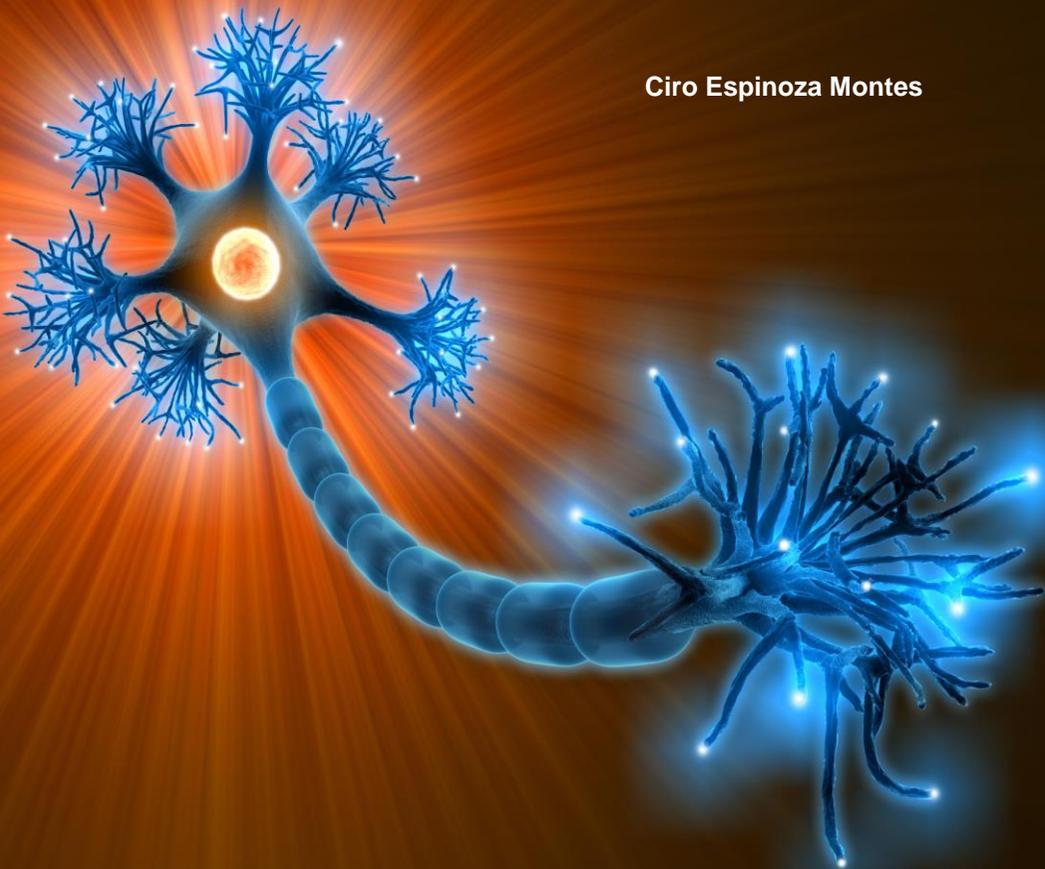


Metodología de investigación tecnológica

Pensando en sistemas

Ciro Espinoza Montes



Metodología de investigación tecnológica

Pensando en sistemas

Ciro Espinoza Montes
Profesor principal de la Facultad de Ingeniería
Mecánica de la Universidad Nacional del Centro
del Perú

Methodology of technological investigation
Systems Thinking
Student of the doctorate program in Science and
Engineering, major in Mechanical Engineering
Atlantic International University
Honolulu, Hawaii
de ID: UD5687HED11836

ciroespinoza@hotmail.com



Metodología de investigación tecnológica Pensando en sistemas

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra, por cualquier medio, sin la autorización escrita del autor.

Derechos reservados © 2010 autor-editor por Ciro Espinoza Montes
Av. Las Colinas 555, Huancayo, Perú

Primera edición

La neurona de la portada representa que en todo momento de la aplicación de la metodología debe estar pensándose en sistemas.

ISBN: 978-612-00-0222-3

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2010-03831

Impreso en Perú en marzo de 2010

Impreso por Imagen Grafica SAC, Jr. Puno 564, Huancayo, Perú

PRÓLOGO

La metodología de investigación tecnológica nos brinda las pautas para resolver problemas de la realidad y tiene base empírica porque aplica los conocimientos teóricos de la ciencia a la práctica, adoptando el método experimental en la solución de los problemas en forma sistémica.

Estos nuevos conocimientos sobre la metodología de la investigación en el campo tecnológico, van a cambiar la forma de conseguir la naturaleza de los fenómenos en el campo de las carreras de ingeniería.

Pues bien, la influencia de las corrientes filosóficas del siglo XIX, como es el caso de pragmatismo, divulgada por James, Pierson y Schilder; al sostener que el único criterio válido para juzgar la verdad de toda doctrina se ha de fundar en sus efectos prácticos; y el experimentalismo, movimiento filosófico basado en la experiencia para examinar y probar las características de un objeto o cosa, hacen que se aborden los fenómenos tecnológicos no en forma aislada, sino, interrelacionados a otros fenómenos que se presentan en la naturaleza, la sociedad y el pensamiento.

El desarrollo de metodología en el campo tecnológico, pensamos que va a influir en la consolidación de las investigaciones empíricas, ya que aporta aspectos significativos como un modo de trabajar específico que es el laboratorio y talleres, y un foco de interés que será el de dar alternativas de solución a los problemas en el campo de la tecnología de todas las ciencias.

Desde esta perspectiva, se presenta el libro sobre la metodología de investigación tecnológica con un enfoque sistémico, empírico y cuantitativo, el cual se aplica a los fenómenos tecnológicos, relacionados con su entorno y apoyado en el carácter empírico de los postulados de la investigación de las ciencias naturales.

No cabe duda, que han aparecido nuevas concepciones y tendencias metodológicas que están repercutiendo en la transformación de los planteamientos de la investigación, ya que la metodología en este campo tendrá como propósito interpretar y comprender los fenómenos tecnológicos ubicados dentro de un contexto sistémico.

Con este marco referencial, el presente libro nos aporta los aspectos más importantes y resaltantes para desarrollar investigaciones de aplicación del conocimiento, buscando los hechos o

causas de los fenómenos fácticos, prestando atención a la relación de la tecnología con las personas; considerando que no toda medición es controlada, es decir, en el objetivismo procurando reducir la subjetivismo de la observación de personas, en datos sólidos y con realidad casi estable. Confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística.

Con criterio independiente de la utilidad que cada uno puede dar a esta obra, creo que es objetivo del autor, que el lector tenga una herramienta eficiente y eficaz para realizar investigaciones que aporten al desarrollo de una sociedad justa, solidaria, próspera y democrática, teniendo en cuenta los retos de un mundo globalizado.

Mag. Juan Bautista Gómez Flores
Miembro del Consejo Directivo del
CONEAU-PERÚ

CONTENIDO

PRÓLOGO.....	5
CONTENIDO	7
LISTA DE TABLAS	11
INTRODUCCIÓN.....	13
Capítulo 1 TEORÍA DEL CONOCIMIENTO	15
1.1 El conocimiento.....	15
1.1.1 Formación del conocimiento	16
1.1.2 Datos, información y conocimiento.....	17
1.1.3 Tipos de conocimiento	19
1.2 Producción de nuevos conocimientos	20
1.2.1 Conocimiento científico y tecnológico	21
1.2.2 Conocimiento tecnológico y ecodiseño	22
1.2.3 Estrategias de capitalización de la naturaleza	23
1.3 Gestión del conocimiento	26
1.3.1 Capital intelectual.....	27
1.3.2 Cultura organizacional.....	28
1.3.3 Tecnologías de información y comunicación.....	29
1.4 Ejemplo de formación de conocimientos.....	31
1.4.1 Solución de la situación problemática	31
Capítulo 2 SISTEMA PROBLEMÁTICO.....	35
2.1 Enfoque de sistemas	37
2.1.1 Enfoque reduccionista.....	37
2.1.2 Enfoque sistémico.....	40
2.1.3 Definición de sistemas	45
2.1.4 Pensamiento sistémico	49
2.2 Técnicas de modelado.....	55
2.2.1 Modelos de caja negra	55
2.2.2 Lista de atributos.....	57
2.2.3 Caja morfológica	57
2.2.4 Modelos de caja blanca.....	58
2.3 Investigación exploratoria	61
2.3.1 Identificación del problema.....	62
2.3.2 Proceso de investigación exploratoria.....	62
2.3.3 Resultados de la investigación exploratoria	64
2.4 Ejemplo de Sistema Problemático.....	65
2.4.1 Solución de la situación problemática	66
2.4.2 Identificación del problema:.....	66
2.4.3 Proceso de investigación exploratoria.....	67
2.4.4 Resultados de la investigación exploratoria	71
Capítulo 3 PLANIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	75
3.1 Introducción	75
3.2 Definición del problema	76
3.2.1 Requisitos del Problema Científico	77
3.2.2 Formulación del Problema	77
3.2.3 Objetivos de Investigación	79

3.2.4	Justificación de la Investigación	81
3.2.5	Importancia de la investigación	82
3.3	Formulación teórica	82
3.3.1	Revisión bibliográfica	83
3.3.2	Construcción del marco teórico	84
3.3.3	Formulación de la hipótesis.....	88
3.4	Diseño de la investigación	91
3.4.1	Validez de los Diseños de Investigación	91
3.4.2	Clasificación de los diseños: por el número de variables	92
3.4.3	Clasificación de los diseños: por el método que se emplea ...	92
3.4.4	Diseños descriptivos	93
3.4.5	Diseños de Ex-post-Facto	95
3.4.6	Diseños experimentales	96
3.4.7	Diseños factoriales experimentales:.....	102
3.4.8	Diseño de aplicación	104
3.4.9	¿Cómo seleccionar el Diseño apropiado?.....	105
3.4.10	Ejemplos de diseño de investigación	106
3.5	Técnicas de recolección de datos	110
3.5.1	Técnica documental	110
3.5.2	Técnica empírica	110
3.6	Técnicas de análisis de datos.....	111
3.6.1	Estadística descriptiva.....	112
3.6.2	Puntuaciones Z	112
3.6.3	Razones y tasas.....	112
3.6.4	Estadística inferencial	113
3.6.5	Pruebas paramétricas	113
3.6.6	Pruebas no paramétricas	114
3.6.7	Análisis multivariado.....	114
3.7	Guía de evaluación de plan de investigación	115
3.8	Ejemplo de Plan de Investigación	116
Capítulo 4 PROCESO DE INVESTIGACIÓN		125
4.1	Introducción	125
4.2	Observación	128
4.2.1	Proceso de observación.....	128
4.2.2	Construcción o selección de instrumentos	129
4.2.3	Características de la observación	130
4.2.4	Evidencias	132
4.3	Medición.....	132
4.3.1	Instrumentos de medición	133
4.3.2	Determinación de la confiabilidad y validez de un instrumento de medición.....	133
4.3.3	Reglas para expresar una medida y su error	135
4.3.4	Construcción de un instrumento de medición	137
4.3.5	Codificación.....	138
4.4	Interpretación	139
4.4.1	Etapas de la interpretación de datos	140
4.5	Modelado	142

4.5.1	Introducción.....	142
4.5.2	Los Modelos.....	143
4.5.3	Clasificación de los Modelos.....	144
4.6	Ejemplo de investigación descriptiva.....	145
4.6.1	Operacionalización de variables.....	145
4.6.2	Registro de datos.....	146
4.7	Ejemplo de investigación experimental.....	147
4.7.1	Operacionalización de variables.....	147
4.7.2	Diseño del modelo.....	148
4.7.3	Tratamiento y registro de datos.....	151
Capítulo 5 COMUNICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....		153
5.1	Redacción de Informe de investigación.....	153
5.1.1	Formato y configuración del texto.....	155
5.1.2	Normas de Vancouver para referencia bibliográfica.....	163
5.1.3	Normas de MLA para referencia bibliográfica.....	168
5.1.4	Estructura del informe de investigación.....	169
5.1.5	Guía de evaluación del informe de investigación.....	174
5.2	Redacción de artículo científico.....	177
5.2.1	Estructura del artículo científico.....	177
5.2.2	Guía de evaluación de artículo científico.....	180
5.3	Exposición de la investigación.....	182
5.3.1	Competencia expositiva.....	182
5.3.2	Estructura de la presentación.....	185
BIBLIOGRAFÍA.....		187

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1: Ejemplo de datos, información y conocimiento.....	19
Tabla 1.2: Principios de ecología	23
Tabla 1.3: Aplicación de estrategias de capitalización de la naturaleza	26
Tabla 1.4: Conocimientos adquiridos del funcionamiento de sección tornos ...	32
Tabla 1.5: Aplicación de estrategias de capitalización de la naturaleza	33
Tabla 2.1: Viejo y nuevo paradigma en la ecología	40
Tabla 2.2: Herramientas del pensamiento sistémico	54
Tabla 2.3: Matriz morfológica	58
Tabla 2.4: Relaciones causales simples.....	59
Tabla 2.5: Relaciones causales complejas.....	60
Tabla 2.6: Atributos del sistema de mantenimiento	68
Tabla 2.7: Atributos y funciones del sistema de mantenimiento	68
Tabla 2.8: Selección de atributos esenciales	69
Tabla 2.9: Problemas sobre requisitos, diseño y servicio.....	71
Tabla 2.10: Matriz morfológica	73
Tabla 3.1: Tipo y nivel de investigación.....	76
Tabla 3.2: Ejemplo de formulación del problema descriptivo	78
Tabla 3.3: Ejemplo de formulación del problema experimental (ingeniería)	79
Tabla 3.4: Ejemplo de formulación del problema experimental (educación)	79
Tabla 3.5: Ejemplo de formulación del objetivo descriptivo	80
Tabla 3.6: Ejemplo de formulación de objetivo experimental (ingeniería)	80
Tabla 3.7: Ejemplo de formulación de objetivo experimental (educación).....	81
Tabla 3.8: Pasos para realizar la revisión bibliográfica.....	83
Tabla 3.9: Ejemplo de formulación de hipótesis descriptiva	89
Tabla 3.10: Ejemplo de formulación de hipótesis experimental (ingeniería).....	90
Tabla 3.11: Ejemplo de formulación de hipótesis experimental (educación)	90
Tabla 3.12: Tabla de registro de datos de diseño 2x2.....	103
Tabla 3.13: Tabla de registro de datos de diseño 2x2x2	104
Tabla 3.14: Tipo, hipótesis y diseño de investigación.....	106
Tabla 3.15: Diseño descriptivo	107
Tabla 3.16: Diseño experimental unifactorial.....	108

Tabla 3.17: Diseño experimental trifactorial	109
Tabla 4.1: Matriz de tratamientos	130
Tabla 4.2: Matriz de medición	130
Tabla 4.3: Tipos de investigación y características de la observación	131
Tabla 4.4: Dato, teoría e hipótesis.....	132
Tabla 4.5: Medida, error y expresión.....	135
Tabla 4.6: Expresión incorrecta y correcta de medidas.....	136
Tabla 4.7: Unidades de medida incorrecta y correcta	136
Tabla 4.8: Ejemplo de tabla de frecuencias.....	140
Tabla 4.9: Hoja de cotejo de Auditoria de mantenimiento	141
Tabla 5.1: Formato de estilos	162
Tabla 5.2: Destrezas y actitudes de un expositor extraordinario	182
Tabla 5.3: Estructura de una exposición extraordinaria.....	185

INTRODUCCIÓN

Cuando deseamos realizar una investigación tecnológica, tenemos dificultades en encontrar un método que nos guíe en el proceso. La mayor bibliografía aborda problemas sociales o psicológicos en su nivel básico por la dificultad de realizar experimentos donde la participación de personas no permite el control de muchas variables.

En el otro extremo, la realización de investigaciones en ingeniería se ha reducido a experimentos aislados donde se logra un total control de las variables y su aleatorización correspondiente. Se aísla al objeto de investigación de su interacción con las personas y de los procesos que realizan otras disciplinas. Como resultado obtenemos crisis personales, sociales y ambientales producidas por la interacción hombre máquina.

El desafío que me propuse fue contribuir con los investigadores para abordar los problemas en forma sistémica y utilizando un método coherente. Los problemas tecnológicos no están aislados en las máquinas o en las personas sino que ocurren cuando estos están funcionando, es decir, cuando las máquinas están siendo operadas por personas produciendo productos o servicios que tienen efectos positivos o negativos en el medio ambiente, por lo que la metodología que se propone la pueden utilizar diferentes disciplinas, aunque lo recomendable es trabajar en forma multidisciplinaria.

Realizar una investigación que aborde la complejidad de los fenómenos, no solo requiere de un método, el aspecto más importante es el pensamiento del investigador. El pensamiento sistémico permitirá observar la complejidad dinámica de los fenómenos y no limitarse a la complejidad de detalles que nos lleva al reduccionismo. Para lograr tener un pensamiento adecuado, el factor fundamental es la percepción de las personas, es la persona quien percibe los objetos como sistemas ó como elementos agrupados sin ninguna relación.

Para realizar investigaciones que aporten al desarrollo de la humanidad, es necesario tener una concepción clara del funcionamiento de la realidad, capacidad para definir un sistema problemático del objeto de investigación, planificar la investigación considerando la interacción del problema seleccionado con los otros problemas del sistema, realizar el proceso de investigación utilizando herramientas que ayuden a percibir el objeto de

investigación como un sistema y comunicar la investigación para que finalmente pueda ser utilizada por la sociedad.

En el primer capítulo se desarrolla la teoría del conocimiento que tiene como finalidad ayudar a percibir la realidad desde la perspectiva de la formación, producción y gestión del conocimiento. En su contenido se desarrolla el conocimiento, producción de nuevos conocimientos, gestión del conocimiento y un ejemplo de formación del conocimiento.

En el segundo capítulo se desarrolla el sistema problemático, que tiene como finalidad construir el sistema problemático del objeto de investigación. Para lo cual se aborda los temas: enfoque de sistemas, técnicas de modelado, investigación exploratoria y ejemplo de formulación de un sistema problemático.

En el tercer capítulo se trata la planificación de la investigación que tiene como propósito formular el plan de investigación o el plan de tesis. Los contenidos del capítulo son: definición del problema, formulación teórica, diseño de la investigación, técnica de recolección de datos, técnica de análisis de datos y ejemplo de plan de investigación.

En el cuarto capítulo se despliega el proceso de investigación que tiene como propósito realizar la observación, medición, interpretación y modelado del objeto de investigación mediante la recolección de datos y la abstracción. Contiene: observación, medición, interpretación, modelado y ejemplos de investigación descriptiva y experimental.

En el último capítulo se desarrolla la comunicación de la investigación cuyo propósito es comunicar en forma escrita y oral los resultados de la investigación utilizando técnicas y normas. Contiene: redacción del informe de investigación, redacción del artículo científico y exposición de la investigación.

Quiero agradecer a los estudiantes de la maestría en Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional del Centro del Perú y a todos los profesionales a quienes he asesorado sus investigaciones, por sus preguntas, objeciones y recomendaciones que permitieron validar cada herramienta que se expone en el libro. Quiero agradecer, de manera especial, a la Lic. Rocío Vargas Ramón por permitirme incluir algunas partes y procedimientos de su trabajo de tesis de maestría y por haber revisado el contenido de todo el libro. Agradezco también a la profesora Carla Martínez Chuquiwayta por la revisión ortográfica del primer borrador.

Capítulo 1

TEORÍA DEL CONOCIMIENTO

1.1 El conocimiento

Conocimiento es tener creencias debidamente argumentadas, ya sea empíricamente o por su coherencia lógica con otras creencias. La creencia existe cuando se acepta que una proposición puede ser verdadera o falsa y tiene criterios o indicadores que nos permitan elegir.

Para la Real Academia Española, conocimiento es la acción de averiguar por el ejercicio de las facultades intelectuales la naturaleza, cualidades y relaciones de las cosas.

Nonaka y Takeuchi (1995), definen al conocimiento como, “La creencia en una verdad justificada”, esto quiere decir que si se cree en una proposición de conocimiento ésta solo puede ser justificada por hechos, siendo esta definición a mi juicio una de las de mayor peso.

En todo conocimiento podemos distinguir cuatro elementos:

- El sujeto que conoce.
- El objeto conocido.
- La operación misma de conocer.
- El resultado obtenido que es la información recabada acerca del objeto.

Dicho de otra manera: el sujeto se pone en contacto con el objeto y obtiene una información acerca del mismo. Cuando existe congruencia o adecuación entre el objeto y la representación interna correspondiente, decimos que estamos en posesión de una verdad.

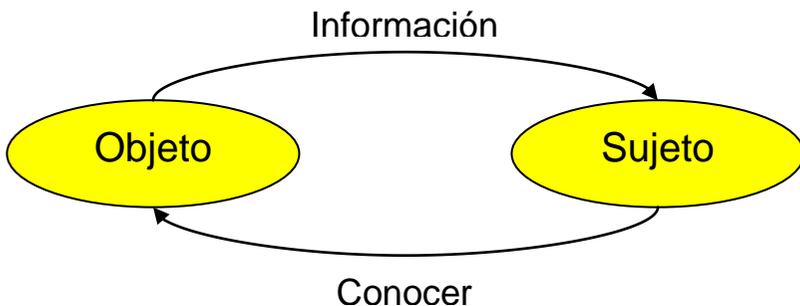


Figura 1.1: Elementos del conocimiento

1.1.1 Formación del conocimiento

Al observar la realidad se identifican una serie de hechos con características observables que se colectan para obtener los datos, al analizar estos datos obtenemos información que una vez asimilados se convierten en conocimientos. La frecuente aplicación de los conocimientos hace que obtengamos sabiduría.



Figura 1.2: Formación del conocimiento

Los datos están localizados en el mundo y el conocimiento está localizado en agentes (personas, organizaciones,...), mientras que la información adopta un papel mediador entre ambos conceptos.

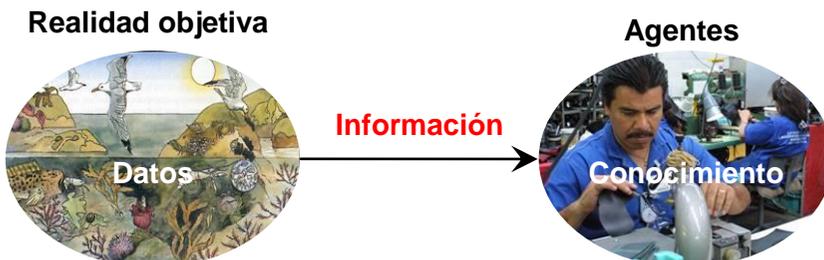


Figura 1.3: Información como mediador entre datos y conocimiento

Lo que fluye entre agentes distintos nunca es conocimiento como tal, sino datos (información).



Figura 1.4: Información fluye entre agentes

Es posible aproximar el conocimiento de dos agentes que comparten los mismos datos, pero debido a sus experiencias anteriores y a las diferencias en el modo de procesar los datos (modelos mentales, modelos organizacionales), nunca tendrán las mismas tendencias para la acción, ni estados idénticos de conocimiento.

Sólo podemos conseguir aproximaciones, ya que el contexto interno y externo de un agente siempre es diferente a otro.

1.1.2 Datos, información y conocimiento

Un conjunto de datos genera información, un conjunto de informaciones genera conocimiento y un cúmulo de conocimientos genera sabiduría.

Los **datos** son el resultado de una medición objetiva. Un dato no genera acciones concretas ni permite la toma de decisiones pues carece de valor para un problema o análisis. Por ejemplo: rojo, 5 horas, 45 % de carbono, 39°C, etc.

La **información** es el resultado de la síntesis de un conjunto de datos relacionados. Aparece cuando un dato o grupo de datos es de utilidad para un tomador de decisiones. Una vez asociados los datos a un objeto y organizados se convierten en información. Por ejemplo: el color rojo asociado a un semáforo significa “no cruzar la calle”, 5 horas

asociado a una máquina sin trabajar significa “cinco horas de parada de máquina”, 45 % de carbono asociado a un acero significa “acero con alto contenido de carbono”, 39°C de temperatura asociado al cuerpo de una persona significa que “la persona tiene fiebre”, etc.



Figura 1.5: Jerarquía entre datos, información, conocimiento y sabiduría

El **conocimiento** se obtiene de un conjunto de informaciones aplicadas, que permite prever y planificar. Es cuando sugiere alternativas de acción de acuerdo a la información disponible. La información asociada a un **contexto** y a una **experiencia** se convierte en conocimiento. Por ejemplo: si el semáforo está en rojo no puedo cruzar la calle porque podría causar un accidente; si una máquina tiene 5 horas de parada por día, significa que su vida útil económica no es óptimo; si un acero tiene 45% de contenido de carbono puedo utilizarlo para fabricar una herramienta de corte para carpintería; si el paciente tiene 39°C de temperatura corporal significa que tiene una infección y es necesario reducirle la temperatura y realizar otros estudios.

La sabiduría es el cúmulo de conocimientos que toda persona posee sobre los temas que domina. El conocimiento asociado a una persona y a una serie de habilidades personales se convierte en Capital Humano.

El conocimiento asociado a una organización y a una serie de capacidades organizativas se convierte en Capital Intelectual.

Tabla 1.1: Ejemplo de datos, información y conocimiento

DATOS	INFORMACIÓN	CONOCIMIENTO
rojo	Rojo en un semáforo	Si el semáforo está en rojo no puedo cruzar la calle porque podría causar un accidente
5 horas	5 horas de parada de una máquina por día	Si una máquina tiene 5 horas de parada por día, debe realizarse overhaul para mejorar su vida útil económica.
0.45 % de carbono	0.45 % de contenido de carbono de un acero	si un acero tiene 0.45% de contenido de carbono puedo utilizarlo para fabricar una herramienta de corte para carpintería
39°C	39°C de temperatura corporal en un paciente	Si el paciente tiene 39°C de temperatura corporal significa que tiene una infección y es necesario reducirle la temperatura y realizar otros estudios

1.1.3 Tipos de conocimiento

Existen dos tipos de conocimiento: el conocimiento tácito y el conocimiento explícito.



Figura 1.6: Conocimiento tácito y explícito

El **conocimiento tácito** es aquél que es difícil de formalizar y comunicar, que reside en la mente de las personas o en la interacción grupal, como, por ejemplo, habilidades profesionales, habilidades de pensamiento, valores, actitudes, emociones, habilidades sociales,

creencias, entre otros. El conocimiento tácito es inherente a las personas, se basa en su experiencia y es la base para la innovación.

Nonaka (1999) sostiene que “La clave para la innovación reside en liberar el conocimiento tácito, personal, de los miembros de la organización”.

El **conocimiento explícito** es aquél susceptible de ser codificado y transferible a través del lenguaje formal y sistemático. Por ejemplo, diseño de productos, los manuales de la organización, las patentes, los procesos formalizados de la empresa, las políticas.

1.2 Producción de nuevos conocimientos

Resolver los problemas de la sociedad y la naturaleza requiere de la producción de nuevos conocimientos que enfoquen la realidad en forma sistémica y ecológica.

La sociedad requiere de tecnologías que sean amigables con la naturaleza con el fin de no dañar más la biosfera. Al enfocar los problemas tecnológicos debemos considerar el sistema industrial en la que se encuentra dicho problema, para estudiarlo en ese contexto y hacer propuestas que permitan soluciones armoniosas con la naturaleza.

El proceso de creación del conocimiento es un proceso de interacción entre conocimiento tácito y explícito que tiene naturaleza dinámica y continua. Se constituye en una espiral permanente de transformación ontológica interna de conocimiento, desarrollada siguiendo cuatro fases: socialización, exteriorización, combinación e interiorización (figura 1.7).

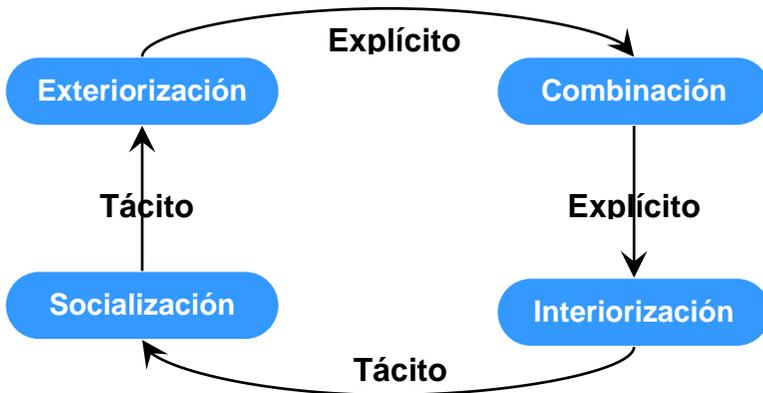


Figura 1.7: Proceso de construcción del conocimiento

Socialización (Tácito a Tácito): Es el proceso de adquirir conocimiento tácito a través de compartir experiencias entre personas por medio de exposiciones orales, documentos y tradiciones. Por ejemplo, los aprendices trabajan muy de cerca con los maestros, observando, imitando sus acciones y practicando las experiencias.

Exteriorización (Tácito a Explícito): Es el proceso de convertir conocimiento tácito en conceptos explícitos integrándolo en la cultura de la organización. Siendo el conocimiento tácito difícil de comunicar, se hace tangible mediante el uso de metáforas, analogías, hipótesis, modelos y teoremas. Es la actividad esencial en la creación del conocimiento. Por ejemplo, al elaborar un informe del mantenimiento de una máquina, al interpretar los datos en un trabajo de tesis, al sistematizar las experiencias de un equipo de trabajo, al diseñar una máquina.

Combinación (Explícito a Explícito): Es el proceso de crear conocimiento explícito, ocurre al reunir conocimiento explícito proveniente de cierto número de fuentes para categorizar, confrontar, clasificar y formar base de conocimientos. Por ejemplo, utilizar un marco teórico para solucionar problemas, intercambiar información en conversaciones telefónicas para tomar decisiones, realizar dinámicas grupales para resolver problemas, realizar investigaciones explicativas basadas en descriptivas.

Interiorización (Explícito a Tácito): Es un proceso de incorporación de conocimiento explícito en conocimiento tácito, que analiza las experiencias adquiridas en la puesta en práctica de los nuevos conocimientos y que se incorpora en las bases de conocimiento tácito de los miembros de la organización. Por ejemplo, formación de hábitos basado en las normas organizacionales, adopción de modelos mentales compartidos, desarrollar actividades basándose en un manual, probar teorías antes de aplicarlas, realizar experimentos basados en un marco teórico.

1.2.1 Conocimiento científico y tecnológico

El conocimiento científico se produce investigando el objeto en el pasado y en el presente, mientras que el conocimiento tecnológico se logra por la investigación tecnológica que ensaya posibles comportamiento futuros del objeto.

El investigador científico, aplica encuestas y recoge información con el fin de describir, explicar y resolver problemas de la realidad. Esto lo hace buscando datos en el pasado o haciendo un corte en el presente. Su nivel de generalización requiere de una población y una

muestra representativa aleatorizada para reducir el error y mejorar la fiabilidad de los resultados.

El Investigador tecnológico trabaja sobre problemas solucionados y cuyas "soluciones" se han constituido a su vez en nuevos problemas. Repiensa la actuación que esta haciendo sobre el objeto y con el objeto. Repensar la actuación, reflexionar sobre la acción que se hace con la máquina (objeto) es observar el trabajo realizado, es pensar en los objetivos que se deberían alcanzar con ese trabajo, es procurar las posibilidades de ampliar la vida útil de la máquina reduciendo o eliminando los desperdicios durante y después de su funcionamiento.

Luego, si la Investigación Tecnológica es distinta a la investigación científica, aunque ambas puedan perseguir finalidades similares; los objetos de estudio y los procedimientos para hacer la investigación tecnológica deben ser diferentes.

1.2.2 Conocimiento tecnológico y ecodiseño

El calentamiento global y la contaminación de la biósfera, han sido causados por conocimientos tecnológicos que fueron producidos sin considerar su impacto en el sistema ecológico.

Las innovaciones tecnológicas realizadas aplicando el Ecodiseño han generado beneficios importantes a las empresas que los aplicaron. Aplicar Ecodiseño en la construcción de edificios, por ejemplo, ha significado aprovechar mejor la energía del sol y del viento; mediante formas y orientaciones adecuadas han optimizado la iluminación, calefacción y refrigeración natural pasivas; como consecuencia, enormes ahorros en energía.

Según Capra (2003) para producir nuevos conocimientos es necesario aplicar nuestros conocimientos de ecología para rediseñar nuestra tecnología y nuestras instituciones sociales. Es decir, debemos aplicar los principios de ecología para construir conocimientos tecnológicos.

Entonces, la producción de nuevos conocimientos debe estar conjugada con nuestra actitud de aprendizaje de la naturaleza. Producir nuevos conocimientos tecnológicos exige ser competente en Ecodiseño, actitud de armonía con la naturaleza y la comprensión de los principios que rigen los ecosistemas.

Tabla 1.2: Principios de ecología

Principio	Descripción
Redes	En todos los niveles de la naturaleza encontramos sistemas vivos dentro de otros sistemas: redes dentro de redes. Sus límites no son contornos de separación, sino de identidad. Todos los sistemas vivos se comunican y comparten recursos a través de sus perímetros.
Ciclos	Para mantener su vida los sistemas vivos necesitan alimentarse de flujos continuos de materia y energía procedentes de su medio, y todos ellos producen residuos. Sin embargo, ningún ecosistema genera residuos netos, puesto que el residuo de una especie es siempre el alimento de otra. En consecuencia, la materia circula constantemente a través de la trama de la vida.
Energía solar	La energía del sol, transformada en energía química por la fotosíntesis de las plantas verdes, constituye la fuerza que impulsa los ciclos ecológicos.
Asociación	Los intercambios de energía y recursos están sustentados por una cooperación omnipresente, en todo ecosistema. La vida no se extendió sobre el planeta por medio de la lucha, sino de la cooperación, la asociación y el funcionamiento en red.
Diversidad	Los ecosistemas alcanzan estabilidad y resistencia gracias a la riqueza y la complejidad de sus redes ecológicas. Cuanto más grande sea su biodiversidad, mayor será su resistencia.
Equilibrio dinámico	Todo ecosistema es una red flexible en fluctuación perpetua. Su flexibilidad es consecuencia de múltiples bucles de retroalimentación que mantienen al sistema en un estado de equilibrio dinámico. Ninguna variable es maximizada en exclusiva, sino que todas fluctúan en torno a sus valores óptimos.
Fuente: Capra (2003), pág. 294	

1.2.3 Estrategias de capitalización de la naturaleza

La producción de nuevos conocimientos mediante la investigación tecnológica, debe evitar la escasez, perpetuar la abundancia, y suministrar una base sólida para el desarrollo social en base a la gestión responsable y asegurando la prosperidad futura de la naturaleza.

Hawken; Lovins y Lovins en su *Natural Capitalism* presentan cuatro estrategias principales del capital natural que son medios para que países, empresas y comunidades operen valorando todas formas de capital.

1. Productividad radical del recurso. El incremento de manera radical de la productividad del recurso es la piedra angular del capital natural porque usar los recursos eficazmente tiene tres beneficios importantes: disminuye la velocidad de su reducción, baja la contaminación, y provee una base para incrementar el empleo mundial con los trabajos significativos. El resultado puede ser gastos más bajos para la empresa y la sociedad.

Paul Hawken (1999) sostiene que se puede sustituir el uso de la madera en la construcción de viviendas con docenas de materiales hechos a partir de arroz y espigas de trigo, papel prensado y tierra. Se están diseñando comunidades que podrían eliminar en un 40 o 60% el uso del automóvil. Las compras por Internet pueden hacer obsoletos a los súper mercados.

Paul Hawken también afirma que la tecnología actual permite almacenar increíbles cantidades de información en piezas microscópicas, diodos que emiten luz durante 20 años sin la necesidad de bombillas; lavadoras ultrasilenciosas que no necesitan agua, calor o jabón; materiales superligeros más fuertes que el acero; papel que se puede reimprimir y “desimprimir” de nuevo; tecnologías que reducen o eliminan la necesidad de plaguicidas o fertilizantes; polímeros que pueden generar electricidad a partir del talón de tu zapato; y techos y carreteras que se utilizan además como colectores de energía solar. Algunas de estas tecnologías resultarán poco prácticas o tendrán incluso efectos secundarios indeseados. Pero a pesar de ello, hay mil otras tecnologías haciendo cola, que van contra la corriente derrochadora actual y en pos de una mayor productividad de los recursos.

2. Biomimicry. Es la ciencia de la innovación que emula a la naturaleza con la finalidad de encontrar soluciones prácticas a nuestras necesidades. Reducir el caudal de proceso y transferencia de derroche de materiales y eliminar el hábito de generar desperdicio, se puede lograr rediseñando los sistemas industriales sobre líneas biológicas que cambian la naturaleza de los procesos industriales y los materiales, permitiendo el uso repetido constante de materiales en los ciclos cerrados ininterrumpidos, y a menudo la eliminación de la toxicidad.

Nuestro mundo sería mucho más sano, inteligente y efectivo solo si los diseñadores, ingenieros, arquitectos e incluso los políticos antes de tomar una decisión se hicieran solo una pregunta,... “¿cómo lo solucionaría la naturaleza?”...

3. Economía de servicio y flujo. Esto requiere de un cambio fundamental en la relación entre productor y consumidor, cambiar de

una economía de productos y compras por otro de servicio y flujo. En esencia, una economía que está basada en una circulación de servicios económicos puede proteger los servicios de ecosistema sobre los que depende mejor. Esto implicará una nueva percepción valiosa, un cambio de la adquisición de productos como una medida de la riqueza a una economía donde la recepción ininterrumpida de la calidad, la utilidad y el rendimiento promueve el bienestar.

Amory Lovins (1976) en su ensayo "Estrategia de la energía: ¿El camino que no se ha seguido?", argumenta que, en lugar de perseguir un aumento constante del suministro de energía, hay que plantearse cómo suministrar el uso final de la energía con el menor costo posible. Dicho de otro modo, a los consumidores no les interesan los kilowattshora, las unidades térmicas o los gigajulios. Los consumidores quieren lugares de trabajo bien iluminados, duchas calientes, hogares confortables, transporte eficaz... La gente quiere el servicio que proporciona la energía. Lovins plantea que en lugar de producir energía nuclear se construya casas con conceptos de aislante térmico.

4. Invertir en capital natural. El capital natural empieza a ser el factor limitante del progreso humano, esto será aún más crítico en el futuro. Esto sirve para recuperar la destrucción planetaria a través de reinversiones en el sostenimiento, restitución y ampliación de acciones de capitalización de la naturaleza con la finalidad de que la biosfera pueda producir servicios de ecosistema más abundantes y recursos naturales.

En el próximo siglo la población humana se duplicará y la disponibilidad de servicios ecológicos per cápita disminuirá considerablemente, es de esperar que el valor del capital natural aumente en proporciones similares a estos cambios.

Invertir para sostener, restaurar y expandir las reservas de capital natural para que la biosfera pueda producir más servicios de ecosistemas y más recursos naturales será el dinero mejor invertido en el futuro.

Los servicios de los ecosistemas y los recursos naturales deben ser restaurados, sostenidos y ampliados después de décadas de degradación, para lo cual se debe recompensar e invertir en empresas que logren los tres primeros principios.

Las barreras que se tiene que vencer para lograr restaurar el Capital Natural son: presiones financieras de retorno de capital en corto plazo (la naturaleza toma su tiempo), prácticas contables rígidas (la naturaleza no otorga factura), prácticas de compras (cuando llueve moja a todos), el diseño no solo debe satisfacer al cliente (la naturaleza

es el cliente más importante), el proceso de fabricación genera desperdicios (la naturaleza convierte los desperdicios en insumos de otros), la operación y funcionamiento de máquinas genera emisiones contaminantes (¿cómo convertir estas emisiones en recursos?), los sistemas de medición imprecisos (no muestran por ejemplo el aporte al calentamiento global del funcionamiento de máquinas), y los programas de recompensa y reconocimiento no considera las contribuciones a la Naturaleza.

Las cuatro estrategias están interrelacionadas y son interdependientes; éstas generan numerosos beneficios y oportunidades de mercado, financieras, de materiales, de distribución y de empleo. Juntos pueden reducir el daño ambiental, crear el crecimiento económico e incrementar el empleo significativamente.

En la tabla 1.3 damos algunos ejemplos de estrategias de generación de capital natural.

Tabla 1.3: Aplicación de estrategias de capitalización de la naturaleza

Información o problema	Productividad del recurso	Biomimicry	Economía de servicio	Inversión en capital natural
70% de disponibilidad de máquinas.	Elevar la vida útil económica de las máquinas.		Asegurar la disponibilidad y confiabilidad de la máquina.	
Los cafetaleros solo usan el 3.7% de la planta	Elevar el porcentaje de uso de la planta del café	Utilizar la biomasa del café para cultivar setas tropicales	Identificar necesidades de consumidores de setas.	
Elevado consumo de energía eléctrica.	Reducir consumo de energía reduciendo fricción.			Emplear energía solar.

1.3 Gestión del conocimiento

Es un proceso que ayuda a las organizaciones a identificar, seleccionar, organizar, diseminar y transferir la información importante y experiencia para transformarlo en valor para la organización y sus clientes.

Los objetivos que busca la gestión del conocimiento son:

- Crear un banco de conocimientos.

- Mejorar el acceso al conocimiento por los miembros de la organización.
- Crear un ambiente interno para el intercambio de conocimiento.
- Administrar el conocimiento como un activo organizacional.

El conocimiento es un capital intangible y por lo tanto debe ser utilizado. Tener conocimientos para almacenarlos es como tener dinero debajo del colchón, solo existe para decir “tengo”. Para que el conocimiento sea útil debemos gestionarlo.



Figura 1.8: Elementos de Gestión de Conocimiento

Los elementos de la gestión del conocimiento son: el capital intelectual, las tecnologías de información y comunicación y la cultura organizacional.

El **Capital Intelectual** está basado en la valoración del Know – How de la organización, sus patentes y marcas de forma sistematizada. La **cultura organizacional** basada en el impulso de una cultura organizativa orientada a compartir conocimiento y al trabajo cooperativo. Las **Tecnologías de Información y Comunicación** que facilitan la generación, el almacenamiento y el acceso al conocimiento que genera la organización.

1.3.1 Capital intelectual

El Capital Intelectual es el conjunto de activos intangibles con los que cuenta la organización. Éstos, se están convirtiendo, cada día con mayor peso, en la clave del éxito competitivo de las organizaciones, por lo que su identificación, medición y evaluación es un campo de estudio

cada vez más relevante desde el punto de vista de la Gestión y la Producción.

Según Euroforum (1998, p. 35), el Capital Intelectual se divide en tres: capital humano, estructural y relacional:

El **Capital Humano** se refiere al conocimiento útil para la empresa que poseen las personas, así como su capacidad para regenerarlo; es decir, su capacidad para aprender. Es aquel que pertenece básicamente a las personas, puesto que reside en ellas y es el individuo el centro de su desarrollo y acumulación, por lo que su nivel de análisis es eminentemente individual. Por ejemplo, la satisfacción del personal, las actitudes de los individuos, las capacidades intelectuales, habilidades sociales, competencias profesionales, capacidad de liderazgo y de trabajo en equipo.

El **Capital Estructural** es el conjunto de conocimientos que son propiedad de la empresa y que queda en la organización cuando las personas la abandonan, ya que es independiente de las mismas. Se construye mediante la sistematización del capital humano y la apropiación de la organización. Por ejemplo, la cultura organizativa, los procesos de reflexión estratégica, y otros relativos a la tecnología, como la propiedad intelectual de la empresa, las tecnologías de proceso y producto, las tecnologías de la información o los procesos de innovación.

El **Capital Relacional** es el conjunto de relaciones que la empresa mantiene con el exterior o bien con los agentes internos. Por ejemplo, la lealtad de los clientes, la satisfacción del cliente, la notoriedad de la marca, la reputación de la empresa, así como las interrelaciones con proveedores y otros agentes.

1.3.2 Cultura organizacional

La cultura organizacional es el sistema de valores y creencias que sirve de fundamento para el comportamiento de las personas. Es un patrón complejo de creencias, expectativas, ideas, valores, actitudes, y conductas compartidas por los integrantes de una organización.

La visión y las estrategias deben permitir la gestión del conocimiento. Implementar un proceso de sistematización del conocimiento individual y de las experiencias de los trabajadores, para compartirlas mediante capacitación con otros miembros de la organización.

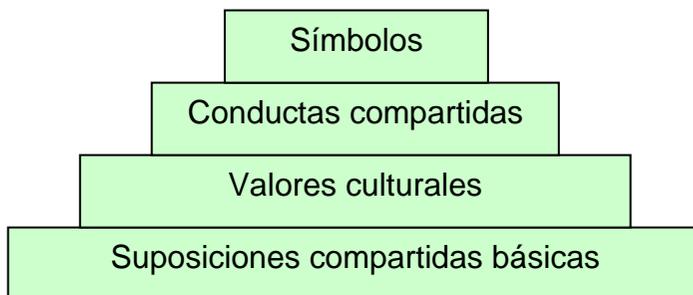


Figura 1.9: Niveles de la cultura organizacional

Según Amorós (2007), la cultura organizacional existe en diversos niveles. El **primer** nivel es el de las suposiciones compartidas básicas, que representan creencias sobre la realidad y la naturaleza humana que se dan por sentadas.

El **segundo** nivel es el de los valores culturales, que representan creencias, supuestos y sentimientos compartidos sobre cosas que son valiosas, buenas, normales, racionales, etc. Los valores culturales son muy diferentes en cada organización, en alguna los empleados estarán muy interesados en el dinero, mientras que en otras lo estarán en la innovación tecnológica, en el bienestar del empleado, o en la generación de conocimientos. Estos valores tienden a persistir en el tiempo, incluso cuando cambian los integrantes de la organización.

El **tercer** nivel es el de las conductas compartidas, que incluye normas, es más visible y, en cierta forma, más fácil de cambiar que los valores. La razón, al menos en parte, es que la gente tal vez no está consciente de los valores que los une.

El **cuarto** nivel de la cultura organizacional está integrado por símbolos culturales que son palabras, imágenes, objetos físicos con un significado particular dentro de una organización.

Si el concepto de **conocimiento** está integrado en el primer o segundo nivel, tenemos una organización que aprende, aunque se cambie las personas que lo dirigen. Si están integradas en los dos últimos niveles, es menos sostenible.

1.3.3 Tecnologías de información y comunicación

Se denominan Tecnologías de Información y Comunicación al conjunto de tecnologías que permiten la adquisición, producción, almacenamiento, tratamiento, comunicación, registro y presentación de informaciones, mediante la voz, imágenes y datos contenidos en señales de naturaleza acústica, óptica o electromagnética.

Las TICs usan a la electrónica como tecnología base y agrupa a las tecnologías de telecomunicaciones, informática y audiovisual.

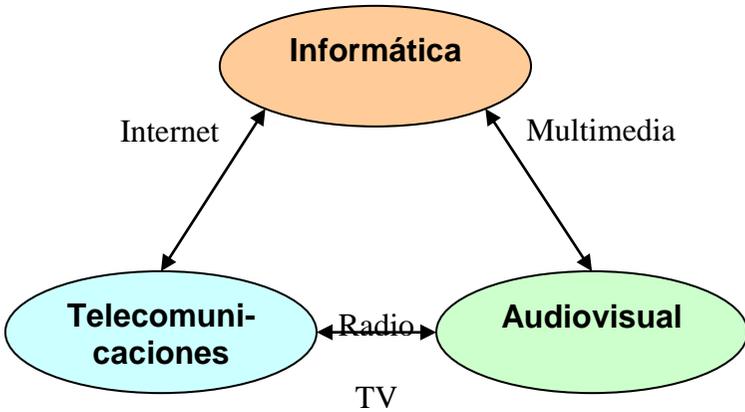


Figura 1.10: Tecnologías de información y comunicación

La tecnología informática es la que permite almacenar y procesar la información, la de telecomunicaciones permite su transmisión a grandes distancias y la mass media incorpora el audio y vídeo a la información.

Las Tecnologías de Información y Comunicación han dado origen a la globalización, facilitando la interconexión entre las personas e instituciones a nivel mundial, y eliminando barreras espaciales y temporales.

Las TICs convierten la información, tradicionalmente sujeta a un medio físico, en inmaterial. Mediante la digitalización es posible almacenar grandes cantidades de información, en dispositivos físicos de pequeño tamaño (discos, CD, memorias USB, etc.). A su vez los usuarios pueden acceder a información ubicada en dispositivos electrónicos lejanos, que se transmite utilizando las redes de comunicación, de una forma transparente e inmaterial.

Las aplicaciones o programas multimedia han sido desarrollados como una interfaz amigable y sencilla de comunicación, para facilitar el acceso a las TICs de todos los usuarios. Una de las características más importantes de estos entornos es la interacción entre las personas. A diferencia de las tecnologías clásicas (TV, radio) que permiten una interacción unidireccional, de un emisor a una masa de espectadores pasivos, el uso de la computadora interconectada mediante las redes digitales de comunicación, proporciona una comunicación bidireccional (sincrónica y asincrónica), persona-

persona y persona- grupo. Se está produciendo, por tanto, un cambio hacia la comunicación entre personas y grupos que interactúan según sus intereses, conformando lo que se denomina "comunidades virtuales". El usuario de las TICs es por tanto, un sujeto activo, que envía sus propios mensajes y, lo más importante, toma las decisiones sobre el proceso a seguir: secuencia, ritmo, código, etc.

1.4 Ejemplo de formación de conocimientos

Durante el proceso de investigación o innovación, el conocimiento nos da la capacidad de actuar para producir resultados, dichos resultados se logran con una gestión adecuada de los conocimientos.

El sujeto que conoce, desarrolla un conocimiento tácito que constituye su capital intelectual, pero éste conocimiento, para que sea aplicado a las organizaciones y a la sociedad, debe ser sistematizado, una vez convertido en conocimiento explícito ya es posible contar con capital organizacional y relacional para el funcionamiento adecuado de las organizaciones.

Observando el funcionamiento de la *Sección Tornos* de la empresa *Máquinas Limpias S.A.C.*, se desarrollará una matriz de formación de conocimiento a partir de identificar datos que se trabajan día a día. Con los datos se construirá la información correspondiente y con éste los conocimientos. A cada información identificada se formulará las estrategias que permitirán contribuir con la solución de los problemas de la organización en estudio.

La empresa Maquinas Limpias SAC se dedica a la fabricación de máquinas para procesar la madera y los alimentos. Las máquinas con que cuenta son antiguas de funcionamiento totalmente mecánico o en algunos casos con controles eléctricos.

Algunas máquinas son fabricadas en serie y otras en forma unitaria y a pedido. En este ejemplo nos enfocamos en el funcionamiento de la Sección Tornos.

1.4.1 Solución de la situación problemática

Objeto de estudio: Sección tornos de la empresa *Máquinas Limpias S.A.C.*

Datos que se registran: Horas hombre, % de disponibilidad.

Datos que no se registran: Duración del filo de cuchillas, producción de viruta por día, consumo de energía.

En la tabla 1.4 se incluyen los datos que se registran y aquellos que la empresa no registra. Luego, para cada **dato** se define la **información** y de este se obtiene el **conocimiento** que ayuda a tomar una decisión.

Tabla 1.4: Conocimientos adquiridos del funcionamiento de sección tornos

DATOS	INFORMACIÓN	CONOCIMIENTO
3 HH	Cada persona desperdicia 3 horas hombre por día.	Si cada persona desperdicia 3 horas hombre por día, debe rediseñarse su proceso de trabajo para eliminar o reducir el tiempo muerto.
60% de disponibilidad	60% de disponibilidad de máquinas en la sección tornos.	Si existe un 60% de disponibilidad de máquinas en la sección tornos, debe realizarse mantenimiento dirigido a incrementar la vida útil económica de las máquinas.
Cuchillas sin filo	Las cuchillas pierden el filo rápidamente.	Si las cuchillas pierden el filo rápidamente, deben seleccionarse los regímenes de corte apropiados, mejorar la técnica de afilado y seleccionar el material de la cuchilla adecuada.
100 Kg de viruta por día	En la sección tornos se produce 100 Kg de viruta por día	Si en la sección tornos se produce 100 Kg de viruta por día, debe rediseñarse los componentes para generar menos desperdicio durante el conformado por arranque de viruta.
Alto consumo de energía	Elevado consumo de energía eléctrica.	Si es elevado consumo de energía eléctrica, debe reducirse la fricción interna de la máquina utilizando lubricantes o reduciendo número de componentes.

Si consideramos que la información identificada en la tabla 1.4 son problemas que deben resolverse, para cada problema pueden plantearse estrategias que contribuyan a eliminar o reducir cualquier tipo de desperdicio. Reducir o eliminar los desperdicios contribuyen, en el tiempo, a la capitalización de la naturaleza, porque estaremos mejorando la productividad del uso de los recursos.

En la tabla 1.5 apreciamos cómo cada problema responde a alguna de las estrategias dirigidas a capitalizar la naturaleza. El desperdicio de horas hombre permite repensar el tiempo de entrega del servicio al cliente. La disponibilidad de la máquina permite asegurar una mayor utilización de la misma. El afilado con propiedad de la

cuchilla ayuda a mejorar su vida útil, incrementando su productividad. La producción de viruta permite pensar en convertir este desperdicio en insumo de otro proceso. El elevado consumo de energía eléctrica permite pensar en la forma de reducir este consumo o en buscar alternativas de utilización de la energía solar directamente.

Tabla 1.5: Aplicación de estrategias de capitalización de la naturaleza

Información o problema	Productividad del recurso	Biomimicry	Economía de servicio	Inversión en capital natural
Cada persona desperdicia 3 horas hombre por día.			Entregar servicio de acuerdo a las necesidades del cliente.	
60% de disponibilidad de máquinas en la sección tornos.	Elevar la vida útil de las máquinas.		Asegurar la disponibilidad y confiabilidad de la máquina para elevar su utilización.	
Las cuchillas pierden el filo rápidamente.	Elevar la vida útil de las cuchillas con el uso de nuevos materiales y optimizando regímenes de corte.			
En la sección tornos se produce 100 Kg de viruta por día		Convertir la viruta en insumo de otros procesos.		
Elevado consumo de energía eléctrica.	Elevar las horas de operación de la máquina con menos energía.			Buscar alternativas tecnológicas empleando energía solar.

Entonces, la construcción del conocimiento debe apoyarnos en el esfuerzo por capitalizar la naturaleza mediante la solución de

problemas enfocándonos en la mejora de la productividad de los recursos, en plantear soluciones imitando a cómo lo hace la naturaleza, implementando una economía de servicio antes que una economía de productos e invirtiendo en la capitalización de la naturaleza.

Capítulo 2 SISTEMA PROBLEMÁTICO

La tarea principal de todo profesional es la solución de los problemas que la sociedad demanda. Estos problemas lo percibimos como anomalías en el funcionamiento de los sistemas, por lo tanto son resultado de la interacción de dos o más elementos del sistema. Para resolver un problema, es necesario identificarlo y definirlo, luego lanzar una posible solución sobre la base de un marco teórico y finalmente resolverlo; pensando en sistemas en todo el proceso.

Por ejemplo, los problemas globales que dañan la biosfera y la vida humana no pueden ser comprendidos de manera aislada o reducida. Son problemas complejos donde el todo depende de las partes y éstas están interconectadas. La reducción de los recursos naturales y el deterioro ambiental que están relacionados con el crecimiento demográfico, la voracidad de las empresas transnacionales y la agudización de la pobreza.

La solución a estos problemas, según Capra (1971), puede ser muy sencilla, "pero requieren de un cambio radical en nuestra percepción, en nuestro pensamiento, en nuestros valores". Es decir un cambio de paradigmas tan radical como fue el paso de la teoría geocéntrica a la heliocéntrica.

La sociedad se ha dedicado a extraer los recursos naturales para satisfacer sus necesidades, sin importar las necesidades de las generaciones futuras. Se producen desperdicios por dondequiera sin tener en cuenta el desequilibrio ambiental que ocasiona. Se generan emisiones nocivas que agudizan el calentamiento global. Estas acciones parecen normales, porque no creemos que influyan en la sostenibilidad del planeta. Nuestra percepción está dominada por modelos mentales adquiridos desde hace muchos años centrados en el hombre, y es difícil creer que nuestras "pequeñas" acciones diarias puedan influir en la biosfera.

Los sistemas no existen en la realidad, somos nosotros quienes percibimos la realidad como sistema, mediante nuestro pensamiento sistémico. Según Herrscher (2003, p41) "La condición de sistema no es una cualidad intrínseca de la cosa, sino una actitud o apreciación de cada uno."

La ingeniería de sistemas nos brinda las herramientas necesarias para definir los sistemas y desarrollarlos. En todo sistema humano

podemos identificar tres componentes: sistema de gestión, sistema productivo y sistema de soporte (figura 2.1).

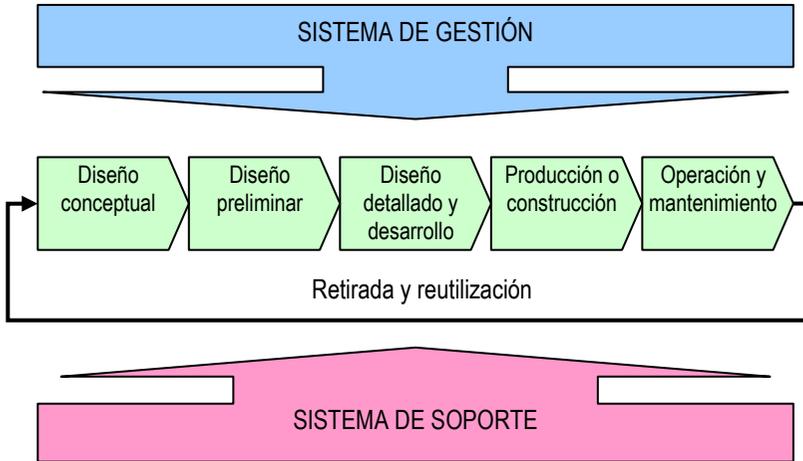


Figura 2.1: Componentes de un sistema

Cualquier sistema, sean estos sociales o tecnológicos, requieren diseñarse y producirse para generar productos o servicios a las personas y organizaciones. Una vez completada su vida útil, estos se retiran, pero debe preverse su reutilización para generar el menor desperdicio posible.

Estos sistemas, requieren de un sistema de gestión y organización que defina sus objetivos e instrumentos de control. Todos los sistemas tienen un ciclo de vida, el cual debe maximizarse, para elevar la productividad de los recursos utilizados en ella.

Un sistema, por naturaleza es dinámico, está en cambio permanente. Para controlar ese cambio y mantener la armonía entre la sociedad y la naturaleza debemos diseñarlo, luego construirlo y cuando esté funcionando, darle mantenimiento con el fin de reducir o eliminar sus desperdicios.

El proceso de construcción y funcionamiento de los sistemas requieren de personas, máquinas, equipos y otros recursos. Los sistemas deben elevar permanentemente la productividad de los recursos que se utilizan mediante la creatividad y trabajo competente de las personas.

Los problemas de un sistema son complejos y requieren de la participación multidisciplinaria o del dominio de muchas disciplinas. Al identificar un problema, para que su solución sea consistente, debemos

percibirlo como un sistema, y pensar en sistemas durante el proceso de solución.

2.1 Enfoque de sistemas

2.1.1 Enfoque reduccionista

Habitualmente los científicos han estudiado los problemas mediante un enfoque reduccionista, que consiste en dividir el objeto de estudio en sus componentes más simples y observar el comportamiento de las partes para inferir el comportamiento del todo.

Este enfoque tiene sus raíces en la filosofía de los atomistas griegos, quienes veían la materia constituida por átomos, que son puramente pasivos y se hallan intrínsecamente muertos.

Según el atomismo, el Universo - entendido como el conjunto de fenómenos sensibles – es el resultado de la composición accidental de las propiedades de los átomos de que está formada la materia.

La división del objeto de estudio permitió que los científicos trataran la materia como algo muerto y totalmente separado de ellos y vieran el mundo material como una multitud de objetos diferentes reunidos para formar una máquina. Tal visión mecanicista del mundo fue la que sirvió a Newton como base para la construcción de su mecánica, y de ella hizo el fundamento de la física clásica.

La tesis básica del atomismo es que entre los componentes atómicos de un todo no hay relaciones de interdependencia; sólo de conjunción, unión o disyunción. Cualquier expresión de interrelación entre estas partes del todo, será de carácter metafísico y por lo tanto inadmisible e ilógico.

El método científico, basado en el reduccionismo, la repetitividad y la refutación, fracasa ante fenómenos muy complejos por varios motivos: El número de variables participantes es mayor del que el científico puede controlar, por lo que no es posible realizar verdaderos experimentos. La posibilidad de que factores desconocidos influyan en las observaciones es mucho mayor. Como consecuencia, los modelos cuantitativos son muy frágiles.

Entonces, éste método de análisis de los datos de la realidad no es recomendable utilizar en contextos complejos. El reduccionismo consiste en fragmentar la realidad estudiada en tantas partes como sea posible, analizar luego cada elemento para finalmente, recomponiéndolos mediante simples operaciones de unión, disyunción, implicación, etc., llegar a la comprensión del todo. No hay que

proponerse la búsqueda de asociaciones o interrelaciones entre las partes porque – según este enfoque – ello conduciría a elaboraciones “metafísicas”, fantasiosas o imaginarias. Hay que limitarse a encontrar, enumerar, y ver cómo se distribuyen las partes del objeto de estudio.

Gran parte del progreso que se ha obtenido en cada uno de los campos de las ciencias se debe a el enfoque reduccionista, pero, existen fenómenos cuyos problemas solo pueden explicarse y resolverse teniendo en cuenta todo sus componentes, la interacción entre éstos, su complejidad y su entorno.

Las soluciones o arreglos rápidos han generado consecuencias negativas no intencionadas empeorando el problema original. Si tengo un problema, lo que hago es ubicar el síntoma del problema, elimino el síntoma, aparece otro síntoma, también lo elimino. Algún tiempo después tengo una consecuencia no intencionada que empeora el problema.

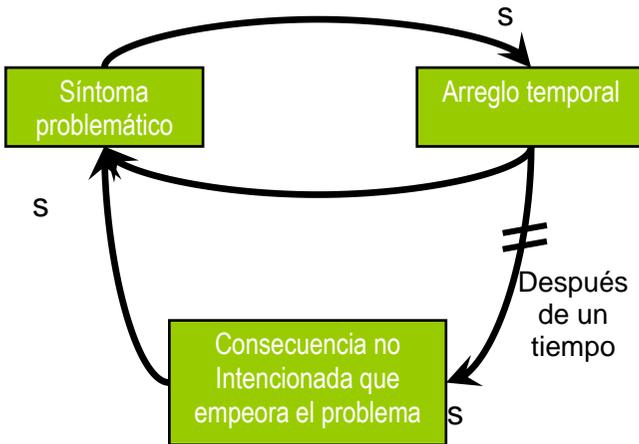


Figura 2.2: Consecuencia de arreglos rápidos

Un ejemplo que grafica este paradigma es la máquina de pollos a la brasa. Alfredo inició el negocio de los pollos a la brasa, para lo cual se compró una máquina para producirlos. Luego de un tiempo el motor de $\frac{1}{4}$ de HP se quemó, acude al electricista para resolverlo y éste le recomienda un motor de $\frac{1}{2}$ HP para que no se queme en el futuro. Luego de un tiempo se rompe el eje que ingresa al reductor de velocidad, acude al mecánico y este le propone aumentar el diámetro para que no se falle en el futuro. Un tiempo después nuevamente se quema el motor, y el electricista le recomienda un motor de un HP que

por su puesto ocasionaría la rotura del eje. Cuando tenía un motor de 2 HP y el triple de diámetro en el eje, visita a un competidor y puede observar que su máquina funciona muy bien con un motor y eje igual a la que Alfredo tenía originalmente. La consecuencia era que su máquina consumía mucha energía y le estaba ocasionando gastos de recambio permanentemente.

A través del tiempo, los arreglos rápidos elevan la intensidad del problema, como vimos en el ejemplo. Cada arreglo rápido genera una mejora en el corto plazo, pero incrementa cada vez la intensidad del problema como se observa en la figura 2.3.

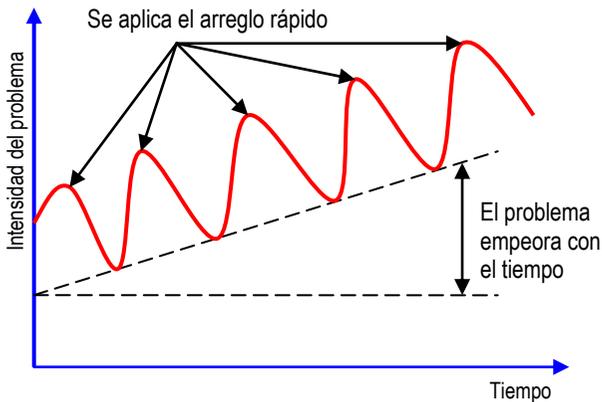


Figura 2.3: Problema a través del tiempo

Los problemas actuales se hacen cada vez más complejos, exigen considerar un mayor número de componentes para resolverlos. Pero esto no es suficiente, resolver los problemas requiere de un cambio de paradigmas. Requiere pensar en sistemas y en forma no lineal.

La solución a estos problemas puede ser muy sencilla, “pero requieren de un cambio radical en nuestra percepción, en nuestro pensamiento, en nuestros valores” Capra (1971)

Los problemas globales que dañan la biosfera y la vida humana no pueden ser comprendidos de manera aislada o reducida. Son problemas complejos donde el todo depende de las partes y éstas están interconectadas. Para resolverlos necesitamos de un nuevo paradigma, con nuevos pensamientos y valores que guíen nuestro comportamiento (Tabla 2.1).

Tabla 2.1: Viejo y nuevo paradigma en la ecología

Paradigma	Ecología	Pensamiento	Valores
Viejo paradigma	Ecología superficial	Asertivo Racional Analítico Reduccionista Lineal	Antropocéntricos Asertivo Expansión Competición Dominación Cantidad
Nuevo paradigma	Ecología profunda	Sistémico Integrativo Intuitivo Sintético Holístico No lineal	Egocéntricos Integrativos Conservación Cooperación Asociación calidad

2.1.2 Enfoque sistémico

El enfoque de sistemas afronta el problema en su complejidad a través de una forma de pensamiento basada en la totalidad, en el estudio de la relación entre las partes y de las propiedades emergentes resultantes.

Para Hegel la forma de evidenciar el comportamiento propio del pensamiento es cuando la misma se hace dialéctica, se parte del todo comenzando a estructurar la realidad con una afirmación (la tesis), que debe ser contradicha (antítesis), para posteriormente realizar la conciliación entre los opuestos a lo cual denomina síntesis (sin-del griego-composición).

Estos serían los tres momentos fundamentales, enlazados entre sí con tal grado de compromiso, que la síntesis de un proceso será la tesis del siguiente, lo cual impide la dispersión al infinito para alcanzar la síntesis superadora. Define a tesis como una "afirmación cualquiera" y sostiene que todos los conceptos llevan dentro de sí un conflicto, es este el que le dará "movimiento" al cual denomina antítesis. Como negación de la afirmación será la encargada de dinamizar la realidad.

Por fin y principio aparece la síntesis, a la que considera como un movimiento de conciliación cuya función será la superación del conflicto que se puede ver como la negación de una negación anterior, pero de la cual conservará lo positivo de los dos momentos anteriores. Es en ese punto donde radica el germen de la perpetua creación.

La aparición del enfoque de sistemas tiene su origen en la incapacidad del método científico para tratar problemas complejos. No se puede llegar a la síntesis sin integrar la dinámica de la interacción de los elementos de un sistema. Así, el enfoque de sistemas aparece para abordar el problema de la complejidad a través de una forma de pensamiento basada en la totalidad y sus propiedades que complementa el reduccionismo del método científico.

Fueron los biólogos quienes identificaron la necesidad de pensar en términos de totalidades. El estudio de los seres vivos requería considerarlos como una jerarquía organizada en niveles, cada uno más complejo que el anterior. En cada uno de estos niveles aparecen propiedades emergentes que no se pueden explicar a partir de los componentes del nivel inferior, sino porque se derivan de la interacción de los componentes.

Luego, este método de pensar en totalidades y la emergencia de caracteres de la interacción de componentes de esa totalidad es recomendable utilizar en contextos complejos e innovadores. El enfoque sistémico consiste en estudiar la realidad en su totalidad, la interacción de sus componentes y las propiedades emergentes resultantes sin perder de vista su complejidad.

La realidad es un sistema formado por sub sistemas.

Según el filósofo Fuller, un objeto tiene sinergia cuando el escrutinio de sus partes en forma aislada, no puede explicar el comportamiento del todo.



Figura 2.4: Racimo de uvas

Por ejemplo, en las figura 2.4 y 2.5 tenemos un conjunto de 12 uvas; al describir ambas figuras, la descripción debería ser igual. Pero, si pedimos a alguien que describa la figura 2.4, nos dirá que es un racimo de 12 uvas, pero, esa misma persona, al describir la figura 2.5, nos dirá que es un conjunto de uvas dispuestas en forma de cruz.

La figura 2.5 tiene características diferentes, ya que las uvas poseen una organización y una configuración que implica ubicación y relación entre las partes, lo que indica que en este caso no se da que el todo sea igual a la suma de sus partes. Además de ser un conjunto de 12 uvas, también es una cruz.

Si le quitamos una uva a la figura 2.4, la descripción cualitativa de la misma no varía. Seguiría siendo un racimo de 11 uvas.



Figura 2.5: Uvas en forma de cruz

Pero, si le quitamos una uva a la figura 2.5, la descripción cualitativa de la misma varía. La figura ya no es una cruz, como podemos ver en la figura 2.6.



Figura 2.6: Si le quitamos una uva ya no forma una cruz

A partir de esta comparación podríamos concluir que existen objetos que poseen sinergia y otros no. En general a las totalidades no provistas de sinergia se le denominan conglomerados.

La diferencia entre un conglomerado y un sistema radica en la existencia o no de relaciones o interacciones entre las partes.

Pero si evaluamos con mayor profundidad la figura 2.4, encontraremos que tiene una organización y configuración, una dependencia entre sus elementos que le otorgan forma característica al racimo.

Se puede concluir que el conglomerado no existe en la realidad, es sólo una construcción teórica. Sin embargo su concepto para ciertos efectos es una herramienta de análisis importante. Luego para fines de investigación el conglomerado es un conjunto de objetos, de los cuales se abstraen ciertas características, es decir que se eliminan aquellos factores ajenos al estudio y luego se observa el comportamiento de las variables que interesan.

Un objeto es todo aquello que ocupa un lugar en el espacio o en el tiempo. Los objetos que ocupan un lugar en el espacio son tangibles, materiales, por ejemplo: una pelota, una máquina, una persona, una planta. Los objetos que ocupan un lugar en el tiempo son objetos intangibles como el pensamiento, los procesos, el software, entre otros.

Si el objeto de estudio tiene como una de sus características, la sinergia, de inmediato buscamos estudiarlo aplicando el enfoque sistémico, ya que el enfoque reduccionista no tendrá capacidad para explicar el fenómeno complejo a través del análisis de sus partes.

Los objetos presentan una característica de sinergia cuando la suma de sus partes es menos o diferente del todo, o bien cuando el examen de alguna de ellas no explica la conducta del todo, luego para analizar y estudiar todas sus partes y, si se logran establecer las relaciones existentes entre ellas, se puede predecir la conducta de este objeto cuando se le aplica una fuerza particular que no será normalmente, la resultante suma de efectos de cada una de sus partes.

Si se dice que la suma de las partes no es igual al todo y se le aplica la técnica del muestreo ¿no se está pensando en que analizando algunas partes se puede comprender al todo? De hecho la técnica estadística del muestreo ya ha dado resultados excelentes porque cuando se utiliza ésta técnica se supone (implícita o explícitamente) que los elementos componentes de la población o el conjunto bajo estudio son independientes entre sí.

Por ejemplo, si tenemos un conjunto de elementos tales como una célula, un hombre, una organización (empresa); notamos, después de un análisis, que:

- El hombre es un conjunto de células.
- La organización es un conjunto de hombres.

Luego podemos establecer una relación de recursividad célula-hombre-organización. Aun más, el hombre no es una suma de células ni la organización es una suma de hombres; por lo tanto tenemos aquí elementos recursivos y sinérgicos.

Podemos enumerar las ventajas del Pensamiento Sistémico para comprender la realidad y resolver sus problemas:

- Sirve para ejercer mayor influencia en su propia vida mediante el descubrimiento de patrones que se repiten en los acontecimientos.
- Proporciona métodos eficaces para resolver problemas y estrategias para modificar el pensamiento que los origina.
- Acaba o reduce considerablemente la actitud de “esfuerzo permanente”.
- En muchas ocasiones, resolver un problema es como empujar una puerta atascada cuando esta se abre jalando de ella.
- El pensamiento sistémico consiste en averiguar cómo están instaladas las bisagras y para qué lado se abre la puerta.
- Es la base de un razonamiento claro y una buena comunicación, una forma de profundizar y ampliar nuestro punto de vista.
- Permite superar la tendencia a culpar a los demás y a uno mismo de lo que ocurre.
- Es la estructura del sistema lo que determina el resultado.
- El comprenderlo permitirá ejercer influencia.
- Es un instrumento fundamental para dirigir, con eficacia, a uno mismo y a los demás.
- Sirve para comprender la complejidad de un proceso y descubrir la forma de mejorarlo.

Existen nuevos desarrollos que buscan la aplicación práctica del enfoque sistémico para la construcción de disciplinas o resolver problemas de la realidad. A continuación describimos aquellas que se aplican a la ingeniería:

Cibernética: Esta ciencia se basa en la retroalimentación, explica los mecanismos de comunicación y control en las máquinas o seres vivos que ayudan a comprender los comportamientos generados por estos sistemas que se caracterizan por sus propósitos, motivados por la búsqueda de algún objetivo, con capacidades de auto-organización y de auto-control.

Teoría de la Decisión: En este campo se siguen dos líneas diferentes de análisis. Una es la Teoría de la Decisión misma, que busca analizar la selección racional de alternativas dentro de las organizaciones o sistemas sociales. La otra línea de análisis, es el estudio de la "conducta" que sigue el sistema social, en su totalidad y en cada una de sus partes, al afrontar el proceso de decisiones.

Topología o Matemática Relacional: Es una rama de las matemáticas que estudia las propiedades de las figuras con independencia de su tamaño o forma. Se interesa por conceptos como proximidad, número de agujeros, el tipo de textura que presenta un objeto, comparar objetos y clasificar, entre otros múltiples atributos donde destacan conectividad, compacidad, metricidad, etc.

Ingeniería de Sistemas: Realiza un trabajo transdisciplinario y se refiere a la planeación, diseño, evaluación y construcción científica de sistemas hombre-maquina. El interés teórico de este campo se encuentra en el hecho de que aquellas entidades cuyos componentes son diferentes se les puedan aplicar el análisis de sistemas.

Investigación de Operaciones: Es el control científico de los complejos problemas que surgen de la dirección y la administración de los grandes sistemas compuestos por los hombres, máquinas, materiales y dinero en la industria, el comercio, el gobierno y la defensa. Su enfoque es desarrollar un modelo con el cual predecir y comparar los resultados de las diferentes decisiones, estrategias o controles alternativos, para ayudar a la administración a determinar su política y sus acciones de una manera científica.

2.1.3 Definición de sistemas

Para Bertalanffi (1989), sistema es un complejo de elementos interactuantes. Mientras que O'Connor (1998) define al sistema como algo que fundamenta su existencia y sus funciones como un todo mediante la interacción de sus partes.

Para Hart (1985), "todo sistema tiene una estructura relacionada con el arreglo de los componentes que lo forman y tiene una función relacionada con cómo 'actúa' el sistema."

Un sistema es un conjunto de elementos que se interrelacionan para funcionar como un todo y contribuir a un determinado objetivo. La forma de la interrelación define su *organización* y la transformación que realiza entre la entrada y salida define su *función*.

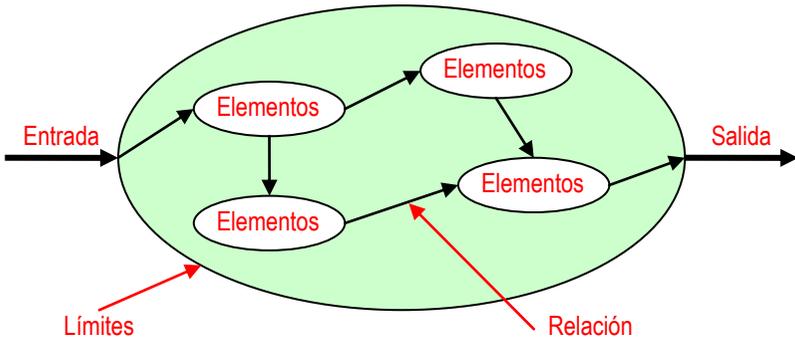


Figura 2.7: Componentes de un sistema

Un sistema está formado por dos características (organización y función) y por cinco componentes (entradas, salidas, elementos, relaciones y límites).

La **organización** del sistema depende de cómo se relacionan los elementos, es decir, de cuántos elementos está formado el sistema, qué tipos de elementos son y si la relación entre los elementos es directa o inversa. La cantidad y tipo de elementos del sistema determinan su fortaleza o debilidad, pero la forma de interrelacionarse es más importante y genera puntos de apalancamiento para generar nuevas características. La personalidad del decano podría influir en el gobierno de la facultad y su forma de relación con los profesores, estudiantes y trabajadores creará un ambiente que facilite o dificulte la gestión.

La organización puede ser lineal, circular o paralela.

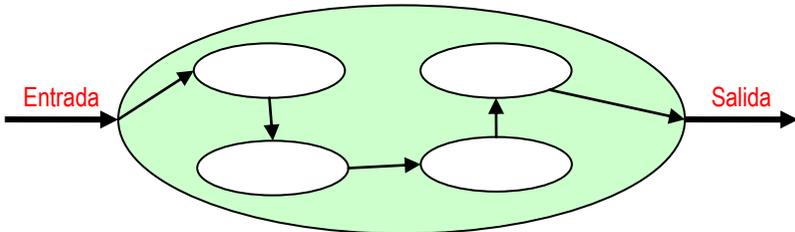


Figura 2.8: Organización lineal

La organización es lineal cuando el proceso es secuencial. Por ejemplo una línea de producción, la cadena alimenticia de un ecosistema, la enseñanza tradicional (primero teoría, después la práctica).

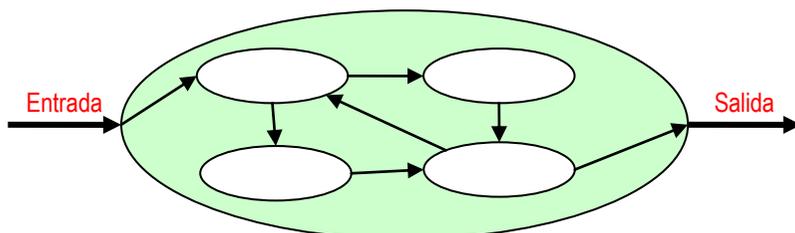


Figura 2.9: Organización circular

La organización circular es cuando existe un proceso de realimentación. Las celdas de producción, el ciclaje de nutrientes de un ecosistema, la enseñanza interactiva (realimentación permanente). Los ciclos pueden ser positivos o negativos (ver tabla 2.5).

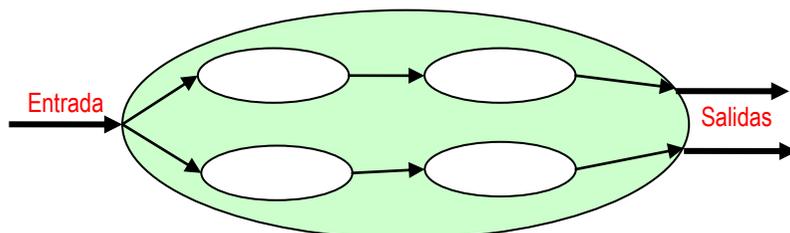


Figura 2.10: Organización paralela

La organización paralela es cuando existe competencia dentro del sistema y se generan dos procesos paralelos. Líneas de producción en paralelo, dos plantas compitiendo por los nutrientes, las cátedras paralelas en la universidad.

Algunos sistemas complejos pueden tener los dos o tres tipos en su organización.

Las relaciones son muy importante en los sistemas, a tal grado que las relaciones pueden ser simbióticas (dependencia), sinérgicas (ganar-ganar) y superfluas.

La **simbiosis** es cualquier asociación de individuos en la que sus integrantes se benefician unos de otros. Los individuos son sistemas que pueden tener un funcionamiento independiente.

La **sinergia** es un fenómeno que surge de las interacciones entre las partes o componentes de un sistema. Este concepto responde

al postulado aristotélico que dice que "el todo no es igual a la suma de sus partes".

La **homeostasis** es la capacidad de un sistema de adaptarse a su contexto. La entropía es el desgaste que presenta un sistema en el transcurso del tiempo.

El estudio de los fenómenos actuales requiere del enfoque holístico y el enfoque reduccionista. El **Holismo** es un método sintético que busca estudiar el todo o globalidad y las relaciones entre sus partes; con este enfoque se ponen de manifiesto las propiedades emergentes, las que resultan del comportamiento global y de las relaciones entre los componentes. El **Reduccionismo** es un método analítico que observa por separado los componentes. Ambos enfoques son complementarios.

Para comprender y explicar el funcionamiento de un fenómeno se recurre a la construcción de modelos mediante la observación y el análisis-síntesis.

Los modelos son versiones simplificadas de la realidad, dependen de la subjetividad del observador y de la eliminación de variables irrelevantes. Un modelo no es la realidad y no es aplicable fuera del entorno para el que fue formulado. Cada persona tiene su propio modelo mental de la realidad. Los modelos matemáticos son modelos formales que nos aproximan a la realidad.

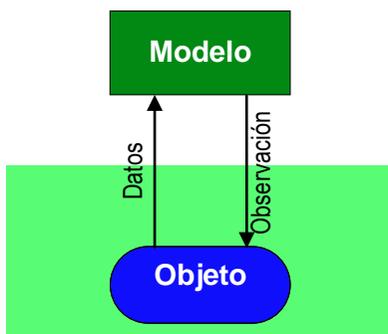


Figura 2.11: El sistema no es el objeto, es el modelo

2.1.4 Pensamiento sistémico

El pensamiento sistémico es la actitud del ser humano, que se basa en la percepción del mundo real en términos de totalidades para observarlo, comprenderlo y accionarlo, a diferencia del planteamiento del método científico, que sólo percibe partes de éste y de manera desconectada.

El pensamiento sistémico aparece formalmente hace unos 45 años atrás, a partir de los cuestionamientos que desde el campo de la Biología hizo Ludwing Von Bertalanffy, quien cuestionó la aplicación del método científico en los problemas de la Biología, debido a que éste se basaba en una visión mecanicista y causal, que lo hacía débil como esquema para la explicación de los grandes problemas que se dan en los sistemas vivos.

Éste cuestionamiento lo llevó a plantear la reformulación global del pensamiento para entender mejor el mundo que nos rodea, surgiendo formalmente el paradigma de sistemas.

El pensamiento sistémico es integrador, tanto en el análisis de las situaciones como en las conclusiones que nacen a partir de allí, proponiendo soluciones en las cuales se tienen que considerar diversos elementos y relaciones que conforman la estructura de lo que se define como "sistema", así como también de todo aquello que conforma el entorno del sistema definido. La base filosófica que sustenta esta posición es el Holismo (del griego holos = entero).

Bajo la perspectiva del enfoque de sistemas la realidad que concibe el observador que aplica esta disciplina se establece por una relación muy estrecha entre él y el objeto observado, de manera que su "realidad" es producto de un proceso de construcción entre él y el objeto observado, en un espacio-tiempo determinados, constituyéndose dicha realidad en algo que ya no es externo al observador y común para todos, como lo plantea el enfoque habitual, sino que esa realidad se convierte en algo personal y particular, distinguiéndose claramente entre lo que es el mundo real y la realidad que cada observador concibe para sí. Las filosofías que enriquecen el pensamiento sistémico contemporáneo son la fenomenología de Husserl y la hermenéutica de Gadamer, que a su vez se nutre del existencialismo de Heidegger, del historicismo de Dilthey y de la misma fenomenología de Husserl.

La consecuencia de esta perspectiva sistémica, fenomenológica y hermenéutica es que hace posible ver a la organización ya no como que tiene un fin predeterminado (por alguien), como lo plantea el esquema tradicional, sino que dicha organización puede tener diversos

fines en función de la forma cómo los involucrados en su destino la vean, surgiendo así la variedad interpretativa. Estas visiones estarán condicionadas por los intereses y valores que posean dichos involucrados, existiendo solamente un interés común centrado en la necesidad de la supervivencia de la misma.

Así, el Enfoque Sistémico contemporáneo aplicado al estudio de la tecnología plantea una visión inter, multi y transdisciplinaria que le ayudará a observar el funcionamiento de la tecnología dentro de su contexto; la organización, de manera integral permitiéndole identificar y comprender con mayor claridad y profundidad los problemas tecnológicos, sus múltiples causas y consecuencias. La tecnología sirve a las personas, satisface sus necesidades, por lo tanto, su diseño, construcción y funcionamiento se realiza en interacción con las personas. La interacción hombre máquina se convierte en un sistema que requiere para su estudio de disciplinas integradas. Para detectar su problemática será necesario considerar a la tecnología dentro de un contexto socio económico que permita un desarrollo viable y sostenible.

Entonces ¿**Qué es** el Pensamiento Sistémico?

Es un modo de pensamiento que contempla el todo y sus partes, así como las conexiones entre éstas. Estudia el todo para comprender las partes y viceversa.

El pensamiento sistémico va mas allá de lo que se muestra como un incidente aislado, para llegar a comprensiones más profundas de los sucesos.

Es un medio de reconocer las relaciones que existen entre los sucesos y las partes que los protagonizan, permitiéndonos mayor conciencia para comprenderlos y capacidad para poder influir o interactuar con ellos.

Las destrezas que nos ayudarán a definir el sistema son:

- Identificar la función del sistema a partir de la transformación de entradas y salidas.
- Identificar los elementos del sistema a partir de las actividades a realizar dentro del sistema, para realizar la función.
- Relacionar los elementos del sistema, identificando el tipo de organización: lineal, circular o paralela.
- Evaluar la organización del sistema contrastándolo con la función que realiza.

- Describir el sistema, siguiendo el proceso que sigue la organización para ejecutar la función.

Pasar por alto el funcionamiento sistémico de las cosas, implica resolver problemas para un plazo muy corto con faltas de precisión y con posibilidad de generar nuevos problemas a futuro.

Al no atender las cosas como parte de un conjunto global, lo hacemos como si existieran por sí solas, sin tener en cuenta que nada ha surgido sin la intervención de otras partes, y todo el sistema que las sostiene con sus procesos previos.

¿**Por qué** el pensamiento sistémico?

Nos han enseñado a pensar de manera lógica desde alguna lógica; a comprender desde el análisis, descomponiendo los sucesos en partes para luego volver a unirlos (Síntesis).

En algunos casos esto funciona, pero no cuando intentamos aplicarlo de forma indiscriminada en los sistemas. Manejar sistemas es algo más complicado, y no funcionan las lógicas lineales simples.

Las personas, los acontecimientos, no son tan fáciles de predecir o de resolver, como ecuaciones matemáticas. Se escapan a las soluciones rápidas o escuetas.

La razón por la que el pensamiento tradicional resulta insuficiente para manejar sistemas, es porque es un modelo que tiende a atender secuencias simples de causas y efectos, -limitadas en el tiempo y los factores de modo lineal- sin percibir otros modelos innovadores o en bucles más eficaces, donde se contemplan combinaciones de factores que se influyen mutuamente.

No entender que cada desenlace o proceso que se efectúa, no es algo aislado, sino que interactúa con el resto del cosmos, nos aboca a una visión reducida y en ocasiones al fracaso.

Por lo tanto, cuanto más contemplemos nuestras actuaciones desde lo global, más precisas serán. No podemos olvidar que estamos inmersos dentro de un inmenso sistema que es la Tierra y el cosmos, y que del modo que sea, lo que hagamos los afectará.

No hay éxito en lo que hagamos, si no hay éxito para el sistema al que pertenecemos

¿**Cómo es** el pensamiento sistémico?

El pensamiento sistémico es una capacidad intelectual que nos permite identificar la recursividad, la realimentación y los caracteres emergentes en el funcionamiento de las cosas.

O'Connor y McDermott (1998, p. 270) definen el pensamiento sistémico como la capacidad del ser humano para reconocer y aplicar los principios sistémicos de la realimentación, las propiedades emergentes y el pensamiento circular.

La **recursividad** es un término que se aplica a sistemas dentro de sistemas mayores y a ciertas características particulares, más bien funciones o conductas propias de cada sistema, que son semejantes a la de los sistemas mayores. Principio de Recursividad argumenta que cualquier actividad que es aplicable al sistema lo es para el suprasistema y el subsistema.

La **realimentación** es una reacción del sistema que devuelve información o estímulo al sistema y que influye en el paso siguiente. Hay dos tipos de realimentación: de refuerzo y de compensación. La realimentación de refuerzo produce más cambios en la misma dirección; refuerzan el efecto del cambio original. La realimentación de compensación produce cambios en sentido contrario; amortigua el efecto de cambio original.

Los **caracteres emergentes** de los sistemas son diferentes a los caracteres de las partes que la componen y pueden observarse solo cuando el sistema está en funcionamiento.

¿**Para qué sirve** y en qué se aplica el pensamiento sistémico?

Se aplican para alcanzar más precisión en nuestras actuaciones con la persona, la familia, los hijos, la pareja, las finanzas, la economía, las organizaciones, las empresas -con sus cadenas de producción o gestión- e incluso a las naciones, al medio ambiente, los ecosistemas.

Sirve para ejercer una influencia más certera y precisa en nuestra vida. Permite descubrir patrones que se repiten en los acontecimientos. La persona puede controlar mejor su salud, su trabajo, su situación económica, sus relaciones...Es útil para realizar previsiones y prepararse hacia el futuro. Proporciona métodos eficaces y mejores estrategias para afrontar los problemas.

No hay tal triunfo si no se da en todos los niveles del sistema.

Todo está conectado y todo interactúa. La aparición de la viagra, a miles de kilómetros del hábitat de los rinocerontes, ha permitido la recuperación de su población. No porque los rinocerontes padecieran de impotencia, sino porque ahora ya no los matan para usar sus cuernos como afrodisíaco.

No sirve únicamente para resolver los problemas, también sirve para modificar el pensamiento que los origina y para evitar o reducir considerablemente el esfuerzo bruto o permanente ante los problemas.

No se trata de empujar para mover las cosas sino más bien averiguar y eliminar lo que impide que se muevan. Cuando has eliminado lo que impide el movimiento todo fluye suave y fácilmente.

El pensamiento sistémico es una buena base para ampliar el razonamiento claro, la buena comunicación y nuestro punto de vista.

Lo obvio a veces no es tan obvio, ni los criterios mayoritarios son siempre los acertados. Desde diversas perspectivas se accede a una percepción más amplia y precisa, que nos permite saber con más exactitud qué, cómo y por qué ocurre algo y cómo podemos planificar nuestras actuaciones a largo plazo.

El pensamiento sistémico permite disponer, con más amplitud, del potencial de los individuos. Por ejemplo, hay una tendencia a culpar a los individuos, cuando algo no va bien. La culpa está mal enfocada porque son las propiedades del sistema las que establecen las bases para los resultados y no el esfuerzo de las personas.

Para ejercer alguna influencia en un sistema, hay que conocer su estructura. El pensamiento sistémico es un instrumento fundamental para guiarse uno mismo y dirigir a otros con eficacia.

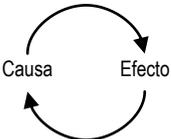
En la sociedad y las organizaciones, sirve para comprender la complejidad de los procesos de funcionamiento, procesos de gestión, procesos de soporte, y descubrir la forma para mejorarlos.

Para Senge (1998) el Pensamiento Sistémico, es una disciplina para ver totalidades, un marco para ver interrelaciones en vez de cosas aisladas. Es la habilidad de encontrar patrones de cambio y de entender cómo las partes afectan al todo.

Existen cinco herramientas fundamentales para aplicar el Pensamiento Sistémico. La primera es entender las leyes fundamentales del pensamiento sistémico (primera fila de la tabla 2.2). la segunda son los círculos de causalidad, cuando el efecto se vuelve causa. La tercera, identificar el refuerzo y equilibrio de la retroalimentación y las demoras con el fin de entender la organización del sistema. La cuarta, aplicar el principio de palanca identificando aquellos pequeños cambios en la organización o estructura que puedan generar mejoras en el funcionamiento. Y la quinta, ver los árboles sin dejar de ver el bosque, enfrentando la complejidad y organizando el sistema para evidenciar las causas del problema que

permita encontrar el punto de apalancamiento que genere soluciones efectivas y duraderas.

Tabla 2.2: Herramientas del pensamiento sistémico

No.	Herramienta	Contenido
1	Entender las leyes fundamentales	<ul style="list-style-type: none"> • Los problemas de hoy se derivan de las soluciones de ayer • Hacer más presión no mejorará los resultados • Hay que enfocarse en las causas, no en los síntomas • La "salida fácil" no lleva a ningún lado • La cura puede ser peor que la enfermedad • Lo más rápido es lo más lento • Existe demora entre la causa y el efecto • Los pequeños cambios pueden producir grandes resultados • Se pueden alcanzar dos metas, aparentemente contradictorias • Dividir un elefante por la mitad no genera dos elefantes pequeños • No hay que culpar a los demás
2	Círculos de causalidad 	<p>El pensamiento sistémico está constituido de relaciones entre causa y efecto que construyen la realidad. No hay influencias en una sola dirección.</p> <p>Entender la estructura y los factores que se influyen uno al otro, permite ver cómo un cambio en una parte del sistema produce cambios en otras partes.</p>
3	Refuerzo y equilibrio de la retroalimentación y las demoras	<p>Observar los sistemas e identificar las estructuras permite obtener los resultados deseados.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La retroalimentación reforzadora, motor del crecimiento. • Resolver el problema de fondo, no el síntoma
4	El principio de la palanca	<p>Hallar el punto donde pequeños actos y modificaciones en la estructura pueden conducir a mejoras grandes y duraderas.</p> <p>las mejores soluciones con frecuencia provienen de esfuerzos pequeños pero enfocados</p>
5	El arte de ver los árboles sin dejar de ver el bosque	<p>El pensamiento sistémico no significa ignorar la complejidad, sino organizarla en una exposición coherente que evidencie las causas de los problemas y el modo de remediarlos de forma duradera y apalancada.</p>

2.2 Técnicas de modelado

2.2.1 Modelos de caja negra

Una caja negra es considerada como un recipiente prismático, opaco y hermético, que nos permite prescindir inicialmente de los detalles internos y atender las interacciones con el entorno, como entrada y salida. Un conjunto de cajas negras, es conocido como diagrama de bloques.

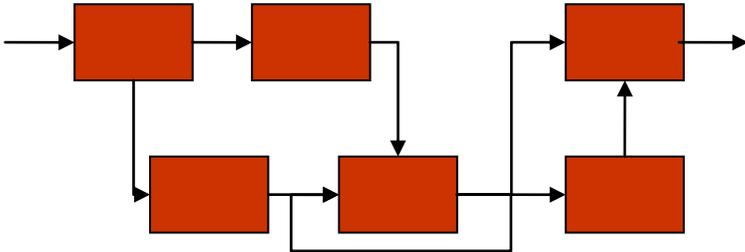


Figura 2.12: Diagrama de bloques

La caja negra se utiliza para representar a los sistemas cuando no sabemos que elementos o cosas lo componen, pero sabemos que a determinadas entradas corresponden determinadas salidas que han sido transformadas dentro del sistema.



Figura 2.13: Caja negra

En un sistema, las entradas y salidas son: materia, energía e información. Su conocimiento nos permite definir sus fronteras o límites, saber qué está fuera y qué está dentro.

La inmensa mayoría de los sistemas son abiertos. Los podemos considerar cerrados o aislados para facilitar su estudio:

Sistemas Abiertos: Intercambian materia y energía con el exterior. Una fábrica.

Sistemas Cerrados: Sólo hay intercambios de energía. Un motor a gasolina.

Sistemas Aislados: No intercambian materia ni energía. Los planetas.

La regulación en un modelo de caja negra se realiza desde fuera. Esta regulación es conocida como control.



Figura 2.14: Control (regulación externa)

2.2.1.1 Energía en los sistemas

De acuerdo a la primera ley termodinámica, la energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma.

Energía que entra = energía almacenada + energía que sale.

La energía que se libere en forma de calor no es útil a efectos prácticos: no sirve para realizar un trabajo.

De acuerdo a la segunda ley de la termodinámica, cada transformación energética conlleva a una degradación, es decir, un aumento de la entropía. La entropía es una magnitud termodinámica que mide la parte no utilizable de la energía contenida en un sistema. Aparece asociada al desorden existente en un sistema:

A mayor orden → más concentrada la energía → menor entropía

A menor orden → energía más dispersa → entropía más elevada

En cada transferencia de energía, ésta pasa de una forma más concentrada y organizada, a una forma más dispersa y desorganizada. En un sistema con intercambios y conversiones de la energía, que no gana ni pierde energía, la energía potencial del estado final siempre es menor que la energía potencial del estado inicial.

El mantenimiento de un orden requiere aporte de energía: los seres vivos, sistemas ordenados, consiguen mantener su baja entropía interior degradando azúcares en la respiración, a base de expulsar al entorno calor y moléculas de elevada entropía. Son sistemas abiertos que rebajan su entropía a base de aumentar la del entorno. La tendencia natural del Universo es hacia un estado de máxima entropía.

2.2.2 Lista de atributos

La Lista de atributos es una herramienta creada por Robert P. Crawford el año de 1954, su propósito es identificar los atributos de un producto, servicio o proceso con el fin de modificar y mejorarlos.

El procedimiento consiste en:

- Identificar el producto, servicio o proceso a mejorar o el problema a resolver.
- Analizar el producto, servicio o proceso. Hacer una lista de tantos atributos como sea posible. En un producto se identificarán sus componentes físicos. En un servicio o proceso, se identificarán las actividades secuenciales.
- Describir las funciones de cada elemento en términos de atributos. ¿Cuál es la función que el elemento cumple en el sistema para obtener la *salida*?
- Sintetizar las funciones. Identificar los elementos principales y secundarios. La pregunta a realizar será: ¿si elimino este elemento el sistema seguirá funcionando? Si la respuesta es SI, estamos ante un elemento secundario. Si la respuesta es NO, estamos ante un elemento esencial (principal).
- Seleccionar los atributos principales. Los atributos principales estarán formados por elementos principales y secundarios. Para seleccionar los atributos principales debemos evaluar el valor que aporta el elemento al sistema. En un producto, si un componente físico no cumple una función, debe eliminarse. En un proceso, si una actividad no aporta valor, debe eliminarse.
- La mejora del producto, servicio, proceso, o la solución del problema, será efectiva y permitirá un cambio cualitativo si nos enfocamos en los elementos esenciales.

2.2.3 Caja morfológica

La caja morfológica es una herramienta combinatoria muy útil para ampliar el conocimiento de la complejidad de un producto, servicio, proceso o problema a solucionar.

La morfología se refiere a la forma o a la estructura de los atributos seleccionados. Cada atributo podría tener diferentes formas o estructuras. Estos se presentan en la matriz morfológica.

Combinando las formas de cada atributo, se puede encontrar muchas soluciones. Para encontrar una solución óptima, se realiza la evaluación de cada una de las alternativas.

Los pasos a seguir son los siguientes:

- Hacer una lista de atributos principales seleccionados con la herramienta Lista de Atributos.
- Para cada atributo registrar diferentes formas o estructuras.
- Generar alternativas de solución combinando formas o estructuras.
- Seleccionar la mejor alternativa.

Tabla 2.3: Matriz morfológica

Atributo	Forma 1	Forma 2	Forma 3
Atributo1			
Atributo2			
Atributo3			
Atributo4			
Atributo5			
Alternativa de solución	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3

2.2.4 Modelos de caja blanca

Un modelo de caja blanca es transparente, donde se puede observar el proceso que transforma una entrada en salida. Puede ser una máquina, un individuo, una computadora, un producto químico, una tarea realizada por un miembro de la organización, etc.

En la transformación de entradas en salidas debemos saber siempre como se efectúa esa transformación. Con frecuencia el proceso puede ser diseñado por el investigador. En la mayor parte de las situaciones no se conoce los detalles del proceso mediante el cual las entradas se transforman en salidas, porque esta transformación es demasiado compleja. Como apoyo se requiere aplicar herramientas de diseño de procesos, herramientas del pensamiento sistémico y el pensamiento Lean.

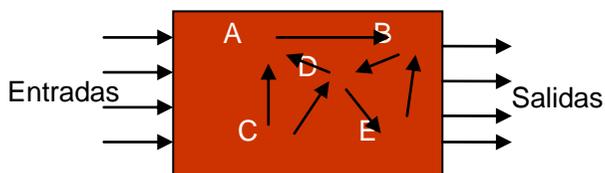


Figura 2.15: Modelo de caja blanca

En un producto, la caja blanca estará formado por los componentes físicos seleccionados, en un servicio o proceso, lo que observamos dentro de la caja blanca son sub procesos. Cada elemento o atributo contiene una variable. Estas variables se unen entre sí mediante interacciones formando un diagrama causal.

Tabla 2.4: Relaciones causales simples

Relación	Efecto de la interacción	Ejemplo
Directas o Positivas	Si una aumenta la otra también	Lluvia \rightarrow + Caudal de los ríos
Inversas o negativas	Si una aumenta la otra disminuye	Contaminación \rightarrow - Vida
Encadenadas	Se leen dos a dos	

Las relaciones causales simples son las conexiones que existen entre las variables; estas relaciones pueden ser directas o inversas, cuando unimos una serie de variables, las conocemos como encadenadas.

Las relaciones causales complejas son bucles de realimentación o retroalimentación. La acción de un elemento sobre otro hace que a su vez este último actúe sobre el primero. Los bucles de realimentación positiva son desestabilizadores, los bucles de realimentación negativa son homeostáticos, estabilizadores. Este último es la forma de regulación interna de un sistema.

Tabla 2.5: Relaciones causales complejas

Bucle de realimentación	Efecto de la interacción	Ejemplo
Bucles de realimentación positiva. (desestabilizador)	La causa aumenta el efecto y el efecto aumenta la causa	
Bucles de realimentación negativa u homeostáticos (estabilizador)	Al aumentar la causa aumenta el efecto, y el aumento del efecto amortigua la causa.	
Sistema de bucles		

Las relaciones son los enlaces que vinculan entre sí a los objetos o subsistemas que componen a un sistema complejo. Se clasifican en:

- **Simbiótica**, es cuando los sistemas conectados no pueden seguir funcionando solos. A su vez puede subdividirse en unipolar o parasitaria, que es cuando un sistema (parásito) no puede vivir sin el otro sistema (planta); y bipolar o mutual, que es cuando ambos sistemas dependen entre sí.
- **Sinérgica**, es una relación no necesaria pero útil, ya que su desempeño mejora sustancialmente al desempeño del sistema. Sinergia significa "acción combinada". En las relaciones sinérgicas la acción cooperativa de subsistemas semi-independientes, tomados en forma conjunta, originan un producto total mayor que la suma de sus productos tomados de una manera independiente.
- **Superflua**, son las que repiten otras relaciones. La razón de las relaciones superfluas es la confiabilidad. Las relaciones superfluas aumentan la probabilidad de que un sistema funcione todo el tiempo y no una parte del mismo.

2.3 Investigación exploratoria

La investigación exploratoria se efectúa cuando el objetivo es estudiar un tema o problema poco estudiado o que no ha sido abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la bibliografía revela que solo hay guías no investigadas e ideas vágamente relacionadas con el problema de estudio.

Es como realizar un viaje a un lugar que no conocemos, del cual no hemos visto ningún documental ni leído algún libro, sino simplemente alguien nos ha hecho un breve comentario sobre el lugar.

La investigación exploratoria sirve para proporcionar al investigador un panorama amplio y general acerca del fenómeno a investigar. En este tipo de investigación no existe una hipótesis previa, sino que la hipótesis se deduce de las ideas desarrolladas durante esta fase.

El estudio se inicia con la identificación del problema; continua con la observación y medición del objeto de estudio; en seguida se realiza la interpretación de lo observado mediante herramientas como la caja negra, lista de atributos, caja blanca, arquetipos, técnicas creativas; luego identificamos las interrogantes descriptivas, explicativas, experimentales y aplicadas para finalmente formular las posibles soluciones a las interrogantes. La investigación exploratoria concluye con la formulación de varias hipótesis a cerca del objeto de estudio.

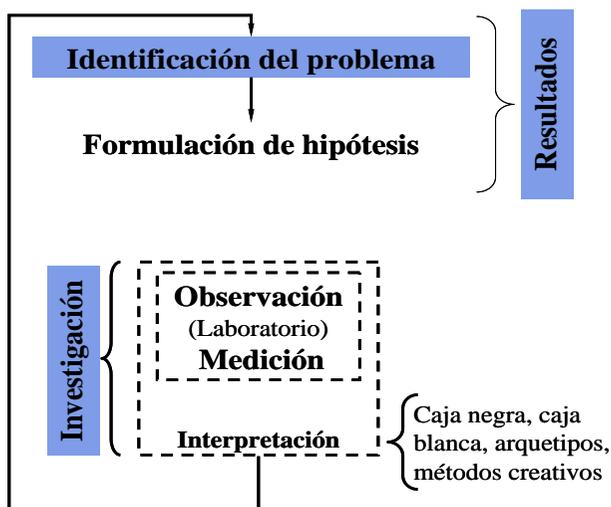


Figura 2.16: Proceso de investigación exploratoria

2.3.1 Identificación del problema

La **identificación del problema** se inicia en la identificación de una necesidad y con la aplicación de un determinado pensamiento.

Un problema es una situación que produce un malestar, debido a la brecha existente entre la situación actual (entrada) y la situación deseada (salida). Este malestar promueve la necesidad del cambio o de la transformación de la situación.

El problema se formula en forma de una interrogante que contiene dos o más variables. La variable dependiente será la salida de la caja negra y las variables independientes estarán formadas por los problemas existentes en el sistema (interior de caja negra).



Figura 2.17: Variables dependiente e independientes de un problema exploratorio

En una investigación exploratoria no se **formulan hipótesis** debido a que no conocemos lo que pasa dentro de la caja negra.

2.3.2 Proceso de investigación exploratoria

El proceso de investigación exploratoria se realiza utilizando la técnica de la **observación**.

La observación del objeto de investigación se realiza mediante nuestros sentidos, guiados por las habilidades y amplificado por medio de instrumentos. Previamente debe quedar definido lo que queremos observar y para qué.

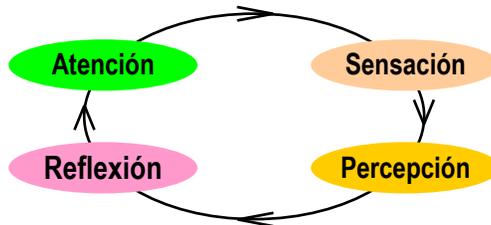


Figura 2.18: Condiciones de la observación

Las condiciones que debe existir para una buena observación son: la atención, la sensación, la percepción y la reflexión.

La **atención** es la disposición mental o estado de alerta que permite sentir o percibir a los objetos, los sucesos y las condiciones en que éstos ocurren. Se produce cuando se percibe al mundo circundante mediante los sentidos, cuando se producen ciertos cambios en el medio externo o interno, estos cambios estimulan a nuestros sentidos que los transforman en impulsos nerviosos que son transmitidos hacia el cerebro, el cual los percibe como un olor, una imagen visual, sonido, sabor, o sensaciones de la piel (como cambios térmicos, táctiles, dolor y el sentido quinestésico).

La **sensación** es la consecuencia inmediata del estímulo de un receptor orgánico: una imagen, sabor, sonido, olor, dolor, que no se identifica. Esta información carece de utilidad para nosotros, a menos que se le dé un significado en forma de percepción.

La **percepción** es la capacidad de relacionar lo que se está sintiendo con alguna experiencia pasada, que le otorga cierto significado a la sensación.

La **reflexión** es la formulación de conjeturas de lo que ocurre para superar las limitaciones de la percepción. Se formulan conceptos imaginarios – hipótesis y teorías – que incluyan lo que puede percibirse de manera directa.

Se inicia enfocando el sistema, identificando sus elementos y las relaciones entre ellos. Un primer enfoque se realiza con la caja negra. Luego se analiza el sistema:

- Hacer una lista de tantos atributos como sea posible. En un producto se identificarán sus componentes físicos. En un servicio o proceso, se identificarán las actividades secuenciales.
- Describir las funciones de cada elemento en términos de atributos, respondiendo a la pregunta ¿Cuál es la función que el elemento cumple en el sistema para obtener la *salida*?
- Identificar los elementos esenciales y no esenciales. La pregunta a realizar será: ¿si elimino este elemento el sistema seguirá funcionando? Si la respuesta es SI, estamos ante un elemento secundario. Si la respuesta es NO, estamos ante un elemento esencial (principal).
- Seleccionar los atributos esenciales. Para seleccionarlos, debemos evaluar el valor que aporta el elemento al sistema.

El proceso de síntesis se realiza con la caja blanca. Los elementos del sistema están relacionados unos a otros:

- Agrupar los atributos (elementos) en pares de causa efecto.
- Relacionarlos con una flecha y asignarles el signo positivo si la relación es directa y el signo negativo si la relación es inversa.
- Encadenar los elementos, formando bucles de realimentación, de modo que permitan lograr como objetivo la salida del sistema (variable dependiente).

La caja blanca puede estar formada por varios bucles de realimentación, organizados con relaciones causales, hasta lograr el objetivo.

2.3.3 Resultados de la investigación exploratoria

Definición de problemas:

Con cada bucle de la caja blanca se formulan cuatro problemas: descriptivo, explicativo, experimental y aplicado. Un problema queda definido mediante una interrogante.

El problema **descriptivo** está orientado al conocimiento de los fenómenos de la realidad tal como existe en una situación de espacio y de tiempo. Describe la forma y estructura identificando caracteres y propiedades. La pregunta es: ¿Cuáles son las características de X_1 , X_2 , X_3 que permite lograr Y ?

El problema **explicativo** está orientado a descubrir los factores causales de los fenómenos y la dinámica de su funcionamiento. Se busca las relaciones causales o de dependencia de dos o más elementos, sus caracteres o propiedades emergentes. La pregunta es: ¿Cómo se relacionan X_1 , X_2 , X_3 para lograr Y ?

El problema **experimental** está orientado a evaluar y optimizar los factores causales del objeto de estudio. En la dinámica de la investigación se pregunta frecuentemente ¿Qué pasa si? o ¿Qué pasa con Y si se modifican las formas o estructuras de X_1 , X_2 , X_3 ?

Los problemas de tipo **aplicado** tienen como finalidad solucionar problemas utilitarios. Su finalidad no es descubrir nuevas leyes ni causalidades, sino la de reconstruir procesos en función de descubrimientos ya realizados para producir sistemas duros y blandos como: máquinas y equipos, procesos y programas. La pregunta es: ¿Cuál es la combinación de formas o estructuras de X_1 , X_2 , X_3 para mejorar la eficiencia o productividad de Y ?

Formulación de hipótesis

Cada bucle de la caja blanca es un arquetipo, por lo que su dinámica de funcionamiento nos cuenta la historia.

Formular las hipótesis correspondientes es leer la historia que genera cada bucle, de acuerdo al tipo de problema que desea resolver.

Las **hipótesis descriptivas**, describirán las propiedades y las características de funcionamiento actual de los elementos con respecto al todo.

Las **hipótesis explicativas**, explicarán el funcionamiento del todo a partir de las relaciones existentes entre los elementos del sistema.

Las **hipótesis experimentales**, explicarán el funcionamiento del todo a partir de alterar cualitativa y cuantitativamente las relaciones entre los elementos del sistema.

Las **hipótesis aplicadas**, propondrán la forma o estructura para mejorar el funcionamiento del todo a partir de utilizar los resultados de las investigaciones experimentales.

2.4 Ejemplo de Sistema Problemático

Las acciones diarias del servicio de mantenimiento de máquinas generan muchos desperdicios que están influyendo en la ecología. El servicio de mantenimiento es un sistema que recibe máquinas o equipos con fallas o averías, repuestos para reemplazar aquellos que cumplieron su vida útil o fallaron e insumos que serán utilizados durante la ejecución de actividades de mantenimiento. En el intento de alargar la vida útil de las máquinas, generamos desperdicios como componentes con fallas, aceites reemplazados, combustibles utilizados como disolventes, y otros insumos utilizados en el proceso que al final no aportan valor.

Las organizaciones buscan obtener efectividad en su servicio de mantenimiento, mediante la mejora de su disponibilidad de máquinas, confiabilidad en su funcionamiento, calidad en el trabajo que realiza, eficiencia de las actividades al generar valor y un menor costo económico y ambiental.

Sobre la base de los antecedentes planteados, elaborar el Sistema Problemático del servicio de mantenimiento de la empresa MÁQUINAS LIMPIAS S.A.C. relacionados con la acumulación de desperdicios de distinto tipo. Para lo cual se ha formulado la siguiente interrogante:

¿Cuáles son los problemas a resolver para lograr efectividad en el servicio de mantenimiento de la empresa MÁQUINAS LIMPIAS S.A.C.?

2.4.1 Solución de la situación problemática

Los problemas a resolver para lograr efectividad del servicio de mantenimiento están contenidos en los elementos del sistema de mantenimiento, y en cada uno de éstos existen problemas de diverso tipo que no tienen respuesta en el conocimiento científico.

Los problemas que se identifiquen para cada elemento del sistema estarán clasificados en problemas de tipo descriptivo, explicativo, experimental y aplicativo.

2.4.2 Identificación del problema:

Para identificar el problema es necesario tener definido el objeto de estudio (sistema) y definida la caja negra.

Objeto de estudio:

Sistema de mantenimiento de la empresa Máquinas Limpias SAC

Salida:

Energía: ninguno

Materia: máquinas disponibles, partes descartadas.

Información: disponibilidad de la máquina

Entradas:

Energía: ninguno

Materia: máquinas con fallas, repuestos.

Información: utilización de la máquina

Caja negra:

Al sistema de mantenimiento ingresan máquinas con fallas, luego del proceso, se obtienen máquinas disponibles.

También ingresan repuestos, que al sustituirlos, salen del sistema las partes con fallas que se descartan.

Junto con los anteriores ingresa al sistema, información de la insatisfacción del cliente por la falla de la máquina que debe transformarse en su satisfacción al recepcionar la máquina disponible.

En la figura 2.19 queda definida la caja negra del sistema de mantenimiento de la empresa Maquinas Limpias SAC.



Figura 2.19: Caja negra del sistema de mantenimiento de Máquinas Limpias SAC

Para la formulación del problema, se requiere identificar en la figura 2.19 las variables independientes y dependiente:

- **Variables independientes:** Problemas descriptivos, explicativos, experimentales y aplicados en el sistema de mantenimiento.
- **Variable dependiente:** Efectividad del servicio de mantenimiento

¿Cuáles son los problemas descriptivos, explicativos, experimentales y aplicados en el sistema de mantenimiento para lograr efectividad en el servicio de la empresa MÁQUINAS LIMPIAS S.A.C.?

2.4.3 Proceso de investigación exploratoria

La investigación exploratoria se inicia con el análisis del objeto de estudio. Identificando los atributos que entran en juego para transformar las entradas en salidas en la figura 2.19. La técnica de generación de lista de atributos se desarrolla en el numeral 2.2.2.

Lista de atributos:

Todo sistema donde participan personas en la ejecución de sus procesos tiene tres sub sistemas: sistema de gestión, sistema productivo y sistema de soporte.

Aplicando este modelo al sistema de mantenimiento tendremos: gestión del mantenimiento, servicio de mantenimiento y soporte del mantenimiento.

En la tabla 2.6 analizamos el sistema de mantenimiento, identificando los atributos de cada subsistema.

Tabla 2.6: Atributos del sistema de mantenimiento

Sistema	Atributo
Gestión del mantenimiento	Exigencias
	Gestión
Servicio de mantenimiento	Diseño
	Servicio
	Post servicio
Soporte	Competencias
	Tecnología
	Logística

Cada atributo realiza una función en el sistema de mantenimiento relacionada con el objetivo del mismo. En la tabla 2.7 se definen las funciones de cada atributo.

Tabla 2.7: Atributos y funciones del sistema de mantenimiento

Atributo	Función
Exigencias	Define las exigencias del mantenimiento a partir de las necesidades del cliente.
Gestión	Planifica, organiza, toma decisiones y desarrolla instrumentos de gestión de mantenimiento.
Diseño	Diseña el servicio de mantenimiento en base a las exigencias.
Servicio	Desarrolla las actividades que aportan valor para el cliente.
Post servicio	Desarrolla actividades de monitoreo durante el funcionamiento de la máquina.
Competencias	Desarrolla las competencias del personal para lograr un desempeño eficiente.
Tecnología	Máquinas y equipos que apoya en el proceso de mantenimiento.
Logística	Aprovisionarse y proveer de repuestos e insumos para el proceso de mantenimiento.

Síntesis de funciones

Para identificar los elementos esenciales, realizo las siguientes preguntas:

- ¿Podré realizar el mantenimiento de máquinas sin conocer las *exigencias*? NO
- ¿Podrá realizarse el mantenimiento si nadie se encarga de la gestión? SI

- ¿Podrá realizarse el mantenimiento si no está *diseñado* el proceso de mantenimiento? ¿Si no se que pasos debo realizar? NO
- ¿Podrá realizarse el mantenimiento sin realizar las actividades del *servicio* de mantenimiento? NO
- ¿Podrá realizarse el mantenimiento sin realizar las actividades de monitoreo *post servicio*? SI
- ¿Podrá realizarse el mantenimiento sin contar con personal *competente*? SI
- ¿Podrá realizarse el mantenimiento si no cuento con máquinas y equipos que apoyen el mantenimiento? SI
- ¿Podrá realizarse el mantenimiento si no cuento con personas que se ocupen de la *logística*? SI

Los resultados del interrogatorio los ubicamos en la tabla 2.8.

Tabla 2.8: Selección de atributos esenciales

Atributo	Esencial	No esencial
Requisitos	X	
Gestión		X
Diseño	X	
Servicio	X	
Post servicio		X
Competencias	X	
Tecnología		X
Logística		X

Se podrá mejorar el sistema de mantenimiento si se conocen las exigencias del cliente (*requisitos*) y con ellos se *diseña* el proceso, para luego realizar el *servicio* en base a este *diseño*, con el apoyo de personal *competente*. Éstos elementos constituyen puntos de apalancamiento y además generan valor para el cliente.

La *gestión* no constituye punto de apalancamiento pero genera valor para el cliente al organizar el sistema para reducir el tiempo de entrega. El *monitoreo* del funcionamiento de la máquina no genera valor para el cliente, podría ser sustituido por una actividad adicional de gestión o por las necesidades del cliente, constituye valor para el cliente si la gestión se encarga de hacer el control. La *tecnología* permitirá mejorar la calidad y precisión del *servicio* de mantenimiento, por tanto aportará valor para el cliente. Finalmente, la *logística* puede

reducirse o eliminarse buscando elevar la vida útil de la máquina y sus componentes.

Caja blanca

La caja blanca de la figura 2.20 tiene como entradas: recursos, máquinas con falla e insatisfacción del cliente. Si consideramos a las *máquinas con fallas* como causa de la *insatisfacción del cliente*, entonces solo habrá dos entradas, las dos primeras.

La entrada de *recursos* se realiza para el reemplazo de partes con falla, reposición o sustitución de lubricantes, materiales de limpieza, entre otros. Un buen servicio de mantenimiento debe permitir reducir o eliminar desperdicios, como partes descartadas, lubricantes sucios, etc. A menor uso de recursos y mejor servicio, habrá menos desperdicios.

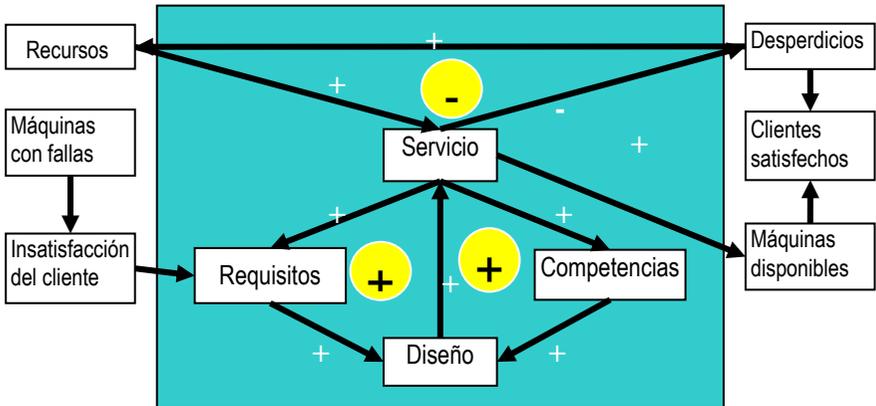


Figura 2.20: Caja blanca del sistema de mantenimiento

Las *máquinas con fallas* generan *insatisfacción del cliente*, por lo que es necesario traducir dichas necesidades a *requisitos*. Si los requisitos (exigencias) son adecuadamente identificados permitirá realizar un diseño adecuado del servicio, por lo tanto, las actividades del servicio estarán generando valor para el cliente y como consecuencia una mejor comprensión de los requisitos.

Un personal competente realizará un diseño eficiente del proceso de mantenimiento, y un buen diseño permitirá brindar un buen servicio de mantenimiento, al mejorar el servicio de mantenimiento también se está mejorando las competencias del trabajador.

Finalmente, un eficiente servicio de mantenimiento tendrá como efecto un alto porcentaje de máquinas disponibles y con ello se elevará la satisfacción del cliente.

2.4.4 Resultados de la investigación exploratoria

Definición de problemas para requisitos, diseño y servicio

A partir de la caja blanca del sistema de mantenimiento representado en la figura 2.20 generamos preguntas de tipo descriptivo, explicativo, experimental y aplicada para generar satisfacción del cliente a partir de la interacción de los requisitos, el diseño y el servicio de mantenimiento (tabla 2.9).

Tabla 2.9: Problemas sobre requisitos, diseño y servicio

Problema	Forma de pregunta	Problemas
Descriptivo	¿Cuáles las características de X_1 , X_2 , X_3 que permite lograr Y ?	¿Cuáles son las características de los requisitos, el diseño y el servicio de mantenimiento que permite lograr la satisfacción del cliente?
Explicativo	¿Cómo se relacionan X_1 , X_2 , X_3 que permite lograr Y ?	¿Cómo se relacionan los requisitos, el diseño y el servicio de mantenimiento para lograr la satisfacción del cliente?
Experimental	¿Qué pasa con Y si se modifican las formas o estructuras de X_1 , X_2 , X_3 ?	¿Qué pasa con la satisfacción del cliente si se modifica la estructura de los requisitos, el diseño y el servicio de mantenimiento?
Aplicada	¿Cómo combinar las formas o estructuras de X_1 , X_2 , X_3 para mejorar la eficiencia de Y ?	¿Cómo combinar las formas o estructuras de los requisitos, el diseño y el servicio de mantenimiento para mejorar el nivel de satisfacción del cliente?

Formulación de hipótesis para requisitos, diseño y servicio

La formulación de las hipótesis la realizamos respondiendo a la pregunta correspondiente y leyendo la historia que nos muestra el arquetipo de la figura 2.21.

La satisfacción del cliente depende del servicio de mantenimiento que recibe, este servicio depende del diseño del servicio y un buen diseño dependerá de la fidelidad con que se identificó las necesidades de los clientes para formular los requisitos que debe cumplir el servicio

de mantenimiento. En las líneas siguientes se propone la hipótesis para cada tipo de problema:

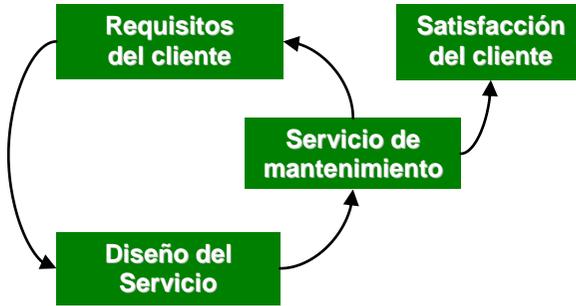


Figura 2.21: Arquetipo de requisitos, diseño y servicio

Problema descriptivo: ¿Cuáles son las características de los requisitos, el diseño y el servicio de mantenimiento que permite lograr la satisfacción del cliente?

Hipótesis descriptiva: (Generalmente los estudios descriptivos no tienen hipótesis, podemos formularla si tenemos mayor información sobre los elementos del sistema)

Problema explicativo: ¿Cómo se relacionan los requisitos, el diseño y el servicio de mantenimiento para lograr la satisfacción del cliente?

Hipótesis explicativa: Si los requisitos describen fielmente las necesidades del cliente, el diseño del proceso cumple con los requisitos identificados y el servicio de mantenimiento se realiza sobre la base del diseño, entonces, se logra la satisfacción del cliente.

Problema experimental: ¿Qué pasa con la satisfacción del cliente si se modifica la estructura de los requisitos, el diseño y el servicio de mantenimiento?

Hipótesis experimental: Si los requisitos se definieron sin evaluar las necesidades del cliente, el diseño del proceso no será el adecuado y el servicio de mantenimiento se realizará en forma ineficiente, por lo tanto, no se logrará la satisfacción del cliente.

Problema aplicado: ¿Cuál es la combinación de formas o estructuras de los requisitos, el diseño y el servicio de mantenimiento para mejorar el nivel de satisfacción del cliente?

Para formular la hipótesis aplicada, previamente se utiliza la matriz morfológica para identificar las formas que puede adoptar cada atributo. Una vez completada las formas para todos los atributos,

podemos combinarlas encontrando varias alternativas; evaluando las alternativas encontraremos aquella que aportará mejor resultado al medir la variable dependiente. (Alternativa 3)

Hipótesis aplicada: Si definimos los requisitos identificando las necesidades del cliente, utilizando en el diseño el TPM y realizando el servicio de mantenimiento con pensamiento lean, entonces se mejorará el nivel de satisfacción del cliente.

Tabla 2.10: Matriz morfológica

Atributo	Forma 1	Forma 2	Forma 3
Requisitos	Solicitud	Falla detectada	Necesidades
Diseño	Mantenimiento preventivo	TPM	
Servicio	Pensamiento lógico	Pensamiento Lean	
Alternativa de solución	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3

En la figura 2.22, el arquetipo, obtiene satisfacción del cliente mediante el desarrollo de competencias del personal que influye en un buen diseño de mantenimiento y este diseño permite la realización eficiente del servicio.

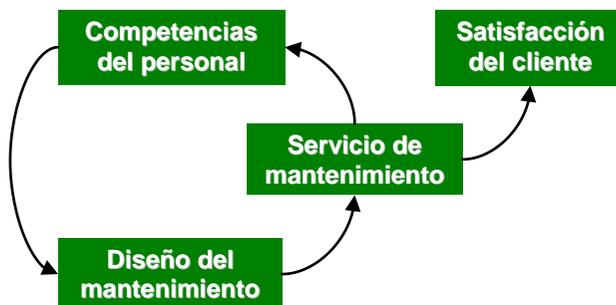


Figura 2.22: Arquetipo de competencias, diseño y servicio

En la figura 2.23, el arquetipo, obtiene satisfacción del cliente mediante la eliminación de desperdicios que influye en elevar la productividad de los recursos usados en el mantenimiento y este permite la realización eficiente del servicio.

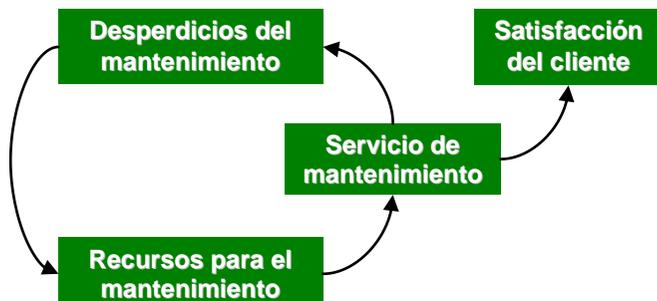


Figura 2.25: Arquetipo de Desperdicios, recursos y servicio

Se deja los dos arquetipos anteriores para que el estudiante complete los resultados de la investigación exploratoria.

Capítulo 3 PLANIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Introducción

Para iniciar la investigación tecnológica, es muy importante planificar la investigación. En la figura 3.1 se presenta el proceso de investigación, y dentro del cual se incluyen, los pasos necesarios para realizar la planificación de la investigación: identificación del problema, formulación de la hipótesis y el diseño de la investigación.

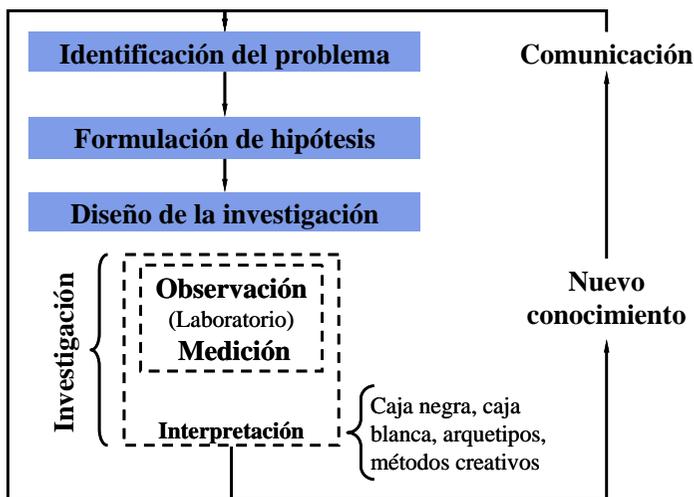


Figura 3.1: Problema, hipótesis y diseño de la investigación

Iniciamos con los problemas identificados en la investigación exploratoria. De este sistema problemático seleccionamos el problema a resolver. Identificados sus variables, buscamos información teórica y empírica para proponer una perspectiva teórica y la posible solución. Luego organizamos la relación de variables mediante un diseño que nos permita controlarlo.

Existen dos tipos de investigación: la investigación básica y la investigación tecnológica.

La investigación básica tiene como propósito ampliar el conocimiento científico a partir de la observación del funcionamiento de los fenómenos de la realidad. Sus niveles son la exploración, descripción y explicación.

La investigación tecnológica tiene como propósito aplicar el conocimiento científico para solucionar los diferentes problemas que beneficien a la sociedad. Sus niveles son la experimentación y la aplicación.

Tabla 3.1: Tipo y nivel de investigación

Tipo de investigación	Nivel de investigación
Investigación básica	Investigación exploratoria
	Investigación descriptiva
	Investigación explicativa
Investigación tecnológica	Investigación experimental
	Investigación aplicada

La investigación exploratoria tiene como propósito identificar la problemática a cerca del objeto de investigación, se realiza cuando el objeto no fue investigado o poco investigado. También se conoce como estudio piloto.

La investigación descriptiva tiene como propósito describir los objetos tal como están funcionando u ocurriendo. El investigador no debe influir en el funcionamiento del objeto de investigación.

La investigación explicativa tiene como propósito buscar las relaciones de causa y efecto entre las variables del objeto de estudio. En algunas investigaciones se determinará la correlación de las variables sin encontrar causalidad. En este estudio el investigador no manipula las variables.

La investigación experimental tiene como propósito manipular las variables que tienen relación causal para transformarlo. Su finalidad es crear conocimientos nuevos para mejorar el objeto de investigación.

La investigación aplicada tiene como propósito aplicar los resultados de la investigación experimental para diseñar tecnologías de aplicación inmediata en la solución de los problemas de la sociedad.

3.2 Definición del problema

Los Problemas Científicos, son interrogantes a resolver durante la investigación, cuya respuesta no está contenida en el caudal de conocimientos existentes hasta el momento. Tienen una estructura formal, ya que expresa una relación entre dos o más variables, deben estar formulados en forma clara y sin ambigüedades en forma de pregunta.

El planteamiento del problema consiste en precisar los problemas del objeto de investigación de acuerdo a los intereses y necesidades de la sociedad.

3.2.1 Requisitos del Problema Científico

Estas interrogantes deben de cumplir con los siguientes requisitos:

- Las preguntas deben formularse sobre la base de un marco teórico existente con anterioridad.
- Deben enunciar con claridad que es lo que se desconoce y donde reside la dificultad.
- Deben tener como propósito ampliar y perfeccionar los conocimientos existentes.
- Deben tener un carácter general cuya respuesta posibilite modificar la situación problemática aportando nuevos conocimientos.
- Deben utilizar el lenguaje de la comunidad científica, es decir, los conceptos y categorías que describen y explican la disciplina de los fenómenos estudiados.
- Deben expresar una relación de variables.

3.2.2 Formulación del Problema

Para formular el problema partimos del Sistema Problemático. El sistema problemático está formado por la caja blanca. Un problema específico se originará en un bucle.

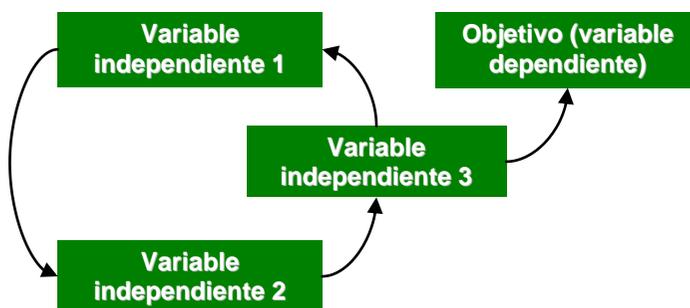


Figura 3.2: Arquetipo de variables

Identificado un arquetipo, ya tenemos identificado la variable dependiente (**VD**) e independientes (**VI**). La variable dependiente es el

objetivo que persigue el bucle. Las variables independientes son aquellas que están en interacción.

Las **interrogantes** dependerán del tipo de investigación:

Problemas descriptivos: ¿Cómo es..?, ¿Cuáles son...?, ¿Qué es...?

Problemas explicativos: ¿Por qué...?, ¿Qué relación hay ...?, ¿Cómo se relacionan...?

Problemas experimentales: ¿Qué pasa si...?

Problemas aplicados: ¿Cómo se hace...?, ¿Cómo combinar...?

El **verbo** es lo que se quiere hacer con la variable dependiente.

La **delimitación** es el ámbito geográfico, social o tecnológico donde se encuentra el objeto de investigación.

Por ejemplo, en el siguiente arquetipo, la variable dependiente será la satisfacción del cliente y las variables independientes serán requisitos del cliente, diseño del servicio y el servicio de mantenimiento.

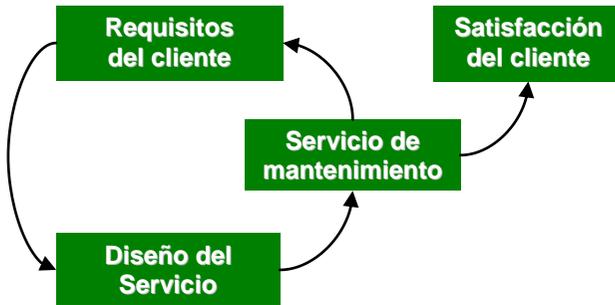


Figura 3.3: Arquetipo de requisitos, diseño y servicio

Cada uno de los componentes del problema identificados se ubica en la matriz de la tabla 3.2.

Tabla 3.2: Ejemplo de formulación del problema descriptivo

Interrogante	VI	Enlace	Verbo	VD	Delimitación
Cuáles son	Características de los requisitos, el diseño y el servicio de mantenimiento	Que permite	lograr	Satisfacción del cliente	Empresa Máquinas Limpias SAC

Para formular la interrogante, hacer una lectura de la matriz de izquierda a derecha.

¿Cuáles son las *características de los requisitos, el diseño y el servicio de mantenimiento* que permiten lograr la *satisfacción del cliente* en la empresa Máquinas Limpias SAC?

Un ejemplo de formulación de problema experimental en ingeniería se presenta en la tabla 3.3.

Tabla 3.3: Ejemplo de formulación del problema experimental (ingeniería)

Interrogante	VI	Enlace	Verbo	VD	Delimitación
Cómo optimizar el funcionamiento	Colector parabólico de canal	Que permite	Obtener en menor tiempo	Agua caliente a la salida del intercambiador de calor	Calentador solar de agua

Lectura de la matriz: ¿Cómo optimizar el funcionamiento del *Colector Parabólico de Canal* para obtener en menor tiempo *Agua Caliente a la salida del intercambiador de calor* de un calentador de agua?

Un ejemplo de formulación de problema experimental en educación se presenta en la tabla 3.4.

Tabla 3.4: Ejemplo de formulación del problema experimental (educación)

Interrogante	VI	Enlace	Verbo	VD	Delimitación
Cuál es el nivel de eficiencia	Método científico	En el	desarrollo	Capacidad de solución de problemas	Niños del quinto ciclo de EBR de IE del Consorcio de Colegios Católicos de Huancayo

Lectura de la matriz: ¿Cuál es el nivel de eficiencia del *Método Científico* en el desarrollo de la *Capacidad de solución de problemas* en niños del quinto ciclo de EBR de Instituciones Educativas del Consorcio de Colegios Católicos de Huancayo?

3.2.3 Objetivos de Investigación

Los objetivos son las guías de la investigación, deben tenerse en cuenta durante todo el desarrollo del mismo. Se deben expresar con claridad, y ser susceptibles de alcanzar. Nos indican lo que pretende la

investigación. Indica lo que se va a lograr al resolver el problema de investigación.

El objetivo es el motivo que induce al investigador a buscar una respuesta al problema; es contestar a la pregunta ¿Para qué realizamos esta investigación?

La variable de investigación es la variable independiente. Todo lo que se haga durante el proceso de investigación estará referida a esta variable. Por lo tanto, el **verbo** que antecede a esta variable, también dependerá del tipo de investigación que se realiza y será consistente con la **interrogante**.

Por ejemplo, al formular el objetivo del problema descriptivo de la tabla 3.2, notamos que la matriz de objetivos, cambia la interrogante con verbo y enlace con medios. El resto de los componentes siguen siendo iguales.

Tabla 3.5: Ejemplo de formulación del objetivo descriptivo

Propósito			Fines		
Verbo	VI	Medios	Verbo	VD	Delimitación
Describir	Características de los requisitos, el diseño y el servicio de mantenimiento	Enfoque sistémico	lograr	Satisfacción del cliente	Empresa Máquinas Limpias SAC

El objetivo será: Describir las características de los requisitos, el diseño y el servicio de mantenimiento, mediante el enfoque sistémico, para lograr la satisfacción de los clientes de la empresa Máquinas Limpias SAC?

En la tabla 3.6 tenemos un ejemplo de la formulación de un objetivo experimental que corresponde al problema de la tabla 3.3.

Tabla 3.6: Ejemplo de formulación de objetivo experimental (ingeniería)

Propósito			Fines		
Verbo	VI	Medios	Verbo	VD	Delimitación
Optimizar el funcionamiento	Colector parabólico de canal	Fluido de transferencia térmica	Obtener en menor tiempo	Agua caliente a la salida del Intercambiador de calor	calentador solar de agua

Lectura de la matriz: Optimizar el funcionamiento del *Colector Parabólico de Canal* mediante un fluido de transferencia térmica para

obtener en menor tiempo *Agua Caliente a la salida del intercambiador de calor* de un calentador solar de agua.

En la tabla 3.7 tenemos otro ejemplo de la formulación de un objetivo experimental que corresponde al problema de la tabla 3.4.

Tabla 3.7: Ejemplo de formulación de objetivo experimental (educación)

Propósito			Fines		
Verbo	VI	Medios	Verbo	VD	Delimitación
Determinar el nivel de eficiencia	Método científico	En el	desarrollo	Capacidad de solución de problemas	Niños del quinto ciclo de EBR de IE del Consorcio de Colegios Católicos de Huancayo

Lectura de la matriz: Determinar el nivel de eficiencia del Método científico en el desarrollo de la Capacidad de Solución de Problemas en niños del quinto ciclo de EBR de Instituciones Educativas del Consorcio de Colegios Católicos de de Huancayo.

El objetivo general, debe indicar, qué es lo que se quiere lograr y hasta donde se pretende llegar con la investigación. Los objetivos específicos, deben indicar lo mismo que lo anterior pero enunciar logros progresivos hasta llegar al objetivo general.

3.2.4 Justificación de la Investigación

La justificación, nos indica a quienes puede servir este trabajo de investigación; ¿Servirá para formular una nueva teoría?, ¿Servirá para desarrollar la ciencia?, ¿Servirá para beneficiar a la sociedad?, ¿para mejorar la tecnología, la técnica, los métodos?, etc.

A estas interrogantes se les puede dar respuesta desde una perspectiva teórica, metodológica ó tecnológica.

La justificación teórica se da cuando el investigador pretende contribuir al conocimiento de un área de estudio; es decir, de la ciencia. La originalidad y novedad son patrimonios propios del aporte teórico de la tesis.

La justificación metodológica se da cuando se propone como novedad, la formulación del nuevo método o técnica en la aplicación de la investigación.

Se justifica tecnológicamente una investigación cuando se satisface las necesidades sociales. Que pueden ser:

- Soluciones que permiten mejorar su nivel de vida.
- Soluciones que mejoran la ecología.
- Soluciones que permiten mejorar el sistema productivo.

3.2.5 Importancia de la investigación

En esta sección se argumentará el grado de importancia que tiene el estudio o investigación. Se explica el porqué y cómo contribuirá al avance de los conocimientos.

Para redactar la importancia del estudio, se debe responder a lo siguiente:

- ¿Cómo se relaciona la investigación con las prioridades de la región y del país?
- ¿Qué conocimiento e información se obtendrá?
- ¿Cómo se diseminarán los resultados?
- ¿Cómo se utilizarán los resultados y quienes serán los beneficiarios?

3.3 Formulación teórica

La formulación de la hipótesis requiere de un marco teórico que permita conocer qué se ha investigado en relación a nuestro tema, cuales son las teorías que fundamentan nuestra investigación y cual es la perspectiva teórica sobre la que se encuentra la solución al problema.

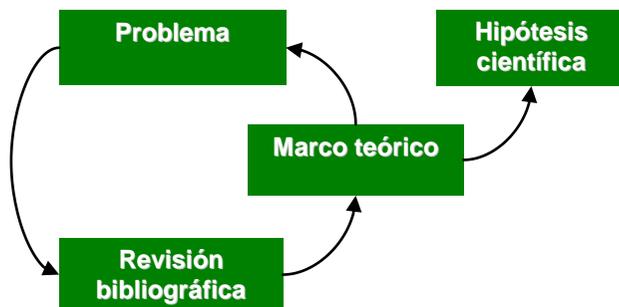


Figura 3.4: Revisión bibliográfica

Partiendo del problema e identificado las variables dependiente e independientes realizar la revisión bibliográfica para obtener el marco teórico respectivo (figura 3.4). Si el marco teórico permite formular una hipótesis consistente el proceso habrá concluido, caso contrario se

volverá a realizar la revisión bibliográfica en base a las variables del problema.

3.3.1 Revisión bibliográfica

Consiste en detectar, obtener y consultar la bibliografía y otras fuentes que pueden ser útiles a la investigación. Tiene como finalidad extraer y recopilar información relevante y necesaria que corresponde al problema de investigación.

Al identificar un problema, lo formulamos generalmente con un lenguaje coloquial o simple, ésta formulación se basa en la observación, medición e interpretación utilizando nuestros conocimientos. Luego recurrimos a la Revisión Bibliográfica para extraer información científica apropiada al problema para expresarlo en un Lenguaje Científico y construir una hipótesis científica.

Al realizar la revisión bibliográfica debemos centrarnos en el problema de investigación y no divagar en otros temas diferentes al estudio.

Tabla 3.8: Pasos para realizar la revisión bibliográfica

Pasos	Actividad
1	Detección de bibliografía y otras fuentes relacionadas con el problema. Concretamente en las variables independientes y dependiente.
2	Obtención de la bibliografía
3	Consulta de la bibliografía
4	Extracción y recopilación de información de interés en la bibliografía utilizando técnica del fichaje y otros.

Las *Fuentes de Información* relacionadas con el problema pueden ser primarias, secundarias o terciarias. Las fuentes primarias, proporcionan datos de primera mano. Por ejemplo los libros, antologías, publicaciones periódicas, monografías, tesis, trabajos de investigación, trabajos presentados en congresos y seminarios, testimonio de expertos, documentales, videocintas. Las fuentes secundarias, son compilaciones, resúmenes y listado de fuentes primarias. Son aquellas que reprocesan la información de primera mano. Las fuentes terciarias, son documentos que compendian nombres y títulos de revistas, nombre de boletines, conferencias y simposios.

La *obtención de la bibliografía*, consiste en la localización física en las bibliografías, filmotecas, hemerotecas, videotecas.

La *consulta de la bibliografía* se realiza para seleccionar la bibliografía útil y desechar las que no corresponden al tema de investigación.

La extracción y recopilación de información se realiza mediante el uso de fichas, sin embargo también se puede utilizar hojas sueltas, libretas, cuadernos, documentos electrónicos, etc. Lo importante es que se extraigan los datos e ideas necesarias para la elaboración del Marco Teórico. Algunas veces se extrae sólo una idea, una cifra, en otras se obtiene varias ideas, resúmenes, transcripciones textuales. Lo que resulta indispensable es anotar la referencia completa de dónde se extrajo la información, utilizando una norma como APA, Vancouver, MLA, GOST, ISO 690, etc.

3.3.2 Construcción del marco teórico

El Marco Teórico da base científica a la investigación, si se parte de una teoría correcta, la formulación de la hipótesis tendrá un carácter científico y orientará adecuadamente el proceso de la investigación.

Está compuesto necesariamente de la información empírica y de la información teórica, base para la futura investigación. Supone del conocimiento pleno del objeto de investigación por parte del Investigador.

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

Según (Black y Champión, 1976, p.56) “Una teoría es un conjunto de proposiciones relacionadas sistemáticamente que especifican relaciones causales entre variables”.

Según (Blalock, 1984, p.12) “Las teorías no sólo consisten en esquemas o tipologías conceptuales, sino que contienen proposiciones semejantes a leyes que interrelacionan dos o más conceptos o variables al mismo tiempo. Más aún estas proposiciones deben estar interrelacionadas entre sí”.

(Gibbs, 1976, p.5) “Una teoría es un conjunto de proposiciones interrelacionadas lógicamente en la forma de afirmaciones (aserciones) empíricas acerca de las propiedades de clases infinitas de eventos o cosas”.

Las teorías pueden acompañarse de esquemas, diagramas o modelos gráficos para ilustrar los conceptos teóricos más importantes.

El Marco Teórico cumple varias funciones en una investigación, indicaremos algunas importantes:

- Los Antecedentes orientan cómo habrá de llevarse a cabo el estudio.
- Ayuda a prevenir errores que se han cometido en otros estudios.
- Amplía el horizonte de estudio.
- Guía al investigador para que se centre en el problema, evitando desviaciones.
- Da base científica a las hipótesis que más tarde deberá contrastarse con la realidad.
- Inspira nuevas líneas y áreas de investigación.

La función más importante de una teoría es explicar: decir por qué, cómo y cuando ocurre un fenómeno.

También su función es sistematizar o dar orden al conocimiento sobre un fenómeno o realidad, conocimiento que en muchas ocasiones es disperso y no se encuentra organizado.

Otra función, muy asociada con la de explicar, es la de predicción. Es decir, hacer inferencias a futuro sobre cómo se va a manifestar u ocurrir un fenómeno, dadas ciertas condiciones. En este sentido, la teoría proporciona conocimiento de los elementos que están relacionados con el fenómeno sobre el cual se habrá de efectuar la predicción. Si hubiera una teoría adecuada sobre los temblores, se sabría qué factores pueden provocar un sismo y cuándo es probable que ocurra.

El procedimiento para la construcción del Marco Teórico es como sigue:

- Organizar las fichas obtenidas durante la revisión bibliográfica, de acuerdo a su correspondencia con las variables y el método a utilizar.
- Seleccionar la teoría que sea el antecedente más cercano, el que de mayor base al tema de investigación, y los conceptos más aceptados, de las fichas anteriormente elaboradas.
- Ordenar e integrar concatenadamente lo seleccionado y elaborar el Marco Teórico.

El Marco Teórico se presentará dentro del Plan de Investigación con los siguientes elementos:

- Antecedentes del Problema (soportes empíricos).- viene a ser una revisión de los estudios anteriores sobre el problema y el grado de desarrollo alcanzado por el objeto de investigación en nuestra realidad.
- Bases teóricas (soportes racionales).- Es un inventario con sentido crítico de las teorías existentes hasta la actualidad, referidas a la problemática por resolver. Aquí se incluyen las leyes, principios, procesos, etc., relacionados principalmente con las variables independientes.
- Definición conceptual y operacional (soportes racionales).- Deben quedar bien definidos las variables de investigación, tanto conceptual como operacionalmente.

Por ejemplo, al visitar la biblioteca de la Universidad Nacional del Centro del Perú, encuentro una tesis cuyo título tiene que ver con las variables de mi tesis elegida, entonces debo presentar el primer **antecedente** de la siguiente manera:

En la biblioteca de la Universidad Nacional del Centro del Perú se encuentra la tesis titulada: "-----", cuyo autor es: ------, quién presentó y sustentó para obtener el grado de magíster en Ingeniería Mecánica, en el año -----; de cuyo trabajo de investigación se deduce la siguiente conclusión final: "-----"

Asimismo, en la Pontificia Universidad Católica del Perú se encuentra registrada la tesis: "-----" cuyo autor es: "-----", quien investigó para titularse como Ingeniero Industrial en el año: "-----", de cuyo trabajo se puede concluir en lo siguiente: "-----".

La teoría básica constituye el soporte científico de la investigación, por lo que debe presentarse la teoría que da soporte a las variables independientes y a la variable dependiente.

Por **ejemplo**, si el problema es: ¿Cuál es la geometría de los martillos y cual su velocidad de molturación granos para mejorar la productividad en un molino de martillos?

La **teoría básica** para *geometría de los martillos* estará contenida por:

- Definición de la geometría de los martillos de molturación
- Identificación de los indicadores de la geometría de los martillos.
- Descripción de cada indicador.

- Modelos icónicos, analógicos o matemáticos utilizados para determinar sus características, propiedades o leyes de funcionamiento.
- Materiales y procesos productivos utilizados en la construcción de martillos para molino.

La **teoría básica** para *velocidad de molturación* estará contenida por:

- Definición de la velocidad de molturación
- Identificación de los indicadores de la velocidad de molturación.
- Descripción de cada indicador.
- Modelos matemáticos utilizados para determinar sus características, propiedades o leyes de funcionamiento.

La **teoría básica** para *productividad de molinos de martillo* estará contenida por:

- Definición de la productividad.
- Definición de la productividad de molinos de martillo.
- Identificación de los indicadores de la velocidad de molturación.
- Descripción de cada indicador.
- Definición de los indicadores, su relación matemática, instrumentos para medir y las unidades de medición.

Las definiciones conceptuales se realizan mediante el proceso de operacionalización de las variables de investigación. Las definiciones se realizan para cada variable, sea esta independiente o dependiente. Estas definiciones tienen fines prácticos en la investigación, por lo que su enunciación debe adecuarse a las condiciones en las que se realiza la investigación.

Las variables independientes son las variables de investigación, por lo que su definición conceptual y operacional estará centrada en la forma en que se realizará el proceso de investigación o experimentación, las etapas de manipulación de los indicadores. La variable dependiente es la variable de medida, por lo que su definición conceptual estará dirigida a la manera en que se medirán sus indicadores y las unidades de medida que se utilizarán.

3.3.3 Formulación de la hipótesis

Podríamos definir a la hipótesis como una proposición tentativa acerca de las posibles relaciones entre dos o más variables y que cumplen con los ciertos requisitos.

Las hipótesis indican lo que estamos buscando o tratando de probar y pueden definirse como explicaciones tentativas del fenómeno investigado y formuladas a manera de proposiciones.

Hernández (1998), nos dice que dentro de la investigación científica, las hipótesis son proposiciones tentativas acerca de las relaciones entre dos, a más variables y se apoyan en conocimientos organizados y sistematizados.

Las hipótesis son solo proposiciones sujetas a comprobación empírica, a verificación en la realidad.

¿Cómo se relacionan las hipótesis, las preguntas y los objetivos de investigación?

Las hipótesis proponen tentativamente las respuestas a las preguntas de investigación, la relación entre ambas es directa e íntima. Las hipótesis sustituyen a los objetivos y preguntas de investigación para guiar el estudio.

Por ello, las hipótesis comúnmente surgen de los objetivos y preguntas de investigación.

Las hipótesis también pueden surgir de un postulado de una teoría, del análisis de ésta, de generalizaciones empíricas pertinentes a nuestro problema de investigación y de estudios revisados o antecedentes consultados.

Las variables de la hipótesis deben ser comprensibles, precisas y lo más concretas posible. Los términos vagos o confusos no tienen cabida en una hipótesis. Así “automatización de la máquina” y “energía interna”, son conceptos generales que deben sustituirse por otros más específicos y concretos.

Las variables de la hipótesis y la relación planteada entre ellas, deben ser observables y medibles, o sea tener evidencias suficientes en la realidad. Las hipótesis están relacionadas con técnicas disponibles para probarlas. Al formular una hipótesis, tenemos que analizar si existen técnicas o herramientas de la investigación para poder verificarla, si es posible desarrollarla y si encuentran a nuestro alcance.

¿Qué tipos de hipótesis hay?

Existen diversas formas de clasificar las hipótesis, pero las más importantes son las siguientes:

- Hipótesis de investigación
- Hipótesis nulas.
- Hipótesis alternativas e,
- Hipótesis estadísticas

En la formulación de la hipótesis utilizaremos la matriz de formulación de hipótesis (tabla 3.9). En el ejemplo, la hipótesis corresponde al problema de la tabla 3.2.

La relación de variables se da en función a los medios necesarios a utilizar para hacer que los propósitos aporten a los fines. Los propósitos se logran al investigar las variables independientes y la medición de la variable dependiente nos dice cuanto nos acercamos a los fines.

Tabla 3.9: Ejemplo de formulación de hipótesis descriptiva

Propósito			Fines		
Proceso lógico	VI	Medios	Proceso lógico	VD	Delimitación
Si	Características de los requisitos, el diseño y el servicio de mantenimiento	Enfoque sistémico	Entonces	Satisfacción del cliente	Empresa Máquinas Limpias SAC

La lectura de la hipótesis de investigación será: Si se describe las características de los requisitos, el diseño del mantenimiento y las actividades del servicio de mantenimiento, entonces, se podrá inferir la satisfacción o insatisfacción de los clientes de la empresa Máquinas Limpias SAC.

En la tabla 3.10 se presenta otro ejemplo de formulación de hipótesis, en este caso es experimental y corresponde al problema de la tabla 3.3.

En el ejemplo, por ser una investigación experimental, el medio indica los elementos, factores o dimensiones que serán manipulados con el propósito de mejorar los resultados de la variable dependiente. Se manipulará el fluido de transferencia térmica para lograr mejorar el

calentamiento del agua en un menor tiempo en el tanque del intercambiador de calor.

Tabla 3.10: Ejemplo de formulación de hipótesis experimental (ingeniería)

Propósito		Medios	Fines		Delimitación
Proceso lógico	VI		Proceso lógico	VD	
Si	Colector parabólico de canal	Fluido de transferencia térmica es de mayor capacidad, con una velocidad óptima y recorre una distancia adecuada.	Entonces se Obtendrá en menor tiempo	Agua caliente a la salida del Intercambiador de calor	calentador solar de agua

Lectura de la matriz: Si, el colector parabólico de canal utiliza un fluido de transferencia térmica de mayor capacidad a una velocidad óptima y recorre una distancia adecuada, entonces se obtendrá en menor tiempo Agua caliente a la salida del Intercambiador de calor de un Calentador Solar de Agua.

Otro ejemplo corresponde a una investigación experimental educativa, aquí se manipulará los pasos del método científico para desarrollar la capacidad de solución de problemas en niños de educación primaria.

Tabla 3.11: Ejemplo de formulación de hipótesis experimental (educación)

Propósito		Medios	Fines		Delimitación
Proceso lógico	VI		Proceso lógico	VD	
Si se utiliza	Método científico	Identificación del problema Marco teórico Hipótesis Experimentación Contratación de hipótesis	Entonces	Capacidad de solución de problemas	Niños del quinto ciclo de EBR de IE del Consorcio de Colegios Católicos de Huancayo

Lectura de la matriz: Si, se utiliza el método científico identificando el problema, formulando su posible solución basado en un marco teórico, probando valores en las variables y evaluando los resultados, entonces, su eficiencia será alto, en el desarrollo de la capacidad de solución de problemas en niños del quinto ciclo de EBR de

3.4 Diseño de la investigación

El diseño de Investigación es una organización esquematizada para relacionar y controlar las variables de investigación.

Tiene como objetivo asignar restricciones controladas a las observaciones de los fenómenos. Es un instrumento de dirección para el investigador, contiene los pasos o acciones a seguir para encontrar posibles soluciones a los problemas.

Los criterios de elección de diseños son:

- El diseño debe ser coherente con el tipo de problema a investigar.
- Un diseño está relacionado con el grado de control que debe proporcionar con respecto a las variables relevantes del estudio.

Un diseño experimental, según J. Arnau (1988) tiene seis actividades básicas:

- Formulación de las Hipótesis
- Selección de las variables dependientes e independientes adecuadas.
- Control de las variables extrañas
- Manipulación de las variables independientes y registro de las variables dependientes.
- Análisis de varianza producida en la variable dependiente o variable de análisis.
- Inferencia de las relaciones entre las variables independiente y dependiente.

3.4.1 Validez de los Diseños de Investigación

La validez de los diseños de investigación se refiere al grado de control y posibilidad de generalización que se obtiene de la inferencia sobre el problema estudiado.

La **validez interna** trata de responder a la pregunta: ¿La variable independiente produce un efecto significativo en la variable dependiente?

La pregunta será resuelta si el diseño es capaz de tener un control efectivo de las variables extrañas que pueden afectar al experimento.

La **validez externa** trata de responder a la pregunta: ¿Es posible aplicar los resultados obtenidos a una realidad con entornos similares?

Las aplicaciones deberán considerar una la población y condiciones similares bajo las cuales se realizó el estudio.

3.4.2 Clasificación de los diseños: por el número de variables

Diseños descriptivos:

- Descriptivo simple
- Descriptivo comparativo
- Correlacional
- Causal comparativo
- Longitudinal

Diseños de Ex-post-Facto:

- Diseño correlacional
- Diseño de grupo criterio

Diseños experimentales:

- Pre-experimentales
- Cuasi experimentales, y
- Experimentales

Diseños factoriales experimentales:

- Diseño factorial simple (2x2)
- Diseño multifactorial.

Diseños de aplicación:

- Diseño de soluciones

3.4.3 Clasificación de los diseños: por el método que se emplea

- *Diseños univariados*, cuando se manipula una sola variable independiente y una o más variables dependientes.
- *Diseños multivariados*, cuando se manipula dos o más variables independientes y una o más variables dependientes.

3.4.4 Diseños descriptivos

Descriptivo simple

Busca recoger información actualizada sobre el objeto de investigación. Sirve para estudios de diagnóstico descriptivo, caracterizaciones, perfiles, etc.

Diagrama: $M \rightarrow O$

Donde:

M: Muestra u objeto en que se realizará el estudio

O: Observación de la muestra.

No podemos suponer las influencias de algunas variables. Nos limitamos a recoger información de la situación actual.

Descriptivo comparativo

Recoge información actualizada de varias muestras sobre un mismo objeto de investigación y lo caracteriza sobre la base de una comparación. Sirve para estudios de diagnóstico descriptivo comparativos, caracterizaciones sobre la base de varios factores.

Diagrama:

$M_1 \rightarrow O_1$

$M_2 \rightarrow O_2$

$M_3 \rightarrow O_3$

$M_n \rightarrow O_n$

$$\begin{array}{ccccccc}
 & \approx & & \approx & & \approx & \\
 O_1 & = & O_2 & = & O_3 & = & O_n \\
 & \neq & & \neq & & \neq &
 \end{array}$$

Donde:

M_1, M_2, M_3, M_n : Cada una de las muestras del estudio

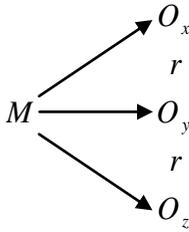
O_1, O_2, O_3, O_n : Observación de las muestras para recoger información relevante.

Comparación entre cada una de las muestras, pudiendo ser semejantes (\approx), iguales ($=$) o diferentes (\neq).

Correlacional

Se identifica variables que se desea relacionar y se aplica la técnica de análisis de correlación. Se busca el grado de relación existente entre dos o más variables de un objeto de investigación.

Diagrama:



Donde:

M: Muestra del estudio

O_x, O_y, O_z : Observación de las variables de la muestras.

r : Posible relación entre las variables de estudio

Causal comparativo

Consiste en recolectar información de dos o más muestras, para observar el comportamiento de una variable, tratando de “controlar” estadísticamente otras variables que podría afectar la variable dependiente.

Diagrama:

$$M_1 \rightarrow O_{1xyz}$$

$$M_2 \rightarrow O_{2xyz}$$

Donde:

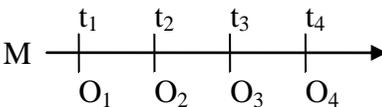
M_1, M_2 : Muestras del estudio

O_1, O_2 : Observación o mediciones de las muestras, mientras xyz representan las variables controladas estadísticamente.

Longitudinal

Se toma una muestra del objeto de investigación, la misma que es evaluada en distintos momentos en el tiempo y por períodos bastante largos.

Diagrama:



Donde:

M: Muestra del estudio

t_1 a t_2 : Momentos en que se hacen las observaciones

O_1 a O_4 : Observación o mediciones de las variables de estudio.

Las ventajas del diseño longitudinal son: proporciona información bastante confiable de los cambios observados en la variable estudiada.

La desventaja está en que el estudio lleva mucho tiempo para extraer las conclusiones.

3.4.5 Diseños de Ex-post-Facto

Son investigaciones donde se examina los efectos que tiene una variable que ha actuado de manera normal u ordinaria. La variable independiente no se manipula, sino se observa y determina los efectos que ha tenido sobre la variable dependiente. Los siguientes problemas requieren de un diseño ex-post-facto:

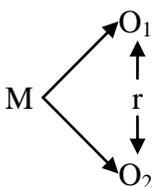
¿Cuáles son los factores que contribuyeron a lograr alta confiabilidad en el mantenimiento de máquinas de la empresa X?

¿Qué efecto tuvo el funcionamiento en condiciones de carga máxima de una máquina sobre la vida útil de sus elementos?

Diseño correlacional

Consiste en recolectar dos o más conjuntos de datos de un objeto de investigación con la intención de determinar la relación entre éstos datos.

Diagrama:



Donde:

O_1 , O_2 : Observación o mediciones del conjunto de datos 1 y 2.

Diseño de grupo criterio

Se utiliza cuando queremos conocer la causa de un fenómeno. Generalmente se realiza la comparación con otro objeto de

investigación similar pero donde se produjo un fenómeno diferente. Si queremos determinar las causas del mal funcionamiento de una máquina, debemos de contrastar otra máquina similar pero que tiene un buen funcionamiento.

Diagrama:

$M_x \rightarrow O_1$

$M_c \rightarrow O_2$

Donde:

M_x : variable independiente (máquina con fallas)

M_c : variable de control (máquina sin fallas)

O_1, O_2 : Observación de posibles causas.

3.4.6 Diseños experimentales

Cuando en una investigación se necesita manipular variables, es necesario realizar un diseño experimental.

Los diseños experimentales en una investigación, sirve para organizar la obtención de datos a partir de la reproducción de las propiedades del objeto de investigación en un modelo o en un prototipo.

El modelo se construye según el principio de la modelación física cuando éste tiene la misma naturaleza física del objeto de investigación: prototipo.

El modelo se construye según el principio de la modelación matemática si la naturaleza de éste es distinta a la del objeto de investigación. Pero su funcionamiento se describe en forma similar.

Según el grado de control que se tenga de las variables se puede dividir en investigación:

- Pre-experimental,
- Cuasi-experimental y
- Experimental.

En este tipo de diseños se utilizan signos y símbolos que hacen más simple y comprensible el diseño:

X: Tratamiento experimental, para varios experimentos X_1, X_2

(Espacio en blanco): Tratamiento de control

O: Observación o medición, para varias observaciones O_1, O_2

A: Grupo seleccionado mediante aleatorización.

Ap: Grupo seleccionado mediante apareamiento.

GE: Grupo experimental.

GC: Grupo control.

Aleatorización

Es la asignación aleatoria de los objetos a los grupos de experimento. Utilice la tabla de números aleatorios. Esta tabla incluye números del 0 al 9 y su secuencia es totalmente al azar.

La asignación al azar produce control, ya que las variables que requieren ser controladas (variables extrañas y fuentes de invalidación interna) son distribuidas de la misma manera en los grupos del experimento.

Apareamiento

Consiste en igualar a los grupos en relación con alguna variable específica, que se piensa puede influir en forma decisiva en la variable dependiente.

- Elegir la variable de acuerdo con algún criterio teórico.
- Obtener una medición de la variable elegida para emparejar a los grupos.
- Ordenar a los objetos en la variable sobre la cual se va a efectuar el apareamiento.
- Formar parejas de objetos según la variable de apareamiento, en orden descendente, procurando que tengan la misma puntuación en la variable.

DISEÑOS PRE- EXPERIMENTALES

Son diseños que no pueden controlar los factores que influyen contra la validez interna y externa. Pero ilustran la forma en que las variables extrañas pueden influir en la validez interna. Nos muestra lo que se debe y no debe hacer. Este tipo de diseño es muy restringido y utilizado durante la investigación exploratoria.

Diseño de un grupo con post prueba

Se evalúa los efectos del tratamiento, su diseño es:

X → O

X: Tratamiento aplicado al grupo experimental.

O: Observación de los efectos mediante una post prueba

Diseño de un grupo con pre prueba y post prueba

Se evalúa los efectos del tratamiento comparándolo con una medición previa, su diseño es:

$$O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2$$

X: Tratamiento aplicado al grupo experimental (VI).

O₁: Observación de la variable dependiente antes de tratamiento.

O₂: Observación de la variable dependiente después de tratamiento.

Diseño con Grupo Control y post prueba

Se evalúa los efectos del tratamiento en el grupo experimental, comparándolo con la evaluación de un grupo control que no recibe el tratamiento, su diseño es:

$$GE: X \rightarrow O_1$$

$$GC: \quad \rightarrow O_2$$

X: Tratamiento aplicado al grupo experimental (VI).

O₁: Observación de la variable dependiente en el GE.

O₂: Observación de la variable dependiente en el GC.

DISEÑOS CUASI- EXPERIMENTALES

Los diseños cuasi-experimentales son semejantes a los experimentos “verdaderos”, con la diferencia que los grupos no son equivalentes porque no hubo aleatorización ni emparejamiento. Por lo demás son iguales, la interpretación es similar, las comparaciones son las mismas y los análisis estadísticos iguales. Por lo mismo que pueden existir tantas clases de diseños cuasi-experimentales como los experimentales. Veremos sólo algunos de éstos diseños.

Diseño con Grupo Control y post prueba

Se requiere de dos grupos, uno experimental y otro de control, donde no hay asignación al azar ni emparejamiento de los miembros del grupo. El investigador aplica el tratamiento al GE, posteriormente evalúa a los dos grupos en la variable dependiente.

$$GE \quad X \quad O_1$$

$$GC \quad \text{—} \quad O_2$$

Donde:

X: Tratamiento aplicado al grupo experimental (VI).

O₁: Observación de la variable dependiente en el GE.

O₂: Observación de la variable dependiente en el GC.

Como no existe grupos equivalentes las diferencias de las post pruebas puede ser atribuido a la variable independiente y a otras variables extrañas, y se corre el riesgo de no poder identificarlo.

Diseño con Grupo Control, pre prueba y post prueba

Se requiere de dos grupos, uno experimental y otro de control, donde los elementos no son equivalentes. Se les administra simultáneamente la pre prueba y la post prueba.

GE	O ₁	X	O ₂
GC	O ₃	—	O ₄

Donde:

X: Tratamiento aplicado al grupo experimental (VI).

O₁, O₃: Observación de la variable dependiente en los dos grupos antes del tratamiento.

O₂, O₄: Observación de la variable dependiente en los dos grupos después del tratamiento.

El investigador aplica la variable experimental o variable independiente al GE, posteriormente evalúa a los dos grupos en la variable dependiente.

DISEÑOS EXPERIMENTALES

Diseño con Grupo Control y post prueba

Se requiere de dos grupos, uno experimental y otro de control, donde los elementos han sido asignados aleatoriamente. El investigador aplica la variable experimental o variable independiente al GE, posteriormente evalúa a los dos grupos en la variable dependiente.

La comparación entre las pruebas de ambos grupos nos indica si hubo o no efecto de la manipulación.

Su diseño es:

GE	A	X	O ₁
GC	A	—	O ₂

Donde:

X: Tratamiento aplicado al grupo experimental (VI).

A: Grupos seleccionados aleatoriamente.

O₁: Observación de la variable dependiente en el GE.

O₂: Observación de la variable dependiente en el GC.

Análisis estadístico

Mediante el criterio de t, se probará la hipótesis nula de que las O₁ e O₂ son iguales, frente a una hipótesis de investigación expresada por:

$$H_0: O_1 = O_2 \text{ vs } H_1: O_1 > O_2$$

Este diseño puede extenderse para incluir más de dos grupos experimentales y uno control.

GE ₁	A	X ₁	O ₁
GE ₂	A	X ₂	O ₂
GE ₃	A	X ₃	O ₃
...	
GE _k	A	X _k	O _k
GC	A	—	O _{k+1}

Prueba de hipótesis

$$H_0: O_1 = O_2 = O_3 = O_4 \text{ vs } H_1: O_1 \neq O_2 \neq O_3 \neq O_4$$

Diseño con Grupo Control, pre prueba y post prueba

Se requiere de dos grupos, uno experimental y otro de control, donde los elementos han sido asignados aleatoriamente. Se les administra simultáneamente la pre prueba y la post prueba.

GE	A	O_1	X	O_2
----	---	-------	---	-------

GC	A	O_3	___	O_4
----	---	-------	-----	-------

El investigador aplica la variable experimental o variable independiente al GE, posteriormente evalúa a los dos grupos en la variable dependiente.

Este diseño es adecuado para grupos con menos de 15 elementos, debido a que la aleatorización pudo haber funcionado mal. La ventaja consiste en que se puede analizar el puntaje de ganancia de cada grupo.

Análisis estadístico

1. Para la comparación entre pruebas se utiliza la *prueba "t"* para grupos correlacionados.
2. Lo mismo para la comparación entre las dos postpruebas.
3. Igual para analizar el puntaje ganancia de cada grupo (O_1 vs O_2 y O_3 vs O_4)
4. Análisis de varianza (ANOVA) para grupos relacionados si se comparan simultáneamente O_1 , O_2 , O_3 , O_4 y el nivel de medición es por intervalos.

Diseño de cuatro grupos de Solomon

Este diseño es la mezcla de los dos anteriores. La suma de estos diseños origina cuatro grupos: dos experimentales y dos de control.

GE_1	A	O_1	X	O_2
--------	---	-------	---	-------

GC_1	A	O_3	___	O_4
--------	---	-------	-----	-------

GE_2	A	___	X	O_5
--------	---	-----	---	-------

GC_2	A	___	___	O_6
--------	---	-----	-----	-------

Los efectos pueden determinarse comparando las cuatro post pruebas.

La ventaja de este diseño es que se pueden verificar los posibles efectos de la pre prueba sobre la post prueba.

Análisis estadístico

1. Para la comparación entre pruebas se utiliza la *prueba Ji cuadrada* para múltiples grupos (nivel de medición nominal).
2. Análisis de varianza en una sola dirección si se tiene el nivel de medición por intervalos y se compara únicamente las post pruebas.
3. Análisis factorial de varianza cuando se tiene un nivel de medición por intervalos y se comparan todas las mediciones (pre pruebas y post pruebas).

3.4.7 Diseños factoriales experimentales:

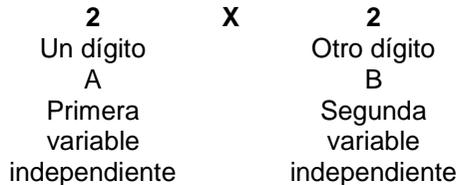
Los diseños factoriales manipulan dos o más variables independientes e incluyen dos o más niveles de presencia en cada una de las variables independientes. La construcción básica de un diseño factorial consiste en que todos los niveles de cada variable independiente son tomados en combinación con todos los niveles de las otras variables independientes.

Diseño factorial 2² ó 2x2

Es el diseño factorial más simple. Manipula dos variables, cada una con dos niveles.

El número de dígitos indica el número de variables independientes.

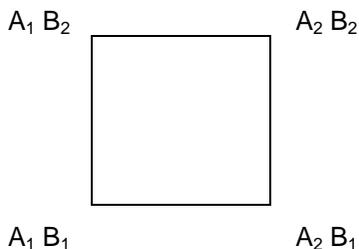
El valor numérico de cada dígito indica el número de niveles de la variable independiente.



Representación matricial:

B_2	$A_1 B_2$	$A_2 B_2$
B_1	$A_1 B_1$	$A_2 B_1$
	A_1	A_2

Representación espacial:



La recolección de datos de este diseño debe registrarse en la tabla de registro de datos, considerando las repeticiones en cada medición.

Tabla 3.12: Tabla de registro de datos de diseño 2x2

Variables indep.		Combinación de tratamientos	Repetición			
A	B		I	II	III	Total
A ₁	B ₁	A ₁ B ₁				
	B ₂	A ₁ B ₂				
A ₂	B ₁	A ₂ B ₁				
	B ₂	A ₂ B ₂				

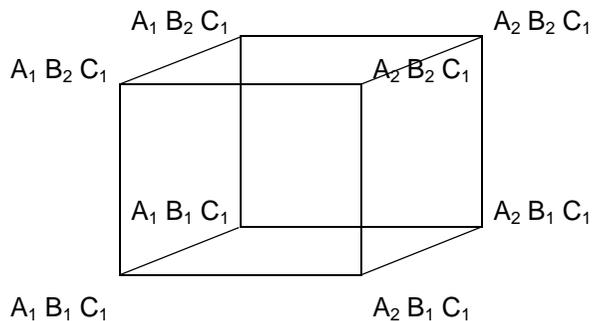
Diseño factorial 2³ (2x2x2)

En este diseño factorial se manipulan tres variables, cada una con dos niveles. Tiene ocho combinaciones de tratamientos, los mismos que se pueden representar:

Matricialmente:

C	C ₂	m	B ₂	A ₁ B ₂ C ₂	A ₂ B ₂ C ₂
			B ₁	A ₁ B ₁ C ₂	A ₂ B ₁ C ₂
	C ₁	m	B ₂	A ₁ B ₂ C ₁	A ₂ B ₂ C ₁
			B ₁	A ₁ B ₁ C ₁	A ₂ B ₁ C ₁
			A ₁	A ₂	
			A		

En tres dimensiones:



La recolección de datos de este diseño debe registrarse en la tabla de registro de datos, considerando las repeticiones en cada medición.

Tabla 3.13: Tabla de registro de datos de diseño 2x2x2

Variables independientes			Combinación de tratamientos	Repetición			
A	B	C		I	II	III	Total
A ₁	B ₁	C ₁	A ₁ B ₁ C ₁				
		C ₂	A ₁ B ₁ C ₂				
	B ₂	C ₁	A ₁ B ₂ C ₁				
		C ₂	A ₁ B ₂ C ₂				
A ₂	B ₁	C ₁	A ₂ B ₁ C ₁				
		C ₂	A ₂ B ₁ C ₂				
	B ₂	C ₁	A ₂ B ₂ C ₁				
		C ₂	A ₂ B ₂ C ₂				

3.4.8 Diseño de aplicación

Este diseño sirve para evaluar la conversión de un modelo a objeto. Mientras que los anteriores diseños evalúan los modelos que representan los objetos de la realidad.

Se requieren dos equipos, uno experimental OE y otro control OC. El objeto experimental es diseñado y construido, mientras que el objeto de control es uno existente al cual se quiere superar en

eficiencia o productividad. Los objetos se evalúan en funcionamiento mediante la variable dependiente.

La comparación entre las pruebas nos indica si hubo o no mejora de la eficiencia o productividad en el objeto diseñado.

EE	X	O ₁
EC	—	O ₂

Donde:

EE: Equipo experimental.

EC: Equipo de control.

X: Funcionamiento del equipo diseñado

O1: Observación de la variable dependiente del EE.

O2: Observación de la variable dependiente del EC.

3.4.9 ¿Cómo seleccionar el Diseño apropiado?

El planteamiento del problema y el marco teórico nos indican si nuestro estudio es exploratorio, descriptivo, explicativo, experimental o aplicado. Además el tipo de investigación nos lleva a seleccionar cierta clase de hipótesis el que a su vez nos sirve para seleccionar un determinado diseño de investigación.

A su vez la elección del diseño dependerá del grado de control que se tiene de las variables y de cómo se encuentra los datos en la realidad.

En la tabla 3.14 se muestra la correspondencia que debe existir entre el tipo de investigación, hipótesis y diseño de investigación.

En las investigaciones exploratorias y descriptivas se utiliza el diseño descriptivo simple, generalmente consideramos variables de entrada y salida. Este diseño observa y describe el objeto de estudio tal como se encuentra ahora. En la exploratoria la observación no es controlada como en la descriptiva.

En las investigaciones correlacionales se compara el resultado de dos grupos o variables haciendo un corte en el mismo tiempo u observándolo su comportamiento histórico.

En las investigaciones explicativas se utilizan los diseños longitudinales, causales y causales comparativos. Ya que las evidencias relacionadas con las causas deben ser claras.

Tabla 3.14: Tipo, hipótesis y diseño de investigación

Investigación	Hipótesis	Diseño
Exploratorio	No se establecen. Se puede formular como conjeturas iniciales	Descriptivo simple
Descriptivo	Descriptiva	Descriptivo simple
Correlacional	Diferencia de grupos sin atribuir causalidad	Transeccional correlacional Longitudinal (no experimental)
	Correlacional	Descriptivo comparativo Correlacional Causal comparativo Longitudinal
Explicativo	Diferencia de grupos atribuyendo causalidad	Longitudinal Causal
	Causales	Longitudinal Causal comparativo
Experimental	Optimización	Pre experimental Cuasi experimental Experimental
Aplicada	Diseño	Diseño de soluciones

La investigación experimental busca optimizar las variables para maximizar los resultados. Dependiendo del conocimiento del objeto de investigación y de la posibilidad de controlar las variables podemos utilizar diferentes diseños. El diseño pre experimental se utiliza cuando el objeto no es conocido o es poco conocido. El diseño cuasi experimental se utiliza cuando sabemos que no podremos controlar todas las variables que existentes en el objeto. El diseño experimental utilizamos cuando podemos controlar todas las variables del objeto de investigación.

La investigación aplicada tiene como propósito transformar los conocimientos existentes o modelos en objetos útiles a la sociedad, podemos llamarlo también proceso de innovación. Buscamos que las soluciones generen efectividad o productividad.

3.4.10 Ejemplos de diseño de investigación

A continuación presentamos diversos diseños de investigación. El diseño de una investigación descriptiva y dos investigaciones experimentales. Las tablas resumen el trabajo de investigación incluyendo el problema, hipótesis de investigación, hipótesis estadística, tipo de Investigación, población y muestra o unidad experimental, variables, escalas de medición, diseño de Investigación,

técnicas de recolección de datos y técnicas de procesamiento y análisis de datos.

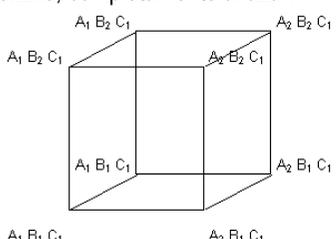
Tabla 3.15: Diseño descriptivo

Problema	¿Cómo se relaciona la antigüedad de los automóviles gasolineros con los niveles de emisión de gases de escape en la ciudad de Huancayo?	
Hipótesis de investigación	Los niveles de emisión de gases de escape serán mayores cuando más antiguo sea el automóvil gasolinero en la ciudad de Huancayo.	
Hipótesis estadística	$H_1: \mu_1 < \mu_2 < \mu_3 < \mu_4 < \mu_5 < \mu_6 < \mu_7 < \mu_8 < \mu_9 < \mu_{10}$ $H_0: \mu_1 \geq \mu_2 \geq \mu_3 \geq \mu_4 \geq \mu_5 \geq \mu_6 \geq \mu_7 \geq \mu_8 \geq \mu_9 \geq \mu_{10}$	
Tipo de Investigación	Investigación descriptiva comparativa	
Población y muestra	<p>Los automóviles gasolineros que circulan por la ciudad de Huancayo con más de cinco años de antigüedad de fabricación. La población es infinita.</p> <p>La muestra será tomada por cuotas equivalentes de automóviles que transitan entre los distritos de Huancayo y El Tambo.</p> <p><i>(el cálculo del tamaño de muestra no se puede realizar debido a que no se tiene las medidas de variación de la población y la muestra, por tanto esta investigación no se puede generalizar hasta refinar los datos con los resultados de esta investigación)</i></p>	
Variables	ENTRADA Automóviles gasolineros	SALIDA Contenido de monóxido de los gases de escape
Escalas de medición	Automóviles gasolineros año 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005.	Porcentajes de los productos de combustión
Diseño de Investigación	<p>Diagrama:</p> $M_1 \rightarrow O_1$ $M_2 \rightarrow O_2$ $M_3 \rightarrow O_3$ $M_n \rightarrow O_n$ <p>Donde:</p> <p>M_1, M_2, M_3, M_n: muestras de automóviles por año</p> <p>O_1, O_2, O_3, O_n: Observación de las muestras para recoger características de gases de escape.</p>	
Técnicas de recolección de datos	Medición de emisión de gases utilizando el analizador de gases.	
Técnicas de procesamiento y análisis de datos	Estadística descriptiva Correlación	

Tabla 3.16: Diseño experimental unifactorial

Problema	¿Cuál es el modelo geométrico de martillo que incrementa la eficiencia del molino de martillos?	
Hipótesis	Si los martillos se construyen con ángulo de punta, varias aristas y menor espesor, entonces se incrementará la eficiencia del molino de martillos.	
Tipo de Investigación	Investigación tecnológica	
Unidad experimental	Molino de martillos móviles	
Variables	INDEPENDIENTE Ángulo de punta de los martillos	DEPENDIENTE Incremento de la producción del molino de martillos
Escalas de medición	Ángulo de punta.- 70°, 80°, 90° y 100°.,	Producción del molino de martillo.- N = Kg de partidos/ Kwh.
Modelo de observaciones	Una observación Y_{ij} esta compuesta de los siguientes componentes: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$; para $i = 1, 2, 3$ y 4 tratamientos y $j = 1, 2, 3$ y 4 repeticiones. Donde, μ es la media de la población (producción), τ_i es el efecto de los ángulos de punta, y ε_{ij} es el error de muestreo.	
Diseño de la investigación	GE1 A X O1 GE2 A X O2 GE3 A X O3 GE4 A X O4 GC A -- O2 GEi: martillos con diferentes ángulos Oi: Cantidad de molturación en kg. X: Molturación.	
Técnicas de recolección de datos	Diseño Unifactorial completamente al azar: Tratamientos: 4 (70°, 80°, 90° y 100°.) Repeticiones: 4 Número total de observaciones: 16	
Técnicas de procesamiento y análisis de datos	Pueba de significación: Mediante el criterio de la hipótesis nula y las pruebas: "F", para probar la igualdad entre todas las medias de los 4 tratamientos. $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ o $H_1: \mu_i > \mu_4$ por lo menos un i ($i= 1, 2$ y 3) Nivel de significación $\alpha = 0.05$; muestra $n_1 = n_2 = n_3 = n_4$ 4 juegos de martillos; $gl = 4(3-1) = 12$. Valor crítico: $F_{0.05, 3, 12} = 3.49$	

Tabla 3.17: Diseño experimental trifactorial

Problema	¿Cuál es el modelo geométrico de martillo que incrementa la eficiencia del molino de martillos?	
Hipótesis	Si los martillos se construyen con ángulo de punta, varias aristas y menor espesor, entonces se incrementará la eficiencia del molino de martillos.	
Tipo de Investigación	Investigación tecnológica	
Unidad experimental	Molino de martillos móviles	
Variables	INDEPENDIENTE Ángulo de punta de los martillos, aristas y espesor.	DEPENDIENTE Incremento de la producción del molino de martillos
Escalas de medición	Ángulo de punta. - 80°, 90° y 100°. Aristas. - 1 y 2. Espesor de martillos. - 4, 6, y 8 mm.	Producción del molino de martillo. - N = Kg de partidos/ Kwh.
Diseño de la investigación	Diseño factorial 3x2x3, completamente al azar: 	
Técnicas de recolección de datos	Ángulo de punta. - 3 Tratamientos (80°, 90° y 100°). Aristas. - 2 Tratamientos (1 y 2). Espesor de martillos. - 3 Tratamientos (4, 6, y 8 mm.) Repeticiones: 4 Número total de observaciones: 72	
Técnicas de procesamiento y análisis de datos	Prueba de significación: Mediante el criterio de la hipótesis nula y las pruebas: <ul style="list-style-type: none"> • “F”, para probar la igualdad entre todas las medias de los tratamientos. Nivel de significación $\alpha = 0.05$. • “t” para probar la igualdad entre parejas de medias de los diferentes tratamientos: Nivel de significación $\alpha = 0.05$ 	

3.5 Técnicas de recolección de datos

Una vez definido el diseño de la investigación, será necesario definir las *técnicas de recolección de datos* para construir o seleccionar los instrumentos que nos permitan obtener datos del objeto de investigación.

Las técnicas de recolección de datos organiza la investigación para obtener el nuevo conocimiento. La técnica desarrolla las siguientes actividades:

- Ordenar las etapas de la investigación.
- Elaborar los instrumentos de medición.
- Efectuar un control de los datos.
- Guiar la obtención de conocimientos.

Existen dos técnicas generales de recolección de datos: técnica documental y técnica empírica.

3.5.1 Técnica documental

La *técnica documental* permite la recopilación de evidencias para demostrar las hipótesis de investigación. Esta formada por documentos de diferente tipo: revistas, memorias, actas, registros, datos e información estadísticas y cualquier documento de instituciones y empresas que registran datos de su funcionamiento. Por ejemplo, los registros de radiación solar lo encontramos en el Observatorio de Huayao en Huancayo.

Los instrumentos utilizados son: Ficha bibliográfica, Ficha hemerográfica, Ficha de trabajo.

3.5.2 Técnica empírica

La *técnica empírica* permite la observación en contacto directo con el objeto de estudio, y el acopio de testimonios que permitan confrontar la teoría con la práctica en la búsqueda de la verdad.

Observación

La observación es una técnica de recolección de datos que permite acumular y sistematizar información sobre el objeto de investigación que tiene relación con el problema de investigación.

La observación permite obtener de datos próximos a como está funcionando el objeto de investigación en el presente.

Los instrumentos utilizados son: fichas de observación, formularios, guías de observación, hojas de cotejo, listas de verificación, hojas de registro, cámaras fotográficas y filmadoras, microscopios, scanners, analizador de gases, opacímetro, micrómetros, etc.

Entrevista

Es una técnica que permite obtener información sobre las características de un problema de un informante clave. Los datos pueden ser novedosos o complementarios y ayudarán a cuantificar las características y la naturaleza del objeto de investigación.

El informante clave es aquel que convive con el objeto de investigación y por ello se considere con autoridad para dar información.

El instrumento utilizado es una guía de entrevista. Utiliza preguntas abiertas.

Encuesta

Es una técnica que permite obtener información de primera mano para describir o explicar un problema. Se aplica a una muestra representativa de una determinada población.

Cuestionario

Es un instrumento de investigación que está estructurado con un conjunto de preguntas para obtener información sobre el objeto de investigación. Utiliza preguntas cerradas, preferentemente.

3.6 Técnicas de análisis de datos

Actualmente el análisis de datos se realiza aplicando programas informáticos. Las principales técnicas de análisis de datos son:

- Estadística descriptiva
- Puntuaciones Z
- Razones y tasas
- Estadística inferencial
- Pruebas paramétricas
- Pruebas no paramétricas
- Análisis multivariado

3.6.1 Estadística descriptiva

La descripción de los datos obtenidos a cerca de las variables se describe mediante la distribución de frecuencias, las medidas de tendencia central y las medidas de dispersión.

La distribución de frecuencias es un conjunto de datos ordenados en sus respectivas categorías que muestra el número de respuestas obtenidas para cada categoría. Existen las frecuencias absolutas y frecuencias relativas, además se puede encontrar las frecuencias acumuladas en cada una de las anteriores. Las frecuencias se representan gráficamente en histogramas y polígonos de frecuencias.

Las medidas de tendencia central son los puntos centrales en una distribución. Las principales medidas de tendencia central son la moda, la mediana y la media. La moda es la puntuación que mas se repite. La mediana es el valor que divide a la distribución por la mitad. La media es el promedio aritmético de una distribución.

Las medidas de dispersión nos indican la forma como están diseminados los datos de la distribución. Las principales medidas de dispersión son el rango, la varianza y la desviación estándar. El rango es la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo de la medición. Cuanto mas grande es el rango mayor es la dispersión de los datos. La varianza es el promedio del alejamiento de las puntuaciones respecto a la media. La desviación estándar es la raíz cuadrada de la varianza.

3.6.2 Puntuaciones Z

Las puntuaciones Z es el método utilizado para estandarizar la escala de una variable medida a un nivel de intervalos. Se transforma las puntuaciones obtenidas, para analizar su distancia respecto a la media en unidades de desviación estándar. La distribución de puntuaciones Z tiene media 0 (cero) y desviación estándar 1 (uno). Sirve para comparar puntuaciones de dos distribuciones diferentes.

3.6.3 Razones y tasas

Una razón es la relación entre dos categorías.

$$\text{razón} = \frac{\text{Categoría A}}{\text{Categoría B}}$$

Una tasa es la relación entre el numero de eventos de una categoría entre el número total de observaciones multiplicado por 100.

$$tasa = \frac{\text{Número de eventos de un período}}{\text{Número total de posibles eventos}} \times 100$$

3.6.4 Estadística inferencial

El propósito de la estadística inferencial es generalizar los resultados obtenidos en la muestra a la población. Los datos recolectados en la **muestra** se convierten en *estadígrafos*, y mediante la estadística inferencia convertimos en *parámetros* de la **población**.

La estadística inferencial sirve para dos propósitos: estimar parámetros y probar hipótesis.

La prueba de hipótesis consiste en determinar la congruencia de los obtenidos de la muestra con la hipótesis.

3.6.5 Pruebas paramétricas

La realización de las pruebas paramétricas requieren de los siguientes supuestos:

- La distribución de la población de la variable dependiente es una distribución normal.
- La medición de la variable dependiente es por intervalos o razón.
- Las poblaciones estudiadas tienen una dispersión similar.

Las pruebas estadísticas paramétricas más utilizadas son:

- *Coefficiente de correlación de Pearson*, evalúa la relación entre dos variables medidas por intervalos o de razón.
- *Regresión lineal*, estima el efecto de una variable sobre otra. Se asocia con el coeficiente de correlación.
- *Prueba "t"*, evalúa si dos grupos difieren entre sí de manera significativa de sus medias.
- *Prueba de diferencia de proporciones*, evalúa si dos proporciones difieren significativamente entre sí.
- *Análisis de varianza unidireccional*, evalúa si más de dos grupos difieren significativamente entre sí en cuanto a sus medias y varianzas.
- *Análisis de varianza factorial*, evalúa el efecto de dos o más variables independientes sobre una variable dependiente. Puede evaluar cada variable por separado o los efectos conjuntos.

- *Análisis de covarianza*, evalúa la relación entre una variable dependiente y dos o mas variables independientes, eliminando y controlando el efecto de una de las últimas.

3.6.6 Pruebas no paramétricas

La realización de las pruebas no paramétricas requieren de los siguientes supuestos:

- La distribución de la población de la variable dependiente puede ser una distribución no normal.
- La medición de la variable dependiente no requiere estar medida por intervalos o razón, puede analizar datos nominales u ordinales.
- Las variables deben ser categóricas.

Las pruebas estadísticas no paramétricas más utilizadas son:

- *La ji cuadrada ó χ^2* , evalúa hipótesis acerca de la relación entre dos variables categóricas.
- *Coefficientes de correlación e independencia para tabulaciones cruzadas*, evalúa si las variables incluidas en la tabla de contingencia o tabulación cruzada están correlacionadas.
- *Coefficientes y correlación por rangos ordenados de Spearman y Kendall*, son medidas de correlación para variables en un nivel de medición ordinal, de tal modo que los individuos u objetos de la muestra pueden ordenarse por rangos (jerarquías)

3.6.7 Análisis multivariado

Son métodos que analizan la relación entre varias variables independientes y al menos una dependiente. Los principales son:

- *Regresión múltiple*, analiza el efecto de dos o más variables independientes sobre una dependiente.
- *Análisis lineal de patrones*, es un modelo causal que analiza la influencia de unas variables sobre otras.
- *Análisis de factores*, sirve para determinar el número y naturaleza de un grupo de factores en un conjunto de mediciones.
- *Análisis multivariado de varianzas*, analiza la relación entre dos o mas variables independientes y dos o mas variables dependientes.

3.7 Guía de evaluación de plan de investigación

Título de la investigación: _____

Autor: _____

Para cada ítem marque con una aspa una de las siguientes alternativas.

N: Nulo **D:** Deficiente **E:** Eficiente

CRITERIOS	N	D	E
PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN			
2.1. La interrogante está conectada con el conocimiento científico y tecnológico y puede insertarse a él	0	1	2
2.2. Cumple con el propósito de perfeccionar los conocimientos existentes.	0	1	2
2.3. Expresa con claridad lo que se ignora y dónde reside la dificultad	0	1	2
2.4. Se puede identificar rápidamente las variables del problema	0	1	2
OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN			
3.1. Tiene relación con el problema planteado.	0	1	2
3.2. Describe la situación deseable a alcanzar al resolver el problema.	0	1	2
MARCO TEÓRICO			
4.1. Analiza y explica los <i>antecedentes</i> válidos que ubica el problema dentro de su contexto.	0	1	2
4.2. Las bases teóricas constituyen un inventario con sentido crítico y selectivo de las teorías existentes hasta la actualidad, referidas a la problemática por resolver, como leyes, principios, procesos, etc.	0	1	2
4.3. La definición conceptual y operacionalmente de las variables independientes se refiere a las etapas de investigación o manipulación de las mismas.	0	1	2
4.4. La definición conceptual y operacionalmente de la variable dependiente se refiere a la manera en que se medirá la misma.	0	1	2
HIPÓTESIS CIENTÍFICAS			
5.1. Son respuestas tentativas y afirmativas a los problemas formulados.	0	1	2
5.2. Es una proposición lógica.	0	1	2
5.3. Relacionan dos o más variables	0	1	2
5.4. Son verificables al contrastar con la realidad y tiene una alta probabilidad de veracidad.	0	1	2
VARIABLES E INDICADORES			
6.1. Define la variable con otros términos adecuándolo a los requerimientos prácticos de la investigación.	0	1	2
6.2. Especifica las actividades que deben realizarse para medir una variable.	0	1	2
6.3. Indica las unidades en que se medirán las Variables e Indicadores.	0	1	2
METODOLOGÍA			
7.1. Define el tipo de investigación y el método que empleará.	0	1	2
7.2. Representa gráficamente el diseño metodológico de la investigación.	0	1	2
7.3. Define las técnicas de recolección y análisis de datos.	0	1	2
Suma de columnas			
PUNTAJE TOTAL			

3.8 Ejemplo de Plan de Investigación

En las siguientes líneas se transcribe el Plan de Investigación titulado “Diseño de un colector parabólico de canal para calentamiento de agua de piscina” realizado por: Espinoza Montes, Ciro Abelardo; Lazo Baltazar, Brecio Daniel; Huari Vila, Oscar Paúl; durante el año 2007 y 2008 en el Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De 1984 a 1991, los avances en sistemas de concentración parabólica fueron notables con el desarrollo de una serie de plantas comerciales solares de 15 MW a 80 MW a cargo de Luz Internacional Ltd. Esta compañía desarrolló por muchos años los componentes y sistemas en una instalación en Jerusalén y fue responsable de la construcción y operación de dos instalaciones de calor de proceso en Israel. Las nueve plantas diseñadas por esta empresa, con una capacidad total de generación de 354 MW de electricidad son llamadas SEGS (Sistemas de generación solar-eléctrica por sus siglas en inglés) y están operando continuamente en el desierto de Mojave al sur de California.

Actualmente en este desierto hay 9 centrales SEGS que forman la mayor instalación solar del planeta. Son centrales híbridas que producen electricidad a partir de las energía solar y de combustible fósil.

Según el Mapa de radiación solar del Perú, en el Valle del Mantaro se alcanza una irradiación diaria media anual de 6.78 Kwh/m^2 . Que es el más alto del país después de Arequipa que tiene 7 Kwh/m^2 . Pero la mayoría de los calentadores solares utilizados son los colectores solares planos directos. Este tipo de colectores no son apropiados cuando se trata calentar agua, por ejemplo de una piscina.

Optimizar el colector parabólico de canal, significa encontrar el fluido de transferencia óptimo, la velocidad de flujo óptimo de este fluido y la longitud del serpentín en el intercambiador, para lograr una mayor velocidad de calentamiento del agua.

El Colector parabólico de canal deberá transformar el agua fría en agua caliente, reflejando y concentrando la radiación solar sobre la superficie del receptor que transfiere el calor al fluido de transferencia térmica que pasa por su interior.

La transformación que se desea lograr es elevar la producción de agua caliente por minuto a la salida del intercambiador de calor.

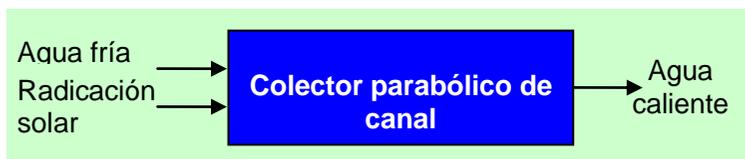


Figura 1. Caja negra de Colector Parabólico de Canal

Formulación del problema

¿Cómo optimizar el funcionamiento del **Colector Parabólico de Canal** para obtener **Agua Caliente** en menor tiempo a la salida del intercambiador de calor de un calentador de agua?

OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN

Objetivo general

Optimizar el funcionamiento del **Colector Parabólico de Canal** mediante un fluido de transferencia térmica para obtener **Agua Caliente** en menor tiempo a la salida del intercambiador de calor.

Objetivos específicos

Seleccionar el fluido de transferencia térmica de mayor capacidad.

Determinar la velocidad óptima del fluido de transferencia térmica.

Determinar la longitud óptima del serpentín en el intercambiador.

MARCO TEÓRICO

Antecedentes

En la Universidad Nacional Autónoma de México, en el Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería existe una tesis titulada Colector de Canal Parabólico (CCP) para la Generación Directa de Vapor para Calor de Proceso, presentado por Luis Guillermo Vidriales Escobar para optar el grado de maestro en Ingeniería: Energía – Procesos y Uso Eficiente de la Energía. De este trabajo de investigación se concluye que la eficiencia óptica puede ser incrementada optimizando la geometría del CCP. Los errores que más afectaron a la eficiencia óptica son los relacionados al factor de intercepción, que básicamente depende de la exactitud de la parábola diseñada en comparación con la parábola colocada en el CCP. El factor de seguimiento solar es muy importante, sin embargo en este trabajo no se consideró. La eficiencia térmica puede ser incrementada aislando las zonas en donde el tubo absorbedor entra en contacto con otras partes metálicas y asegurando que la parte interna del colector se encuentre bien sellada. Cuando el área de tubo absorbedor es menor, se obtiene una mayor

concentración y por consiguiente, incremento de temperatura en el fluido de trabajo. Vale la pena el uso de algún recubrimiento selectivo sobre el tubo absorbedor que disminuya su emisividad. También se recomienda que la envolvente del tubo absorbedor sea un tubo de vidrio transparente, para disminuir las pérdidas térmicas.

Bases teóricas

Según Duffie y Beckman (1991) en los colectores concentradores se usan dispositivos que reflejan o refractan la luz hacia el área de receptor más pequeña, es decir, la energía solar se concentra teniendo una mayor densidad de flujo de radiación solar por unidad de área.

Kalogirou (2004) afirma que cuando la apertura del canal parabólico está apuntada hacia el Sol, los rayos incidentes son paralelos al eje de la parábola, el reflector permite que estos sean dirigidos hacia el foco donde se localiza el tubo receptor.

Vidriales (2007) afirma que la viscosidad y la capacidad térmica determinan la cantidad de energía requerida en un intercambiador de calor. Un fluido con baja viscosidad y alto calor específico es más fácil de bombear, porque es menos resistente a fluir y transfiere más calor.

Es común que se coloque un tubo de vidrio alrededor del receptor para reducir las pérdidas de calor por convección, reduciendo así el coeficiente de pérdidas de calor ya que el espacio entre el tubo de vidrio y el tubo receptor está vacío. La desventaja es que dicha cubierta funciona como filtro de la luz reflejada desde el concentrador, lo que añade una pérdida por transmitancia de alrededor de 5 a 10%, a pesar de que el vidrio esté limpio. Cabe señalar que para poder disminuir los costos y hacerlos competitivos ante otras tecnologías, los CCP deben tener una buena relación de rigidez y peso, así como una adecuada disponibilidad termodinámica respecto a su aplicación, de tal forma que sea fácil su fabricación y cuente con una vida útil lo suficientemente larga para recuperar su inversión (Bakos, 2000).

Bakos (2005) plantea que el colector solar debe contar con un mecanismo de seguimiento que debe ser confiable y capaz de seguir al Sol con cierto grado de exactitud, regresar al colector a su posición original al fin del día o durante la noche y también de seguirlo en periodos de nubosidad intermitente. La exactitud requerida del mecanismo de seguimiento depende del ángulo de aceptación del colector. Estos seguidores solares pueden ser puramente mecánicos, eléctricos o electrónicos.

El *Reflector parabólico* concentrará la radiación solar en el foco *Receptor*, este concentrará la radiación transfiriendo el calor al *Fluido*

de *transferencia térmica* que estará circulando por la tubería hasta el intercambiador de calor, donde cederá calor al agua que se encuentra en ella. Las mediciones se realizarán a la salida de agua caliente y controlando la velocidad de la bomba.

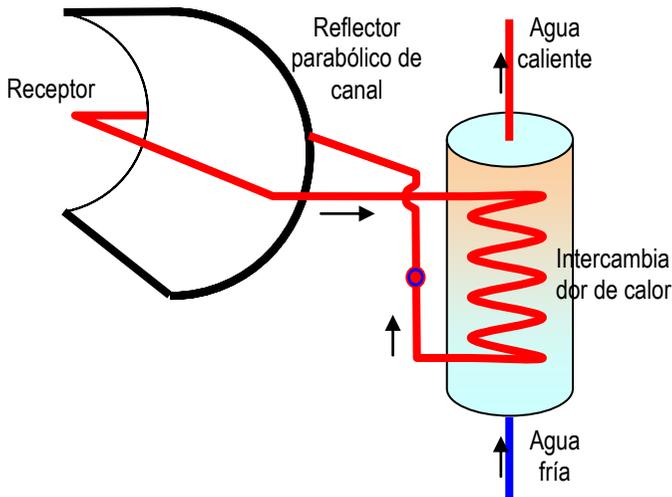


Figura 2. Modelo teórico del Colector Parabólico de Canal

El modelo de la figura 2 lo representamos en una caja blanca (figura 3) con el fin de describir su dinámica de funcionamiento.

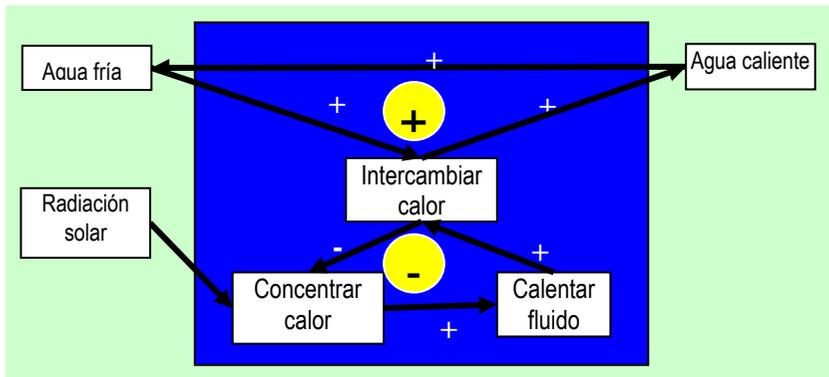


Figura 3: Caja blanca del Colector Parabólico de Canal

El agua fría ingresa al intercambiador de calor, a mayor cantidad de agua fría se requiere que el intercambiador ceda mas calor, a mayor calor que ceda el intercambiador mayor será la cantidad de agua

caliente producida, finalmente, si se requiere más agua caliente también debe ingresar mayor cantidad de agua fría.

La radiación solar es captada por el concentrador de calor, cuanto mayor sea el calor concentrado mayor será el calentamiento del receptor y por tanto el calentamiento del fluido de transferencia térmica, cuanto mayor sea el calentamiento del fluido de transferencia, mayor será el calentamiento del agua dentro del intercambiador, cuanto mayor sea el recorrido del fluido de transferencia menor será la temperatura del fluido de transferencia, y cuanto menor sea la temperatura del fluido de transferencia mayor será el requerimiento de concentración de la radiación solar.

Definición conceptual

La investigación tiene dos variables:

VI = Colector parabólico de canal

VD = Agua caliente

El **colector parabólico de canal** es el sistema que convierte la energía de la radiación solar en agua caliente. Para realizar esto *concentra* el calor mediante una superficie parabólica y lo refleja hacia el *receptor* que es un tubo que contiene el *fluido de transferencia térmica* y por tanto lo calienta, pasando el *fluido* caliente al *intercambiador* para ceder calor al agua, obteniendo así agua caliente.

El **agua caliente** se obtendrá a la salida del intercambiador de calor. La temperatura del agua dependerá del tiempo de interacción y de la capacidad de transferencia del fluido.

Definición operacional

La optimización del **colector parabólico de canal** requiere de la capacidad de reflexión del concentrador, de la transferencia térmica del receptor, de la capacidad de transferencia del fluido.

La producción de agua caliente se medirá en °C/min para un volumen constante.

HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

Si, el colector parabólico de canal utiliza un fluido de transferencia térmica de mayor capacidad a una velocidad óptima y recorre una distancia adecuada, entonces se obtendrá agua caliente en menor tiempo a la salida del Intercambiador de calor de un Calentador de Agua.

VARIABLES E INDICADORES

La variable independiente de la investigación es *Colector parabólico de canal* cuyos indicadores se refieren a las dimensiones: reflector parabólico de canal, receptor, fluido de transferencia térmica y el intercambiador de calor.

Tabla 1: Operacionalización de la variable independiente

Variable Independiente	Colector parabólico de canal	
Definición conceptual	Dimensión	Indicador
Sistema que utiliza la energía de la radiación solar para producir agua caliente.	Reflector parabólico de canal	Reflexión y concentración de la radiación solar mediante una superficie parabólica variando el tipo de material.
	Receptor de la radiación	Recepción de calor concentrado variando el diámetro del tubo de cobre.
	Fluido de transferencia a térmica	Transferencia de calor variando el tipo de fluido de transferencia.
	Intercambiador de calor	Ceder calos en el intercambiador de calor variando la velocidad del fluido de transferencia térmica.
Fuente: elaboración propia.		

La variable dependiente es *calentamiento del agua*, cuyo indicador hace referencia a la dimensión velocidad de calentamiento del agua.

Tabla 2: Operacionalización de la variable dependiente

Variable dependiente	Calentamiento del agua	
Definición conceptual	Dimensión	Indicador
Variación de la temperatura del agua en el intercambiador de calor	Velocidad de calentamiento del agua	Variación de la temperatura del agua en °C. por cada minuto, de un volumen determinado.
Fuente: elaboración propia.		

METODOLOGÍA

El tipo de investigación es tecnológico porque busca resolver un problema práctico para satisfacer las necesidades de agua caliente para cualquier aplicación. El nivel de investigación es experimental ya que se trata de manipular las variables independientes buscando optimizarlas con el fin de maximizar la velocidad de calentamiento de agua. En la tabla 3 se presenta el diseño de la investigación.

Tabla 3: Diseño de la investigación

Problema	¿Cómo optimizar el funcionamiento del Colector Parabólico de Canal para obtener Agua Caliente en menor tiempo a la salida del intercambiador de calor de un calentador de agua?	
Hipótesis	Si, el colector parabólico de canal utiliza un fluido de transferencia térmica de mayor capacidad a una velocidad óptima y recorre una distancia adecuada, entonces se obtendrá Agua caliente en menor tiempo a la salida del Intercambiador de calor de un Calentador de Agua.	
Tipo de Investigación	Investigación tecnológica	
Objeto de investigación	Molino de martillos móviles	
Variables	INDEPENDIENTE Colector parabólico de canal.	DEPENDIENTE Agua caliente
Escalas de medición	Reflexión y concentración de la radiación solar mediante una superficie parabólica variando el tipo de material. Recepción de calor concentrado variando el diámetro del tubo de cobre. Transferencia de calor variando el tipo de fluido de transferencia. Ceder calor en el intercambiador de calor variando la velocidad del fluido de transferencia térmica.	Variación de la temperatura del agua en °C. por cada minuto, de un volumen determinado.

Diseño de la investigación	Diseño factorial 2^4 ó $2 \times 2 \times 2 \times 2$, completamente al azar:				
	A: Reflector	B: Receptor	C: Fluido TT	D: Intercambiador	Tratamientos (combinación de dimensiones)
	A ₁	B ₁	C ₁	D ₁	A ₁ B ₁ C ₁ D ₁
D ₂			A ₁ B ₁ C ₁ D ₂		
C ₂		D ₁	A ₁ B ₁ C ₂ D ₁		
D ₂		A ₁ B ₁ C ₂ D ₂			
		B ₂	C ₁	D ₁	A ₁ B ₂ C ₁ D ₁
D ₂			A ₁ B ₂ C ₁ D ₂		
C ₂		D ₁	A ₁ B ₂ C ₂ D ₁		
D ₂		A ₁ B ₂ C ₂ D ₂			
	A ₂	B ₁	C ₁	D ₁	A ₂ B ₁ C ₁ D ₁
D ₂			A ₂ B ₁ C ₁ D ₂		
C ₂		D ₁	A ₂ B ₁ C ₂ D ₁		
D ₂		A ₂ B ₁ C ₂ D ₂			
Técnicas de recolección de datos	<p>Reflector parabólico: dos tratamientos (espejos y plancha)</p> <p>Receptor de la radiación: dos tratamientos (tubo de bronce de 3/8" y 1/2")</p> <p>Fluido de transferencia térmica: dos tratamientos (aceite y agua salada)</p> <p>Velocidad del Fluido de transferencia térmica en el intercambiador: dos tratamientos (velocidad baja y alta)</p> <p>Repeticiones: 4</p> <p>Número total de observaciones: 64</p> <p>Intercambiador de calor: variación de temperatura sobre tiempo.</p>				
Técnicas de procesamiento y análisis de datos	<p>Prueba de significación: Mediante el criterio de la hipótesis nula y las pruebas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • “F”, para probar la igualdad entre todas las medias de los tratamientos. <p>Nivel de significación $\alpha = 0.05$.</p> <ul style="list-style-type: none"> • “t” para probar la igualdad entre parejas de medias de los diferentes tratamientos: <p>Nivel de significación $\alpha = 0.05$</p>				

Capítulo 4

PROCESO DE INVESTIGACIÓN

4.1 Introducción

El Plan de Investigación formulado en el capítulo anterior, es una guía para realizar la investigación. El objetivo de la investigación es observar y medir el objeto con la finalidad de construir un modelo teórico, este modelo teórico aplicado en la realidad generará un cambio en el objeto, logrando su mejoramiento (figura 4.1). Después de muchas repeticiones podremos observar las características y el funcionamiento del objeto en el futuro. Al aplicar el modelo en la realidad estamos contribuyendo al cambio del objeto y por lo tanto constituye un trabajo prospectivo.

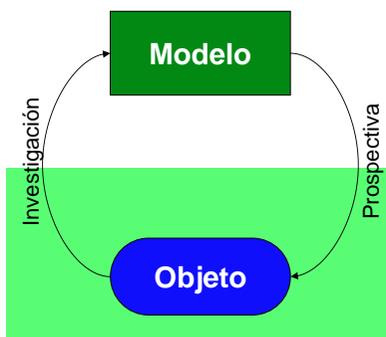


Figura 4.1: Investigación y prospectiva

Durante el proceso de investigación construiremos el modelo teórico con los datos que obtengamos del objeto de estudio y con base en la teórica actual relacionada. El modelo teórico puede ser construido desde el inicio o mejorado a partir de otro existente. La teoría relacionada estará compuesta por el conocimiento teórico y empírico existente hasta la actualidad.

Seguindo la figura 4.2, la investigación exploratoria se inicia con la observación y medición (líneas punteadas) del objeto de investigación, suponiendo que aún no se conoce. Los resultados son datos aproximados o cualitativos que nos ayudan a encontrar explicaciones sencillas a cerca del objeto. Durante la interpretación utilizamos algunas herramientas como la caja negra, la caja blanca, arquetipos y métodos creativos.

Los datos obtenidos nos ayudan a identificar una cantidad de problemas de tipo descriptivo, explicativo, experimental y de aplicación que constituyen el sistema problemático del objeto de investigación.

La elección del problema para investigar se realiza en el sistema problemático, tomando en cuenta que los antecedentes ya deben haberse investigado. Por ejemplo, si deseo hacer una investigación experimental debo tener como antecedente la existencia de investigaciones explicativas concluidas.

Una vez identificado el problema, se debe formular el Plan de Investigación que corresponde a las tres etapas siguientes: identificación del problema, formulación de hipótesis y diseño de la investigación.

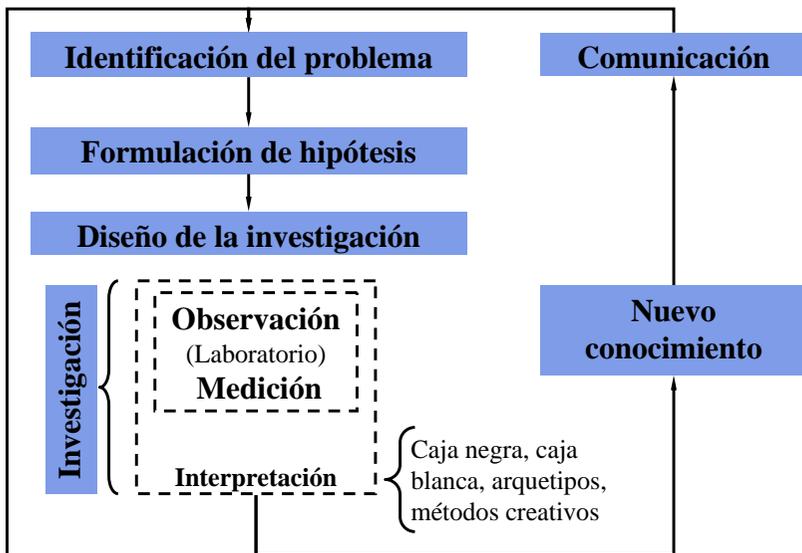


Figura 4.2: Proceso de investigación

Con el plan de investigación se realiza el proceso de investigación. Aquí, nuevamente, se realiza la observación, la medición y la interpretación, pero de modo mas cuidadoso y preciso que en la exploración. Las herramientas que se utilizan en el proceso de investigación deben ser de mayor precisión y mostrar la dinámica del funcionamiento del objeto de investigación.

Observar y medir son hechos concretos que se realizan en interacción con la realidad y la interpretación es una actividad intelectual que requiere del pensamiento. En la investigación se desarrolla un proceso interactivo entre el hacer y pensar (figura 4.3).

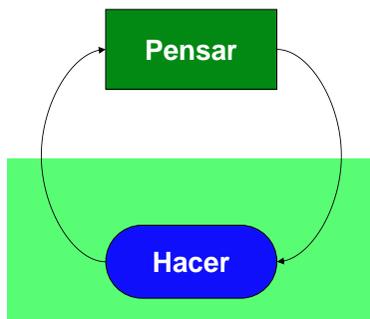


Figura 4.3: Dinámica de la investigación

Por lo que la interpretación es el paso de lo empírico a lo teórico, de la experiencia a la comprensión intelectual del objeto de estudio. La comprensión tendrá tres niveles: comprensión literal (tal como funciona el objeto), comprensión inferencial (extensión de la comprensión mediante técnicas para hacer inferencias) y la comprensión crítica (evaluación del funcionamiento del objeto).

En el proceso el investigador pone en juego su capacidad investigativa formada por las destrezas de: observación, medición, interpretación y modelado. Al final del proceso también será necesario que el investigador tenga capacidad comunicativa que le permitirá redactar y exponer los resultados de la investigación.

La destreza de la **observación** permite captar sistemática, controlada y estructuradamente los datos relevantes del objeto de investigación.

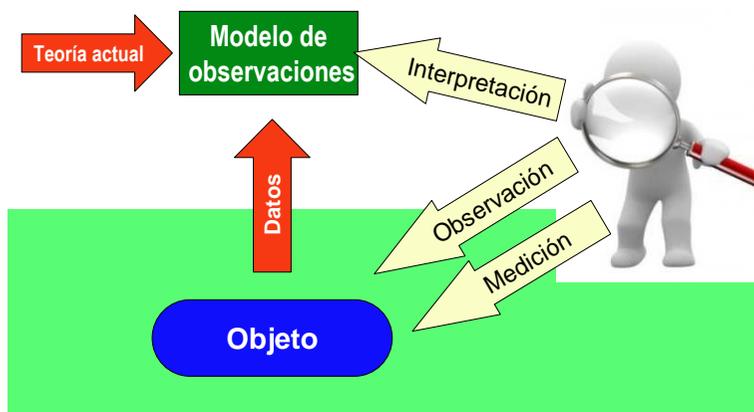


Figura 4.4: Observación, medición, interpretación y modelado

La destreza de la **medición** consiste en asignarle números a las propiedades observadas de los objetos. Se realiza mediante la comparación de las propiedades a medir con patrones de comparación predefinidos por convención. Para cada propiedad a medir existe un tipo de comparación, es decir, una unidad de medida y un tipo de instrumento.

La destreza de la **interpretación** consiste en la comprensión del funcionamiento del objeto de investigación. La comprensión literal será aquella que describa el objeto de investigación tal como se presentan a nuestros sentidos precisados con los instrumentos de medición correspondientes. La comprensión inferencial requerirá de procedimientos especiales que permitan comprender las propiedades del objeto que no son perceptibles mediante la observación directa. La comprensión crítica permitirá evaluar la validez de los resultados obtenidos durante la observación.

El modelado consiste en construir una representación simplificada del objeto que facilite la comprensión de su funcionamiento. No es posible construir un único modelo, habrá un **modelo inicial** que tenga el rol de guiarnos en el proceso de investigación (modelo de caja negra), a medida que la comprensión mejora podemos formular un **modelo de análisis** que integra los atributos o componentes del objeto y la relación entre ellos (modelo de caja blanca), luego podremos construir otros modelos que permitan observar el objeto dependiendo los fines que se persiga, pueden ser modelos mentales, simbólicos o físicos.

4.2 Observación

Observación es un método para reunir datos sobre el objeto de investigación, con el fin de elaborar información sobre su funcionamiento. La observación se realiza utilizando nuestros sentidos y utilizando instrumentos que amplían nuestros sentidos.

Según Heinemann (2003, p.135) “La observación científica es la captación previamente planeada y el registro controlado de datos con una determinada finalidad para la investigación, mediante la percepción visual o acústica de un acontecimiento.”

4.2.1 Proceso de observación

El proceso de observación se realiza sobre el objeto de investigación, para lo cual se parte de un marco conceptual que contiene la información conocida hasta la actualidad sobre el objeto, capacita al observador para lograr una mejor comprensión del objeto,

permite construir o seleccionar los instrumentos y tecnologías que ayudarán a medir las propiedades del objeto. El producto de la observación son los datos.

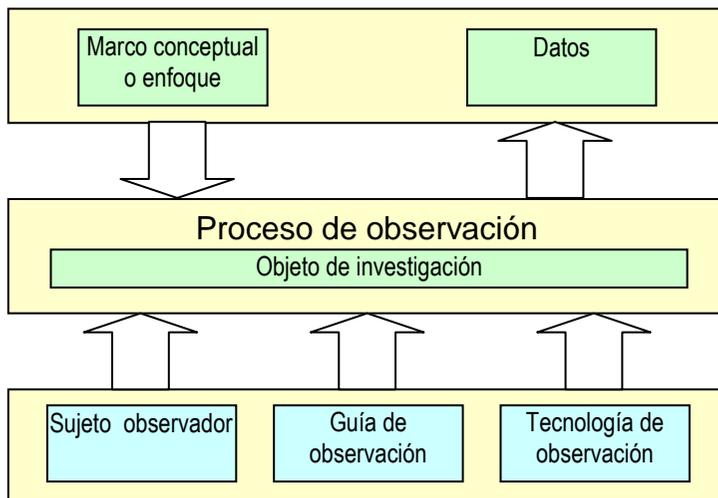


Figura 4.5: Modelo de observación

Recordemos que un objeto es todo aquello que ocupa un lugar en el espacio y en el tiempo. Los objetos tangibles ocupan un lugar en el espacio (máquinas, personas, materiales, etc.) y los intangibles ocupan un lugar en el tiempo (un software, un proceso, etc.).

Existen objetos que pueden ser difíciles o costosas de estudiar, especialmente en su ubicación originaria, y antes de comenzar a recopilar datos desde la práctica, es recomendable considerar si la información se podría obtener por otros medios (literatura existente o entrevista a sujetos que conocen el funcionamiento del objeto de estudio). Esto se denomina estudio indirecto.

4.2.2 Construcción o selección de instrumentos

Para realizar la observación es requisito contar con los instrumentos de medición apropiados. La construcción o selección del instrumento se facilita con la elaboración de la matriz de tratamientos y de medida.

La matriz de tratamientos despliega la variable independiente en dimensiones, a cada dimensión debe identificarle indicadores y a cada indicador las características o el procedimiento que se realizará en la investigación o experimentación. Cada procedimiento debe ir

acompañado de una hoja de cotejo para verificar que cada paso se está realizando de acuerdo a la definición.

Tabla 4.1: Matriz de tratamientos

Variable Independiente	Colector parabólico de canal	
Dimensión	Indicador	Características
Reflector parabólico de canal	Reflexión y concentración de la radiación solar mediante una superficie parabólica variando el tipo de material.	Colector de plancha Colector de espejo
Receptor de la radiación	Recepción de calor concentrado variando el diámetro del tubo de cobre.	Tubo de cobre de 1/2" Tubo de cobre de 3/8"
Fluido de transferencia térmica	Transferencia de calor variando el tipo de fluido de transferencia.	Aceite de térmico Agua
Intercambiador de calor	Ceder calor en el intercambiador de calor variando la velocidad del fluido de transferencia térmica.	Velocidad alta Velocidad baja

La matriz de medición despliega la variable dependiente en dimensiones, a cada dimensión se identifica un indicador y con los indicadores se selecciona un instrumento o se definen los ítems que serán parte del instrumento.

Tabla 4.2: Matriz de medición

Variable dependiente	Agua caliente	
Dimensión	Indicador	Instrumento
Velocidad de calentamiento del agua	Variación de la temperatura de un volumen determinado agua en °C por cada minuto.	Termómetro digital Cronómetro Registro de datos

4.2.3 Características de la observación

El sujeto obtiene un modelo de la teoría o lo elabora a partir del marco teórico con el propósito de registrar los datos de las observaciones que se realicen. Algunos objetos no han sido estudiados y otros tienen hipótesis que requieren ser experimentados. Esto nos dice que estamos ante tres alternativas de observación:

- Observación no organizada
- Observación organizada
- Observación experimental

Observación no organizada, se realiza cuando no se ha encontrado ningún modelo ni teoría que nos ayude a organizar la observación del objeto de estudio. El método sería mirar el funcionamiento del objeto para captar la estructura de su funcionamiento. Se utiliza en las investigaciones exploratorias.

Observación organizada, se realiza cuando existe un modelo teórico de partida o la teoría que posibilita la construcción de un modelo inicial.

Observación experimental, se realiza cuando existe una hipótesis que afirma cierta causa para experimentar y se registran dos características de la actividad: la acción y la reacción. La acción consiste en la manipulación de las variables independientes y la reacción es el efecto que produce en la variable dependiente.

Tabla 4.3: Tipos de investigación y características de la observación

Tipo de investigación	Investigación exploratoria	Investigación básica	Investigación tecnológica
Método de observación	Observación no organizada	Observación organizada	Observación experimental
Entorno	Campo	Campo	Laboratorio
Manipulación	No	NO	Si
Ayudante para reunir datos	No	Si	Si
Resultados imprevistos	Registrar y estudiar	Registrar o quitar	Quitar
Conceptos	Cualquiera.	Preferible definido.	Definido exactamente..
Tipo de dato	Cualitativo	Cualitativo o cuantitativo	Cuantitativo
Antecedentes	Ninguno	Exploratorias o descriptivas	Explicativas
Rol del observador	Observar, medir y buscar explicaciones simples.	Observar, medir y buscar explicaciones complejas.	Optimizar, observar, medir y buscar eficiencia y productividad.

4.2.4 Evidencias

La Evidencia es un dato relevante para la hipótesis que está sustentada en un marco de conocimientos. Para que un dato sea una evidencia debe estar referido a una hipótesis y tener como base la teoría.

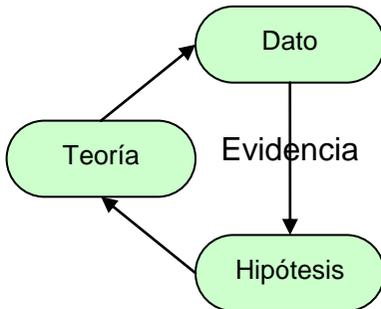


Figura 4.6: Triada de la evidencia

Según Bunge (1977) la clase de datos que se debe contar como evidencia tiene que precisarse por anticipado, antes de la observación y sobre la base de la teoría. También sustenta que toda evidencia es un dato, pero no todo dato es una evidencia y toda evidencia es relativa a alguna hipótesis en virtud de un cuerpo de conocimientos teóricos.

Tabla 4.4: Dato, teoría e hipótesis

Dato	Teoría	Hipótesis
1000 KCal/m ³ °C	Vidriales (2007) afirma que la viscosidad y la capacidad térmica determinan la cantidad de energía requerida en un intercambiador de calor.	Si, el colector parabólico de canal utiliza un fluido de transferencia térmica de mayor capacidad a una velocidad óptima y recorre una distancia adecuada, entonces se obtendrá Agua caliente en menor tiempo a la salida del Intercambiador de calor de un Calentador de Agua.

4.3 Medición

De acuerdo al diccionario de la Real Academia Española, la medición, etimológicamente viene del verbo medir y significa comparar una cantidad con su respectiva unidad con el fin de averiguar cuantas veces la segunda esta contenida en la primera.

La medición es el proceso mediante el cual se obtiene el dato, valor o respuesta para las variables que se investiga. En el proceso de recolección de datos la medición es una condición necesaria para

obtener el conocimiento científico. La medición implica cuantificación de las propiedades del objeto.

Para realizar la recolección de datos, el elemento central es el instrumento de medición.

4.3.1 Instrumentos de medición

En una medición efectiva, el instrumento de recolección de datos debe representar a los indicadores de las variables que se pretende medir. Es decir, un instrumento apropiado debe tener los siguientes requisitos: validez y confiabilidad.

Un instrumento tiene **validez** cuando realmente mide la variable. Por ejemplo, si utilizamos el manómetro para medir el vacío en un tanque, no sería válido porque para ello el instrumento sería un vacuómetro.

Un instrumento es **confiable** cuando al aplicar repetidas veces a un objeto produce resultados iguales. Por ejemplo si utilizamos un manómetro para medir la presión de un tanque de gas y leemos 3 psi, luego de 3 minutos da una lectura de 10 psi y después de 3 minutos más da una lectura de 6 psi, concluimos que el manómetro no es confiable.

4.3.2 Determinación de la confiabilidad y validez de un instrumento de medición

Cuando se realiza una medición, generalmente se tiene un grado de error. Lo que se pretende es medir con el menor error posible. La fórmula básica de la medición según Hernandez (2003) es:

$$X=t+e$$

Donde X representa los valores observados, t son los valores verdaderos y e es el error de medición. Una buena medición es aquella donde el error es cero o cercano a cero.

Los instrumentos que miden magnitudes físicas vienen fabricados con un nivel de precisión o error. También se determina el error cuadrático con los valores medidos. Se compara el error del instrumento con el error cuadrático y el mayor es el error absoluto. Las reglas para determinar el error de un instrumento se desarrollan en la sección 4.3.3.

Para determinar el error relativo, se divide el error absoluto entre la media de las mediciones. La confiabilidad del instrumento será igual a uno menos el error relativo.

Los instrumentos para medir sujetos, vienen validados para cierta población, pero aplicarlos en otros contextos requiere de una nueva validación para reducir el error que podría generar.

Para saber el grado de error de la medición de los instrumentos para medir sujetos, se hace necesario calcular la validez y la confiabilidad del instrumento.

Cálculo de la confiabilidad

Para calcular la confiabilidad de un instrumento existen varios procedimientos. Cada uno de ellos da como resultado el coeficiente de confiabilidad cuyo valor varía entre 0 y 1.



Figura 4.7: Interpretación del coeficiente de confiabilidad

Para calcular la confiabilidad existen varios procedimientos:

- **Medida de estabilidad**, se determina mediante correlación de los resultados de la aplicación del instrumento al mismo grupo de personas dos o más veces después de cierto periodo de tiempo.
- **Método de formas alternativas**, se determina mediante correlación de los resultados de la aplicación dos o más versiones del instrumento al mismo grupo.
- **Método de mitades**, se determina mediante correlación de los resultados de la aplicación un instrumento a un grupo de personas. Los ítems del instrumento se parte en dos para compararlos.
- **Coefficiente de alfa de Cronbach**, requiere de una sola aplicación del instrumento y produce valores que varían entre 0 y 1.
- **Coefficiente Kuder y Richardson**, el coeficiente estima la confiabilidad de una medición, es similar al coeficiente alfa.

Cálculo de la validez

La validez de un instrumento se determina mediante la suma de la validez de contenido, validez de criterio y validez de constructo:

- **Validez de contenido**, Se evalúan los ítems en base a las variables que se medirán. Puede hacerse mediante juicio de expertos.
- **Validez de criterio**, se correlaciona los ítems comparándolos con un criterio externo.
- **Validez de constructo**, se determina mediante un procedimiento denominado Análisis de factores. Se facilita utilizando Minitab o SPSS.

4.3.3 Reglas para expresar una medida y su error

Cuando un investigador mide las propiedades de un objeto debe tener gran cuidado para no introducir alteraciones en el sistema que está bajo observación. Por ejemplo, al medir la temperatura de un cuerpo, algo de energía se intercambia entre el cuerpo y el termómetro, dando como resultado un pequeño cambio en la temperatura del cuerpo que deseamos medir.

Las mediciones siempre están afectadas en algún grado por un error debido a las imperfecciones inevitables del instrumento de medida o las restricciones impuestas por nuestros sentidos. Para registrar adecuadamente las medidas deben seguirse las siguientes reglas:

1. Todo medida hecha debe de ir acompañada del valor estimado, del error de medida y de las unidades empleadas.

Por ejemplo, al medir el lado de un objeto hemos obtenido

112±2 mm.

Entonces, deducimos que la medida *probablemente* está ubicada entre 110 mm y 114 mm.

Otro ejemplo, al medir otro lado del objeto se obtiene

213.6±2 mm

El valor de 0.6 no tiene significado y debe redondearse, luego la forma adecuada de expresar es 214±2

Tabla 4.5: Medida, error y expresión

Medida	Error	Expresión
135.8 mm	0.3 mm	135.8±0.3 mm
135.8 mm	3 mm	136±3 mm
135.8 mm	30 mm	140±30 mm

2. Los errores se escriben solo con una cifra significativa.

Sólo en casos excepcionales se puede acompañar por una cifra adicional de 5 ó 0.

Tabla 4.6: Expresión incorrecta y correcta de medidas

Expresión incorrecta	Expresión correcta
2415±18 m	2420±20 m
245.356±0.135 cm	245.4±0.2 cm
451.25±0.25 mm	451.3±0.3 mm

3. La última cifra del valor estimado y del error de media deben corresponde al mismo orden de magnitud.

El valor estimado y el error de medida deben estar en las mismas unidades. El mismo orden de magnitud significa que si el error está centenas, decenas, unidades, décimas ó centésimas, la última cifra del valor debe ser igual

Tabla 4.7: Unidades de medida incorrecta y correcta

Expresión incorrecta	Expresión correcta
82415±100 m	82400±100 m
24445.356±0.08 cm	24445.35±0.08 cm
4251.245±0.1 mm	4251.2±0.1 mm
425±0.03 mm	425.00±0.03 mm

4. Al comparar el error cuadrático y el error del instrumento, el que resulte mayor será el error de la expresión

Si la medida de velocidad de un móvil que desplaza a velocidad constante se mide con un velocímetro cuya división mínima es de 0.1 m/seg, en continuas medidas realizadas se obtiene 35.3 m/seg, entonces la expresión correcta es 35.3±0.1 m/seg.

Supongamos que en el mismo caso se ha realizado cuatro lecturas: 35.1, 35.2, 35.3, 35.1

El promedio será: 35.175 m/seg

Cálculo del error cuadrático:

$$\Delta x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$$

$$\Delta V = \sqrt{\frac{(35.1 - 35.175)^2 + (35.2 - 35.175)^2 + (35.3 - 35.175)^2 + (35.1 - 35.175)^2}{4(4-1)}}$$

$$\Delta V = 0.0478713$$

Expresando el error en una sola cifra significativa tenemos:

$$\Delta V = 0.05$$

Se compara el error cuadrático con el error instrumental y se toma el mayor. En este caso el error instrumental es 0.1 y el cuadrático es 0.05, por lo que la expresión sería 35.3 ± 0.1 m/seg

Error relativo

El error relativo de la medición anterior se determina dividiendo el error absoluto (0.1) entre la media de las mediciones (35.175)

$$e = \frac{0.1}{35.175} = 0.003 \text{ ó } 0.3\% \text{ de error}$$

Por lo tanto, la confiabilidad de este instrumento es $1 - e$

$$c = 1 - 0.003 = 0.997$$

4.3.4 Construcción de un instrumento de medición

Cuando no existen instrumentos para los indicadores que deseamos medir, será necesario construirlos. Esto se da con mayor frecuencia en la medición de sujetos.

Los pasos a seguir para la construcción de estos instrumentos son:

- Revisar la definición conceptual de la variable a medir.
- Hacer una lista de las dimensiones de la variable a medir.
- Definir al menos un indicador para cada dimensión.
- Definir el nivel de medición de cada indicador: nivel nominal, ordinal, por intervalos o por razón.
- Definir al menos un ítem para cada indicador.
- Definir la forma en que se codificarán los datos de cada ítem.
- Aplicar una prueba piloto.
- Determinar la confiabilidad y validez del instrumento.

Los niveles de medición del instrumento son:

- **Nivel de medición nominal**, en este nivel se tienen dos o más categorías del ítem. Las categorías no tienen orden o jerarquía. Ejemplo de nominal dicotómica: el ítem sexo de la persona tiene solo dos categorías (masculino y femenino). Ejemplo de nominal categórica: el ítem de afiliación religiosa tiene mas de dos categorías (católico, judío, protestante, musulmán, otros)
- **Nivel de medición ordinal**, en este nivel se tienen varias categorías, pero además éstas mantienen un orden de mayor a menor. Ejemplo: el ítem nivel académico profesional tiene varias categorías y a su vez tiene un orden que debe ser ubicado de mayor a menor (Doctor, Magíster, Bachiller)
- **Nivel de medición por intervalos**, en este nivel, además de haber orden o jerarquía entre categorías, se establecen intervalos iguales en la medición. Las distancias entre categorías son las mismas a lo largo de toda la escala. Este nivel permite realizar operaciones básicas y algunas estadísticas. El cero es arbitrario. Por ejemplo: la temperatura, longitud, etc.
- **Nivel de medición de razón**, en este nivel, además de tenerse todas las características del nivel de intervalos, el cero es real, es absoluto (no es arbitrario). Cero absoluto implica que hay un punto en la escala donde no existe la propiedad. Ejemplo de ítems: número de hijos, ingreso económico, numero de productos vendidos, etc.

4.3.5 Codificación

La codificación consiste en ordenar las observaciones según las dimensiones previstas con el fin de dar respuesta a las interrogantes formuladas inicialmente. En la codificación se asigna a cada variable y sus dimensiones un código. Estos códigos deben ser números si se realizará un análisis estadístico.

Según Heinemann (2003) “La codificación implica aquí una reducción del contenido de las informaciones obtenidas a su código correspondiente y, al mismo tiempo, una clasificación y asignación de sus expresiones y escalas de medición.”

Codificar los datos significa asignarles un valor numérico que los represente. Es decir, a las categorías de cada ítem y variable se les asignan valores numéricos que tienen un significado.

Por ejemplo, si tuviéramos el ítem ¿Qué tipo de mantenimiento realiza con sus máquinas? con sus respectivas categorías, “correctivo” y “preventivo”, a cada categoría le asignaríamos un valor:

Categoría	Codificación (valor asignado)
correctivo	1
preventivo	2

Otro ejemplo sería el ítem ¿Cuántas horas al día se paraliza la producción por falla de máquinas?, podría codificarse de la siguiente manera:

Categoría	Codificación (valor asignado)
No se para la producción	0
Menos de una hora	1
Una hora	2
Más de una hora, pero menos de dos	3
Dos horas	4
Más de dos horas, pero menos de tres	5
Tres horas	6
Más de tres horas, pero menos de cuatro	7
Cuatro horas	8
Más de cuatro horas	9

4.4 Interpretación

Las recomendaciones sobre interpretación son muy pocas, ya que depende de los datos recopilados y de la capacidad del investigador. Para interpretar los datos debemos utilizar diferentes procedimientos estadísticos: medidas de tendencia central y dispersión, estadística de significación, de correlación, de análisis factorial entre tantos otros procedimientos, que no son la finalidad de este libro. Pero en la actualidad existe la facilidad de apoyo informático con los aplicativos como Minitab, SPSS,

El investigador debe aceptar lo que observa sin modificarla. Cuando se interpreta los datos, se genera una distorsión buscando adaptarla a nuestro paradigma o nuestros gustos lo que invalidará los resultados de la investigación. Ya no se trata de la validez o precisión de los instrumentos, sino de tener la mente abierta ante la ocurrencia de los datos dentro del contexto, es decir de aplicar el pensamiento sistémico con actitud científica.

Las interpretaciones científicas dependen de la actitud del investigador, de su honestidad y objetividad. La honestidad nos permite enunciar la verdad en el resultado de la investigación, y la objetividad exige que nuestra percepción sea amplia y flexible.

Al interpretar una investigación utilizamos como insumo los datos. Las interpretaciones tratan de identificar o explicar la relación del dato con el objeto. La interpretación es válida cuando existe una buena relación entre la interpretación y los datos disponibles.

4.4.1 Etapas de la interpretación de datos

Según Heinemann (2003, p.230) para interpretar los datos se requieren de las siguientes etapas:

- Recuento básico
- Interpretación de escalas
- Cálculo de extrapolación
- Análisis bivariable
- Interpretaciones multivariadas

Recuento básico, se determina mediante la distribución de frecuencias de los datos recogidos de los ítems.

Tabla 4.8: Ejemplo de tabla de frecuencias

X	Código	F	X*F	Porcentaje	Porcentaje acumulado
600	1	2	1200	4%	4%
700	2	11	7700	23%	26%
800	3	17	13600	40%	67%
900	4	9	8100	24%	91%
1000	5	3	3000	9%	100%
Total		42	33600	100%	

La tabla de frecuencias tiene registrado 42 datos de radiación solar medida durante 6 semanas a las 12 horas. El promedio de la radiación media es 800 W/m^2 . La probabilidad de que la radiación sea de 1000 W/m^2 es del 9%.

Interpretación de escalas, si se utilizan escalas del tipo escala de valoración sumada, es necesario añadir los valores correspondientes a la escala.

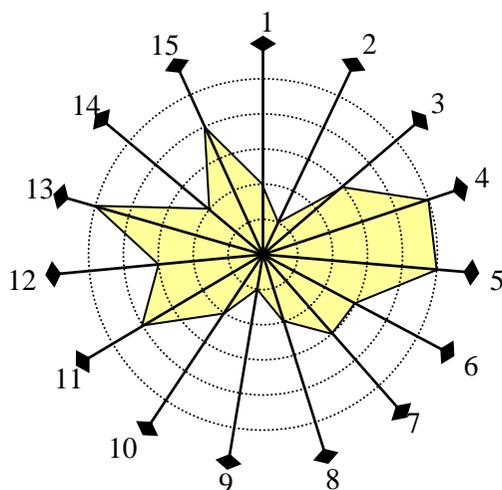
En el ejemplo presentamos una escala de 15 ítems sobre la auditoria de mantenimiento. Primero se calcula los valores promedios de las respuestas dadas por los administrados.

Tabla 4.9: Hoja de cotejo de Auditoria de mantenimiento

1: muy deficiente, 2: poco deficiente, 3: neutro, 4: eficiente, 5: muy eficiente

Código	Factores	1	2	3	4	5
1	Corporatividad		X			
2	Organización	X				
3	Capacitación de la gerencia			X		
4	Capacitación de planeamiento					X
5	Capacitación de técnicos					X
6	Motivación			X		
7	Control de gestión			X		
8	Ordenes de trabajo		X			
9	Evaluaciones	X				
10	Herramientas		X			
11	Repuestos				X	
12	Mantenimiento preventivo			X		
13	Ingeniería de mantenimiento					X
14	Medidas de trabajo		X			
15	Procesamiento de datos				X	
	TOTAL	2	8	12	8	15

En la tabla 4.9 se presenta los resultados de la auditoria de mantenimiento. Los valores indicados en la tabla y en la figura 4.8 son valores promedios de la medición realizada por los auditores. También se puede representar como frecuencia absoluta o relativa.

**Figura 4.8: Radar del mantenimiento**

Cálculo de extrapolación, en los estudios descriptivos se procura conocer en que proporción se encuentra los valores absolutos calculados en el conjunto del universo. Este tipo de cálculo solo es aceptable si se determinó con exactitud la muestra probabilística. En este caso, se puede multiplicar cada dato obtenido por el cociente: amplitud del universo y amplitud de la muestra.

Análisis bivariable, la comprobación de la hipótesis requiere de al menos la combinación de dos variables: variable dependiente y variable independiente. En un análisis bivariable, inicialmente hay que determinar la distribución de variables en distintos subgrupos. Esta combinación de dos variables se representa mediante una tabla en cruz.

Interpretaciones multivariantes, la interpretación multivariable establece relaciones entre más de dos variables. Esto permite alcanzar dos objetivos:

- Comprobar los resultados de la interpretación bivariable.
- Determinar relaciones bivariantes para diversos grupos que se forman con los datos.

4.5 Modelado

4.5.1 Introducción

La realidad es compleja y estudiarla detalladamente sería imposible. Una de las formas de estudiarla es simplificarla mediante modelos que representen su dinámica de funcionamiento lo más fiel posible.

Construir modelos consiste en representar la realidad por medio de abstracciones. Los modelos enfocan ciertas partes importantes de un sistema (por lo menos, aquellas que le interesan a un tipo de modelo específico), restándole importancia a otras.

El objeto existe en la realidad, el modelo es una representación teórica. Mediante la investigación básica construimos los modelos actuales que explican el funcionamiento de la realidad, mediante la investigación tecnológica experimentamos modificar la realidad y formulamos el modelo mejorado diseñamos una nueva realidad.

Para construir el modelo actual el investigador observa el objeto actual basado en la teoría existente hasta la actualidad mediante herramientas que le facilitan la obtención de datos para describir, comparar y explicar el funcionamiento de la realidad. Es la investigación básica.

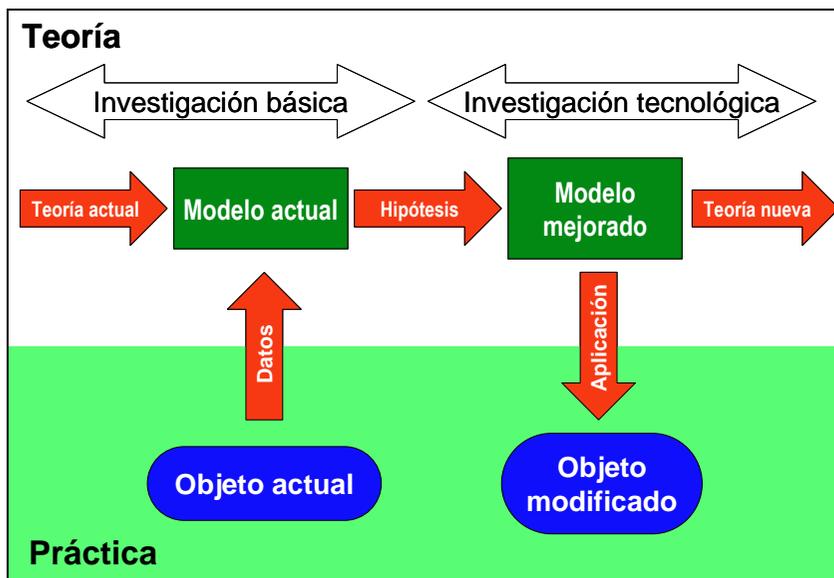


Figura 4.9: Modelo actual y mejorado

Con las explicaciones de la investigación básica, el investigador formula hipótesis para modificar la realidad mediante la experimentación del modelo propuesto. Los resultados de la experimentación nos permiten formular el modelo mejorado, la nueva teoría y aplicarla para lograr el objeto mejorado. Es la investigación tecnológica ó proceso de innovación.

4.5.2 Los Modelos.

Un modelo es la creación de ideas y pensamientos en nuestro cerebro a partir de percibir el funcionamiento de la realidad. El investigador crea modelos al describir el comportamiento de la naturaleza, hallar las leyes que explican los diversos fenómenos que ocurren.

El primer paso en la solución de cualquier problema del mundo real, es construir modelos de su funcionamiento pasado o actual. Estos permiten describir, explicar o bien predecir la parte de la realidad en la que reside el problema. Luego construimos modelos que ayudan a modificar la realidad manipulando ciertos atributos o variables.

Mediante la investigación, es posible reducir los fenómenos naturales, sociales y del pensamiento a modelos mentales, simbólicos o físicos. Muchos fenómenos se representan en forma de modelos

matemáticos, otros en forma de maquetas, de planos, de representaciones digitales, etc.

4.5.3 Clasificación de los Modelos.

De acuerdo a su grado de abstracción podemos clasificar los modelos en mentales, simbólicos o físicos. En la figura 4.10 se ubican los modelos desde los menos abstractos (derecha) hasta los más abstractos (izquierda).

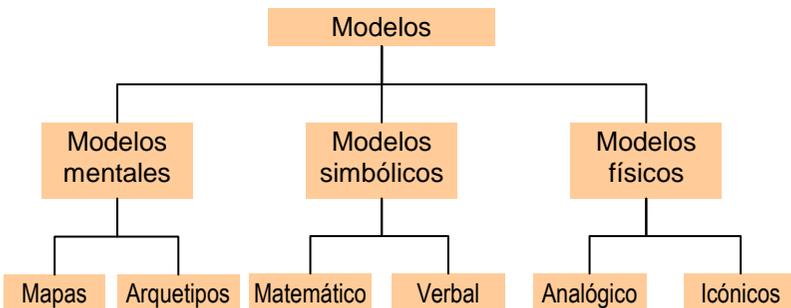


Figura 4.10: Clasificación de modelos

Los modelos mentales se representan en forma de mapas conceptuales, mapas mentales, diagramas de flujo, diagramas de procesos, caja negra, caja blanca, arquetipos sistémicos.

Los modelos simbólicos se representan en forma de fórmulas matemáticas o descripciones verbales. Los modelos matemáticos son aquellos donde los atributos del objeto se representan mediante variables y las actividades se describen mediante funciones matemáticas que interrelacionan las variables.

Los modelos físicos se representan mediante formas físicas a escala y simplificados o mediante analogía de sus propiedades. Los atributos del objeto se representan por medidas físicas tales como área, volumen, posición de un componente, etc., y las actividades del objeto se reflejan en las leyes físicas que subyacen al modelo. Los modelos físicos estáticos corresponden a los modelos icónicos y los modelos físicos dinámicos corresponden a los modelos analógicos.

Los modelos dinámicos que dan mayor precisión se construyen mediante software que permite la simulación. Así tenemos Matlab que permite trabajar con modelo matemáticos, CosmosWork que permite simular el comportamiento de diversos componentes ante solicitaciones de carga, etc.

4.6 Ejemplo de investigación descriptiva

4.6.1 Operacionalización de variables

La variable de salida, niveles de emisión de gases de escape tiene como dimensiones los 5 gases que pueden ser medidos.

Tabla 1: Operacionalización de la variable de salida

Variable de salida	Niveles de emisión de gases de escape	
Dimensión	Indicador	Instrumento
CO	Contenido de monóxido de carbono que contienen los gases de escape en % de volumen.	Analizador de 5 gases
CO ₂	Contenido de dióxido de carbono que contienen los gases de escape en % de volumen.	
O ₂	Contenido de oxígeno que contienen los gases de escape en % de volumen.	
HC	Contenido de hidrocarburos que contienen los gases de escape en % de volumen.	
NO _x	Contenido de óxidos de nitrógeno que contienen los gases de escape en % de volumen.	

La variable de entrada *antigüedad de automóviles gasolineros* tiene como dimensiones los años de fabricación.

Tabla 2: Operacionalización de la variable de entrada

Variable de entrada	Antigüedad de automóviles gasolineros	
Dimensión	Indicador	Tratamiento
1996	Automóviles del año 1996	Lectura de año de fabricación del motor
1997	Automóviles del año 1997	
1998	Automóviles del año 1998	
1999	Automóviles del año 1999	
2000	Automóviles del año 2000	
2001	Automóviles del año 2001	
2002	Automóviles del año 2002	
2003	Automóviles del año 2003	
2004	Automóviles del año 2004	
2005	Automóviles del año 2005	

4.6.2 Registro de datos

Para la medición de los cinco gases se cuenta con instrumentos denominados *Analizador de gases*, cuyos rangos de medición y las precisiones en dicha medición se muestran en la tabla 3.

Tabla 3: Características del analizador de 5 gases

Magnitud	Rango	Error
CO	0,00 - 9,99 % vol	0,01%
CO ₂	0,0 - 18,0 % vol	0,1%
O ₂	0,00 - 25,0 % vol	0,01%
HC	0 - 2000 ppm vol	1ppm
NOx	0 - 2000 ppm vol	1ppm
RPM	0 - 9990 rpm	10

Las lecturas que se obtienen del analizador de gases se registran en la tabla 4 para cada automóvil de la muestra. La medición debe realizarse a una velocidad fija del motor para todos los automóviles.

Tabla 4: Registro de datos automóviles del año 2005

Automóvil año \ GAS	RPM	CO	CO ₂	O ₂	HC	NOx
2005-01						
2005-02						
2005-03						
2005-04						
2005-05						
2005-06						
2005-07						
2005-08						
2005-09						
2005-10						
2005-11						
2005-12						
2005-13						
2005-14						
2005-15						
2005-...						

Para registrar los datos de los automóviles de los otros años, elaborar la misma tabla con los datos del año correspondiente.

4.7 Ejemplo de investigación experimental

Optimizar el Colector Parabólico de Canal requiere de una investigación experimental. Iniciamos con la operacionalización de las variables, continuamos con el diseño del tratamiento, el tratamiento y el registro de datos.

4.7.1 Operacionalización de variables

La variable dependiente es *calentamiento del agua*, cuya dimensión es la velocidad de calentamiento del agua.

Tabla 1: Operacionalización de la variable dependiente

Variable dependiente	Calentamiento del agua	
Dimensión	Indicador	Instrumento
Velocidad de calentamiento del agua	Variación de la temperatura de un volumen determinado agua en °C por cada minuto.	Termómetro digital Cronómetro Registro de datos

La variable independiente de la investigación es el *Colector parabólico de canal* cuyas dimensiones son: reflector parabólico, receptor, fluido de transferencia térmica y el intercambiador de calor.

Tabla 2: Operacionalización de la variable independiente

Variable Independiente	Colector parabólico de canal	
Dimensión	Indicador	Tratamiento
Reflector parabólico de canal	Reflexión y concentración de la radiación solar mediante una superficie parabólica variando el tipo de material.	Colector de plancha Colector de espejo
Receptor de la radiación	Recepción de calor concentrado variando el diámetro del tubo de cobre.	Tubo de cobre de 1/2" Tubo de cobre de 3/8"
Fluido de transferencia térmica	Transferencia de calor variando el tipo de fluido de transferencia.	Aceite de térmico Agua
Intercambiador de calor	Ceder calor en el intercambiador de calor variando la velocidad del fluido de transferencia térmica.	Velocidad alta Velocidad baja

4.7.2 Diseño del modelo

Tabla 3: Matriz morfológica del reflector parabólico de canal

Atributo	Forma1	Forma2	Forma3
Reflector parabólico de canal	$y = x^2/100$ Lámina reflejante de acero	$y = x^2/100$ Reflector con laminas de espejo	
Receptor de la radiación	tubo galvanizado	Tubo de bronce	
Fluido de transferencia térmica	Aceite de transferencia térmica	Agua salada	
Intercambiador de calor	Velocidad de fluido bajo	Velocidad de fluido alto	
Tanque de intercambiador	Cerrado con volumen fijo		

Colector parabólico de canal

Las características de reflexión de la parábola tienen las características que se muestran en la figura

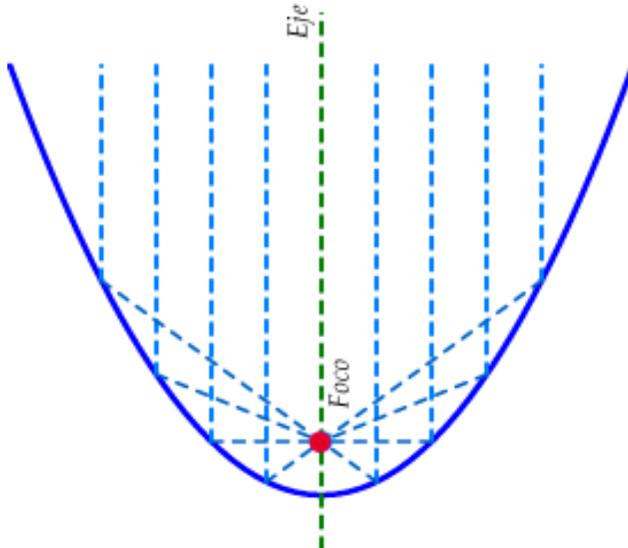


Figura 1: Modelo de reflexión de la parábola

Uno de los parámetros de diseño a considerar es aquel donde la reflexión es de 90° , es decir que la altura del colector será igual a la distancia del foco.

Duffie and Beckman (1991) han demostrado que con el ángulo de 90° , se minimiza la distancia media entre el foco y el reflector y entonces la desviación de la radiación directa, de tal forma que los errores de inclinación y seguimiento son menos pronunciados.

Ubicando el vértice de la parábola en el origen de coordenadas y la distancia al foco $f = 25$ cm, la ecuación de la parábola será:

$$(x-0)^2 = 4f(y-0)$$

$$x^2 = 100y$$

Graficando la ecuación $y = x^2/100$ tenemos:

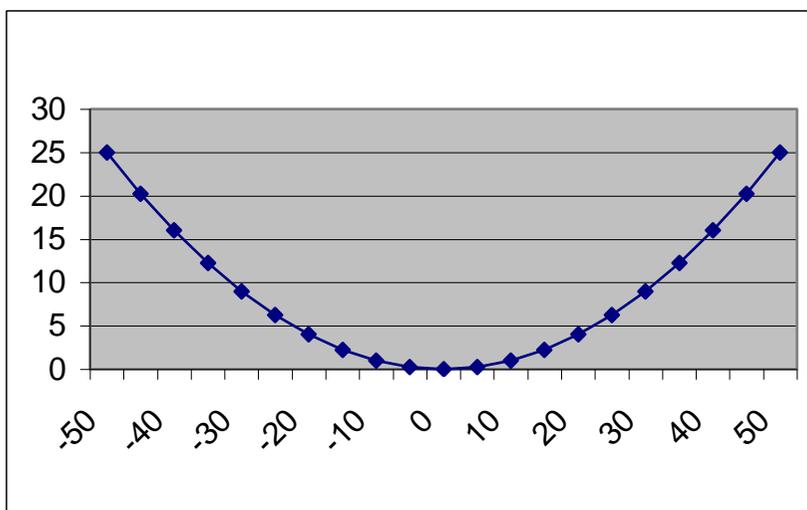


Figura 2: Gráfica de la parábola

El tamaño del receptor debe interceptar la mayor cantidad de rayos reflejados desde todos los puntos del Reflector cuyo objetivo es reflejar los rayos solares reduciendo la desviación de los éstos. Duffie and Beckman (1991) define que el radio mínimo del receptor está dado por el rayo reflejado desde el borde, porque es el que recorre la mayor distancia D hacia el foco f :

$$d = \frac{W_a \text{sen} \delta}{\text{sen} \phi_r} = \frac{100 \text{sen} 0.267}{\text{sen} 90} = 0.5 \text{cm}$$

Donde:

x_0 = mitad del ancho de abertura del colector

f = distancia focal

δ = ángulo de dispersión de rayos solares.

Φ = Ángulo mayor de los rayos solares al ingresar al reflector.

En el cálculo se obtiene el diámetro mínimo que debe tener el receptor. En nuestro caso elegimos los diámetros de 3/8 y 1/2 ya que son los diámetros mínimos en tuberías de cobre.

Tabla 4: Diámetros del receptor

Material del tubo	Diámetro exterior (pulg)	Diámetro interior (pulg)	Diámetro exterior (cm)
Cobre1	3/8	1/4	0.9525
Cobre2	1/2	3/8	1.2700

Para calcular el Área de recepción geométrica se utiliza la formula: $A_r = \pi dL$

Tabla 5: Materiales del receptor

Material del tubo	Diámetro exterior (cm)	L (cm)	$A_r = \pi dL$ (cm ²)
Cobre1	0.9525	100	299.2374
Cobre2	1.2700	100	398.9832

La concentración de radiación solar determinamos relacionando las áreas del colector y del receptor con la formula: $C = A_a/A_r$. En el experimento se prueba cual de los receptores es mejor.

Tabla 6: Áreas del Colector y el receptor

Receptor	A_r (cm ²)	A_a (cm ²)	C
1	299.2374	12200	40.8
2	398.9832	12200	30.6

En la tabla 7 se organiza los parámetros geométricos del Colector solar.

Tabla 7: Parámetros geométricos del Colector solar

Parámetro	Símbolo	Valor	Unidad
Abertura	W_a	100	cm
Longitud	L_a	122	cm
Área de abertura	A_a	12200	cm ²
Altura focal	f	25	cm
Altura de la parábola	H_p	27	cm
Diámetro del tubo	d	2.2	cm
Área de recepción	A_r	842	cm ²
Concentración	C	14.5	

Con la información que se tiene se dibujan los planos. Éstos no se incluyen en el Libro por motivo de espacio.

4.7.3 Tratamiento y registro de datos

El tratamiento y registro de datos para una investigación experimental se organiza en la tabla 8. La tabla contiene la organización del tratamiento que corresponde a la variable independiente y las medidas de la variable dependiente.

Los tratamientos a realizar durante el experimento resultan de la combinación de las dimensiones:

- A: Reflector
- B: Receptor
- C: Fluido Transferencia Térmica
- D: Intercambiador de calor

El registro de los datos se realiza en las columnas correspondientes a la temperatura de agua en el tanque. Para cada tratamiento se hacen cuatro mediciones, luego se obtiene la media de éstas.

Tabla 8: Registro de datos del Colector solar

Colector parabólico de canal					Temperatura del agua en el tanque				
A: Reflector	B: Receptor	C: Fluido TT	D: Intercambi	Tratamientos (combinación de dimensiones)	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	Promedio
A ₁	B ₁	C ₁	D ₁	A ₁ B ₁ C ₁ D ₁					
			D ₂	A ₁ B ₁ C ₁ D ₂					
		C ₂	D ₁	A ₁ B ₁ C ₂ D ₁					
			D ₂	A ₁ B ₁ C ₂ D ₂					
	B ₂	C ₁	D ₁	A ₁ B ₂ C ₁ D ₁					
			D ₂	A ₁ B ₂ C ₁ D ₂					
		C ₂	D ₁	A ₁ B ₂ C ₂ D ₁					
			D ₂	A ₁ B ₂ C ₂ D ₂					
A ₂	B ₁	C ₁	D ₁	A ₂ B ₁ C ₁ D ₁					
			D ₂	A ₂ B ₁ C ₁ D ₂					
		C ₂	D ₁	A ₂ B ₁ C ₂ D ₁					
			D ₂	A ₂ B ₁ C ₂ D ₂					
	B ₂	C ₁	D ₁	A ₂ B ₂ C ₁ D ₁					
			D ₂	A ₂ B ₂ C ₁ D ₂					
		C ₂	D ₁	A ₂ B ₂ C ₂ D ₁					
			D ₂	A ₂ B ₂ C ₂ D ₂					

Capítulo 5

COMUNICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Redacción de Informe de investigación.

El investigador además de desarrollar ciencia y tecnología, también debe escribirla en forma clara y sencilla. De nada serviría realizar experimentos fabulosos si estos no se comunican. El investigador debe presentar un informe escrito de lo que hizo, explicar por qué lo hizo, describir cómo lo hizo y lo que aprendió al investigar.

Day (2005) afirma que la redacción científica tiene la finalidad de comunicar nuevos descubrimientos científicos, por lo que debe ser tan clara y sencilla como sea posible.

Molestina (1987) indica que las características típicas de la literatura científica son:

- Presentar hechos
- Ser exacta y verdadera
- Ser desinteresada
- Ser sistemática
- No ser emotiva
- Excluir opiniones no fundadas
- Ser sincera
- No ser argumentativa (deja que los hechos hablen por si solo)
- No ser directamente persuasiva
- No exagerar

El informe de investigación es el resultado del proceso de investigación de un problema original y cumple con la función de comunicar a la comunidad científica los nuevos conocimientos y experiencias alcanzadas.

El informe debe redactarse en base a normas definidas por la comunidad científica, con el fin de que sean comprendidos y validados para incorporar su contenido al conocimiento científico.

El lector del informe está interesado en la contribución de su investigación, por lo que se debe presentar el proceso seguido mostrando que cada etapa tenga la validez y confiabilidad correspondiente.

Exponer el problema que dio inicio a la investigación argumentando su importancia y originalidad; exponiendo la consistencia de la teoría con el problema y el desarrollo científico; describiendo la metodología, su relación con el problema y con la validez de los resultados; presentando los resultados de forma transparente y realizando una discusión que permita generalizar sus resultados.

Un escrito científico debe expresarse siempre en voz activa. El verbo siempre debe estar en infinitivo. La expresión debe ser impersonal.

Voz pasiva: la probeta **fue preparada** por conformado plástico

Voz activa: **preparé** la probeta por conformado plástico

Voz activa impersonal: **preparar** la probeta por conformado plástico.

Heinemann (2003, p 240) recomienda que “En el informe final no deben omitirse los puntos débiles de las decisiones tomadas ni las suposiciones que se plantearon a lo largo de la investigación. Esto es aplicable también a las implicaciones, a los problemas de correspondencia entre indicadores y variables y, en general, a la validez de la medición, a las posibilidades de extrapolación y representatividad de los datos, a los posibles errores de muestra y a la interpretación de datos.”

La redacción del informe de investigación debe iniciarse con la configuración del texto en un procesador de textos, introduciendo en primera instancia la estructura del informe y realizando la redacción del contenido en base a las normas correspondientes.

Es recomendable utilizar el software Microsoft Word 2007 por contar con las herramientas que permiten hacer correcciones ortográficas y gramaticales, elegir sinónimos, proteger el documento, configurar estilos que facilitarán dar formatos y generar índice automático de contenidos, figuras y tablas.

Existen muchas técnicas de redacción de trabajos de investigación como las normas APA, Vancouver, MLA, GOST, ISO 690, etc. Las normas APA corresponden a la Asociación Americana de Psicólogos, las normas Vancouver pertenecen al Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas (CIDRM), las normas MLA corresponden a The Modern Language Association of America, la norma GOST

La estructura del informe de investigación que se recomienda en este libro es el utilizado en la Escuela de Pos Grado de la Universidad Nacional del Centro del Perú. La estructura del informe puede variar de acuerdo a las normas de cada universidad o instituto de investigación.

La evaluación del informe debe realizarse utilizando un instrumento que permita verificar su forma y contenido. Desde luego este instrumento deberá ser consistente con las normas de la institución correspondiente.

5.1.1 Formato y configuración del texto

Las recomendaciones en este numeral estarán centradas en dar formato y configuración de la redacción utilizando el procesador de textos Microsoft Word 2007. No es la intención crear una manual de procesador de textos sino de desarrollar algunos procedimientos que faciliten la redacción del informe teniendo como requisito el dominio básico del manejo del procesador de textos.

Nos centraremos en la definición, aplicación, creación, modificación y borrado de estilos que servirá para generar en forma automática la tabla de contenidos o índice del informe y la generación automática de bibliografía y citas.

Definición de estilos

Un estilo es un conjunto de características de formato que puede ser aplicado al texto de un documento para cambiar rápidamente su forma. Al cambiar los atributos de un párrafo que esta definido como un estilo, cambiará todos los párrafos que tienen el mismo estilo, logrando ahorro de tiempo en dar un formato homogéneo a todo el texto.

Existen muchos estilos pre definidos en Microsoft Word 2007, por ejemplo, el estilo **Titulo 1** está compuesto por tamaño de letra de 16 puntos, fuente "Arial", negrita y párrafo alineado a la izquierda. Además, se pueden crear estilos personalizados, con los atributos de formato que deseemos.

Por ejemplo, podemos definir un estilo para aplicar a los títulos del informe de investigación, otro estilo para escribir los párrafos, otro estilo para cuando queremos resaltar algo importante del texto, otro para los listados, etc.

Definir estilos personales ayuda a que nuestros documentos tengan un esquema propio y nos permiten trabajar eficazmente.

Aplicar estilos

Para acceder a los Estilos (figura 5.1) podemos hacerlo desde la pestaña Inicio en el grupo de herramientas **Estilo**. Desde allí también se puede acceder al cuadro de diálogo Estilo.



Figura 5.1: Grupo de herramientas Estilo

Para acceder al cuadro de diálogo **Estilo**, hacer clic en el botón inicializador del cuadro de diálogo **Estilo** , que se encuentra en la parte inferior del grupo de herramientas **Estilo**.

En el grupo de herramientas, aparecen Estilos predeterminados que facilitan la tarea, simplemente selecciona el texto que deseas modificar y luego haz clic en el Estilo deseado. Si haces clic en el botón , puedes ver la totalidad de estilos predefinidos.



Figura 5.2: Estilos predefinidos

Para **aplicar un estilo** a un texto de nuestro documento desde el cuadro de diálogo Estilos sólo tienes que seleccionar el texto y hacer

clic en uno de los estilos que se muestran en el panel Estilos. Ejemplo: para aplicar el estilo *texto3* a un párrafo, ubicar el cursor en el párrafo, luego hacer clic en *texto3* del cuadro de diálogo Estilos. El párrafo ahora tendrá los atributos de *texto3*.

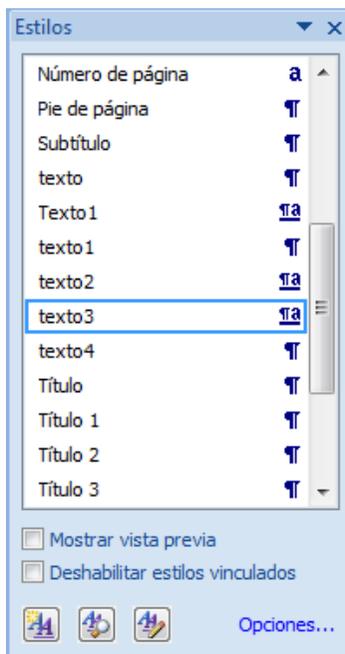


Figura 5.3: Cuadro de diálogo Estilos

Si haces clic en *Borrar todo*, el texto seleccionado volverá al estado original, es decir, no tendrá formato.

Si antes de aplicar un estilo no hemos escogido un texto, se aplicará el estilo al texto que insertemos partir de ese punto hasta que volvamos a cambiar el estilo.

Para ver la forma que tendrá el estilo que vamos a aplicar sobre el texto, debemos hacer clic en el cuadro de verificación *Mostrar vista previa*.

El botón *Inspector de Estilos*  abre un cuadro de diálogo (figura 5.4) que permite ver el estilo aplicado haciendo clic sobre cualquier parte del texto.

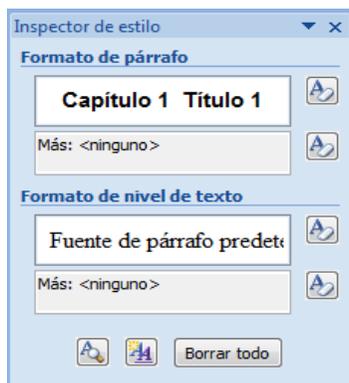


Figura 5.4: Inspector de Estilos

En la figura 5.5 puede observarse el botón Mostrar Formato ,

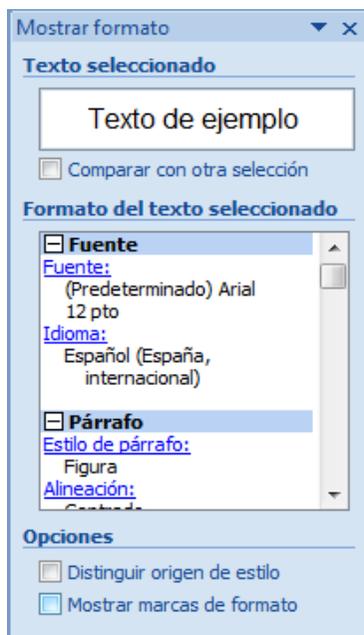


Figura 5.5: Mostrar formato

En este cuadro se ven todos los elementos que componen el estilo: el tipo de alineación, el tamaño de la fuente, etc. También podemos ver los atributos referentes al Párrafo, como la alineación, nivel de esquema, etc.

Crear un estilo

Para crear un estilo de una manera fácil lo mejor es definir el estilo en una parte de nuestro documento. Es decir, aplicar todas las características de formato que queremos que formen el nuevo estilo a un trozo del documento.

A continuación hacer clic en el botón *Nuevo Estilo* del panel Estilos, se abrirá el cuadro de diálogo *Crear nuevo estilo a partir del formato*, escribir el Nombre del nuevo estilo y pulsar Aceptar.

El cuadro de diálogo permite cambiar algunas de las características del formato que tenemos definido hasta ese momento.

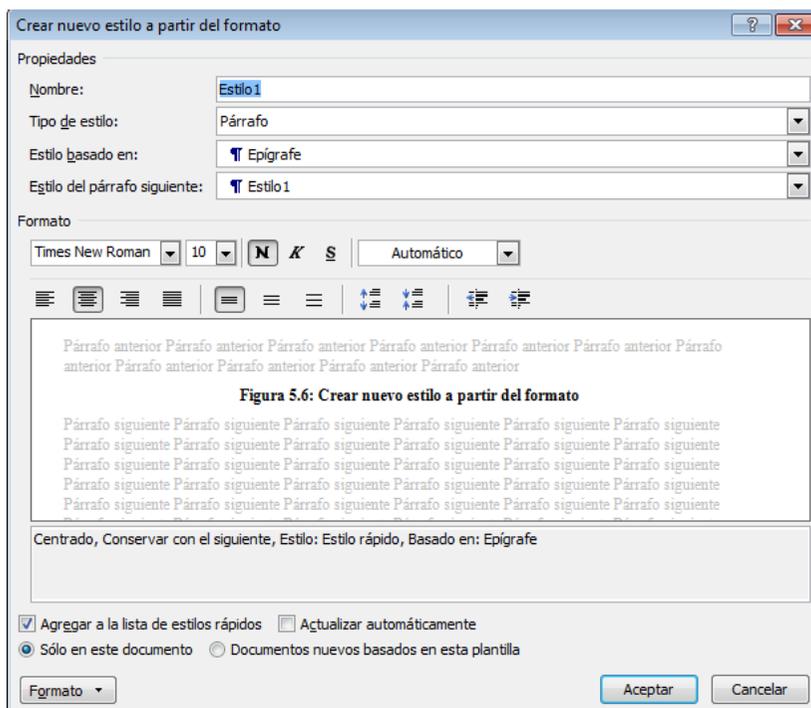


Figura 5.6: Crear nuevo estilo a partir del formato

Por ejemplo, en la figura 5.6 puedes ver que el estilo que vamos a definir tiene fuente Arial, 16 pt, Cursiva y Centrado, si ahora quisiéramos añadir el estilo negrita no tendríamos más que hacer clic en el botón negrita.

Con lo que acabamos de explicar puedes comenzar a crear estilos, una vez hayas practicado un poco con las opciones básicas

puedes entrar a ver las opciones más avanzadas de este cuadro de diálogo como te explicamos en el punto siguiente a través de un tema avanzado.

Si prefieres crear un estilo desde la barra de formato es todavía más fácil, sólo tienes que seleccionar el texto que contiene el formato y escribir el Nombre del nuevo estilo en el Cuadro de estilos y pulsar la tecla Enter.

Modificar un estilo

Para modificar un estilo debes ir al panel Estilos y seleccionar el estilo que quieres modificar, al hacer clic en el triángulo de la derecha se desplegará un menú con la opción Modificar..., como puedes ver en la figura 5.7 en la que hemos seleccionado el estilo Texto1. Se abrirá el cuadro de diálogo Modificar estilo que puedes ver en la imagen siguiente.

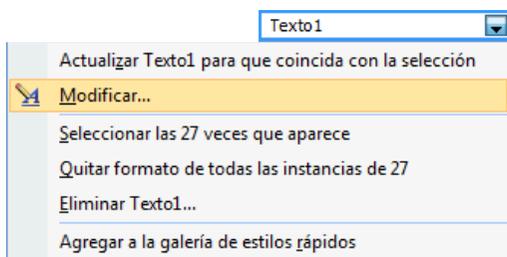


Figura 5.7: Modificar estilo

En este cuadro de diálogo puedes modificar las características del formato que desees, para ello tienes unos botones con los elementos del formato más usuales, como son el tipo de fuente, el tamaño, negrita, cursiva, subrayado, color de fuente, alineación, interlineado, sangrías, ...

A continuación puedes ver la ventana con la vista previa del estilo. Cada modificación que hagas se verá reflejada de forma inmediata en esta ventana, así podrás hacerte una idea del nuevo aspecto del estilo.

Debajo de la ventana de la vista previa hay una línea donde están descritas todas las características del estilo.

En el caso de la figura 5.8 el estilo tiene fuente Arial de 10 puntos de tamaño con sangría izquierda de 0.63 cm con párrafo justificado y un espaciado anterior de 6 puntos.

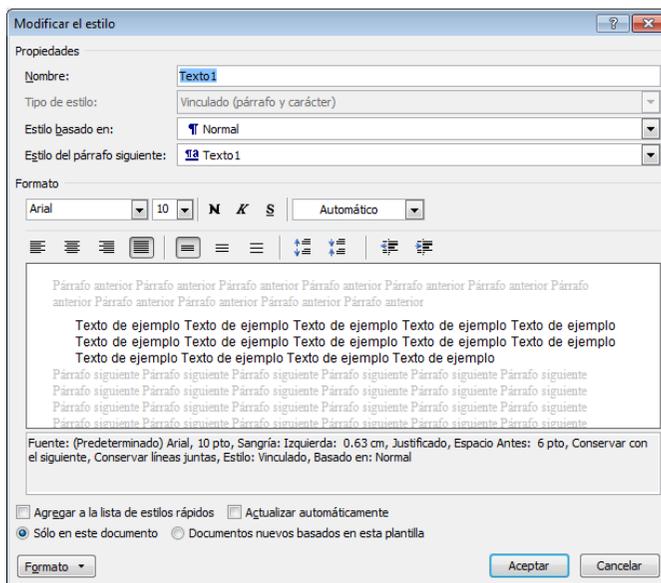


Figura 5.8: Modificar estilo

Borrar un estilo

Para borrar un estilo debes ir al panel Estilos y seleccionar el estilo que quieres borrar, al hacer clic en el triángulo de la derecha se desplegará un menú con la opción Eliminar..., como puedes ver en la figura 5.9, donde se borra el estilo *Texto1*.

Hay que tener en cuenta que al eliminar un estilo, desaparecerá el formato correspondiente de los párrafos que tuvieran aplicado ese estilo.

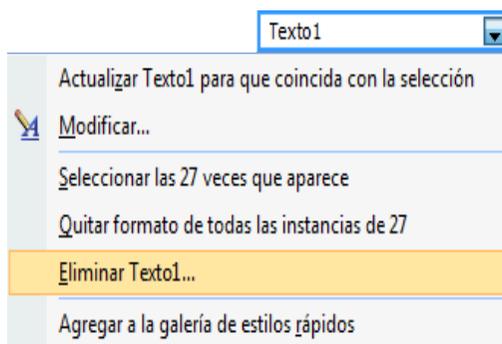


Figura 5.9: Borrar un estilo

Ejemplo de creación de estilos

Inicialmente es necesario tener una idea de los estilos que necesitamos y del formato que deben tener. No es necesario redactar los formatos como están en la tabla 5.1, más bien formatear un párrafo y luego configurar en el cuadro de diálogo *Crear nuevo estilo a partir del formato*.

Tabla 5.1: Formato de estilos

Nombre de estilo	Formato
Capítulo 1 Título 1	Norma + Fuente: (Predeterminado) Arial, 14 pt, Negrita, Español (Perú), Sangría: Primera Línea: 0.51 cm, Centrado, Interlineado: Doble, Espacio Antes: 240 pto, Salto de página anterior, Conservar con el siguiente, Nivel1, Esquema numerado + Nivel: 1 + Estilo de numeración: 1, 2, 3, ...+ iniciar en 1 + Alineación: Izquierda + Alineación: 0.51 cm + Tabulación después de: 0 cm + Sangría: 0 cm
1.1 Título 2	Título 1 + Sangría: Izquierda: 0 cm, Sangría francesa: 1.02 cm, Izquierda, Espacio Antes: 12 pto, Sin salto de página anterior, Nivel 2, Tabulaciones: 1.02 cm, Lista con tabulaciones
1.1.1 Título 3	Título 1 + Sangría: Izquierda: 0 cm, Sangría francesa: 1.27 cm, Izquierda, Espacio Antes: 12 pto, Sin salto de página anterior, Nivel 2, Tabulaciones: 1.27 cm, Lista con tabulaciones
1.1.1.1 Título 4	Título 1 + Sangría: Izquierda: 0 cm, Sangría francesa: 1.52 cm, Izquierda, Espacio Antes: 12 pto, Sin salto de página anterior, Nivel 2, Tabulaciones: 1.52 cm, Lista con tabulaciones
texto	Normal+Fuente:(Predeterminado) Arial, 10 pt, Español (Perú), Justificado, Espacio Antes: 12 pto
texto1	texto + Sangría: Primera línea: 0.6 cm
texto2	texto + Sangría: Primera línea: 0.8 cm
texto3	texto + Sangría: Primera línea: 1.0 cm
texto4	texto + Sangría: Primera línea: 1.2 cm
lista	texto + Sangría: Izquierda: 1.25 cm, Sangría francesa: 0.63 cm, Tabulación es: 1.88 cm, Lista con tabulaciones, Con viñetas + Nivel: 1 + Alineación: 1.25 cm + Tabulación después de: 1.88 cm + Sangría: 1.88

5.1.2 Normas de Vancouver para referencia bibliográfica

Normas para publicación de trabajos científicos del International Committee of Medical Journal Editors.

La bibliografía es una lista alfabética de libros y otras fuentes consultadas que fueron examinadas durante la preparación de una investigación o un trabajo realizado. Sin embargo, el orden de la información y puntuación, varía de acuerdo con el tipo de publicación y estilo.

Ejemplos de cómo registrar bibliografía: del formato o estilo Vancouver, desarrollado por la Biblioteca Nacional de Medicina de los EEUU.

Ejemplo de un libro con un autor

Bunge M¹. La investigación científica². 4 ed³. Barcelona, España⁴: Editorial Ariel⁵; 1997⁶.

1. Autor
2. Título del libro
3. Mención de edición
4. Lugar de publicación
5. Editorial
6. Año de publicación

Ejemplo de un libro con dos autores

Sánchez H, Reyes C¹. Metodología y diseños en la investigación científica². 4 ed³. Lima, Perú⁴: Grafica Los Jazmines⁵; 1996⁶.

1. Autores
2. Título del libro
3. Mención de edición
4. Lugar de publicación
5. Editorial
6. Año de publicación

Ejemplo de un libro con tres autores

Hernández R, Fernández C, Baptista P¹. Metodología de la investigación². 2 ed³. México⁴: McGRAW-HILL⁵; junio de 1999⁶.

1. Autores
2. Título del libro
3. Mención de edición
4. Lugar de publicación
5. Editorial
6. Año de publicación

Nota para libros:

- Cuando una fuente de información es publicada por una corporación y no trae Autor, se toma la corporación como el Autor principal.

- Si no se conoce el Autor y solo menciona el título de la fuente, se registra bajo título de la fuente.
- Sí se trata de un compilador o compiladores, se registra, así: Ardilla, R. (Comp.) o (Comps.)
- Si se trata de un editor, se registra así: Ariel, M. (Ed.)
- Si la fuente de información es en inglés, la edición se registra, así: (2nd. ed.).
- A partir de 1992, el estilo Vancouver estipula la representación de los 6 primeros autores. En caso de exceder esta cifra, se citan los 6 primeros y los restantes se remplazan por la abreviatura **et al.**; ésta debe separarse del último autor mencionado por una coma (,).

Ejemplo de artículo publicado en una revista con un autor

Espinoza C¹. El vórtice de agua como fuente de energía². *Innovaciones tecnológicas*³. 2009⁴; 1⁵ (1⁶): 7-11⁷.

1. *Autores*
2. *Título del artículo*
3. *Título de la revista*
4. *Año de publicación*
5. *Número de volumen*
6. *Número de publicación*
7. *Número de página*

Ejemplo de una Tesis

Toboso Picazo J¹. Evaluación de habilidades cognitivas en la resolución de problemas matemáticos². [Tesis doctoral]³. España⁴: Universitat de Valencia⁵; 2004⁶.

1. *Autor*
2. *Título de la tesis*
3. *Grado académico*
4. *Lugar de publicación*
5. *Institución*
6. *Fecha de publicación*

Ejemplo de una ponencia

Odriozola Urbina A¹. Impacto del enfoque centrado en la persona en el noroeste del país². En: Ponencia presentada en el homenaje Póstumo; Carl R. Rogers: Vida y Obra³. México⁴: Universidad Iberoamericana⁵; 1987⁶.

1. *Autor*
2. *Título de la ponencia*
3. *Nombre del evento*
4. *Lugar de publicación*
5. *Editorial*
6. *Fecha de publicación*

Ejemplo de un Artículo de una Sección de Periódico

Acosta J¹. Otra vez los antioxidantes². El Universal³, México⁴: 2004, marzo 19⁵. Sección B⁶. p. 3.⁷

1. *Autor*
2. *Título del artículo*
3. *Nombre del periódico*
4. *Lugar de publicación*
5. *Fecha de publicación*
6. *Sección*
7. *Página*

Ejemplo de CD ROOM

Microsoft¹. Enciclopedia Microsoft Encarta 2009². [CD ROM]³. Seattle⁴: Microsoft Corporation⁵; 2008⁶.

1. *Autor corporativo*
2. *Título*
3. *Tipo de material*
4. *Lugar de publicación*
5. *Editorial*
6. *Fecha de publicación*

Ejemplo de un libro consultado electrónicamente

Heinemann Klaus¹. Introducción a la metodología se la investigación empírica² [en línea]³. Barcelona, España⁴: Paidotribo⁵; 2003⁶. [fecha de acceso 31 de enero de 2010]⁷. URL disponible en: http://books.google.com.pe/books?id=bjJYAButfB4C&pg=PA172&dq=tecnicas+analisis+datos+investigacion&hl=es&ei=3snMS56IKcGblgeZ9_X7BQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=5&ved=0CD4Q6AEwBA⁸

1. *Autor*
2. *Título*
3. *Tipo de soporte*
4. *Lugar de publicación*
5. *Editorial*
6. *Fecha de publicación*
7. *Fecha de consulta*
8. *Acceso*

Ejemplo de una Base de datos consultada electrónicamente

Centro de Investigación y Documentación Científica¹ [base de datos en línea]². Madrid³: Consejo Superior de Investigaciones Científicas⁴; 1999⁵. [fecha de acceso 4 de febrero de 2002]⁶. URL disponible en: <http://www.cindoc.csic.es/prod/psedisoc.htm>⁷

1. *Título*
2. *Tipo de soporte*
3. *Lugar de publicación*
4. *Editorial*
5. *Fecha de publicación*
6. *Fecha de consulta*

7. Acceso

Ejemplo de una publicación periódica consultada electrónicamente

Ciencia Digital¹ [en línea]². España³: Servicios Periodísticos y Multimedia⁴; 2002⁵. [fecha de acceso 19 de octubre de 2004]⁶. URL disponible en: http://www.cienciadigital.net/junio2002/fnoticia_esa.html⁷

1. Título
2. Tipo de soporte
3. Lugar de publicación
4. Editorial
5. Fecha de publicación
6. Fecha de consulta
7. Acceso

Ejemplo de un Artículo consultado en una publicación periódica electrónicamente

Pereira J¹. Apostando al futuro². RELI³ [en línea]⁴. 2002⁵. [fecha de acceso 5 de julio de 2003]⁶; No.85⁷ URL disponible en: <http://www.reli.org>⁸

1. Autor
2. Título del artículo
3. Título de la revista
4. Tipo de soporte
5. Fecha de publicación
6. Fecha de consulta
7. Número de revista
8. Acceso

Ejemplo de una Ley consultada electrónicamente

Ley general del ambiente¹ [en línea]². Perú³: Congreso de la República⁴; 2005⁵. [fecha de acceso 05 de octubre de 2009]⁶. URL disponible en: <http://www.fonamperu.org/general/documentos/leyambiente.pdf>⁷

1. Título
2. Tipo de soporte
3. Lugar de publicación
4. Editorial
5. Fecha de publicación
6. Fecha de consulta
7. Acceso

Ejemplo de un Correo Electrónico

Pontificia Universidad Católica del Perú¹ puntoeduweb@pucp.edu.pe² Boletín de Noticias PUCP - Edición No. 36³ [en línea]⁴. [fecha de envío 01 de octubre de 2009]⁵. URL correo electrónico enviado a Ciro Espinoza ciroespinoza@hotmail.com⁶

1. Autor
2. Dirección del correo electrónico
3. Título del mensaje
4. Tipo de soporte
5. Fecha del mensaje
6. Acceso

Ejemplo de ficha bibliográfica (cita resumen)

CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

MICHON, Louis. La economía global: un ecosistema imperfecto. [En línea]. [Fecha de acceso 20 de julio de 2008]; p. 4. URL disponible en: http://www1.worldbank.org/devoutreach/translations/pdfs-spanish/The_Global_Economy-sp.pdf.

Durante muchas décadas los motores de combustión interna sólo fueron valorados por su producción de energía. Se esperaba que los motores produjeran una cantidad máxima de caballos de fuerza por litro de gasolina, y nada más importaba. El mundo industrializado mantuvo este curso durante casi 100 años antes de considerar los miles de millones de toneladas de emisiones que habían contaminado la atmósfera de la Tierra en el siglo veinte. La misma situación se aplica a numerosas actividades industriales, comerciales y agrícolas del pasado y del presente.

Ejemplo de ficha bibliográfica (cita textual)

DISEÑO

SHIGLEY Joseph y otros. Diseño en Ingeniería Mecánica. 4 Ed. México: McGraw-Hill; 1986. p. 4.

"Diseñar (o idear) es formular un plan para satisfacer una necesidad. En principio, una necesidad que habrá de ser satisfecha puede estar bien determinada. ... Por otra parte, la necesidad que deberá satisfacerse puede estar tan confusa e indefinida que se requiera un esfuerzo mental considerable para enunciarla claramente como un problema que demanda solución."

Ejemplo de referencias estilo Vancouver

Diseñar es elaborar un plan para satisfacer una necesidad que debe estar bien definida (Shigley 1986, p. 4).

Para Shigley (1986, p. 4) diseñar es elaborar un plan para satisfacer una necesidad que debe estar bien definida.

Para Navarro (2003, p. 96-110) empowerment significa delegar y confiar en todas las personas de la organización y conferirles el sentimiento de que son dueños de su propio trabajo tomando sus propias decisiones.

5.1.3 Normas de MLA para referencia bibliográfica

El estilo de documentación MLA (Modern Language Association of America) tiene bastante similitud con las normas Vancouver. Algunos ejemplos puede encontrarse en la página web: http://serviciosva.itesm.mx/cvr/formato_mla/categorias.htm

Ejemplo de un libro con un autor

Bunge, Mario¹. La investigación científica². Cuarta edición³. Barcelona, España⁴: Editorial Ariel⁵, 1997⁶.

1. Autor
2. Título del libro
3. Mención de edición
4. Lugar de publicación
5. Editorial
6. Año de publicación

Ejemplo de un libro con dos autores

Sánchez Carlessi, Hugo y Reyes Meza, Carlos¹. Metodología y diseños en la investigación científica². Segunda edición³. Lima, Perú⁴: Grafica Los Jazmines⁵, 1996⁶.

1. Autores
2. Título del libro
3. Mención de edición
4. Lugar de publicación
5. Editorial
6. Año de publicación

Ejemplo de un libro con tres autores

Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos, Baptista Lucio, Pilar¹. Metodología de la investigación². Segunda edición³. México⁴: McGRAW-HILL⁵, junio de 1999⁶.

1. Autores
2. Título del libro
3. Mención de edición
4. Lugar de publicación

5. *Editorial*

6. *Año de publicación*

Ejemplo de un libro con más de tres autores:

Blanchard, Ken, et al¹. Whale Done! The Power of Positive Relationships². New York⁴: Free Press⁵, 2002⁶.

1. *Autores*

2. *Título del libro*

3. *Mención de edición*

4. *Lugar de publicación*

5. *Editorial*

6. *Año de publicación*

Ejemplo de referencias estilo MLA

Para Shigley, diseñar es elaborar un plan para satisfacer una necesidad que debe estar bien definida (4).

Diseñar es elaborar un plan para satisfacer una necesidad que debe estar bien definida (Shigley 4).

Navarro, afirma que el empowerment significa delegar y confiar en todas las personas de la organización y conferirles el sentimiento de que son dueños de su propio trabajo tomando sus propias decisiones (96-110).

Empowerment significa delegar y confiar en todas las personas de la organización y conferirles el sentimiento de que son dueños de su propio trabajo tomando sus propias decisiones (Navarro 96-110).

5.1.4 Estructura del informe de investigación

La estructura de un informe de investigación responde a las normas de los institutos de investigación o de las universidades a las que se presenta. La estructura que presentamos corresponde a las exigencias de la Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional del Centro del Perú:

PORTADA

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ABSTRAC

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

Capítulo 1: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

Capítulo 2: MARCO TEORICO

Capítulo 3: METODOLOGIA

Capítulo 4: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Capítulo 5: DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

PORTADA

Es un elemento obligatorio que tiene como finalidad proteger físicamente el documento. Contiene lo siguiente:

- Nombre de la institución
- Título del trabajo de investigación
- Nombre del autor
- Fines del trabajo de investigación (en caso de tesis)
- Lugar donde el trabajo será presentado
- Año de la entrega

HOJA DE CRÉDITOS

Es una hoja opcional que debe incluirse en caso de que el trabajo sea publicado con indexación ISBN, debe contener:

- Título y subtítulo
- Nombre de quien tiene los derechos y dirección
- Número de edición
- Descripción de la portada
- Número de ISBN
- Número del Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú
- Lugar y fecha de impresión
- Nombre y dirección de la editorial.

HOJA DE APROBACIÓN

Es una hoja obligatoria que debe contener:

- Nombre de la institución a la que es presentado.
- Título y subtítulo del trabajo

- Nombre del autor
- Fines del trabajo de investigación
- Área a la que pertenece el trabajo de investigación
- Nombre del jurado evaluador indicando su grado académico e institución a la que pertenecen.
- Lugar y fecha de evaluación.

DEDICATORIA

Es un elemento opcional donde el autor presenta el homenaje o dedica el trabajo a alguien.

AGRADECIMIENTOS

Elemento opcional donde se registra los agradecimientos a personas o instituciones que colaboraron, de alguna forma, con el trabajo de investigación.

RESUMEN

Es un elemento obligatorio, debe tener máximo 500 palabras. El resumen debe ser presentado de modo conciso, contiene el objetivo, la metodología, los resultados y las conclusiones esenciales de la investigación en un solo párrafo. La redacción debe ser en tercera persona, en singular y con verbo en voz activa. En la parte inferior debe ubicarse las palabras claves que facilitan la indexación.

ABSTRACT

Es la traducción de resumen al idioma inglés.

ÍNDICE

Es un elemento obligatorio donde se presenta los títulos y subtítulos enumerados. Opcionalmente se puede presentar índice de tablas, de figuras, etc.

INTRODUCCIÓN

La introducción debe ser elaborada de forma clara y concisa, de modo que el lector se introduzca en el problema y se familiarice con los términos utilizados.

Se inicia con la descripción de la génesis, los propósitos generales y los fundamentos del estudio. Explica empírica y teóricamente la naturaleza del problema.

El objetivo principal de la introducción es situar al lector en el contexto de la investigación, describiendo cada parte del contenido del

informe. El lector deberá descubrir claramente el problema. Además, la redacción debe ser lo más didáctica posible para que el lector valore adecuadamente la investigación.

Capítulo 1: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

Se inicia con la descripción detallada de los fundamentos del estudio, explicando empírica y teóricamente la naturaleza del problema.

Define el problema a investigar y el objetivo correspondiente.

Describe los beneficios que se esperaban de la investigación, indicando a los beneficiarios.

Detalla los alcances que tiene la investigación definiendo los límites correspondientes.

Describe los fundamentos teóricos de la hipótesis y su formulación como respuesta tentativa al problema. Identificando y clasificando las variables que se relacionan en ella.

Capítulo 2: MARCO TEORICO

La producción de conocimientos es una tarea colectiva de la comunidad científica, por tal motivo, las investigaciones deben tener como base los conocimientos actuales para insertar sus resultados en ella.

Se inicia con los antecedentes, es decir, con la identificación de investigaciones que anteceden a nuestro trabajo y que son requisitos del mismo.

Continúa con la descripción, en forma de monografía, de los principios, leyes y procesos que corresponden a las teorías relacionadas con las variables independientes y la variable dependiente.

Luego la definición conceptual y operacional de las variables de investigación. La definición conceptual debe definir las variables en términos que corresponden a la investigación, la definición operacional debe permitir realizar mediciones y expresar las unidades de medida.

Finalmente, es importante mostrar en una tabla la operacionalización de las variables considerando sus dimensiones e indicadores.

La elaboración del marco teórico debe realizarse con citas directas de las fuentes de información. Para esto debe utilizarse las normas correspondientes.

Capítulo 3: METODOLOGÍA

Se inicia con la tipificación de la investigación. Definiendo el tipo y nivel de investigación, explicando con claridad el diseño de la investigación y redactándolo en tiempo pasado.

Define con claridad el objeto de estudio, si es básico se definirá la población y la muestra correspondiente, si es tecnológico se describirá la unidad experimental. Es necesario establecer los criterios de inclusión o exclusión de objetos o sujetos que integran la muestra o la unidad experimental.

Describe detalladamente la selección del instrumento. Si el instrumento fue construido, indicar el procedimiento seguido para su validación.

Finalmente, describir los materiales usados en la investigación y el procedimiento seguido, paso a paso, considerando las mediciones realizadas.

Los métodos, técnicas o procedimientos utilizados deben ser expuestos de modo que el lector pueda reconstruir el proceso ejecutado de modo verbal o empírico.

Es recomendable que los detalles de los procesos matemáticos, estadísticos u procedimientos experimentales, constituyan un material aparte en los anexos.

Capítulo 4: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Se presentan los hallazgos en forma sencilla, clara, lógica y coherente, escritos en tiempo pasado, sin redundancia y sin juicio de valor. Definiendo términos y criterios con claridad y propiedad. Las tablas y figuras deben ser claras, oportunas y fáciles de interpretar.

Las pruebas estadísticas deben ser pertinentes y precisas. Deben también utilizar cifras significativas.

Capítulo 5: DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN

Se realiza la interpretación y comentario de los resultados de la investigación y sus implicancias con la generación de nuevos principios, las relaciones entre las variables y el nivel de generalización de los resultados.

Se evalúa el trabajo realizando comparaciones con las hipótesis, con otros trabajos similares, con los alcances que tiene y con las limitaciones planteadas.

Se exponen las consecuencias teóricas que derivan de la investigación y sus posibles aplicaciones prácticas.

Se discuten los hallazgos en relación a las limitaciones, sesgos o problemas encontrados.

CONCLUSIONES

Se formulan conclusiones que se corresponden con los objetivos y se infieren de los resultados. Las conclusiones se escribe en presente.

RECOMENDACIONES

Se recomienda como aplicar los resultados y la realización de nuevos estudios. Se escribe en presente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Debe considerarse bibliografía referida a las variables de la investigación y a la metodología empleada. Se utilizarán citas bibliográficas para referirse a información obtenida de otros autores con exactitud. Recomendamos utilizar normas Vancouver ó MLA, porque ambas son utilizadas en varias facultades y escuelas de las universidades peruanas. Además, la versión 2007 de Microsoft Word incluye la generación automática de bibliografía y citas en MLA y otros.

ANEXO

En el anexo deben ubicarse los elementos constructivos utilizados en la investigación, como la matriz de consistencia, los instrumentos de recolección de datos utilizados, tablas y gráficos diversos que son referidos en distintas partes del informe.

5.1.5 Guía de evaluación del informe de investigación

Presentamos una guía para evaluar el informe de investigación.

Marca con una X donde corresponde

N: nulo

D: deficiente

E: eficiente

Factores de evaluación	N	D	E
PORTADA			
Se indica el nombre de la institución y la unidad correspondiente.	0	1	2
El título refleja el contenido esencial del trabajo, es breve, claro, sin abreviaturas y sin punto final (< a 40 caracteres).	0	1	2
Se expresa el grado académico de los autores y se consigna la institución a la que pertenecen.	0	1	2
Se expresan los fines del trabajo de investigación.	0	1	2
Consigna el lugar y año de presentación.	0	1	2

Factores de evaluación	N	D	E
HOJA DE APROBACIÓN			
Presenta los datos registrados en la Portada.	0	1	2
Consigna el área a la que pertenece el trabajo de investigación.	0	1	2
Indica el nombre, grado académico y la institución a la que pertenecen los jurados que evaluaron el trabajo.	0	1	2
RESUMEN			
Expone en forma resumida y simplificada el contenido del artículo.	0	1	2
Contiene objetivos, método, resultados y la conclusión esencial	0	1	2
Las palabras claves facilitan la indexación y búsqueda del trabajo.	0	1	2
Traduce el Resumen y las palabras claves al idioma inglés.	0	1	2
INDICE			
Existe congruencia entre la numeración de los títulos y subtítulos y la página donde se encuentran éstos.	0	1	2
INTRODUCCIÓN			
Describe la génesis, los propósitos generales y los fundamentos del estudio.	0	1	2
Describe los objetivos y la metodología que se ha utilizado.	0	1	2
Describe cada parte del contenido del informe.	0	1	2
Contiene los agradecimientos, si el informe no tiene hoja aparte para ello.	0	1	2
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO			
Describe detalladamente los fundamentos del estudio, explicando empírica y teóricamente la naturaleza del problema.	0	1	2
Define el problema de investigación.	0	1	2
Expone claramente los objetivos del estudio.	0	1	2
Justifica la investigación con los beneficios que pueden esperarse.	0	1	2
Detalla los alcances y limitaciones de la investigación.	0	1	2
Describe los fundamentos y formula la hipótesis de investigación.	0	1	2
Identifica y clasifica las variables de estudio.	0	1	2
MARCO TEÓRICO			
Los antecedentes descritos en el informe dan soporte a la investigación.	0	1	2
Las bases teóricas describen los principios, leyes y procesos relacionados con las variables independientes y dependiente.	0	1	2
Define conceptual y operacionalmente las variables de la investigación.	0	1	2
Define operacionalmente las variables identificando sus dimensiones e indicadores.	0	1	2
METODOLOGÍA			
Se identifica el tipo y nivel del estudio.	0	1	2
Explica claramente el diseño de la investigación.	0	1	2
El diseño es apropiado para los objetivos.	0	1	2
Define con claridad la población y la muestra del estudio.	0	1	2
Establece los criterios de inclusión y exclusión de los objetos (documentos, instituciones, usuarios, etc.).	0	1	2
Describe los materiales usados en la investigación.	0	1	2
Describe los instrumentos utilizados en la investigación	0	1	2

Factores de evaluación	N	D	E
Expone, paso a paso, el procedimiento seguido en el desarrollo de la investigación (mediciones).	0	1	2
Expone los procedimientos estadísticos utilizados y el propósito de su utilización.	0	1	2
El lector podría repetir el estudio con la información que ofrece esta sección. (escrito en pasado)	0	1	2
RESULTADOS			
Hallazgos presentados en forma sencilla, clara, lógica y coherente.	0	1	2
Las tablas y gráficos son claras, oportunas y se autoexplican.	0	1	2
Define términos y criterios con claridad y apropiadamente.	0	1	2
Las tablas y gráficos no presentan discrepancias con el texto.	0	1	2
Las pruebas estadísticas son las precisas.	0	1	2
La redacción está en pasado, sin juicio de valor y sin redundancia.	0	1	2
DISCUSIÓN			
Se interpretan y comentan los resultados del estudio y sus implicaciones (principios, relaciones y generalizaciones).	0	1	2
Se comparan los resultados con los de otros trabajos similares.	0	1	2
No se repiten los resultados en la discusión.	0	1	2
Se evalúa el alcance y limitaciones de los resultados.	0	1	2
Muestra cómo concuerdan, o no, los resultados con las hipótesis.	0	1	2
Expone las consecuencias teóricas del trabajo.	0	1	2
Expone las posibles aplicaciones prácticas del trabajo.	0	1	2
Hallazgos se discuten en relación a las limitaciones, sesgos o problemas encontrados.	0	1	2
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES			
Se formulan conclusiones que se corresponden con los objetivos y se infieren de los resultados.	0	1	2
Se recomiendan nuevos estudios. Escribir en presente.	0	1	2
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
Las citas bibliográficas son relevantes para la investigación desarrollada.	0	1	2
Las referencias bibliográficas corresponden a las variables.	0	1	2
Utilizan la norma Vancouver ó MLA	0	1	2
CONTEO DE X			
ponderación	0	1	2
PUNTAJE PARCIAL			
PUNTAJE OBTENIDO			
PUNTAJE MÁXIMO			
			114

Conteo de X, es la suma de las X de cada columna.

Puntaje parcial, multiplica la ponderación con la suma de cada columna.

Puntaje obtenido, suma los puntajes parciales.

Para obtener la **Eficiencia del Informe de Investigación (EII)** utilice la siguiente fórmula:

$$EII = \frac{\text{Puntajeobtenido}}{\text{Puntajemáximo}} \times 100$$

5.2 Redacción de artículo científico.

Según la UNESCO, "la finalidad esencial de un artículo científico es comunicar los resultados de investigaciones, ideas y debates de una manera clara, concisa y fidedigna; la publicación es uno de los métodos inherentes al trabajo científico."

El artículo científico debe contener la información suficiente para estudiar las observaciones, repetir los experimentos y evaluar los razonamientos que condujeron a su composición.

Una de las estructuras adoptadas universalmente es el IMRYD, que es el acrónimo de las palabras que conforman el esquema:

Introducción, ¿Cuál es el problema investigado y por qué?

Métodos, ¿Cómo y con qué materiales se investigó?

Resultados, ¿Qué se encontró?

Y

Discusión, ¿Qué significa los hallazgos?

Un artículo científico tiene tres partes fundamentales:

- **Comienzo**, contiene el título, el autor y el resumen.
- **Cuerpo**, contiene IMRYD (introducción, métodos, resultados y discusión)
- **Final**, contiene agradecimientos y bibliografía

5.2.1 Estructura del artículo científico

Título

Debe indicar por sí mismo el contenido del estudio con un máximo de 20 palabras, ser comprensible para que destaque claramente el tema y poder utilizar algunas de ellas como palabras clave.

Autor(es)

Si son varios los autores, los nombres se deben colocar en orden de contribución en el trabajo. Nombres y apellidos completos. Institución a la que pertenecen y correo electrónico.

Resumen y palabras clave

Indica en pocas palabras los puntos tratados en el artículo. Debe contener brevemente los objetivos, métodos, resultados y conclusiones esenciales. Se escribe en un solo párrafo sin abreviaturas con máximo de 250 palabras.

Al final deben escribirse las palabras claves que sirven para facilitar la ubicación del artículo.

Abstract

Es la fiel traducción al idioma inglés del resumen.

Introducción

Tiene como finalidad presentar el trabajo de investigación y atraer inmediatamente la atención del lector. Se escribe en tiempo presente.

La introducción debe contener:

- Explicación empírica y teórica de la naturaleza del problema
- Definición del problema
- Justificación de la investigación indicando los beneficios.
- Exposición clara de los objetivos de la investigación.
- Descripción de la Hipótesis de investigación.

Metodología

La metodología debe ser redactada considerando la posibilidad de repetir el procedimiento de la investigación. Debe ser escrito en pasado y contener:

- La identificación del tipo y nivel del estudio.
- Explicación clara del diseño de la investigación.
- Definición clara de la población y la muestra o la unidad experimental.
- Descripción de los criterios de inclusión y exclusión de los objetos (documentos, instituciones, usuarios, etc.).
- Descripción de los materiales usados en la investigación.
- Identificación y operacionalización de las variables.
- Exposición de los procedimientos estadísticos utilizados y el propósito de su utilización.

Resultados

Los resultados deben presentarse sin juicio de valor, sin redundancia y en tiempo pretérito. Contiene:

- Hallazgos presentados en forma sencilla, clara, lógica y coherente.
- Las tablas y gráficos claras, oportunas y se auto explican.
- Definición de términos y criterios con claridad y propiedad.
- Las pruebas estadísticas.

Discusión

El fin de la discusión es interpretar y comentar los resultados de la investigación considerando sus implicancias en la formulación de principios, relaciones y generalizaciones. Se escriben en presente y contienen:

- Comparación de los resultados con otros trabajos similares.
- Comparación de los resultados con el alcance y limitaciones.
- Comparación de los resultados con las hipótesis.
- Exposición de las consecuencias teóricas del trabajo.
- Exposición de las posibles aplicaciones prácticas del trabajo.
- Formulación de conclusiones que se corresponden con los objetivos y se infieren de los resultados.
- Recomendación de nuevos estudios.

Agradecimientos

Se agradece primero a las personas que han colaborado con apoyo científico, con ayuda técnica, con asesoría o con la revisión del manuscrito; luego a las instituciones por algún tipo de apoyo especificando la índole del mismo, utilizando lenguaje discreto. Los nombres se ubican previa autorización de la persona.

Referencias bibliográficas

Debe considerarse bibliografía referida a las variables de la investigación y a la metodología empleada. Se utilizarán citas bibliográficas para referirse a información obtenida de otros autores con exactitud.

5.2.2 Guía de evaluación de artículo científico

Marca con una X donde corresponde

N: nulo

D: deficiente

E: eficiente

Factores de evaluación	N	D	E
TÍTULO			
Es breve, claro, sin abreviaturas y sin punto final (< a 20 palabras).	0	1	2
Refleja el contenido esencial del trabajo.	0	1	2
AUTORES			
Se expresa el grado académico de los autores.	0	1	2
Se consigna la institución a la que pertenecen.	0	1	2
RESUMEN			
Expone en forma resumida y simplificada el contenido del artículo.	0	1	2
Contiene objetivos, método, resultados y la conclusión esencial.	0	1	2
Es un solo párrafo que tiene menos de 250 palabras.			
Las palabras claves facilitan la indexación y ubicación del trabajo.	0	1	2
El abstract es la fiel traducción del resumen al inglés.	0	1	2
INTRODUCCIÓN			
Explica empírica y teóricamente la naturaleza del problema.	0	1	2
Define el problema de investigación.	0	1	2
Justifica la investigación con los beneficios que pueden esperarse.	0	1	2
Expone claramente los objetivos del estudio.	0	1	2
Describe las hipótesis de investigación.	0	1	2
Está escrito en presente y captura la atención del lector.	0	1	2
METODOLOGÍA			
Se identifica el tipo y nivel del estudio.	0	1	2
Explica claramente el diseño de la investigación.	0	1	2
El diseño es apropiado para los objetivos.	0	1	2
Define con claridad la población y la muestra o la unidad experimental.	0	1	2
Establece los criterios de inclusión y exclusión de los objetos (documentos, instituciones, usuarios, etc.).	0	1	2
Describe los materiales usados en la investigación.	0	1	2
Se identifican y operacionalizan las variables.	0	1	2
Expone, paso a paso, el procedimiento seguido en el desarrollo de la investigación (mediciones).	0	1	2
Expone los procedimientos estadísticos utilizados y el propósito de su uso.	0	1	2
El lector podría repetir el estudio con la información que ofrece esta sección.	0	1	2
RESULTADOS			
Hallazgos presentados en forma sencilla, clara, lógica y coherente.	0	1	2
Las tablas y gráficos son claras, oportunas y se autoexplican.	0	1	2
Define términos y criterios con claridad y apropiadamente.	0	1	2
Las tablas y gráficos no presentan discrepancias con el texto.	0	1	2
Las pruebas estadísticas son las precisas.	0	1	2
La redacción está en pasado, sin juicio de valor y sin redundancia.	0	1	2

Factores de evaluación	N	D	E
DISCUSIÓN			
Se interpretan y comentan los resultados del estudio y sus implicaciones (principios, relaciones y generalizaciones).	0	1	2
Se comparan los resultados con los de otros trabajos similares.	0	1	2
No se repiten los resultados en la discusión.	0	1	2
Se evalúa el alcance y limitaciones de los resultados.	0	1	2
Muestra cómo concuerdan, o no, los resultados con las hipótesis.	0	1	2
Expone las consecuencias teóricas del trabajo.	0	1	2
Expone las posibles aplicaciones prácticas del trabajo.	0	1	2
Hallazgos se discuten en relación a las limitaciones, sesgos o problemas encontrados.	0	1	2
Se formulan conclusiones que se corresponden con los objetivos y se infieren de los resultados.	0	1	2
Se recomiendan nuevos estudios. Escribir en presente.	0	1	2
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
Las citas bibliográficas son relevantes para la investigación desarrollada.	0	1	2
Las referencias bibliográficas corresponden a las variables.	0	1	2
Utilizan la norma Vancouver ó MLA	0	1	2
CONTEO DE X			
ponderación	0	1	2
PUNTAJE PARCIAL			
PUNTAJE OBTENIDO			
PUNTAJE MÁXIMO			
	86		

Conteo de X, es la suma de las X de cada columna.

Puntaje parcial, multiplica la ponderación con la suma de cada columna.

Puntaje obtenido, suma los puntajes parciales.

Para obtener la **Eficiencia del Artículo Científico** (EAC) utilice la siguiente fórmula:

$$EAC = \frac{\text{Puntaje obtenido}}{\text{Puntaje máximo}} \times 100$$

5.3 Exposición de la investigación.

Exponer un trabajo de investigación es tal vez lo más importante al comunicar los resultados de la investigación. Para ello es necesario tener competencia expositiva.

5.3.1 Competencia expositiva.

Exponer un trabajo de investigación es vender una idea. Para vender una idea eficientemente es necesario ser un expositor extraordinario.

Según Espinoza (2008), un expositor extraordinario, “elabora y expone un discurso con sencillez, seguridad y entusiasmo mediante una estructura que contenga el asunto, la propuesta, el fundamento y la conclusión; y el apoyo de material que estimule favorablemente los sentidos de la audiencia”. El despliegue de la competencia se encuentra en las tablas 5.2.

Tabla 5.2: Destrezas y actitudes de un expositor extraordinario

Destreza/habilidad	Actitud/micro actitud
Elaboración del discurso <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de la audiencia • Comprensión de necesidades y expectativas • Redacción del contenido • Eliminación de lo superfluo Exposición del discurso <ul style="list-style-type: none"> • Energizar • Gesticulación • Contacto visual • Proyección e inflexión de voz • Hacer participar a la audiencia 	Sencillez <ul style="list-style-type: none"> • Simpleza • Brevedad • Naturalidad • Sinceridad Seguridad <ul style="list-style-type: none"> • Pararse sin tambalearse • Mantener los ojos y la cabeza en alto • Sonreír • Moverse con energía • Mover ambas manos Entusiasmo <ul style="list-style-type: none"> • Inspiración • Identificación • Pasión

Fuente: Espinoza (2008, p.10)

Nuestra destreza en la **elaboración del discurso** tiene que adaptarse a la audiencia que en este caso está compuesta por un jurado que calificará nuestro trabajo de investigación:

Análisis de la audiencia. Identificar a los miembros del jurado calificador, sus especialidades, su concepción del mundo y su forma de

comunicación (agresiva, inhibida o asertiva). Además es necesario conocer la visión, misión y valores de la institución donde se va a exponer.

Comprensión de necesidades y expectativas. El jurado calificador pretende, inicialmente, verificar a cerca de la validez del problema, la teoría, el método y los resultados de la investigación. Debe incidirse en las necesidades y expectativas particulares de cada jurado.

Redacción del contenido. La redacción se realiza considerando la estructura del discurso (tabla 5.3): el asunto, la propuesta, el fundamento y la conclusión.

Eliminación de lo superfluo. Lo superfluo esta formado por comentarios, muletillas, adjetivos y adverbios. Deben eliminarse de la exposición las cosas que no son significativas. Comentarios sobre el tiempo y el lugar. Las muletillas, como: Humm, Ahh, esteeee, entre otros. Deben reducirse el uso de adjetivos y adverbios.

Nuestra **destreza expositiva** debe permitirnos tener la atención y comprensión del jurado:

Energizar. Al iniciar la exposición, la energía estará dirigida a mantener la atención durante toda la presentación. Al concluir, la energía apoyará la toma de decisión hacia nuestro favor. Logramos energizar a las personas con movimiento, contraste y seguridad. Buscamos la comprensión del asunto por la audiencia. Debemos mantener una postura enérgica mostrando comodidad, confianza y experiencia.

Gesticulación. Los gestos ayudan a la comunicación verbal. Sonreír y hacer sonreír a la audiencia ayuda a hacer atractivo la exposición. El movimiento de las manos debe realizarse entre la cintura y el hombro con los codos alejados de la caja torácica. Utilizar ambas manos.

Contacto visual. Mantener los ojos y la cabeza en alto. Mirar al jurado sin incomodar. No hablar para la diapositiva, hablar para toda la audiencia.

Proyección e inflexión de voz. La voz debe generar emoción y entusiasmo. La voz debe alcanzar todo el ambiente hasta la última fila. No grite, hable con un tono fácil de escuchar, no hable demasiado rápido. Variar el tono de voz según el mensaje y la atención del auditorio.

Hacer participar a la audiencia. La participación del jurado lo hacemos mediante preguntas que el mismo expositor responderá después de un corto tiempo y que el jurado buscará una respuesta sin comunicárselo al expositor.

Las actitudes que debe adoptar el expositor son la sencillez, la seguridad y el entusiasmo.

Sencillez

Simplicidad. Tener un comportamiento sencillo, sin ostentación, adornos ni complicaciones, desenvolverse con naturalidad y originalidad.

Brevedad. Iniciar y terminar a tiempo. Hablar poco y decir mucho. Eliminar muletillas, comentarios innecesarios, adjetivos y adverbios.

Sinceridad. Ser veraz, transparente, evidente, limpio. Asegura la confianza y el respeto de la audiencia.

Seguridad

Presencia. Pararse con los hombros cuadrados y las manos a los costados, sin tambalearse. Mantener los ojos y la cabeza en alto. Conectarse con la audiencia visualmente.

Sonrisa. Esbozar una sonrisa genuina y sincera. Sonreír acompañado de un pensamiento positivo. Esto permitirá romper el hielo y conectarse con la audiencia.

Movimiento. Desplazarse el cuerpo con energía, los movimientos deben manifestar avance y no retirada. Mover ambas manos, deben desplazarse entre el hombro y la cintura con los codos alejados del tórax.

Entusiasmo

Inspiración. Tener comportamiento creativo, intuitivo, encontrando soluciones rápidas y significativas a problemas inmediatos.

Identidad. Mostrar compromiso e identificación con el tema y la idea que se está exponiendo.

Pasión. Tener una viva inclinación por la idea que se está exponiendo para que mediante el contagio se logre persuadir a la audiencia.

5.3.2 Estructura de la presentación

La redacción del contenido de la exposición, no es copiar al pie de la letra el informe final de la investigación, tampoco es leer el artículo científico. Este debe estar estructurado en base a los cuatro pasos que se propone en la tabla 5.3.

Tabla 5.3: Estructura de una exposición extraordinaria

Pasos	Acción
Asunto	Identificar la finalidad en la esencia de la situación problemática. Ir directo a la finalidad y plantear lo que debe hacer la audiencia.
Propuesta	A partir de la esencia haga su propuesta y arguméntelo. Conectar el pasado con el presente.
Fundamento	Describa y fundamente la propuesta. Elabore una diapositiva y construya un objeto representativo. Debe demostrar sostenibilidad. Dígalo, muestre en la diapositiva y presente el objeto.
Conclusión	Elabore un resumen y las preguntas que le permitirá recoger la comprensión, reacción y decisión de la audiencia. Poniendo mucha energía recapitule, formule sus preguntas finales y comuniqué que deben tomar una decisión.

Fuente: Espinoza (2008, p.11)

La estructura de la exposición se realiza en base a los cuatro momentos de la tabla 5.3.

En el **Asunto** debe presentar el objetivo de la investigación, cual fue la situación problemática inicial, el problema definido y la hipótesis que guió la investigación.

Un elemento importante es la negociación de conceptos. Debe quedar claro los conceptos que estoy utilizando en la exposición, a fin de que la interpretación de la audiencia tenga menos distorsión.

La **propuesta** está basada en la solución que hemos encontrado para el problema. Éste debe argumentarse. Debemos conectar hábilmente el pasado con el presente o la causa con el efecto.

Luego, describa y **fundamente** la propuesta. Una buena idea es presentar el modelo de solución. Este modelo puede ser icónico, analógico, digital o matemático. Si el jurado puede tocarlo y manipularlo; le dará mayor valor a nuestra propuesta porque notará que hemos trabajado en la solución.

Describa brevemente los pasos seguidos en la investigación.

El fundamento teórico o empírico de nuestra propuesta debe estar apoyado en fuentes confiables.

Finalmente diga su **conclusión**, mediante un resumen y haciendo las preguntas que le permitirá recoger la comprensión, reacción y decisión de la audiencia.

Poniendo mucha energía recapitule, formule sus preguntas finales y comunique que deben tomar una decisión.

Transcriba en la presentación sus conclusiones y recomendaciones.

BIBLIOGRAFÍA

AMORÓS Eduardo. Comportamiento Organizacional. En Busca del Desarrollo de Ventajas Competitivas. USAT Perú, enero de 2007.

Angel Manuel Felicísimo. Conceptos básicos, modelos y simulación. URL disponible en: <http://www.etsimo.uniovi.es/~feli/> ó en http://www6.uniovi.es/~feli/CursoMDT/Tema_1.pdf

BAKOS, George C., Design and construction of a two-axis Sun tracking system for parabolic trough collector efficiency improvement, Renewable Energy, 29 November 2005.

BUNGE, Mario. Crisis y reconstrucción de la filosofía. España: Editorial GEDISA, 2002.

BUNGE, Mario. La ciencia, su método y su filosofía. Argentina: Editorial Siglo Veinte, 1990.

BUNGE, Mario. La investigación científica. España: Editorial Ariel, 1997.

Capra, Fritjof. Las conexiones ocultas. Implicaciones sociales, medioambientales, económicas y biológicas de una nueva visión del mundo. Barcelona, España: Anagrama, 2003

Council of Science Editors. Disponible en: <http://www.councilscienceeditors.org/> [Consultado: 6 de septiembre del 2006].

Day, Robert. Cómo escribir y publicar trabajos científicos. Tercera edición. Washington, EUA: Organización Panamericana de la Salud, 2005.

DUFFIE, John, Beckman, William, Solar engineering of thermal processes, 2a Ed., Wiley-Interscience, 1991.

Espinoza Montes, Ciro. Presentador excepcional. Ensayo académico. Honolulu, Hawaii, USA: Atlantic International University. Marzo de 2008

Hart, Robert. Agroecosistemas. Conceptos básicos. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1985.

HAWKEN, Paul; LOVINS, Amory y LOVINS, Hunter. Natural Capitalism. Nueva Cork: Litde Brown, 1999

Heinemann, Klaus. Introducción a la metodología de la investigación empírica. En las ciencias y el deporte. Primera Edición. Barcelona, España: Editorial Paidotribo, 2003.

HERNADEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. Tercera Edición. México: McGraw-Hill, 2003.

Herrscher, Enrique G. Pensamiento sistémico. Caminar el cambio o cambiar el camino. Buenos Aires: Granica, cop. 2003.

KALOGIROU, S., Solar thermal collectors and applications, Progress in energy and combustion science, Vol. 30, pp. 231-295, 2004.

Molestina, Carlos y otros. Fundamentos de la comunicación científica y redacción técnica. Montevideo, Uruguay: convenio IICA-BID, 1987.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. The Knowledge creating company. How japanese companies create the dynamics of innovation. Oxford University Press. 1995

O'Connor, Joseph; McDermott, Ian. Introducción al Pensamiento Sistémico. Recursos esenciales para la creatividad y la resolución de problemas. Barcelona, España: Urano. 1998.

Real Academia Española. En línea. Disponible en URL <http://www.rae.es/rae.html>

SALKIND, Neil. Métodos de investigación. Tercera Edición. México: Prentice-Hall, 1999.

SENGE, Peter. La quinta disciplina. El arte y la práctica de la organización abierta al aprendizaje. España: Graniza. 1998

UNESCO. Guía para la redacción de artículos científicos destinados a la publicación. 2 ed. París: UNESCO, 1983

Vidriales Escobar, Luis. Colector de canal parabólico para la generación directa de vapor para calor de proceso. Universidad Autónoma de México, 2007.

Observar la realidad pensando en sistemas es el secreto de la investigación actual

Observar la realidad fraccionado, como si cada parte fuera independiente, tiene como consecuencia un conocimiento incompleto, sesgado y carente de la dinámica del funcionamiento de los objetos.

Realizar una investigación que aborde la complejidad de los objetos, no solo requiere de un método, el aspecto más importante es el pensamiento del investigador. El pensamiento sistémico permitirá observar la complejidad dinámica de los fenómenos y no limitarse a la complejidad de detalles que nos lleva al reduccionismo.

Para realizar investigaciones que aporten al desarrollo de la humanidad es necesario tener una concepción clara del funcionamiento de la realidad, capacidad para definir un sistema problemático del objeto de investigación, planificar la investigación considerando la interacción del problema seleccionado con los otros problemas del sistema, realizar el proceso de investigación utilizando herramientas que ayuden a percibir el objeto de investigación como un sistema y comunicar la investigación para que finalmente pueda ser utilizado por la sociedad.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA

