el número de tratamientos k es igual a 3. El número de unidades n asignadas aleatoriamente a cada tratamiento es de 5. El número total de unidades experimentales N es de 15. Mediante un análisis de varianza se puede obtener la respuesta.

Este es un tipo de experimento muy frecuentemente empleado en ingeniería, puede ser aplicado también en experimentos multifactoriales (Juran 26.17).

- **Diseño factorial total o completo.** El método consiste en efectuar corridas experimentales en todas las combinaciones posibles entre los factores que tienen a su vez varios niveles. Cumple la expresión x^n . Por ejemplo: con dos factores y cuatro niveles, serían necesarios 16 corridas experimentales.
- **Diseño factorial a dos niveles.** Este diseño es muy útil en las primeras fases del trabajo experimental, cuando hay varios factores por investigar. Debido a que sólo hay dos niveles para cada factor, debe suponerse que la respuesta es aproximadamente lineal en el intervalo de los niveles elegidos de los factores.

Los factores se estudian en solo dos niveles que se denominan altos y bajos. En este caso el número de combinaciones posibles será 2^n . Donde dos es el número de niveles y "n" el número total de factores a investigar.

A continuación se detallan los pasos de la planificación del experimento y la elaboración estadística de los resultados para un experimento de dos factores, por lo tanto 4 corridas (Herrera 1986). Cada factor tendrá un nivel superior y uno inferior dado alrededor del principal por la suma o resta de un intervalo de variación propio de cada factor.

Tabla. 7.5. Condiciones del experimento.

| Designaciones | X, valor físico | X ₁ , valor codificado | X ₂ , valor físico | X ₂ , valor codificado |
|------------------------|-----------------|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Nivel superior | X _{s1} | +1 | X _{s2} | +1 |
| Nivel inferior | X _{i1} | -1 | X _{i2} | -1 |
| Nivel principal | X _{o1} | - | X _{o2} | - |
| Intervalo de variación | ΔX ₁ | - | ΔX ₂ | - |

Los factores se codifican para asegurar la independencia de los coeficientes, de esta forma pueden ser eliminados los factores no significativos sin afectar a los restantes. El valor codificado se representa por la fórmula:

$$x_i = (X_i - X_{oi}) / \Delta X_i$$

Donde:

x_i - es el valor codificado.

X_i - es el valor real del factor.

Δx_i - es el valor real del intervalo de variación.

X_{oi} - es el valor real del nivel principal.

La magnitud del intervalo de variación se determina por la fórmula:
 $(X_{\text{máx}} - X_{\text{mín}})/2$

$\Delta x_i =$

El valor del nivel principal se determina por la fórmula: $X_{oi} = (X_{\text{máx}} + X_{\text{mín}})/2$

Donde:

$X_{\text{máx}}$ - es el valor máximo.

$X_{\text{mín}}$ - es el valor mínimo.

En el plan del experimento se señalan las condiciones de los niveles de los factores (+ 1 para el superior, -1 para el inferior) en cada prueba. Con los valores x_1 y x_2 para cada experimento se obtienen los promedios de la salida "y".

Tabla 7.6. Plan del experimento.

| No. | Factores de planificación | | Salida "y" |
|-----|---------------------------|----|------------|
| | X1 | X2 | |
| 1 | -1 | -1 | y1 |
| 2 | -1 | +1 | y2 |
| 3 | +1 | -1 | y3 |
| 4 | +1 | +1 | y4 |

El modelo matemático a obtener en este diseño es un polinomio lineal de diferentes grados.

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2$$

Mediante las expresiones se calculan los coeficientes del modelo de regresión:

$$b_0 = \frac{1}{4}(y_1 + y_2 + y_3 + y_4)$$

$$b_1 = \frac{1}{4}(-y_1 + y_2 - y_3 + y_4)$$

$$b_2 = \frac{1}{4}(-y_1 - y_2 + y_3 + y_4)$$

$$b_{12} = \frac{1}{4}(y_1 - y_2 - y_3 + y_4)$$

Tabla 7.3. Matriz de la planificación.

| No | Matriz de planificación | | | | Salida y |
|----|-------------------------|----|----|----|----------|
| | Xo | X1 | X2 | X3 | |
| 1 | + | - | - | + | y1 |
| 2 | + | + | - | - | y2 |
| 3 | + | - | + | - | y4 |
| 4 | + | + | + | + | y3 |

Los coeficientes que no son significativos se consideran igual a cero, es decir, en la ecuación este miembro se elimina.

EJERCICIOS.

7.1. Haga una presentación oral de alrededor de 20 minutos sobre "herramientas".

7.2. Realice con los estudiantes de su aula una tormenta de ideas para la identificación de un problema.

7.3. Determine la prioridad de varios criterios de un problema mediante el Método Delphi.

7.3. Determine la tendencia de un proceso mediante un histograma.

7.4. Represente el diagrama de flujo de cualquier proceso.

7.5. Aplique el diagrama de Pareto a la solución de un problema.

7.6. Aplique el diagrama de causa y efecto a un problema.

7.7. Determine la influencia del contenido de carbono y manganeso a la resistencia del acero al carbono ordinario.

Condiciones del experimento:

| Designaciones | X1(%C) | X2(%Mn) |
|-----------------------|------------|-------------|
| Nivel superior | 0,8 | 0,95 |
| Nivel inferior | 0,2 | 0,45 |

Plan del experimento.

| No | Factores de planificación | | Valores de resistencia en (Mpa) |
|----|---------------------------|----|---------------------------------|
| | X1 | X2 | |
| 1 | -1 | -1 | 540, 550, 560, 550 |
| 2 | -1 | +1 | 1030, 1050, 1030, 1030 |
| 3 | +1 | -1 | 440, 440, 430, 460 |
| 4 | +1 | +1 | 990, 990, 1000, 1200 |

Determine el modelo de regresión.

Cuál de los dos factores (X1 o X2) es el más significativo.

CAPÍTULO VIII

DIVULGACIÓN DE LOS RESULTADOS

OBJETIVO:

- Detallar la forma de elaboración y presentación de los informes parciales y finales de investigaciones científicas y trabajos de servicios científico - técnicos.
- Conocer los aspectos fundamentales sobre los eventos científicos.
- Conocer los elementos fundamentales de las publicaciones científicas.
- Fomentar la cultura sobre la propiedad industrial.
- Fomentar la introducción y generalización de los resultados.

* * *

Los investigadores científicos, profesionales dedicados a la prestación de servicios científico - técnicos y estudiantes (doctorantes, maestrantes y diplomantes) quizás sean los únicos, entre todos los que desempeñan una profesión, que estén obligados a presentar un informe escrito de lo que hizo, por qué lo hizo y cómo lo hizo. Así pues estos profesionales no solo tienen que implementar la actividad científica técnica, sino también deben presentar de forma escrita en papel o en soporte magnético sus criterios respecto al tema propuesto. Los profesionales tienen muchas opciones al escribir un informe, aunque no hay una estructura rígida se debe seguir una secuencia lógica.

8.1. INFORME DE INVESTIGACIÓN.

El informe de investigación es la forma como se presentan los resultados de los investigadores, profesores, gerentes, directores y especialistas. El informe debe ser una exposición organizada, sistemática y crítica de las etapas o pasos que el investigador ha realizado en su propósito hacia el tratamiento del problema. Según las etapas que se concluyan estos informes pueden ser parciales y finales.

Al redactar el informe deben observarse las indicaciones siguientes:

- El cual debe redactarse en tercera persona.
- Secuencia lógica y precisa de la exposición.
- Argumentación convincente.
- Brevidad y precisión en lo planteado, evitando interpretaciones subjetivas y equívocas.
- Concreción al exponer los resultados del trabajo.

Las características del informe de investigación están en dependencia de los receptores. Básicamente hay dos contextos en los que pueden presentarse los resultados de una investigación:

- Contexto académico.
- Contexto no académico.

El contexto académico implica que los resultados se presenten a un grupo de profesores, investigadores, alumnos de educación superior y/o lectores con niveles educativos elevados.

Este contexto es abarcado principalmente por las tesis de grado, maestría y doctorado.

El contexto no académico implica que los resultados serán presentados con fines comerciales o al público en general, a un grupo de ejecutivos con poco tiempo para dedicarle a un asunto o a personas con menores conocimientos de investigación. (Hernández y colaboradores, 1999).

8.1.1. Estructura del informe de investigación.

La forma de organizar los informes depende del tipo de información que se va a presentar y de lo que se va a resaltar en ellos. Si desea obtener ideas sobre cómo organizar un informe, a continuación se ofrecen algunos criterios. Asegúrese de que la organización que elija responda al propósito del informe.

Se le recomienda emprender la elaboración del informe, desde el momento que comienza la ejecución del trabajo y este debe ser una continuación del proyecto. Los editores de texto permiten ir actualizando, ampliando y mejorando el informe constantemente; las notas que va tomando pueden colocarlas periódicamente en el lugar adecuado del informe.

Un informe de trabajo de investigación científica debe contener la siguiente estructura:

➤ Cubierta.

En ésta podrán citarse datos de la portada e información complementaria a consideración del elaborador del informe.

➤ Portada.

La portada incluye el título de la investigación, el nombre del autor o autores y tutores, su afiliación institucional o el nombre de la organización que patrocina el estudio y la fecha en que se realizó.

El título debe contener el menor número posible de palabras que describan adecuadamente el contenido del documento, pero si por ello se sacrifica la claridad es preferible que sea más extenso. El propósito es ofrecer al lector la mayor cantidad de información con el mínimo de palabras posibles. Se aconseja que la máxima extensión del título deba ser alrededor de 100 letras (hasta 15 palabras), es un máximo razonable para que pueda leerse de una sola ojeada. Las palabras del título deben ser escogidas para que puedan ser usadas como palabras claves en la búsqueda de información.

En el caso de tesis, la portada varía de acuerdo a los lineamientos establecidos por la institución de educación superior.

➤ Agradecimientos.

En ella se reconoce la ayuda de personas e instituciones que aportaron significativamente al desarrollo de la investigación. Las siguientes contribuciones entre otras ameritan el

agradecimiento:

- Ayuda técnica de laboratorio.
- Préstamo de literatura y equipos.
- Compañía y ayuda durante viajes de campo.
- Subvenciones y otras fuentes de ayuda económica.
- Ideas para el desarrollo de la investigación.
- Revisión crítica del manuscrito.

En los estudiantes es costumbre generalizada declarar agradecimientos a familiares cercanos y amistades, aunque no hayan aportado directamente al trabajo, es más bien un acto de gratitud por su apoyo moral.

➤ **Índice** (Tabla de contenido).

El índice es el fiel reflejo del plan de la obra, de su orden de exposición o desarrollo. Contiene los encabezamientos de los diferentes capítulos, epígrafes y subepígrafes, expuestos en el mismo orden que aparecen en ella, anotándose los números de las páginas con que se inicia cada encabezamiento.

➤ **Resumen** (Abstract).

El resumen es la representación precisa y adecuada del contenido de un documento dado, sin añadir valoración crítica ni interpretativa. Este debe contener una síntesis de todo el trabajo de investigación, indicando los objetivos principales, el alcance de la investigación, la metodología usada, los resultados principales, así como los hallazgos y conclusiones principales. Se estima que el resumen debe dar una visión clara y específica del contexto de la investigación.

En la redacción del resumen se deben considerar los siguientes aspectos:

- Redacte el resumen en tercera persona y en voz activa.
- La primera fase del resumen se debe redactar de manera que haga innecesario la repetición del título.
- Evite el empleo de palabras rebuscadas.
- Utilice una terminología científica y comprensible.
- Escriba los datos fundamentales, evitando la repetición de los mismos.
- Exponga el propósito, los métodos, los resultados y las conclusiones que se presentan en el documento.
- Utilice sólo las abreviaturas reconocidas internacionalmente.
- Mantenga los resúmenes de la mayoría de los documentos en menos de 250 palabras, los resúmenes de informes de investigación y tesis en menos de 500 palabras (preferiblemente en una página) y los resúmenes de comunicaciones cortas en menos de 100 palabras.

➤ **Símbolos, términos especiales y abreviaturas.**

Si la cantidad total de éstos sobrepasa de 10 se recomienda presentarlos en el informe en una

lista individual. Si la lista no se presenta por separado, entonces el significado de las abreviaturas, términos y símbolos se indicarán directamente en el texto.

➤ **Introducción.**

La finalidad de ésta debe ser suministrar suficientes antecedentes para que el lector pueda comprender y evaluar los resultados de la investigación. Exponer con claridad el problema científico tratado, ¿por qué se eligió ese tema y por qué es importante? Indicar el método de investigación, mencionar los principales resultados y expresar las conclusiones principales sugeridas de los resultados. Se pueden hacer citas bibliográficas.

Por lo regular al final de la introducción se ponen la hipótesis y los objetivos generales y específicos del trabajo. Estos se toman del anteproyecto, pero deben ser revisados y reelaborados con carácter dialéctico, de acuerdo al trabajo realizado, con sus obstáculos y alcances, y de acuerdo a las conclusiones y recomendaciones del trabajo.

➤ **Desarrollo del trabajo.**

El desarrollo del trabajo constituye el cuerpo fundamental de la investigación, su estructura debe adaptarse a los objetivos de la investigación, pero a manera general se recomienda que estén explícitos sus tres componentes principales: la revisión bibliografía, materiales y métodos o parte experimental y análisis de los resultados.

La forma más utilizada para escribir el desarrollo es por capítulo, fundamentalmente para las tesis que son informes voluminosos.

❖ **Revisión bibliográfica.**

La revisión bibliográfica es comúnmente el primer capítulo, es donde se realiza una valoración crítica de los aspectos teóricos de la investigación. Es de vital importancia recalcar que el marco de referencia no consiste en copiar y pegar fragmentos de libros u otras bibliografías de manera textual y desordenada, sino de la revisión crítica de todas las bibliografías planteadas y de esa lectura resumir y plasmar los diferentes criterios existentes sobre la temática, en forma armónica de manera que el lector tenga una visión del estado actual del tema investigado tanto **a nivel regional, nacional e internacional.**

Entre los aspectos a tratar en la revisión bibliografía están:

- **Resumen de la literatura o antecedentes:** En ella se presentan las investigaciones que se han relacionado sobre la misma temática o similar, en otra parte de la región, el país o el mundo y el tratamiento que se le ha dado al problema o fenómeno en forma general o particular.
- **Marco teórico:** Se debe presentar toda la parte teórica que sirva para orientar el problema de la investigación. El marco teórico son las proporciones técnicas generales y específicas y los postulados o supuestos que sirven de referencia para ordenar los hechos concernientes al problema motivo de estudio.

- **Marco legal.** (En caso que se requiere). En él se refiere al conjunto de leyes, normas o disposiciones legales en que esté circunscrito el problema a investigar.
- **Marco geográfico.** (En caso que se requiere). Se utiliza cuando en una investigación es importante precisar algunos elementos de carácter geográfico como ubicación, límites, relieves, características de suelo, hidrografía, vegetación, fauna, clima, sector de producción etc.
- **Marco histórico.** (En caso que se requiere). Aplicable en investigaciones de carácter histórico que requieren el conocimiento o problema.
- **Marco conceptual.** (En caso que se requiere). Se aplica cuando se entiende que es necesario aclarar algunos términos que tengan interpretaciones específicas y diferentes en otras áreas del conocimiento.
- **Marco referencial.** Se hace necesario señalar de donde salieron los principales criterios expuestos. (Norma ISO 690 - 1987) o (APA).

❖ **Recursos usados.**

Cuando se usan equipos y materiales para desarrollar el proyecto es necesario ofrecer información que permita reconstruir el trabajo por otros estudiantes y profesionales. Incorpore los detalles precisos para que esto se pueda llevar a cabo. Tenga presente que otras personas intentarán repetir su experiencia de manera idéntica para generalizar sus resultados. En caso de aspectos que sean productos, equipos y procedimientos novedosos debe gestionarse su registro en las Oficinas de Patentes. Evite que le roben sus ideas, no diga me robaron el invento, sino entregué gratis mi invento. Al final de este capítulo se trata el tema de la propiedad intelectual e industrial.

❖ **Metodología usada.**

La metodología, junto con los equipos y materiales empleados permite al lector comprender cómo se realizó el trabajo y la exactitud de los resultados obtenidos. No se detenga en detalles innecesarios, registre solamente las cosas importantes.

Entre los aspectos más importantes de la parte metodológica, debe incluirse:

- Métodos utilizados, expresando los criterios y argumentos que lo llevarán a ella.
- Caracterización de la población a investigar, la muestra tomada y las fuentes de información utilizada.
- Las técnicas de recolección de datos usados.
- Las técnicas y herramientas de análisis de datos.

❖ **Análisis de los resultados.**

Es una de las partes más importantes de la investigación en la que se debe explicar con lujo de detalles, los causales que van a dar origen a las diferentes conclusiones y

recomendaciones del trabajo de investigación. Debe estar acompañado de tablas, gráficas, fotografías, etc. que agrupen de una manera armónica, coherente y entendible todos los datos recopilados durante la investigación. Cada tabla, gráfica o foto debe ir acompañada de un comentario donde se reflejen las conclusiones generales, particulares y específicas de los resultados mostrados y su comparación con los resultados de otras investigaciones expuestas en el marco de referencia. Se debe dar una posible explicación teórica a todos los resultados presentados.

Debe existir un orden lógico de los resultados expuestos comenzando por el diagnóstico de una solución investigada y terminando con un cuerpo de planteamientos que conlleven a un mejoramiento de la problemática planteada si esto lo requiere.

➤ **Conclusiones.**

Las conclusiones generales son las resoluciones tomadas al final de la tesis; contendrán una breve evaluación de los resultados obtenidos de acuerdo con los objetivos inicialmente previstos. El lenguaje será claro, directo, seguro y convincente. Aunque la cantidad de ellas es limitada, es aconsejable usar un término medio; ni muchas ni pocas, sólo las necesarias.

Las conclusiones también reflejarán la utilidad de su aplicación técnica, económica, social, científica, ambiental y las ventajas de su introducción en la práctica. De tener aplicación en la práctica es necesario reflejar con cifras de indicadores técnicos y económicos, las ventajas de su introducción.

En trabajos de tesis de maestría y doctorado y en reportes de investigación voluminosos se recomienda realizar conclusiones parciales por capítulo y después estas agruparlas en conclusiones y recomendaciones generales.

➤ **Recomendaciones.**

Las recomendaciones establecen sugerencias de cómo se debe seguir para obtener nuevos resultados o profundizar en los obtenidos. Las recomendaciones se expresan generalmente con un verbo infinitivo:

- Se debe hacer.....
- Se debe continuar.....
- No se debe volver a.....

Las recomendaciones permiten comenzar la planificación de un nuevo proyecto, es probable que en el primer proyecto el alcance de los resultados fuera para una investigación exploratoria y con las sugerencias dadas se tenga ahora que emprender un estudio explicativo.

➤ **Bibliografía del informe.**

En la bibliografía aparecen listados los asientos bibliográficos. Conjunto de informaciones sobre un documento (un grupo de ellos o una parte) presentados en un orden determinado conforme a reglas preestablecidas, que permiten identificarlo.

Las formas de presentación de los asientos bibliográficos más usados son:

- **Las referencias bibliográficas.** Cuando utilice información elaborada por otra persona o institución, será necesario que acredite las fuentes, evite los plagios. Use alguno de los sistemas normalizados para estos materiales.

Las fuentes pueden referirse de tres formas: Las citas numeradas dentro del texto, citas numeradas por superíndices o las citas mencionadas por nombre año. (Norma ISO 690: 1987). Las editoras fundamentalmente de las temáticas de medicinas y psicología acostumbran a usar las normas APA, que usan las citas por nombre y año (Elaboración de referencias y citas según las normas de la American Psychological Association (APA), 5ª Edición. Extraído el 19 Julio, 2004).

- **La bibliografía** es la relación de una lista sobre las obras principales que fueron consultadas para la confección del documento, no es obligatorio declarar su relación. (Aquí debe terminar la paginación del trabajo).

Hay tres formas de señalar la bibliografía en forma general.

- Señalar las referencias en el desarrollo del trabajo y confeccionar una bibliografía general al final del trabajo.
- Confeccionar al final del trabajo una lista de referencias y otra de bibliografía general.
- Confeccionar solamente una lista de referencias a final del trabajo, es la más preferida pues en la bibliografía normalmente se citan manuales, folletos comerciales, libros clásicos que desde el punto de vista científico tienen poca importancia.

➤ **Anexos.** Se organizan alfabéticamente por letras y deben tener un pie de grabado o título que enuncie lo que ilustra el mismo. Aquí aparecerán las demostraciones, fórmulas, cálculos, tablas de datos numéricos auxiliares, descripción de equipos utilizados en la realización de experimentos, mediciones y ensayos, instrucciones, descripciones algorítmicas, programas de computación, ilustraciones de carácter auxiliar, copia del acuerdo del consejo científico y actas sobre la introducción en la práctica de los resultados de la investigación.

8.1.2. Reglas generales para la elaboración.

Para la elaboración del informe de investigación debe tenerse en cuenta las siguientes reglas generales:

- Las páginas del informe y los materiales que componen el mismo tendrán formato carta.
- Es muy importante que se presente el informe en un formato que sea fácil de leer. El informe se debe presentar en un editor de texto, impreso por una cara, en papel blanco tamaño carta e interlineado de forma sencilla o 1,5 líneas. Las fuentes más usadas son la Times New Roman y Arial con tamaño de fuente 11 ó 12. Márgenes superior e inferior de 2.5 cm. y los izquierdo y derecho de 3 cm. El Microsoft Word les brinda todas las posibilidades para elaborar un informe como si fuera una editora.
- La calidad del texto editado en soporte magnético y materiales componentes del informe garantizará su reproducción de manera legible.
- Las magnitudes físicas se presentarán en el Sistema Internacional de Unidades (SI).
- Cada capítulo se indicará en una nueva hoja.
- Las páginas del informe serán numeradas con cifras arábigas, las cuales se colocarán en la parte inferior de éstas. La portada se incluirá en la numeración general del informe, aunque no se numera.
- La introducción se incluirá en la numeración general del informe, aunque se permite no numerar la introducción y las conclusiones del informe.
- Una representación gráfica es una especie de esquema, formado por líneas, figuras, fotografías, mapas, diagramas, gráficos utilizada para representar, bien datos a escala o según una cierta proporción, o bien los elementos de un sistema, las etapas de un proceso y las divisiones o subdivisiones de una clasificación. Estas representaciones se pueden denominar con el término “diagrama”, “gráfico”, “esquema”, “foto”, “figura” y “mapas” en dependencia al tipo de representación. Pero por comodidad se acostumbra a nombrarlas en los documentos simplemente como figura. Se numerarán consecutivamente dentro de cada capítulo, excepto las figuras que se incluyen en los anexos. Las cifras constarán del número del capítulo y de su orden correspondiente, por ejemplo: “Figura 1.2” (segunda figura del primer capítulo) y se debe colocar debajo de dichas ilustraciones.

- Las tablas.

Una tabla es un cuadro que consiste en la disposición conjunta, ordenada y normalmente totalizada, de las sumas o frecuencias totales obtenidas en la tabulación de los datos, referentes a las categorías o dimensiones de una variable o de varias variables relacionadas entre sí. Las tablas sistematizan los resultados cuantitativos y ofrecen una visión numérica, sintética y global del fenómeno observado y de las relaciones entre sus diversas características o variables. La tabla se identificará con la palabra Tabla, por ejemplo: “Tabla 1.2” y su identificación se situarán en la parte superior izquierda. En algunos documentos se identifica como cuadro.

- Las ilustraciones y las tablas establecidas en hojas aparte se incluirán en la numeración general del informe.

8.1.3. La tesis como informe de investigación.

Una tesis tiene la finalidad de probar que la persona es capaz de hacer investigaciones científicas. Por consiguiente, una buena tesis debe ser como un informe de investigación, que tiene la misma finalidad, aunque en la tesis se exige un mayor rigor académico. Una tesis debe presentar la misma estructura que se exigiría de un informe de investigación.

Hay pocas reglas para escribir una tesis. Si no tiene reglas que observar, busque y examine tesis presentadas por los graduados anteriores, especialmente los que alcanzaron mejores notas. Probablemente, los trucos que dieron resultados a otros podrán darle resultado a usted.

Sea cuidadoso con los subtítulos. Si hay una o varias secciones de resultados, deberá presentar los resultados suyos, no una mezcla de los propios y de los otros. Si necesita presentar resultados de otros, para mostrar cómo confirman o contradicen los suyos, debe hacerlo en la sección de discusión.

Preste atención especial a la introducción de la tesis por dos razones: En primer lugar, por su propio interés tendrá que aclarar el problema que ha abordado. El resto de la tesis deberá fluir entonces fácil y lógicamente de la introducción. En segundo lugar, como las primeras impresiones son importantes, no haga que sus lectores se pierdan desde el principio. (Day, 1990).

8.1.4. Como preparar la presentación oral de un trabajo.

Una vez terminado el informe científico este tiene que ser defendido o divulgado en determinado medio y por lo tanto se hace necesario la preparación de la presentación oral del mismo. A continuación se exponen algunos consejos para la presentación oral de un trabajo ya sea en la defensa de una tesis, o en una conferencia etc.

- El presentador debe hablar claro, vocalizando y con un volumen adecuado para las necesidades del salón.
- Durante la presentación se debe mirar a la audiencia, a un punto en el finito localizando dentro del salón. No debe dar la espalda. Al escribir en la pizarra, debe hacerlo en silencio y cuando haya terminado, puede seguir hablando en público. Debe reducir la escritura al mínimo, pues estos silencios distraen al público.
- La mayoría de las presentaciones verbales son breves entre 10 y 20 minutos, por lo que se hace necesario organizarla muy bien a fin de reducirlas y presentar las ideas concluyentes.
- Cuando efectúe una presentación no lea lo que escribió, se supone que su audiencia sabe leer. Amplíe la idea que ha expresado.
- Debe ayudarse la presentación siempre de medios audiovisuales, como pancartas, diapositivas, acetatos y/o PowerPoint lo que ayudará notablemente a una mejor comprensión y presentación del mismo.
- Se debe comenzar por hablar de la introducción del trabajo, recalcando y especificando con detalles, problema científico, la hipótesis y los objetivos, los cuales deben estar en medios audiovisuales y deber ser explicados con calma y precisión.
- No se debe abusar de las explicaciones que aparecen en el capítulo de la bibliografía, solamente hacer mención de las principales conclusiones parciales a que usted ha llegado de

esta revisión bibliografía, y/o señalar los principales títulos temáticos analizados.

- Se debe hacer un resumen de las principales técnicas experimentales o instrumentales utilizadas y de las características de la muestra y la población, todo esto ayudado mediante los medios audiovisuales para hacerlo lo más concreto y breve posible.
- El capítulo de análisis de los resultados por ser el capítulo más importante de la tesis y el que aporta un mayor trabajo de usted en la tesis se debe hacer todo lo posible por dedicarle el mayor número de tiempo de la exposición y presentar todo lo posible de acuerdo al tiempo previsto. Este debe ir acompañado de tablas, gráficos, fotografías, etc.; las cuales deben ser expuestas mientras se explican sus principales resultados.
- Las conclusiones y recomendaciones deben ser leídas al final del trabajo de una forma pausada y concluyente del trabajo.
- Durante las preguntas, comentarios y respuestas de los oponentes, el tribunal o el público debe comportarse de una forma profesional. Se puede discrepar pero no increpar.

Los errores más frecuentes que se presentan en la presentación del trabajo son:

- El tiempo, a veces se es tan breve que en 5 minutos presentamos el trabajo y lo más frecuente es que no alcanza el tiempo asignado.
- Presentar textos, tablas y figuras con un alto contenido de documentación y con letras pequeñas que nadie puede leer y captar el mensaje, entonces no se está informando al auditorio.
- Cuando se emplea la PC debemos tener en cuenta el uso de los colores de fondos y de las letras para lograr un buen contraste e igual que no usar sonidos que afecten la presentación del trabajo.
- Apréndase bien el guión de la presentación, no tiene que ser de memoria sino que se denote que domina el tema.

8.2. LOS SERVICIOS DE DIFUSIÓN Y EXTENSIÓN DE LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA

Los servicios de difusión y extensión científico técnica tienen como objetivo facilitar y dar a conocer los conocimientos disponibles de determinada institución científica a otros usuarios. Ellos pueden ser muy variados y pueden tener un carácter regional, nacional e internacional. Se exponen a continuación los más comunes:

Los servicios de difusión y extensión de la actividad científica más importantes son los eventos científicos, las publicaciones de artículos científicos y la propiedad industrial.

8.2.1. Eventos científicos.

Se denomina evento científico al intercambio de conocimientos que realizan un grupo de individuos sobre determinada temática y que tiene como principales objetivos valorar el estado de desarrollo de cada uno de ellos y para aprovechar las experiencias de los diferentes grupos de trabajo. Pueden ser de varios tipos: conferencias, reuniones de trabajo, talleres, simposios, mesas redondas, congresos, convenciones, etc.

- Las conferencias y mesas redondas normalmente es cuando uno o más grupos de especialistas en una temática informan de esta a un auditorio menos experimentado.
- Los talleres o reuniones de trabajo son cuando un grupo de expertos se dan cita con el propósito de dar lineamientos y elaborar documentos sobre una determinada problemática a investigar.
- Se denomina seminario a una reunión de especialistas consagrados a estudio de un problema concreto.
- Se denomina simposio a una reunión de un grupo de personas que se propone estudiar un determinado asunto o exponer asuntos relativos al respecto.
- Congreso es una reunión periódica en que los miembros, de una asociación, cuerpo, organismo o profesión, se reúnen para debatir cuestiones generalmente fijadas.
- La convención es una reunión científica donde se debaten temas más generales y por lo general puede estar formado por un conjunto de congresos.

Los trabajos presentados en este tipo de eventos normalmente están en una fase temprana de terminación y en muchas ocasiones el objetivo de la presentación es realizar un debate para enriquecer el mismo a partir de la experiencia de su presentación. Estos tipos de divulgación son de importancia porque nos comunican ideas recientes.

8.2.2. Publicaciones de artículos científicos.

La investigación y su posterior publicación en artículos científicos son tareas íntimamente ligadas entre sí. Se considera que una investigación formal y seria culmina cuando sus resultados se publiquen en una revista científica, para que el trabajo pase a formar parte del conocimiento científico. Las publicaciones son hoy en día el indicador cuantitativo más usado para la evaluación de la actividad de investigación

Se denomina artículo científico al informe escrito que comunica por primera vez los resultados de una investigación. Existen por lo regular tres tipos: el artículo formal, la nota investigativa y el artículo de revisión.

- El artículo formal es el que es organizado para satisfacer los requisitos exigidos por una publicación válida y en el que se da con detalles todo el proceso de investigación realizado.
- La nota investigativa tiene la misma estructura que el artículo formal pero las notas son cortas y no tienen resumen, sí subtítulos.
- Un artículo de revisión, tiene como objetivo resumir, evaluar o sintetizar información ya publicada de trabajos recientes en un campo determinado o los trabajos de un autor o grupo.

Para escribir un artículo científico con calidad se recomiendan los siguientes requisitos:

- **Dominio del idioma:** Significa escribir con oraciones lógicas y párrafos organizados, y el uso adecuado de los signos de puntuación.
- **Precisión:** Se usan palabras que comuniquen exactamente, sin duda alguna, lo que quiere decir el autor.
- **Brevedad:** Es incluir sólo la información directamente pertinente al contenido del artículo y comunicar dicha información con el menor número posible de palabras.
- **Claridad:** Uso de un lenguaje sencillo de manera que el texto se entienda fácilmente, con un orden lógico y consistente.

Existen en el mundo más de 50 000 revistas científicas de diferentes niveles y categorías con diferentes impactos. Para escoger donde publicar el investigador debe tener en cuenta el prestigio de la revista, su distribución y la espera. Cualquier especialista puede publicar en los siguientes tipos de revistas.

- **Web of Science (impacto).**

En el mundo existen alrededor de 2000 revistas clasificadas con este nivel.

- **SCI Citation Index (Referenciadas)**

El Institute for Scientific Information (ISI) situado en Filadelfia EEUU procesa anualmente alrededor de 17 000 revistas conteniendo más de 1 000 000 de artículos en más de 100 subcampos científicos especializados. La relación de estas revistas aparecen semanalmente mediante la publicación secundaria Current Contents, la Who is publishing in Science (WIPIS), que da una lista de los nombres de todos los autores en Current contents en un año dado y la Science Citation Index (SCI), que contiene información derivada de referencias hechas en todas las publicaciones procesadas. Se de pueden encontrar en el Science Citation Index cuyo directorio aparece en al página de Internet www.MPG.de/it/Wos .

- **Revistas extranjeras y nacionales no clasificadas en los anteriores clasificaciones.**

Las universidades, centros de investigaciones, ministerios y otras instituciones poseen publicaciones periódicas que no son referenciadas en la Web of Sciences y Science Citation Index.

8.3. PROPIEDAD INTELECTUAL.

Una vez terminada la investigación, es de gran importancia proteger legalmente la invención como tal, o el documento donde se comuniquen los resultados de la misma.

Está conformada por las descripciones de inventos, los certificados de invención y las patentes y son una de las fuentes documentarias más importantes; ya que permiten conocer la historia, estado actual y tendencia de desarrollo de las diferentes ramas de la ciencia y la técnica.

Es el derecho o facultad de gozar y disponer de las creaciones intelectuales, particularmente las invenciones tecnológicas y las obras artísticas y literarias con exclusión del ajeno arbitrio y de reclamar la devolución de ella si está en poder de otro.

➤ **Derechos de autor.** Es el conjunto de facultades de orden personal moral y patrimonial que la ley reconoce a un grupo social determinado, los creadores artísticos y literarios, trascendiendo por sus efectos al resto de la sociedad.

Los autores pueden obtener derechos sobre las siguientes obras: literarias, musicales, coreográficas, artísticas, mapas y dibujos técnicos, visuales y otras de derechos derivados.

El derecho de Autor protege la forma de expresión, la originalidad, no el contenido de la obra. El derecho a la protección se adquiere a partir del mismo momento en que se realizó la creación. El plazo de vigencia de la protección es durante toda la vida del creador, pero postmortem se puede mantener hasta 50 años.

El derecho de autor de los creadores artísticos y literarios en Cuba es dado por el Ministerio de Cultura.

➤ **Propiedad industrial.** Es el conjunto de facultades de orden personal, moral y patrimonial que la ley reconoce a un grupo social determinado, los creadores intelectuales de carácter industrial tales como: invenciones, modelos industriales y de los signos distintivos de la actividad empresarial.

La propiedad industrial es dirigida por la Oficinas de la Propiedad Industrial (OCPI), la cual pertenece a la OMPI (Organización Mundial de la Propiedad Industrial).

La propiedad industrial se responsabiliza con la protección de creaciones intelectuales tales como: Invenciones, descubrimientos científicos, modelos industriales y signos distintivos de la actividad empresarial.

La protección legal que otorga cada Estado a estas categorías, denominada “modalidades de propiedad industrial” consiste en la concesión de derechos exclusivos de explotación, que tienen significado y un alcance distinto para cada modalidad y que se conceden previa presentación de una solicitud de registro de estos derechos ante el órgano competente en cada Estado (que en general es la Oficina de Patentes y Marcas) y posterior a un examen donde se analiza si la solicitud en la modalidad que corresponda cumple los requisitos establecidos en la legislación relevante para esa modalidad. Para más información puede consultar el Manual del Inventor 1998.

❖ **Descubrimientos científicos.** Se entiende como descubrimiento científico las descripciones y explicaciones de leyes, fenómenos y propiedades del universo no conocidos, que sean susceptibles de verificaciones.

El certificado de descubrimiento científico se concede a nombre del autor o coautores y acredita el objeto de la solicitud como descubrimiento científico, la paternidad, la cual es

permanente.

❖ **Invención.** Se puede entender como invención algo nuevo para solucionar técnicamente un problema existente. Decreto - ley numero 68. 1983.

Para que una invención sea patentable se exigen tres requisitos esenciales: la novedad, la actividad inventiva (o no evidencia) y la aplicabilidad industrial. Estos requisitos son universales y se exigen en la mayoría de las legislaciones del mundo.

¿Qué se puede patentar en el campo de la ingeniería?

Los equipos, procedimientos, sustancias y productos, así como la nueva utilización de equipos, procedimientos, sustancias y productos ya conocidos. Por ejemplo: Composición de un baño para la deposición de cobre metálico por vía química. Concedida en el año 2000.

También se pueden patentar las variedades de vegetales y las razas animales. Los métodos de profilaxis, diagnóstico y curación de enfermedades, animales y plantas. Las cepas de microorganismos. Por ejemplo: Plátano Censa.

¿Qué no se puede patentar?

- Los métodos y sistemas de organización y dirección de la economía.
- Los proyectos y esquemas de los planes de construcciones.
- Los métodos y sistemas de educación, enseñanza, y estudio.
- Las ideas, los principios científicos y problemas básicos de la ciencia.
- El cambio de forma, dimensiones, proporciones o materia de un objeto a no ser que modifique esencialmente las propiedades de éste.
- El descubrimiento de materias existentes en la naturaleza.
- Las soluciones contrarias a los intereses sociales, principios de humanidad o moral socialista.

El estado protege los derechos de los autores de las invenciones por medio de:

- El Certificado de Autor de invención.
- El Certificado de Autor de invención adicional.
- El Certificado de Patente de invención.
- El Certificado de Patente de invención adicional.

El certificado de patente es aquel que otorga al propietario el derecho exclusivo sobre la invención, en un territorio dado y durante un período de tiempo determinado.

El certificado de autor es el documento de protección de las invenciones, que otorga al Estado el derecho exclusivo sobre la invención y reconoce al autor la paternidad y el derecho de ser remunerado de acuerdo con la importancia económica de la invención.

La vigencia del Certificado de Patente de invención es de 10 años a partir de la fecha de

presentación de la solicitud ante la oficina y puede ser prorrogada por 5 años más mediante el pago de la tasa correspondiente. Una vez haya expirado este término, el modelo será de dominio público y cualquier persona podrá utilizarlo libremente.

¿Qué son los Certificados de Adición?.

Es el certificado que se le otorga al titular de una invención que constituye un perfeccionamiento de otra invención principal ya registrada, y sin la cual no podrá ser utilizada dicha invención de adición.

❖ **Modelo de utilidad.** Los modelos de utilidad son las invenciones que, siendo nuevas e implicando una actividad inventiva, consisten en dar a un objeto: constitución, estructura y configuración de la que resulte alguna ventaja prácticamente apreciable para su uso o fabricación.

Para que un modelo de utilidad sea protegido se exigen tres requisitos esenciales: la novedad mundial, la actividad inventiva, que debe ser de un nivel inventivo menor que la de las soluciones técnicas presentadas por la patente de invención y la aplicabilidad industrial.

Como Modelo de Utilidad pueden ser objetos de protección los mecanismos, herramientas, aparatos o alguna parte de los mismos.

La vigencia del Certificado de Patente de Modelo de utilidad es de 5 años a partir de la fecha de presentación de la solicitud ante la oficina y puede ser prorrogada por 5 años más mediante el pago de la tasa correspondiente. Una vez haya expirado este término, el modelo será de dominio público y cualquier persona podrá utilizarlo libremente.

Por ejemplo: El norteamericano Richard Drew inventó la cinta adhesiva transparente en 1939. Por su novedad mundial, inventiva y aplicabilidad industrial se convirtió en un modelo de utilidad.

• **Modelo industrial.** Se considera como Modelo Industrial cualquier reunión de líneas y/o combinación de colores o cualquier forma externa bi o tridimensional que se incorpore a un producto industrial o de artesanía para darle una apariencia especial sin que cambie el destino o finalidad de dicho producto y que sirva de tipo o patrón para su fabricación.

Al darle una apariencia especial a un producto, se protege el aspecto externo del mismo, es decir, todo aquello que sea perceptible por medio de la vista, sin importar el efecto técnico que tenga.

Si se elabora cualquier objeto, ya sea un recipiente, silla, etc., mediante la modalidad de modelo industrial se puede proteger su forma externa sin importar su tamaño, procedimiento ni los elementos que se utilizaron para obtenerlo.

Las características de un modelo industrial son el aspecto o apariencia, visibilidad y producto utilitario.

Los estados protegen los derechos de los autores de las invenciones por medio de:

- El Certificado de Autor del Modelo Industrial.
- El Certificado de Patente del Modelo Industrial.

La vigencia del Certificado de Patente de Modelo Industrial es de 5 años a partir de la fecha de presentación de la solicitud ante la oficina y puede ser prorrogada por 5 años más mediante el pago de la tasa correspondiente. Una vez haya expirado este término, el modelo será de dominio público y cualquier persona podrá utilizarlo libremente.

Por ejemplo: El Volkswagen (WW) Sedan, fue diseñado por el alemán Ferdinand Porsche para ser una especie de carro de combate. Más de 25 millones de unidades fueron producidas en todo el mundo. Por su apariencia, visibilidad y utilidad fue registrado como un modelo industrial.

❖ **Signos distintivos de la actividad empresarial.** Los signos distintivos de la actividad empresarial son las marcas, nombres comerciales, lemas comerciales, rótulas de establecimiento, indicaciones geográficas que incluyen las indicaciones de procedencia y denominadores de origen.

- **La marca** es todo signo, palabra, nombre o medio material, cualquiera que sea su clase, su forma y su color, que identifique y distinga productos o servicios de otros de su misma clase. La protección se mantiene en vigencia por 10 años, y es renovable por períodos sucesivos de 10 años. Por ejemplo: “Pepsi Cola”.
- **Los nombres comerciales** son las denominaciones que se utilizan para que sean conocidas las diferentes empresas de productos o servicios. La protección se mantiene en vigencia por 10 años, y es renovable por períodos sucesivos de 10 años. Por ejemplo: “Cadena Comercial TRD”.
- **Los rótulos de establecimientos** son los nombres bajo los cuales se dan a conocer al público un establecimiento comercial, fabril, artesanal o de servicio, por lo tanto puede inscribirse como tal, los nombres de personas y las denominaciones de fantasía. La protección se mantiene en vigencia por 10 años, y es renovable por períodos sucesivos de 10 años. Por ejemplo: “Servi Cupet”.
- **El lema comercial** es toda leyenda o combinación de palabras, signos o dibujos destinados a llamar la atención del público sobre productos servicios, con el fin de popularizarlos. La protección se mantiene en vigencia por 10 años, y es renovable por períodos sucesivos de 10 años. Por ejemplo: “Espejos Lunasur es su reflejo”.
- **Los emblemas empresariales** son símbolos que identifican a un producto o un servicio con carácter comercial. Por ejemplo: LG.
- **Las indicaciones geográficas** que incluyen las siguientes denominaciones:

Las indicaciones de procedencia es el nombre geográfico de un país, de una región o de un lugar determinado, que sirve para designar un producto o servicio característico de ellos y cuyas cualidades se deben exclusiva y esencialmente al medio geográfico, incluidos en él los factores naturales, humanos o ambos. Por ejemplo: Agencia turística “Viajes Cuba”.

Las indicaciones de origen son la expresión o signo utilizado en un producto o servicio que directa o indirectamente indica un país, región o lugar concreto. Por ejemplo: Hotel Jagua.

➤ **Búsqueda y solicitud de invenciones.**

❖ **Búsqueda de patentes.** Las patentes son la fuente mejor, más abundante y más rápida de información tecnológica. Entonces, es aconsejable cuando se inicia una investigación tecnológica hacer una búsqueda de patentes en la Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI). Para iniciar los trámites de búsqueda informarse con alguna persona responsabilizada con la gestión de patentes.

❖ **Solicitudes de invenciones.** La solicitud de protección de una invención la puede hacer una persona natural o jurídica. Entiéndase por persona jurídica una entidad nacional (organismo, institución o una entidad extranjera).

La persona natural puede presentar la solicitud por sí misma o por medio de un agente oficial de la propiedad industrial. La persona jurídica requiere con carácter obligatorio la presencia de un representante o agente oficial de la propiedad industrial.

La Oficina de la Propiedad Industrial tiene gestores de patentes en todas las delegaciones territoriales del Ministerio de Ciencia y Tecnología y Medio Ambiente y en las universidades para facilitar la búsqueda y de las actividades relacionadas con la Propiedad Industrial.

8.3.1. Protección internacional de la invención.

¿Desea usted proteger su invención en varios países?

Para solicitar en el extranjero el registro de una invención, el inventor puede optar por una de las siguientes vías:

- Vía nacional o comúnmente llamada Sistema Tradicional de Patentes. Es la forma tradicional de presentación de solicitudes. Se hace la petición a la oficina nacional del país escogido y se acompaña de la documentación exigida por esa oficina. Esta propiedad se realiza a través de un agente oficial de la propiedad industrial. La solicitud presentada a través de este sistema permite invocar el derecho de prioridad según el Convenio de París.
- Vía Internacional por el Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT). El PCT es un tratado Multilateral entre Estados que entró en vigor en 1978 y Cuba forma parte de este tratado desde el 16 de Julio de 1996.

El sistema PCT es un sistema de presentación internacional de solicitudes de patentes, lo cual simplifica el procedimiento de tramitación internacional de las solicitudes. En dicho sistema no se conceden patentes. La decisión de conceder patentes la toman exclusivamente las oficinas nacionales.

Con una sola solicitud internacional que se presenta en el país de origen del solicitante, directamente en la Oficina Internacional de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), con sede en Ginebra, se logra el mismo efecto que presentando solicitudes por separado para cada uno de los países miembros del PCT donde se desea proteger.

8.4. INTRODUCCIÓN Y GENERALIZACIÓN DE LOS RESULTADOS.

Una de las actividades científicas más importante y difícil es la introducción y generalización de los resultados en los sectores industriales y servicios.

Los resultados obtenidos de una innovación tecnológica, como es el caso de nuevos productos y procesos o sus modificaciones no son más fáciles llevarlos a la práctica social, como es el caso de la elaboración de nuevos medicamentos, equipos de cómputos, modificaciones de procedimientos de procesos tecnológicos, metodologías de diseño, etc.

La generalización se basa en la extensión del resultado a dos o más empresas que acepten su utilización parcial o total. La importancia que tiene la generalización que puede producir mayores beneficios, sobre todo económico.

8.5. DIFERENCIAS ENTRE EL PROTOCOLO DEL PROYECTO Y EL INFORME DE LA INVESTIGACIÓN.

A continuación se presenta la agrupación de los componentes del protocolo del proyecto y el informe de la investigación.

Tabla 8.1. Diferencias estructurales entre el protocolo y en informe final.

| No. | Protocolo de proyecto | Informe de la investigación |
|-----|------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | Cubierta | Cubierta |
| 2 | Portada | Portada |
| 3 | Resumen | Páginas preliminares |
| 4 | Índice | Resumen |
| 5 | Antecedentes | Índice |
| 6 | Estado actual de la temática | Símbolos, términos y abreviaturas |
| 7 | Hipótesis | Introducción. |
| 8 | Objetivos | Desarrollo del trabajo |
| 9 | Resultados esperados | • Revisión bibliográfica |
| 10 | Aspectos metodológicos | • Los materiales y métodos |
| 11 | Recursos y presupuestos | • Resultados |
| 12 | Aspectos económicos | Conclusiones y recomendaciones |
| 13 | Bibliografía | Bibliografía del informe |
| 14 | Anexos | Anexos |

EJERCICIOS.

8.1. Haga una presentación oral de alrededor de 20 minutos sobre el “Informe de investigación”.

8.2. Haga una presentación oral de alrededor de 20 minutos sobre “Los servicios de difusión y extensión de la actividad científica”.

8.3. Haga una presentación oral de alrededor de 20 minutos sobre “La propiedad industrial”.

8.4. Complete los espacios en blanco con ejemplos reales de diferentes invenciones y signos distintivos de la actividad empresarial.

➤ Las invenciones.

- Equipo. _____
- Un procedimiento. _____
- Producto. _____
- Modelo industrial. _____

➤ Signos distintivos de la actividad empresarial

- Marca _____
- Nombre comercial. _____

- Lema comercial. _____
- Rótulos de establecimiento. _____
- Emblema empresarial. _____
- Denominación de origen. _____
- Indicación de procedencia. _____

CAPÍTULO IX

EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.

OBJETIVOS:

- Evaluar una institución científica.
- Conocer los aspectos fundamentales de la evaluación de una investigación científica.
- Realizar la evaluación crítica de un proyecto de investigación y de una oponentía a un informe final.

* * *

La actividad científico técnica está sometida a evaluación constante, se pueden evaluar ex-ante por ejemplo, los proyectos y programas financiados por centros de investigaciones, las universidades y las unidades investigación de empresas, hasta un Plan Nacional de investigación. En cuanto a la evaluación ex-post se pueden examinar el cumplimiento de los resultados planificados en las diferentes instancias. Ejemplo de este proceso en las universidades cubanas al comienzo del año se confecciona el plan de investigaciones y a final del año se realiza el balance del cumplimiento de los resultados obtenidos, el que se cuantifica mediante una escala de valores asignados a cada aspecto, conocido como “Ranking de ciencia y técnica”.

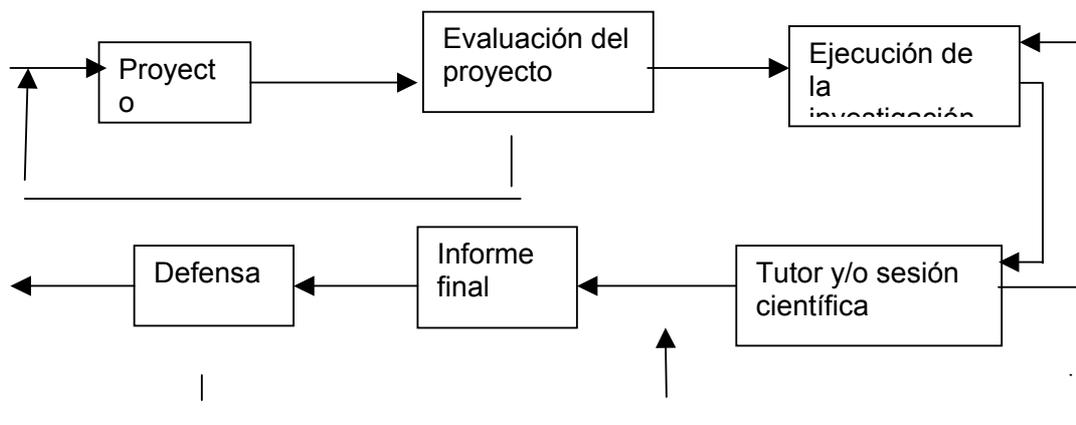


Fig. 9.1. Representación gráfica del proceso de investigación científica.

En este material se tratará la evaluación de la investigación científica, aquella que realiza el investigador o grupos de trabajo. Las evaluaciones que se efectúan se corresponden generalmente con las etapas del proceso. En la Fig. 9.1. se representan las tres etapas de la investigación científica: la planeación con la realización del proyecto, la ejecución de la investigación, el control de la investigación y el informe final como máxima expresión de la etapa conclusiva. La evaluación está presente durante todo el desarrollo de la investigación, después de la confección del proyecto y antes de la etapa de ejecución para decidir si se lleva a cabo o no; la evaluación durante el curso de la investigación que es realizada normalmente

por los tutores, colaboradores y sesiones y/o consejos científicos y finalmente la evaluación del trabajo elaborado que se realiza mediante los oponentes del trabajo escrito y el tribunal de la defensa de la tesis.

9.1. ELEMENTOS EN LA ORGANIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN.

Para realizar la evaluación se deben considerar cuatro elementos fundamentales: **Ámbito**, **Propósito**, **Criterios** y **Organización**.

- **Ámbito:** Dentro de este concepto se considera el tipo de investigación a evaluar (básica, aplicada y desarrollo tecnológico) y el momento del tiempo en que se realiza ésta (*ex-ante*, en curso y *ex-post*).
- **Propósito:** Bien determinado por la organización que solicita la evaluación, pero que debe estar bien claro para evaluadores y evaluados.
- **Criterios:** Los criterios necesarios para la evaluación son una consecuencia directa del ámbito y propósito definido; con el primero porque éste define el tipo de investigación a evaluar y el momento en que se evalúa; y el segundo porque define el uso que se le dará a los resultados de la evaluación.

Como punto de partida considérese el espectro de investigaciones que se pueden evaluar, que va desde una investigación básica hasta las de innovación tecnológica; en las primeras se supone que los criterios estén dados en distintas dimensiones de la excelencia científica (excelencia del equipo de investigadores, aportes al estado del arte, excelencia de las metodologías utilizadas, etc.) mientras que las segundas se basan fundamentalmente en la compensación económica en aquellas empresas que utilizarán los resultados de la investigación. En la práctica la mayoría de las investigaciones están entre ambos extremos por lo que los criterios también están entre ambos extremos.

Generalmente se puede decir que estos criterios comprenden:

- Indicadores de mérito científico tecnológico (calidad del equipo investigador).
 - Impacto científico - tecnológico.
 - Calidad de las metodologías utilizadas.
 - Infraestructura tecnológica disponible.
 - Indicadores de compensación económica.
 - Criterios de impacto socio - ambiental, mejoras en la calidad de vida del grupo social afectado por los resultados del proyecto, afectaciones producidas al medio ambiente por los resultados, etc.
- **Organización:** Para realizar una evaluación es necesario tener bien definido su propósito, alcance y criterios a emplear. Esto constituye la parte intelectual del problema, que no es condición suficiente para que la evaluación sea un éxito. Esto necesariamente se complementa con la organización propia del proceso de evaluación.
 - **Necesidad de la evaluación.** En un ambiente en que cada vez son menos los recursos para realizar investigaciones y que éstas han crecido, es necesario que una investigación se realice a expensas de que otra, u otras, no se hagan. En esta situación es necesario identificar

que actividades se pueden mantener y cuales se deben dejar para “tiempos mejores”. La identificación de qué mantener es el principal objetivo de la evaluación.

Las principales causas de la evaluación son:

- Factibilidad técnica y económica.
- Importancia del aporte científico.
- Velar por el cumplimiento de los objetivos de la investigación.

Realmente la evaluación es una actividad en la que se incurren gastos, por tanto tiene que ser una actividad ventajosa, estas ventajas son:

- Reduce la incertidumbre.
- Favorece el ambiente creativo de los evaluados.
- Mejora la comunicación, tanto interna como externa.
- Facilita la posterior utilización de los resultados.
- Estimula esfuerzos y resultados.

9.2. EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

La evaluación del proyecto depende fundamentalmente de los intereses institucionales, de quien financia el proyecto. Los organismos de la dirección del estado frecuentemente emiten convocatorias para financiar proyectos en diferentes temáticas, por lo tanto, en este caso imponen los criterios de evaluación. Para las investigaciones de carácter académico, las tesis de maestría son evaluadas por el Comité de Maestría y las tesis de doctorado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología y Medio Ambiente.

A partir de los criterios de evaluación se confecciona la guía para la evaluación de los proyectos. En la tabla 9.1 se propone una guía de evaluación que se cuantifica los criterios propuestos. El llenado de la tabla debe acompañarse de una argumentación crítica de los aspectos. (Tamayo 1987).

Tabla 9.1. Ejemplo de una guía de evaluación de proyectos de investigación.

| Aspectos a evaluar | Excelente 10 | Bien 8 | Aceptable 6 | Deficiente 4 | Mal 2 |
|--|-------------------------|-------------------|------------------------|-------------------------|------------------|
| 1. Planteamiento apropiado del problema. | | | | | |
| 2. Definición clara de los objetivos y/o hipótesis. | | | | | |
| 3. Pertinencia. Que responde a una necesidad específica. | | | | | |
| 4. Congruencia. Coherencia existente entre los diversos apartados. | | | | | |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| 5. Se precisan los resultados alcanzar. | | | | | |
| 6. Se precisan las técnicas de recolección y procesamiento de datos. | | | | | |
| 7. Se hace adecuadamente el cronograma de trabajo. | | | | | |
| 8. Se prevén los recursos humanos y materiales. | | | | | |
| 9. Se determinan los costos de planeación, ejecución y publicación del informe y el análisis de la evaluación económica si es necesario. | | | | | |
| 10. Calidad en cuanto a la presentación del proyecto | | | | | |
| Total = | | | | | |

9.3. EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN EN CURSO.

La duración de la ejecución de una investigación dura normalmente uno o varios años. Los investigadores durante este período tendrán que rendir cuentas ante los financistas en caso de un proyecto financiado o a la comunidad académica en caso de un proyecto académico, cuando cumplen los dos objetivos serán evaluados en ambos lugares.

En los proyectos académicos, como por ejemplo, en las tesis, se valora sistemáticamente el curso del trabajo con el tutor y periódicamente deben efectuarse sesiones científicas departamentales para analizar el avance de la tesis en cuanto al cumplimiento de los objetivos, las aportaciones científicas de la investigación y los resultados esperados. El sometimiento a crítica de la futura tesis por parte de un personal especializado permite al maestrante la base de entrenamiento para el acto de defensa antes un tribunal especializado.

9.4. EVALUACIÓN DE UN TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.

La evaluación ex-post, se trabaja con relación al pasado, su misión es situar los resultados obtenidos en relación con los objetivos previos planteados. La valoración de los resultados puede ser una innovación tecnológica, un aporte al conocimiento o la solución de un problema técnico, económico, social o ambiental, etc. A los resultados científicos están asociados la producción científica obtenida como la presentación de ponencias en eventos, publicaciones, patentes, prototipos, premios, etc.

9.4.1. Evolución de las tesis.

En las investigaciones científicas con carácter académica, como el caso de las tesis, la evaluación ex-post se realiza mediante presentación de las tesis ante un tribunal creado para tal efecto. El acto de defensa de la tesis se realiza ante el tribunal y los oponentes designados.

Para la oponencia a las tesis se propone una guía que permite abarcar los aspectos más importantes a evaluar en el trabajo y que se muestra a continuación.

➤ **Datos generales de la tesis:**

- Título
- Autor:
- Tutor(es)
- Grado científico del tutor:

➤ **Datos del oponente:**

- Nombres y apellidos:
- Grado científico:
- Centro de trabajo:

➤ **Aspectos a evaluar.**

- Actualidad e importancia del tema presentado
 - Novedad de la investigación y valor de los resultados.
 - Contenido del trabajo (estructura y análisis de cada parte, etc.)
 - Valor científico de las conclusiones y recomendaciones
 - Utilización de la bibliografía
- Señalamientos y preguntas
- **Dudas, preguntas y señalamientos críticos.**
 - Relación de preguntas.

9.4.2. Evaluaciones de las investigaciones.

Las investigaciones científicas pueden ser evaluadas al concluir su ejecución para analizar su impacto, la forma más común de evaluación es mediante el informe final de investigación.

En la Tabla 9.2 se muestra una guía de evaluación de un informe final de investigación científica, tiene un carácter académico, pues en la práctica no se aplican habitualmente valoraciones cuantitativas de informes investigativos.

Tabla 9.2. Ejemplo de una guía de evaluación de un informe final de una investigación científica.

| Aspectos a evaluar | Excelente 10 | Bien 8 | Aceptable 6 | Deficiente 4 | Mal 2 |
|---|-------------------------|-------------------|------------------------|-------------------------|------------------|
| 1. Estructura general del trabajo. | | | | | |
| 2. Redacción y ortografía del trabajo. | | | | | |
| 3. Elaboración del resumen. | | | | | |
| 4. Elaboración de la introducción. | | | | | |
| 5. Argumentación de las soluciones teóricas. | | | | | |
| 6. Valor de los resultados. | | | | | |
| 7. Valor de las conclusiones y recomendaciones. | | | | | |
| 8. Utilización de la bibliografía. | | | | | |
| 9. Calidad de los anexos. | | | | | |
| 10. Valoración de los Métodos aplicados | | | | | |
| Total = | | | | | |

La investigación científica, además de los instrumentos institucionales de evaluación que se han presentado, debe estar sometida a una evaluación externa constante mediante la presentación de trabajos en eventos científicos, la realización de publicaciones, la concesión de patentes etc., que permitan comparar los resultados parciales o totales con otras investigaciones iguales o similares y someterlo a crítica fuera del ámbito institucional.

EJERCICIOS.

9.1. Haga una presentación oral de alrededor de 20 minutos sobre “Evaluación de la investigación”.

9.2. Evalúe un proyecto dado por el profesor mediante la guía de la Tabla 10.1.

9.3. Evalúe un informe final de investigación científica dado por el profesor mediante la guía de la tabla 9.2.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- Álvarez, L., & Ramos, J.F., (2003). Circunvalar el arte. Editorial Oriente, Santiago de Cuba.
- Baca, U. (1995). Evaluación de proyecto. Mc Graw -Hill. México.
- Berna, I J.D. (1987). Historia Social de la Ciencia. Tomo 1 y 2. Editorial de Ciencias Sociales. Ciudad de la Habana.
- Cárdenas, M. A. (1986). Evaluación y prueba de los automóviles. Editorial IPSJAE. Ciudad de la Habana.
- Castro, F. (2000). Ciencia, innovación y futuro Ediciones Especiales. Instituto Cubano del Libro, La Habana.
- Day, R.A. (1990). Cómo escribir y publicar trabajos científicos. Organización panamericana de la salud. Washington. EUA.
- De Canales, F.H., De Albarazo, E.L. & Pineda, E.B. (1986). Metodología de la investigación. Editorial Limusa. México.
- De Heredia, R., (1995). Dirección Integrada de Proyectos. DIP. Segunda Edición. Gráficas Mar-Car, S.a. Madrid.
- Dieterich, Heinz. (2000). Nueva guía para la investigación científica. Editorial Planeta Mexicana. México.
- Elaboración de referencias y citas según las normas de la American Psychological Association (APA), 5ª Edición. Extraído el 19 Julio, 2004, de <http://www.monografias.com>.
- Encarta enciclopedia. Junio 2000. <http://www.encyclopedia.msn.com>.
- García, A. (1998). Teoría y metodología de la investigación científica. Universidad Agraria de la Habana. Soporte magnético.
- Grech, P. (2001). Introducción a la ingeniería. Pearson Educación. Bogotá. Colombia.
- Hernández, R., Fernández C., & y Baptista, P., (2000). Metodología de la investigación. Mc Graw Hill. México.
- Herrera, F.H., Kostriko, P.V. & Díaz Duque J.A. (1986). Planificación de los experimentos. ENPES. Ciudad de la Habana.
- Juran. Manual de control de la calidad. Cuarta Edición.
- Manual del Inventor. (1998). Oficina Cubana de la Propiedad Industrial. Ciudad de la Habana.

Martínez, E. & et. al. (1994). Ciencia, tecnología y desarrollo: interpelaciones teóricas y metodológicas. Editorial Nueva Sociedad. Caracas.

Montgomery, D.C. (1990). Diseño y análisis de experimentos. Grupo Editorial Iberoamérica. México.

Normas y Procedimientos para la Organización, Planificación y Control de Generalización de los Resultados Científicos Técnicos. (2000). CITMA. Ciudad de la Habana.

Sáenz, T. W. . (1999). Tecnología y sociedad. Editorial "Felix Varela". La Habana.

Tamayo, M. (1987). El proceso de la investigación científica. Editorial LIMUSA. México.

Urda, M. (1999). Proyectos gerencia de ciencia e innovación tecnológica. Folleto. Soporte Magnético.

Zorrilla, S. (1988). Introducción a la metodología de la investigación. Ediciones Océano. México.

Fariñas, J. (1986). Control de la calidad en la industria azucarera. MES, La Habana.

ISO 690. (1986). Documentación. Bibliografía de referencia. Contenido, forma y estructura.

ANEXO A. GLOSARIO.

El presente glosario, recopila los conceptos más usuales de las palabras o frases usados en la presente obra.

CAPÍTULO es cada una de las grandes divisiones que se hace de un libro o informe escrito para presentar en forma ordenada los datos y facilitar su comprensión.

CONCEPTO representa las construcciones lógicas que explican un hecho o fenómeno.

EFFECTIVIDAD es la generación sistemática de resultados consistentes integrando la eficacia y eficiencia.

EFICACIA. Se puede referir como el grado en que la organización procesa insumos para obtener productos que responden a las demandas y expectativas de los clientes o actores críticos de su entorno y, consiguientemente, las satisface. La eficiencia estaría en el dominio de lo interno de la organización, mientras que la eficacia está en relación con lo externo.

EFICIENCIA. Se refiere a la relación coste/beneficio de los procesos internos de una organización. Es la relación entre recursos empleados y resultados obtenidos de manera que habrá eficiencia cuando exista una correspondencia óptima entre insumos y productos (entre "inputs" y "outputs"). Por ejemplo, se aumentará la eficiencia si con el mismo gasto se consiguen más productos que en un momento anterior.

ESTRATEGIA es un modo de relacionarse con el entorno; forma, vías, modalidades de alcanzar los objetivos propuestos.

INVESTIGACIÓN – DESARROLLO (I+D). Comprende los trabajos creativos que se emprenden de modo sistemáticos a fin de aumentar el volumen de conocimiento para concebir nuevas aplicaciones. El término I+D puede englobar las actividades de investigación básica y el desarrollo tecnológico.

INSTRUCCIÓN: Es el documento que describe de forma breve, concisa y clara una actividad.

KNOW HOW es el conocimiento técnico no divulgado, confidencial, práctico, no patentado, experiencia profesional, y destrezas y habilidades acumuladas para la producción y distribución de bienes y servicios.

MARCO TEÓRICO es la teoría del problema, amplía la descripción del problema y tiene el propósito de precisar en que corriente del pensamiento se inscribe y en que medida significa algo nuevo o complementario.

MÉTODO es un proceder ordenado y sujeto a ciertos principios o normas para llegar de una manera segura a un fin u objetivo que se ha determinado de antemano.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN es la materia que se apoya en el método científico para la obtención de nuevos conocimientos.

OBJETIVO es el resultado o producto que el investigador prevé alcanzar con la investigación.

PARÁMETRO. Una variable que tiene elementos de medición.

PROCEDIMIENTO: Modo específico de realización de una actividad. Un procedimiento escrito o documentado normalmente contiene los objetivos y alcance de una actividad, que se debe hacer y por quién, cómo, cuándo y donde debe hacerse, qué materiales, equipos y documentos deben usarse y cómo debe ser controlada y registrada la actividad.

PRODUCTIVIDAD es medida de la proporción en la cual se genera producto con relación a la utilización de cantidades determinadas de insumos. Usualmente, la productividad se mide expresando el producto en razón de un insumo seleccionado, productividad de la mano de obra, del capital, etc.

PRODUCTO es el resultado, el objeto final creado durante el proceso de trabajo.

PUBLICACIÓN es un documento en cualquier tipo de soporte editado en copias múltiples y ofrecido para la distribución general.

REGISTROS. Documento que proporciona resultados conseguidos o evidencia de actividades efectuadas. Los registros son la base de toda la estructura documental del Sistema de la Calidad, sirve para demostrar que el producto o servicio ha sido desarrollado de acuerdo con los requerimientos preestablecidos

SISTEMA es un conjunto de dos ó más elementos, de cualquier clase o naturaleza, interrelacionados entre sí y con el medio o entorno que las contiene. Pero cada sistema sí puede a su vez, agruparse en otros para constituir un sistema superior. Y así, los problemas se resuelven no aislándolos sino considerándolos parte de un problema superior, o sea, dentro de un sistema de mayor alcance y extensión. Este sistema de mayor alcance, constituye al entorno del primero.

SOPORTE es el material en el que pueden registrarse o almacenarse datos, por ejemplo: papel, película, discos magnéticos, etc.

TÉCNICA es un procedimiento, o conjunto de procedimientos, regulado y provisto de una determinada eficacia.

TEORÍA es el conjunto de leyes que sirven de base a la ciencia para explicar los hechos o fenómenos observados. Habilidad para usar esos procedimientos.

VARIABLE es toda característica de una persona, un objeto o un hecho.

VARIABLES CONTINUAS son aquellas que pueden asumir cualquier valor numérico.

VARIABLES CUALITATIVAS son aquellas que expresan una cualidad y no admiten una escala numérica de medición.

VARIABLES CUANTITATIVAS son aquellas que admiten una escala de medición.

VARIABLES DISCRETAS son aquellas que únicamente asumen valores numéricos enteros.

VARIABLES DICOTÓMICAS sólo permiten división en dos categorías.

ANEXO B. VERBOS MÁS USADOS EN LOS OBJETIVOS COGNOSCITIVOS.

NIVELES DE COMPLEJIDAD.

| I | II | III | IV | V | VI |
|--------------------|--------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Información | Comprensión | Aplicación | Análisis | Síntesis | Evaluación |
| Anunciar | Comprender | Aplicar | Analizar | Crear | Argumentar |
| Enumerar | Describir | Calcular | Contratar | Combinar | Calificar |
| Informar | Exponer | Comprobar | Catalogar | Componer | Clasificar |
| Listar | Expresar | Convertir | Comparar | Concluir | Criticar |
| Memorizar | Identificar | Demostrar | Criticar | Construir | Cuestionar |
| Nombrar | Interpretar | Dibujar | Desmenuzar | Deducir | Debatir |
| Recordar | Reafirmar | Dramatizar | Destacar | Definir | Detectar |
| Registrar | Ordenar | Ejemplificar | Diferenciar | Dirigir | Descubrir |
| Relatar | Reconocer | Emplear | Discriminar | Diseñar | Escoger |
| Repetir | Revisar | Esbozar | Discutir | Elaborar | Estimar |
| Reproducir | Traducir | Ilustrar | Distinguir | Establecer | Estructurar |
| Subrayar | Seriar | Manipular | Examinar | Explicar | Evaluar |
| | Ubicar | Medir | Experimentar | Formular | Justificar |
| | | Operar | Introducir | Generalizar | Juzgar |
| | | Practicar | Inferir | Idear | Predecir |
| | | Programar | Inspeccionar | Reunir | Pronosticar |
| | | Producir | Probar | Organizar | Seleccionar |
| | | Trasformar | Subdividir | Plantear | Valorar |
| | | Resolver | | Preparar | |
| | | Suministrar | | Proponer | |
| | | Utilizar | | Reacomodar | |
| | | | | Reconstruir | |
| | | | | Reorganizar | |
| | | | | Resumir | |
| | | | | | |

Nota: No es recomendable usar como objetivos cognoscitivos los verbos estudiar, conocer, saber, desarrollar, etc.

ANEXO C. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO INVESTIGATIVO

