

*Tesis presentada en opción al
Título Académico de Máster en
Gestión de Diseño*

MODELO PARA EL EMPLEO
DE LOS MÉTODOS Y TÉCNICAS
DE LA
METODOLOGÍA DE LA
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
EN LA FASE PROBLEMA
DEL PROCESO DE
DISEÑO INDUSTRIAL.

Autora: DI. ROSALIA AGUIRRE BATISTA

Tutora: DRA.C. NOELIA BARRUETA GÓMEZ

INSTITUTO DE DISEÑO

UNIVERSIDAD DE LA HABANA

2020

*Tesis presentada en opción al
Título Académico de Máster en
Gestión de Diseño*

MODELO PARA EL EMPLEO
DE LOS MÉTODOS Y TÉCNICAS
DE LA
METODOLOGÍA DE LA
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
EN LA FASE PROBLEMA
DEL PROCESO DE
DISEÑO INDUSTRIAL.

Autora: DI. ROSALIA AGUIRRE BATISTA

Tutora: DRA.C. NOELIA BARRUETA GÓMEZ

INSTITUTO DE DISEÑO

UNIVERSIDAD DE LA HABANA

2020



AGRADECIMIENTOS

A mis padres por la vida y el apoyo incondicional.

A mi hermano por estar presente.

A mi esposo por su amor y mi bastón de todos los días.

A mi bebé por ser mi motivo.

A mis suegros por el abrigo.

A Daniel por la idea original.

A Noelia por su inigualable tutoría.

A Carla por el impulso y la asesoría.

A Dianita por el apoyo y los consejos.

Al Departamento de Diseño por su preocupación.

A los profes de la Maestría por la comprensión y ayuda.

*A todos los que de una forma u otra hicieron posible esta
oportunidad.*



Al Proceso de Diseño Industrial

Resumen

El proceso de diseño industrial trae consigo la planificación y realización de un conjunto complejo de actividades, que varían según el proyecto y el encargo de diseño que se va a desarrollar; organizadas por etapas y fases, según el planteamiento de algunos autores, siempre iniciando por la recopilación y análisis de la información requerida. El diseño ha experimentado cambios, lo que hace algunos años era una constante experimentación proyectual se ha combinado con la investigación, analizando el problema con mayor profundidad. El diseño dejó de ser una disciplina intuitiva y casual, pasando a ser una disciplina científica investigativa; no siendo tan evidente el rigor del Método Científico, pero sí con la merecida exigencia para dar respuestas debidamente fundamentadas a las soluciones de diseño. Es preciso reconocer que el diseñador se enfrenta a problemas, cuyo objetivo es buscar y encontrar una solución óptima; esa solución no es producto del azar, es producto de los resultados de un proceso que desarrolla el profesional y que tiene directa relación con la recopilación y manejo de la información que se realiza generalmente en las primeras fases de todo proceso de diseño. Por lo que este trabajo pretende proponer un modelo conceptual para emplear la Metodología de la Investigación Científica (MIC), específicamente sus métodos y técnicas, en la fase Problema; primera fase analítica del Proceso de Diseño Industrial (PDI) que se imparte en el ISDi.

Se emplean métodos y técnicas como el Análisis-Síntesis, Inducción-Deducción, Enfoque Sistémico, Análisis de Contenido, Observación y Encuestas; para sistematizar las concepciones teóricas planteadas por los autores, evaluar la presencia de los métodos y técnicas de la MIC en los Trabajos de Diploma al ser el ejercicio integrador de la carrera y comprobar el uso de estos por parte de los docentes. Todo ello en función de obtener los resultados parciales necesarios para arribar a la propuesta final del modelo. Modelo que al aplicarse dota de un mayor rigor científico a la fase Problema del PDI, garantizando el diseño de soluciones más completas y fundamentadas.

Abstract

The industrial design process involves planning and carrying out a complex set of activities, which vary according to the project and the design assignment to be developed, organized by stages or phases, according to the approach of some authors, always starting with the collection and analysis of the required information. The design has undergone changes, which a few years ago was constant project experimentation had been combined with research, analyzing the problem in greater depth. Design ceased to be an intuitive and casual discipline, becoming a scientific research discipline. Therefore the rigor of the Scientific Method is not evident, but with the deserved demand to give duly informed answers to the design solutions. It is necessary to recognize that the designer faces problems, whose objective is to find an optimal solution. This solution is not a product of chance, it is a product of the results of a process that the professional develops and that is directly related to the collection and management of the information that is generally carried out in the early phases of any design process. Therefore, this work intends to propose a conceptual model to use the Methodology of Scientific Research (MSR), specifically its methods and techniques, in the Problem Phase; which is the first analytical phase of the Industrial Design Process (IDP) taught in the ISDi.

Methods and techniques such as Analysis-Synthesis, Induction-Deduction, Systemic Approach, Content Analysis, Observation, and Surveys are used; to systematize the theoretical conceptions raised by the authors, evaluate the presence of the methods and techniques of the MSR in the Diploma Works as it is the integrating exercise of the career and check the use of these by teachers. All this in terms of obtaining the partial results necessary to arrive at the final proposal of the model. The model that, when applied, gives greater scientific rigor to the Problem phase of the IDP, guaranteeing the design of more complete and grounded solutions.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

- Introducción	01
- Problema científico	05
- Objetivo general	06
- Preguntas Científicas	06
- Métodos y técnicas	07

- 1.1 Diseño, Objeto de la Profesión	11
- 1.2 Los Modos de Actuación	12
- 1.2.1 Modo de Actuación Investigación	1'
- 1.2.2 Modo de Actuación Proyectual	16
- 1.3 Diseño Industrial, Esferas de Actuación	17
- 1.4 Proceso de Diseño Industrial	18
- 1.5 : Ugy Problema del PDI	20
- 1.6 Métodos y Técnicas de la MIC	26

CAPÍTULO 01

FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

CAPÍTULO 02

DIAGNÓSTICO DEL EMPLEO DE MÉTODOS Y TÉCNICAS DE LA MIC EN LA FASE PROBLEMA

- 2.1 Presencia de los Métodos y Técnicas de la MIC en la : Ugy Problema en los Trabajos de Diploma	44
- 2.1.1 Conclusiones del Análisis	48
- 2.2 Empleo de los Métodos y Técnicas de la MIC en la Fase Problema por los docentes de diseño industrial.....	49
- 2.2.1 Conclusiones del Análisis	52

- 3.1 Propuesta del Modelo para emplear los Métodos y Técnicas de la MIC en la Fase Problema del PDI	53
- 3.2 Descripción del Modelo para emplear los Métodos y Técnicas de la MIC en la Fase Problema del PDI	54
- 3.3 Validación de la Pertinencia de Aplicación del Modelo para emplear los Métodos y Técnicas de la MIC en la Fase Problema del PDI	67

CAPÍTULO 03

PROPUESTA Y VALIDACIÓN DEL MODELO

CONCLUSIONES & RECOMENDACIONES

- Conclusiones	72
- Recomendaciones	73

- Bibliografía	74
----------------------	----

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

- Anexos	77
----------------	----



INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

El nacimiento del diseño como disciplina académica durante los primeros años del siglo XX, venía antecedido por la euforia de un desarrollo tecnológico y científico sin precedentes. Ante ese escenario, era de esperar que la naciente disciplina buscara apegarse al pensamiento objetivo y el enfoque racionalista, característico del positivismo y alejarse, al mismo tiempo, del pensamiento intuitivo y subjetivo propios del arte y los oficios.

Ese acercamiento a la ciencia se manifestó de diversas maneras, entre las que se destacan el uso de métodos de diseño y la utilización de procedimientos y técnicas científicas, tanto en la formación de diseñadores como en el ejercicio de la disciplina. Aunque esta manera de concebir el diseño no fue exclusiva de la Escuela Superior de Proyección de Ulm (*Hochschule für Gestaltung* o *HfG*), sin duda fue allí en donde adquirió una dimensión especialmente destacada. Dice Maldonado (1965) que *“tanto el hecho como la ficción que rodea a la HfG coinciden en un punto; el énfasis en la metodología del diseño, es decir, el interés en una relación entre la ciencia y el diseño”*.

Otro ángulo de la relación entre el diseño y la ciencia fue planteado por Herbert Simon, destacado economista y científico acreedor del premio Nobel de Economía en 1978. Simon plantea que, así como existen las ciencias del mundo natural, es necesario considerar al diseño como una ciencia de *lo artificial*. El trabajo de Simon constituye un esfuerzo detallado por mirar el diseño como una verdadera ciencia.

El uso de métodos científicos en el diseño aspiraba a controlar el proceso y asegurar un resultado factible para la producción y la reproducción.

A pesar de que estos antecedentes son un intento de convertir al diseño en una ciencia, se refieren a cómo darle un enfoque científico al proceso de diseño; quedando por otra parte, de forma primitiva, la necesidad de investigar en este proceso. Dicho enfoque científico parte de la adquisición de conocimientos en forma de información la que se obtiene investigando a través del empleo de métodos y técnicas, ya sea de forma consciente o inconsciente el uso de estos.

La investigación en el diseño se ha utilizado desde hace mucho tiempo aunque esta sea una disciplina joven como muchos afirman. Buchanan, por ejemplo, afirma que los orígenes modernos de la investigación en diseño se ubican en los inicios del siglo XVII, con los trabajos de Galileo Galilei; quien en su obra *Diálogos Concernientes a Dos Nuevas Ciencia*, evidencia el diseño y desarrollo de mecanismos, instrumentos y máquinas de todo tipo, basados en una amplia investigación.

En el siglo XX la metodología del diseño estaba acuñada por el principio de que, antes de empezar a transformar o a rediseñar, se debía conocer bien de qué se trataba. Hoy día se puede calificar retrospectivamente esta fase inicial como el paradigma analítico del diseño.

Antes, las técnicas y los métodos alrededor de la investigación eran más subjetivos o primitivos; sin embargo, en pleno siglo XXI el cúmulo de información y el gran avance científico y tecnológico permiten la utilización de técnicas, métodos y procedimiento más precisos, pero sobre todo, más objetivos.

La investigación aplicada a un proyecto de diseño, no solo va a proporcionar un criterio sólido que fundamente el porqué del producto final, sino también llevará al propio diseñador a entender el proceso de su proyecto. El conocer y aplicar los métodos y las técnicas de investigación no sustituyen la creatividad o la capacidad, sino las complementa. (García, 2017)

El Instituto Superior de Diseño, único de su tipo en nuestro país, tiene la máxima responsabilidad y tarea social de formar las nuevas generaciones de diseñadores. Su misión consiste en «*la formación de Diseñadores Industriales e Informacionales, cada vez mejor preparados para dar respuesta a las necesidades que plantea el desarrollo sucesivo de la economía y la sociedad socialista cubana actuales, con una elevada conciencia y compromiso social y con profundas convicciones profesionales, éticas y sociales.*» (Documentos estratégicos ISDI)

Los estudios de Diseño, en comparación con otras carreras, tienen poco tiempo dentro de la educación universitaria. A pesar de esto, el instituto ha logrado fomentar una metodología para la enseñanza y aprendizaje del Diseño en Cuba, que parte del modo

de actuación proyectual como base de toda acción profesional del diseñador, y, por ende, lo convierte en eje central de la carrera. Se considera que, para proyectar, los diseñadores no solo necesitan competencias particulares de proyecto, sino también de los modos de actuación investigación, evaluación y gestión (García, 2017). Las facultades se deben preguntar acerca del cómo fomentar y estimular las actividades investigativas en sus estudiantes, ya que, sin investigación, las entidades universitarias estarían destinadas a la fabricación de hacedores y no de pensadores. (Mazo, 2015)

Se ha podido observar en la docencia, que lo que se le llama "fase de Investigación" no es más que la recopilación de información meramente documental pero que tristemente, esta recopilación no es sistematizada, ni siguiendo un rigor científico. La mayoría de esta recopilación documental es a través de páginas de Internet, encontradas a través de un "buscador comercial".

Las consecuencias de esto es que en primer lugar se obtiene productos alejados de la realidad y del contexto socio-cultural actual, por lo tanto son producciones alejadas de las demandas reales de los usuarios y de igual forma alejadas de la satisfacción de la industria y mercado. En segundo lugar, la falta de sistematización en la investigación documental y de campo -si la hay- incapacita al diseñador a ser competente en los cambios que el mundo laboral requiere.

La presente investigación se fundamenta en los resultados alcanzados en el estudio realizado por la DI. Claudia García García; titulado "*Diagnóstico del estado actual de la aplicación de la metodología de la investigación científica en el proceso de diseño industrial en el ISDI*" y publicado en el IX Congreso Internacional de Diseño de La Habana en el año 2017.

El desarrollo independiente y sistemático de las habilidades investigativas es una de las competencias a adquirir en la carrera de Diseño Industrial del Instituto Superior de Diseño (ISDI), pues todo problema de diseño para poder cumplir con el encargo que le dio origen tiene como requisito fundamental la investigación. A pesar de esto, en numerosos proyectos de pregrado existen marcadas insuficiencias en el empleo de las herramientas investigativas como base del análisis, la toma de decisiones y el proceso creativo. (García, 2017)

El Diseño Industrial precisa entonces, contar con una metodología de investigación efectiva, provista de la utilización de técnicas y métodos formales, que complementen los proyectos de diseño y fundamenten la disciplina desde una estructura científica.

En el ISDI se aplica una metodología que estructura el proceso de Diseño Industrial. Sin embargo, el no contar con un instrumental teórico metodológico que permita visualizar a la disciplina desde una perspectiva investigativa, provoca insuficiencias en la aplicación de la investigación en los proyectos de pregrado. (García, 2017)

La Metodología de la Investigación Científica constituye una de las asignaturas del Plan de Estudio de la carrera. No obstante, el modelo de enseñanza empleado no ha logrado instrumentarse completamente con las fases del Proceso de Diseño que los estudiantes deben aplicar en sus proyectos. Para cada una de estas fases es necesario aplicar métodos y técnicas al realizar la búsqueda de información necesaria para validar las decisiones que se van tomando en beneficio de la solución óptima a la necesidad existente. La fase Problema del proceso, específicamente, constituye una de las primeras fases analíticas donde *el diseñador participa y es responsable* e investiga con el propósito de analizar y responder los aspectos referidos a los factores de diseño y pautar los requisitos del proyecto, así como para definir el problema.

Se constata que a pesar de la innegable evolución en el pensamiento y en la manera de accionar de los estudiantes a medida que arriban a un nuevo año académico, desafortunadamente, muchas decisiones en los proyectos son tomadas por intuición, basadas mayormente en las experiencias personales, y otras se quedan, de cierta manera a modo superficial. (García, 2017)

Para proyectar hay que tener información, en el proceso es necesario relevar los datos del problema para la toma de decisiones proyectuales, estudiar las condicionantes y definir los requisitos de Diseño. Cualquier tarea proyectual necesita buscar y procesar información, conocer sobre los fenómenos relacionados con el contexto y el problema a resolver y aunque algunos autores defienden que no es investigación confirmar o recopilar lo que ya es conocido o ha sido escrito o investigado por otros, **investigar o aplicar las herramientas de la metodología de la investigación dentro del Proceso de Diseño es una necesidad.** (Pérez & Peña, 2015)

A pesar de que en el ISDi uno de los enfoques que se le otorga a la investigación es el de Investigación en el Proceso de Diseño; el cual nos lleva a entender *la investigación como un instrumento dentro del proyecto*, imprescindible para indagar acerca de la necesidad que da origen al problema de diseño, el contexto, el usuario, el mercado y las tecnologías, las soluciones existentes y análogas al problema planteado, como parte del estudio de las condicionantes, la base para la elaboración de los requisitos proyectuales y la definición del problema. (Pérez & Peña, 2015). Existe una carencia de este instrumento que permita emplear a la investigación en el proyecto, dificultando que se indague en todo lo antes mencionado.

Por lo anteriormente expuesto, este trabajo investigativo le proveerá al proceso de diseño un instrumento teórico metodológico que estructure el vínculo, actualmente inexistente, entre la Metodología de Investigación Científica y el Proceso de Diseño Industrial del ISDi, específicamente en la fase Problema, garantizándole a la disciplina de diseño realizar de manera más formal y precisa su función; lo que permitiría que el estudiantado visualice la disciplina proyectual de diseño desde la perspectiva de la investigación. Además se desarrollaría en ellos la competencia investigativa, fortaleciendo los estudios sobre competencias profesionales a nivel general.

Este estudio pretende darle continuación a la única investigación que sobre su tipo se ha realizado en el ISDi desarrollada por la DI. Claudia García como parte de la línea de investigación relacionada con “Formación del Diseñador”. Resolviendo así la **situación problemática** antes descrita y diagnosticada por la anterior investigadora. Dándole valor científico a la metodología del diseño en Cuba, la cual actualmente, ha quedado desamparada ante la sociedad científica; además de otorgarle validez a los proyectos de diseño; constituyendo un documento de consultoría para el desarrollo de futuras teorías.

Con los antecedentes antes descritos, así como las carencias existentes en la materia abordada y el interés del Instituto Superior de Diseño (ISDi) en garantizar la integralidad en los planes de estudio, para de esta manera aportar jóvenes diseñadores integrales al país esta investigación asume como **problema científico**:

Carencia de un instrumento que permita emplear los Métodos y Técnicas de la Metodología de la Investigación Científica (MIC) en la fase Problema del Proceso

de Diseño Industrial (PDI) de la Facultad de Diseño Industrial del Instituto Superior de Diseño.

La investigación inscribe al problema científico en el siguiente **Objeto de estudio**: Metodología del Proceso de Diseño Industrial del ISDi.

El **Campo de estudio** que abarcará la presente investigación es: la fase Problema del Proceso de Diseño Industrial.

Por lo que se define como **Objetivo general**: Elaborar un modelo para emplear los Métodos y Técnicas de la MIC en la fase Problema del Proceso de Diseño Industrial.

Con el propósito de organizar el trabajo y responder al objetivo general de la investigación, este fue dividido en las siguientes **Preguntas Científicas**:

- ¿Cuáles son los referentes teóricos y metodológicos existentes sobre el empleo de los Métodos y Técnicas de la MIC en el PDI para el desarrollo de proyectos que permitan definir el estado actual de este contenido?
- ¿Cuál es el estado actual del empleo de los Métodos y Técnicas de la MIC en la fase Problema del PDI?
- ¿Cuáles son las características del modelo para el empleo de los Métodos y Técnicas de la MIC en la fase Problema correspondiente al proceso de Diseño Industrial?
- ¿Cuál es la pertinencia de aplicación de este modelo para el empleo de los Métodos y Técnicas de la MIC en la fase Problema correspondiente al proceso de Diseño Industrial?

Para dar respuesta a las preguntas científicas se planificaron las siguientes **tareas de investigación**, las cuales muestran un orden lógico de las acciones, partiendo del análisis del contenido general al específico:

- Sistematización de los referentes teóricos y metodológicos en torno a los temas asociados al problema de investigación (el Proceso de Diseño Industrial y los Métodos y Técnicas de la MIC).
- Descripción de la fase Problema del PDI de la Facultad de DI del ISDi.
- Definición de los Métodos y Técnicas de la MIC a emplear en la fase Problema.

- Diagnóstico del estado actual del empleo de los Métodos y Técnicas de la MIC en la fase Problema del Proceso de Diseño Industrial que se imparte en el ISDi.
- Elaboración y caracterización de un Modelo para emplear los Métodos y Técnicas de la MIC en la fase Problema del Proceso de Diseño Industrial.
- Validación de la pertinencia de aplicación del modelo para emplear los Métodos y Técnicas de la MIC en la fase Problema del Proceso de Diseño Industrial.

Variable Independiente: Empleo de los Métodos y Técnicas de la MIC

Variable dependiente: Calidad de los proyectos de diseño

Estas tareas de la investigación van de la mano de los **métodos y técnicas** a través de los cuales se obtendrá la información necesaria para arribar a los resultados, estos serán aplicados en las distintas fases que componen a la investigación.

Desde el *método teórico*, se utiliza el método **Análisis-Síntesis**, en el estudio de la bibliografía asociada a la Metodología de la Investigación y el Diseño Industrial, para sistematizar las definiciones de interés en ambos temas como base conceptual para la investigación. Por último, se emplea el método **Histórico-Lógico** en el análisis de determinados hitos en la investigación y en el estudio de la formación de diseñadores industriales en el ISDi en las diferentes fases hasta el presente, para definir generalidades, aciertos, desaciertos y expectativas. Con ayuda de la **Modelación** se logrará una representación tanto verbal como gráfica de la aplicación de la Metodología de la Investigación Científica en la fase Problema correspondiente al Proceso de Diseño Industrial, para lograr el enfoque instrumental que se necesita en la enseñanza, esta implica Análisis-Síntesis. La **Inducción-Deducción**, se utiliza en diferentes momentos de la investigación: en la clasificación de los contenidos por similitud de concepto y en la definición, estructuración y caracterización del modelo. Se emplea el **Enfoque Sistémico** para caracterizar la propuesta del modelo que permita emplear la MIC en la fase Problema, abordando sus componentes, estructura, jerarquías y relaciones funcionales.

De los *métodos y técnicas empíricos* se emplea el **Análisis de Documentos**, en la búsqueda bibliográfica asociada al objeto de estudio y en otra documentación complementaria asociada a la docencia como pueden ser los planes de estudio,

programas de asignatura, programas de disciplina, entre otros. Además se utiliza la **Observación estructurada** tras identificar las categorías que intervienen en la modelación, para así poder constatar las regularidades en el comportamiento de las mismas tanto en el currículo (clases) como en los resultados docentes (ejercicios proyectuales y Trabajos de Diploma). Se emplean las **Encuestas**, ya que permiten diagnosticar el Objeto de estudio en el contexto y población de la investigación; abarcan con mayor rapidez una muestra más amplia en la confirmación de la situación problemática. Con el **Criterio de Expertos** específicamente el método Delphi y el Kendall para obtener un consenso a partir de las valoraciones subjetivas que realicen cada uno de ellos. Esto validará la pertinencia y factibilidad de la aplicación del modelo; además optimizará tanto el Sistema conceptual como la modelación realizada y avalará (en menor tiempo) los resultados de la investigación de acuerdo al enfoque de cada experto seleccionado.

El **aporte** de esta investigación reside en dotar al diseñador de un instrumento teórico que ayude a organizar el empleo de forma consciente de los Métodos y Técnicas de la MIC en la fase Problema del PDI de la Facultad de Diseño Industrial del ISDi para el desarrollo de proyectos. Como aporte social la investigación también contribuye a la cultura general del diseñador y el crecimiento de competencias investigativas en él. Este modelo – además- propiciará como **significación práctica** que los productos de diseño que se conciban constituyan una propuesta sólida y constantemente avalada por el método científico. Persigue; también, proporcionar continuidad lógica a los fundamentos del Proceso de Diseño como metodología rectora en la formación de pregrado. Implica; además, la consolidación del fundamento teórico de la carrera de Diseño Industrial en lo que a “integración de asignaturas” refiere.

La **novedad científica** de este trabajo se sustenta en brindarle formalmente al PDI del ISDi la descripción de la fase Problema de este proceso. Esta descripción corregirá la falta de congruencia del sistema conceptual que emplean los docentes para describir el desarrollo de esta fase del proceso de Diseño. Esto indudablemente es una contribución a mejorar la formación del profesional del Diseño, ya que contrarrestaría las equivocaciones metodológicas y la poca eficiencia que subyace aún en las primeras

fases del proceso de diseño. Modelar el vínculo entre la MIC y el proceso de DI constituye un beneficio y uno de los aportes fundamentales ya que tributaría a cubrir las insuficiencias en la enseñanza el proceso de Diseño que impartimos, lo cual no significa negar lo dicho hasta ahora, sino un enriquecimiento instrumental importante para lograr la solidez de nuestro currículo.

En este trabajo los **resultados** se obtienen en dos momentos diferentes. El primer resultado lo constituye la obtención de la descripción que explicita la metodología de la fase Problema del PDI que se imparte en el ISDi. Como resultado final se tiene el Modelo para la aplicación de la Metodología de la Investigación Científica en la fase Problema del Proceso de Diseño Industrial.

En cuanto a **recursos humanos** se precisa la colaboración de expertos y especialistas en los temas asociados al problema de investigación. En este caso: Profesionales y Docentes del Diseño, Teoría del Diseño y Metodología de la investigación Científica.

Para el desarrollo de esta investigación no se hace necesario la disponibilidad de elevados recursos financieros, debido a que los **recursos materiales** que se necesitan, radican en el acceso a fuentes documentales, llevar a cabo su análisis, redacción y presentación. Asimismo, contar con una computadora para la compilación y procesamiento de la información, una impresora y papel. Todos ellos son proporcionados por la Facultad de Diseño Industrial.

El trabajo consta de un capítulo introductorio donde se establecen todas las categorías del diseño de la investigación que sustentan la misma, un **Capítulo 1** en el que se sistematizan un grupo de contenidos que dan base teórica y conceptual a la investigación. Como son todos los Métodos y Técnicas de la MIC que se emplearán en la fase Problema. Para ello primero es necesario describir de forma explícita la fase Problema del PDI, lo cual constituye el primer resultado parcial de la presente investigación. El **Capítulo 2** recoge los resultados de las encuestas realizadas al primer grupo de estudio: los docentes que imparten Diseño Industrial en el ISDi, así como del análisis realizado tras la observación de una muestra de trabajos de diploma de los últimos 5 años, constituyendo dichos trabajos el segundo grupo de estudio de la presente investigación. Todo esto con el objetivo de diagnosticar el estado actual del empleo de los Métodos y

Técnicas de la MIC en la fase Problema del PDI. En el **Capítulo 3** se diseña y caracteriza el modelo, describiendo sus componentes, estructuración, jerarquía y relaciones funcionales. Contiene dos epígrafes principales: Descripción del Modelo para emplear los Métodos y Técnicas de la MIC en la fase Problema del PDI y Validación de la pertinencia de aplicación de dicho modelo. Para dicha validación se expone brevemente el análisis realizado con ayuda del método Delphi y Kendall para seleccionar los expertos y someter el modelo a estudio y llegar al resultado de su pertinencia.

Posteriormente se presentan las Conclusiones y Recomendaciones generales de la investigación, así como la bibliografía consultada y los anexos necesarios para comprender los resultados obtenidos.

CAPÍTULO

01

FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y
ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Este capítulo tiene como finalidad establecer el marco teórico referencial de la investigación y para la evaluación del estado del arte y de la práctica sobre el tema objeto de estudio, y en su propósito contribuye a sustentar la novedad científica a partir de los principales resultados obtenidos.

La revisión de la literatura especializada, investigaciones preliminares, así como otras fuentes de información consultadas permiten el análisis crítico sobre los enfoques, particularidades y situación actual del empleo de los Métodos y Técnicas de la MIC en la fase Problema del PDI de la carrera de Diseño Industrial.

Para la elaboración del marco teórico referencial de la investigación se sigue como hilo conductor establecer las definiciones de Diseño, el Objeto de la profesión de Diseño en su complejidad, la descripción de la fase Problema del PDI y los Métodos y Técnicas de la MIC que se pueden aplicar en un proyecto de diseño con el objetivo de adquirir la información pertinente para el mismo.

1.1. Diseño, Objeto de la Profesión

El vocablo Diseño ha experimentado un incremento exponencial en los más disímiles espacios de la cultura, la ingeniería y las ciencias sociales. Su presencia en el discurso contemporáneo para denominar cualquier actividad relacionada a la creación y los diferentes usos del mismo en el universo lingüístico actual son las causas fundamentales de la extensión y ambigüedad presente en su definición.

Para una **definición integradora del diseño** se tomará, a partir del principal referente teórico del ISDi, la definición dada por el DrC. DI. Sergio Luis Peña en su tesis en opción al grado de Máster; luego de que realizara un extenso estudio sobre el vocablo y sus diferentes usos por distintos autores en varias ramas profesionales:

« [...] Diseño es una actividad que tiene como objetivo la **concepción de productos**, que estos cumplan su **finalidad útil**, puedan ser **producidos**, y garanticen su **circulación y consumo** [...]» (Pérez & Peña, 2015)

En esta teoría se plantea que el **Objeto de la profesión** es una integración descriptiva del contexto, la problemática y el objetivo que define una profesión; es una dimensión

compleja que se descompone para su estudio en cuatro categorías descriptivas; a saber: Problemas profesionales, Campos de acción, Esferas de actuación y Modos de actuación. De ellos se profundizará en este último ya que es donde se encuentra contenido el objeto de estudio de esta investigación.

1.2. Los Modos de Actuación

Independientemente de las Esferas en las que se desenvuelve la solución de los problemas, el diseñador, al resolverlos, hace de su actividad y desempeño Modos de actuación propios, asumiendo roles diferentes ante cada situación. Así, existen procederes que terminan sistematizándose como patrones, actuaciones profesionales más generales, métodos e invariantes del quehacer profesional, a estos se les refiere como Modos de Actuación de forma general.

Se considera que un profesional, cuando resuelve problemas, maneja un repertorio de competencias (conocimientos, habilidades y valores interrelacionados como unidades complejas) que, al agruparse de acuerdo a la similitud de procederes y actuaciones, conforman los llamados Modos de actuación profesional. (Pérez & Peña, 2015)

Para esta unidad descriptiva del objeto de la profesión asumimos una definición operativa que propone cuatro Modos de actuación para el Diseño. (Pérez & Peña, 2015)

Los Modos de Actuación del Diseño son identificados como:

- Modo de actuación **Proyectual**.
- Modo de actuación de **Evaluación**.
- Modo de actuación de **Investigación**.
- Modo de actuación de **Gestión**.

Por su importancia para esta investigación se profundiza en la explicación de solo dos de los modos de actuación, abordando cuáles son las actividades, los saberes, los procedimientos, los métodos más comunes, los valores y comportamientos en cada uno de ellos. A partir de las denominaciones aportadas por el DI. MSc. DrC. Sergio Peña.

1.2.1. Modo de Actuación Investigación

El diseño vive desde los inicio de los años 80 un verdadero auge; ya sea desde la creación de las diferentes metodologías para optimizar el acto de proyectar, o de cómo las diferentes investigaciones que se han desarrollado aumentan su joven teoría. Todo lo anterior permitiendo la realización proyectos novedosos cuyo basamento dista de la creación subjetiva a la objetiva, mediante el empleo de métodos científicos.

El crecimiento del concepto de investigación y diseño en la comunidad académica ha sido un camino plagado por acontecimientos donde se han incorporado lentamente métodos de otras disciplinas y resultados de diversas investigaciones.

Menciona (Cross, 2007) que en la década del 60 se hizo muy evidente que los orígenes de los métodos de diseño se nutrieron de métodos científicos y técnicas creativas desarrolladas para contextos bélicos durante la segunda guerra mundial. Puesto que importantes instituciones como la NASA, destinaron gran parte de su presupuesto a realizar investigaciones sobre la creatividad, lo que generó, a finales de la década de los años 80, en la aparición de métodos y procesos creativos, los que algunos mencionan como el comienzo de los métodos de diseño (Bayazit, 2004).

Estos procesos aunque estaban fundamentados en el método científico, no eran totalmente rigurosos, sino que buscaban sistematizar y organizar ese proceso proyectual que hasta el momento estaba desligado de todo procedimiento metódico (Ariza, 2010). Afirma (Bayazit, 2004) que los primeros intentos de sistematización del proceso proyectual eran un poco simplistas en su carácter, sobre todo porque era evidente que cada autor estaba intentando organizar y esquematizar su propio proceso de diseño para proponerlo como un método que fuera aplicable para diferentes problemas y circunstancias. (Patiño Mazo, 2015)

(Cross, 2007), menciona que en la actualidad no se puede hablar de una sola tipología de métodos, sino que por el contrario, las diferentes academias han desarrollado metodologías en distintas direcciones. (Patiño Mazo, 2015)

Una de las características que diferencia al proyecto de diseño del proyecto de investigación es que el primero se fundamenta en el estudio de problemas, necesidades,

tendencias u oportunidades con el principal objetivo de proponer una solución, mientras que el segundo desarrolla todos sus procedimientos y procesos, la mayoría de las veces, con el fin último de responder preguntas y, así, poco a poco llenar, complementar o actualizar el conocimiento en torno a la disciplina del diseño. (Patiño Mazo, 2015)

En estos nuevos tiempos, el diseño ha experimentado un profundo cambio, lo que hace algunos años la producción de diseño se desarrollaba en una “mesa de dibujo”, hoy son horas agotadoras de investigación, análisis en relación a un determinado problema; es decir el diseño dejó de ser una disciplina intuitiva, casual, a una disciplina científica investigativa; el motivo de este cambio se debe básicamente a la gran complejidad que se experimenta en la sociedad moderna.

Es sano reconocer que el diseñador se enfrenta a “problemas”, cuyo objetivo es buscar y encontrar una solución óptima; esa solución no es producto del azar, es producto de los resultados de un proceso que desarrolla el profesional y que tiene directa relación con la recopilación y manejo de la información.

Internacionalmente la investigación científica es reconocida como una actividad orientada a la obtención de nuevos conocimientos y dar solución a problemas o interrogantes de carácter científico. (Bunge, 1972) Existe consenso en identificar la investigación como: un proceso que, mediante la aplicación del método científico, procura obtener información relevante y fidedigna, para entender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento para solucionar problemas científicos, filosóficos o empírico-técnicos, y se desarrolla mediante un proceso. (Hernández Sampieri, Metodología de la Investigación, 2016) (Ballesteros, 2014)

Algunos autores consideran que la investigación tiene como objetivo final mejorar la práctica profesional en el diseño a partir de una serie de principios o conocimientos científicamente probados, la investigación en Diseño tiene como objetivo aumentar nuestra comprensión del fenómeno de diseño en toda su complejidad y en el desarrollo y la validación de los conocimientos, métodos y herramientas para mejorar la situación observada en Diseño. (Blessing, 2016) (Wolfgang, 2007) (Añorga Morales, 2008)

En el artículo “Diseño, el objeto de la profesión.” Peña, S. y Perez, M. publicado en la Revista de la Universidad Cubana de Diseño definen este modo de actuación de la siguiente manera:

Investigación (Investigar): En el Diseño se asumen métodos y prácticas de la investigación aplicada, orientada a resolver problemas prácticos, extender y desarrollar conocimientos de un tema específico, establecer principios generales y aplicar saberes adquiridos en la solución de problemas prácticos. Ejemplos de esa labor lo constituyen: realizar investigaciones de mercados, análisis y validación de proyectos de Diseño, así como su impacto en diferentes contextos; elaborar diagnósticos acerca de la situación interna (organización, estrategias, infraestructura, recursos capacidades y economía) y externa de empresas y organizaciones (características del sector productivo, mercado, concurrencia, marco jurídico y aspectos legales). Así como desarrollar proyectos de investigación de, en o para Diseño y áreas afines. (Pérez & Peña, 2015)

Adecuando estos conceptos al Diseño se identifican dos escenarios donde el diseñador debe actuar como investigador, cada uno con objetivos bien diferenciados. (Pérez & Peña, 2015) Por un lado está la investigación que se desarrolla en la práctica al interior del Proceso de Diseño y la Gestión y por otro la que demanda la necesidad de sistematizar conocimientos y generar la teoría de la profesión, dando lugar a los siguientes niveles del modo de actuación Investigación:

- **Investigación de datos** (información para el proyecto y la gestión)
- **Investigación de teoría** (investigación de historia y teorías específicas)

La **investigación de datos** - que es la que nos ocupa en este trabajo - se comporta siempre como un complemento, un medio y no un fin, aquí el objetivo no es arribar a resultados científicamente comprobados, en realidad el diseñador se apropia de las herramientas particulares de la investigación y las aplica para lograr sus propósitos de búsqueda y procesamiento de información necesaria para el desarrollo del proyecto. Por lo general se encuentran a este nivel investigaciones de tipo documental, de campo y experimental.

En las fases iniciales del desarrollo de proyectos, el objetivo de la investigación es traducir la realidad y las particularidades del contexto en condicionantes y requisitos del problema, en información para proyectar. Antes de dar una solución el diseñador debe determinar cuáles son los factores que intervienen y cómo interactúan, condicionan, limitan o potencian la posible solución. (Seivewright, 2008)

1.2.2. Modo de Actuación Proyectual.

La acción de diseñar es un proceso lógico, secuencial, de desarrollo en espiral, similar al proceso de pensamiento: análisis, síntesis y ejecución. Es una sucesión no lineal de acciones, un proceso estructurado de acuerdo a una metodología, una concatenación de pasos, un modo ordenado de proceder y realizar operaciones organizadas como método para llegar a un resultado determinado, donde se desarrollan actividades y procedimientos operativos útiles para ciertos fines prácticos, aplicando técnicas que orientan, organizan y determinan el proceso para llegar a la solución de Diseño. (Simón Sol, 2011)

Se refiere al acto de diseñar, desarrollar proyectos de diseño. Este modo de actuación es la base de los tres modos restantes y la actividad primaria del diseñador. Su contenido es resultado de entender cómo se diseña en la práctica profesional, en la que el Diseñador deberá dominar el Proceso metodológico de trabajo y cada una de sus fases (Necesidad – Problema - Concepto - Desarrollo - Implementación) y consiste básicamente en analizar la realidad, detectar necesidades y definirlas en términos de problema de Diseño, elaborando toda la información necesaria para el desarrollo y conducción de un proyecto de Diseño. Estudiar problemas y presentar propuestas integrales de solución que se establezcan como guía para las posteriores soluciones. Realizar proyectos, esto implica analizar, conceptualizar, desarrollar alternativas de solución, evaluar, desarrollar detalles técnicos constructivos de las propuestas. Evaluar, representar y comunicar las soluciones y resultados del proyecto, en cada fase y al final del proceso. (Pérez & Peña, 2015)

La actividad primaria del diseñador es proyectar, el contenido del modo de actuación Proyecto es resultado de entender cómo se diseña en la práctica y como se desarrolla el

Proceso de Diseño, considerando la complejidad que introduce el hecho de que el universo de problemas a resolver en el Diseño sea tan variado y diferente como las propias necesidades que resuelve. (Pérez & Peña, 2015)

1.3. Diseño Industrial, Esferas de Actuación

Muchos han sido los autores que han definido al Diseño Industrial, sin embargo es cierto que en ninguno de los casos estas definiciones son lo suficientemente esclarecedoras, comenzando por el hecho de considerar a esta disciplina como una actividad humana sin mayores especificaciones. (Fernández & Llorente, 2014) Por consiguiente se hace necesario tomar la definición que de esto, brindan las diseñadoras industriales Alicia Fernández y Martha Lorente, tras un estudio de otras fuentes recogidas en su tesis de grado.

*En resumen el diseño industrial es un servicio que consiste en crear y desarrollar conceptos y especificaciones que optimizan la función, el valor y la apariencia de **productos** y sistemas para el beneficio mutuo del usuario y del fabricante.* (Fernández & Llorente, 2014)

Por otro lado las **Esferas de Actuación** son resultado de agrupar los contextos, escenarios y terrenos donde se presentan los problemas de una profesión, “...*aquellos lugares donde se manifiesta la profesión, las áreas fundamentales de desempeño laboral.*” (Horruitiner, 2007). Se refiere a aquellas esferas, espacios de actuación profesional, que puedan distinguirse de acuerdo a diferentes criterios entre los que pueden estar factores de escala de la solución, la naturaleza de actuación, características contextuales y posibles tecnologías que participan y dan soporte funcional a las soluciones.

Teniendo en cuenta que nuestro problema científico se detecta en la especialidad del Diseño Industrial, es preciso abordar muy brevemente lo referente a sus esferas.

La Esfera **Espacio** está relacionada con el habitad, los espacios exteriores (parques, espacios urbanos, plazas, paseos y jardines) y los interiores, (Stands, exposiciones, domésticos, sociales, laborales, culturales y comerciales).

La Esfera **Maquinaria** está relacionada con el Diseño de equipos (Productos con sistemas técnicos mecánicos y electrónicos, Electrodomésticos, Equipos Médicos, Computadoras) y máquinas (Productos con sistema técnico mecánicos, Equipos industriales, Máquinas herramientas, Medios de transporte), entre otros. Esta esfera se caracteriza por la complejidad técnica y los sistemas mecánicos, mecatrónicas e ingenieriles que comprometen los temas proyectuales que abarca escala y complejidad.

La Esfera **Objeto** concentra proyectos relacionados con los productos que permiten al hombre realizar funciones como extensiones de sí mismos, artefactos que apoyan, facilitan y mejoran la calidad de vida, artículos de uso personal (vestuario, textiles, complementos, juguetes, mobiliario, enseres, productos de alta tecnología y sistemas técnicos simples como electrodomésticos, equipos electro-médicos, medios de ofimática, utillaje e instrumental científico).

1.4. Proceso de Diseño Industrial

El diseño de un producto es un proceso cuya extensión temporal varía dependiendo de la complejidad del producto, sin embargo, al seguir una metodología, este proceso puede ser acortado en tiempo, dado que la información puede recolectarse y gestionarse de una manera más organizada sin sacrificar el cumplimiento de los requerimientos del cliente. (Molina & Maury, 2018) (*Anexo 1*)

El desarrollo de productos puede ser visto como un proceso de transformación de información, donde se parte de información importante recolectada, y se obtienen algunas conclusiones o definiciones a partir de dicha información. En este proceso, el diseñador tiene la responsabilidad de definir correcta y claramente los parámetros, características, atributos y toda la información que será útil en la definición del producto.

Esto ocurre en las primeras actividades del proceso de desarrollo del producto, para obtener todas las especificaciones del producto a ser diseñado, las cuales deben estar claramente establecidas y entendidas por todos los miembros del equipo de diseño. Posteriormente, actividades creativas se desarrollan en el proceso, para proponer una

geometría detallada acorde con las restricciones, con el material adecuado, y con ciertos aspectos que resultan relevantes para el proceso de producción.

Por lo que el Proceso de Diseño es *“la sucesión no lineal de acciones, pasos u operaciones organizadas que orientan, organizan y determinan la actividad de Diseño.”* (Adaptado de PEÑA, 2007)

Las siguientes fases son planteadas por PEÑA en su tesis para aspirar al grado de máster en el 2007. Aunque no son las mismas fases planteadas por BONSIEPE éstas pueden distinguirse dentro de ellas y sí hay coincidencias en cuanto al orden. (Fig. 1)

No es objetivo de este trabajo redefinir el proceso de diseño donde el diseñador es el principal responsable, sino enriquecer lo relativo al tratamiento de la fase Problema.



Figure 1 Proceso de Diseño Industrial. ISDi. Tomado de la Conferencia Problema 2018-2019

Establecido el Proceso de Diseño que servirá de referencia para esta tesis, se explicarán brevemente sus fases fundamentales, aunque en la práctica, según la tipología y complejidad del proyecto puede haber diferencias en el desarrollo del mismo.

En la fase **Problema** se recopila información relativa a todos los Factores de Diseño: funcionales, tecnológicos, mercadológicos, sociales, contextuales y de uso. Se realiza el análisis de cada uno de estos factores y se elaboran los Requisitos y la definición del problema de diseño. En esta fase se aplican técnicas tanto para la recopilación de información como para el análisis de cada Factor de Diseño.

De esta manera, en la fase **Conceptualización**, se empieza a concebir un producto que resuelva el problema planteado. Se generan varias Alternativas y se selecciona la idónea mediante los Requisitos de Diseño.

Finalmente en la fase **Desarrollo**, también llamada de Anteproyecto, se realiza el detalle del concepto seleccionado en la fase Conceptualización, es decir, se elabora la información necesaria para producir el producto.

Como se puede percibir desde las definiciones anteriores es la fase Problema donde el diseñador comienza a ser responsable del proyecto, recogiendo y analizando toda la información existente en materia de Factores de Diseño y de Requisitos pertinentes al encargo de diseño, considerada, entonces, como una fase de documentación y análisis. Por lo que se valora como la fase idónea para hacer uso de los métodos y técnicas de la MIC, lo que no quiere decir que estos no sean empleados en otras fases; pues el proceso se encuentra en constante intercambio de información por parte del diseñador, su equipo de trabajo y el cliente del proyecto.

1.5. Fase Problema del Proceso de Diseño Industrial

Tras los cambios presentados para la elaboración del Plan de estudios E de la carrera Diseño Industrial, la fase Problema se imparte en el 2do semestre de 2do año actualmente. Aún no se ha encontrado un documento que describa con detalles las acciones que se llevan a cabo en esta fase, por lo que para su comprensión este trabajo se basa en las conferencias impartidas por los docentes de dicho año académico.

El diseño se inicia a partir del reconocimiento de que existe una necesidad en la comunidad que requiere ser satisfecha por medio de un producto de diseño. Es decir, existe un problema al cual hay que darle solución.

Para plantear un esquema de resolución de un problema de diseño se debe implementar un adecuado plan metodológico y previo, este está en función del problema a resolver, de su magnitud, del tiempo a invertir, de los medios y de la complejidad que tenga.

La gran gama de tipos de problemas puede ser ordenada en dos grandes grupos con ayuda del siguiente criterio: bien definido o mal definido. Un problema está bien definido o estructurado cuando las variables que lo componen están cerradas, y está mal definido cuando sus variables están abiertas. (Rodríguez)

Según la estructura de la fase Problema (Fig.2) que se propone en el ISDi, el Problema de diseño se define a partir del Encargo de Diseño y las Condicionantes del Proyecto.

1.5.1. Estructura de la Fase Problema:

1. Especificar el Encargo de Diseño.

Ya sea un encargo por escrito o definido a partir de la entrevista con el cliente.

- Información que debe entregar el cliente sobre el proyecto solicitado, puede contener: objetivos / en qué período de tiempo se desarrollará / qué se hará / para quién / dónde se usará / cuándo / con qué tecnología / con qué presupuesto...
- Llevará, implícitas o explícitas, las Condicionantes del Proyecto. Que no son más que los aspectos prioritarios definidos por el cliente o por Normas Técnicas, que constituirán invariantes del proyecto. De no estar explícitas deberán buscarse y conciliarse con el cliente. Deberán estar clasificadas por Factores de Diseño.

El grado de elaboración o especificidad de la tarea de diseño harán más o menos compleja la traducción de esta en Problema de Diseño.

2. Enunciado del Problema:

Interpretación del Encargo de Diseño para detectar y especificar el Qué se va a diseñar. El grado de especificidad del Encargo hará más o menos compleja la traducción de este al Enunciado del Problema de Diseño.

Para esto es necesario profundizar en el tema en cuestión, familiarizándonos así con la temática tratada.

- Conocer el estado del arte.
- Revisar productos o soluciones similares o afines.
- Definir las Condicionantes del Proyecto.

Es el texto que describe lo que se pretende diseñar, por lo tanto, también puede redactarse como objetivos. A medida que la información obtenida puede responder a las preguntas: qué, para quién, dónde, cuándo, con qué.

Deberá dejar claro si el encargo implica un rediseño o el diseño de un nuevo producto, así como las Condicionantes del Proyecto.

3. Planificar el Proceso de Diseño

Definir tiempos, momentos de las entregas parciales, administración de los recursos.

Alcances del Trabajo: Define el contenido y volumen de las entregas. Declara la fase del Proceso de Diseño en la que concluirá el proyecto. Especifica el nivel de participación del diseño dentro de las siguientes fases de implementación.

Cronograma: Distribuye cronológicamente las acciones fundamentales a desarrollar durante el proceso de trabajo, dentro del tiempo límite definido por el cliente.

4. Analizar el Problema de Diseño

Antes de analizar el Problema de Diseño a partir del estudio de los factores de diseño es necesario retomar la Estrategia de Diseño. Pues esta es uno de los resultados más importantes de la fase de Necesidad, donde como se mostró en el esquema anterior; el diseñador participa pero no es el responsable. La estrategia puede venir definida desde el mismo Encargo, dependiendo de lo bien estructurado que se encuentre este.

La importancia de retomar la estrategia es que esta puede estar vinculada a un Factor de Diseño o a la combinación de varios; aunque, por lo general, ocurre la ponderación de uno. También guarda una estrecha relación con los análisis de Factores de Diseño en la fase de Problema, ya que durante esta fase, cada factor analizado debe responder a la Estrategia pautada. Esto garantiza que al finalizar la fase de Problema, todas las decisiones tomadas, sean consecuentes con lo planteado en la Estrategia.

Análisis del Problema de Diseño:

- Descomposición del Problema en sub-problemas.
- Se utiliza como herramienta el Análisis de los Factores de Diseño.

Los factores de diseño nos permiten estructurar y guiar el proceso de análisis, nos garantiza barrer todos los elementos necesarios para el diseño de un producto.

Para comenzar un análisis del Problema de Diseño se debe tener en cuenta:

1. Jerarquizar los Factores de Diseño según el Enunciado del Problema y la Estrategia de Diseño.
2. Identificar los aspectos de cada Factor que se necesita analizar según el Enunciado del Problema y la Estrategia de Diseño.
3. Planificar la forma en que se recogerán y procesarán los mismos.

4.1 Análisis de Factores de Diseño:

“Los Factores de Diseño son los elementos que determinan, establecen y condicionan el diseño de un producto, son aquellas condiciones en las que deberá desarrollarse una solución.” (Peña S. , 2019)

Análisis de Función:

- Definir y clasificar las funciones del producto.
- Establecer relación entre las funciones, posibles portadores funcionales y principios de funcionamiento.
- Establecer estructuras funcionales básicas.

Comprende las Funciones Prácticas:

Función Básica: Finalidad útil para la que eminentemente fue creado un producto; su razón de ser. Es la respuesta más directa y abarcadora a las interrogantes: *qué es y para qué sirve*.

Funciones Secundarias: Secuencia de pasos funcionales que el producto debe cumplir para lograr la función básica.

Funciones Complementarias: Secuencia de pasos funcionales que el producto debe cumplir para garantizar que el usuario pueda interactuar con él. Su finalidad es soportar el modo de uso, pero no deben confundirse con este.

Función Agregada: Es una segunda finalidad útil, cuya prioridad e importancia se supeditan a la función básica. También le corresponden sus respectivas funciones secundarias y complementarias. No todos los productos presentan funciones agregadas.

Funciones Comunicativas:

Función Estética: se refieren a la apariencia del producto, Se relacionan con el gusto del usuario y le provocan sensaciones, no existe un manejo de la morfología capaz de agradar a todos los usuarios, por lo que su definición dependerá directamente del usuario para el que se diseña. (Oráa Calzadilla, 2018)

Función Simbólica: se refieren a lo que esta significa para el usuario. Dependen de cómo este las lea y lo que signifiquen para él, basado en sus experiencias previas. Por ejemplo, las líneas curvas continuas son asociadas generalmente a las formas naturales, mientras que los volúmenes básicos pueden ser asociados a racionalidad o tecnología. (Oráa Calzadilla, 2018)

Análisis de Uso:

- Usuario(s) - Describir y caracterizar - Relacionar las características del usuario con el producto a diseñar - Estudio ergonómico (adecuaciones fisiológicas, biomecánicas, antropométricas, cognitiva, anatómica, emocional).
- Modo de uso del producto.
- Secuencia(s) de uso.
- Frecuencia de uso.
- Estructura de uso.

Análisis de Contexto:

- Describir Contexto Físico: - Condiciones geológicas. - Condiciones climáticas. - Condiciones biológicas. - Infraestructura. - Relaciones espaciales. - Condiciones acústicas. - Condiciones de iluminación. - Características formales
- Describir Contexto Social: - Sistema social. - Cultura

Se debe analizar cómo el contexto influye en el producto a diseñar o viceversa, estableciendo las relaciones espaciales, funcionales, de uso y de compatibilidad espacial.

Análisis de Tecnología:

Análisis de la organización de la producción, procesos productivos, métodos de fabricación, disponibilidad tecnológica, recursos humanos y materiales.

Análisis de Mercado:

- Caracterizar el mercado: - Competencia. - Tendencias.
- Logística de mercado: - Distribución. - Comercialización.

Cabe señalar que luego de cada proceso de análisis se deben redactar las conclusiones del mismo.

5. Requisitos de Diseño.

- Deberán ser objetivos y medibles, sin contener la solución.
- Sirven de parámetro para evaluar las soluciones de diseño, en cualquiera de las fases posteriores a la de Problema.
- Se pueden estructurar y agrupar según los Factores de Diseño.
- Pueden surgir en cualquiera de las fases del Proceso, siempre que se descubra una cuestión clave que el proyecto no deba pasar por alto.
- Pueden ser punto de partida para ideas o caminos conceptuales.
- Se redactan con verbos en infinitivo.

Son especificaciones de obligatorio cumplimiento para garantizar la eficiencia de la solución. Son resultados de los análisis de Factores de Diseño.

Quedando la estructura de esta fase de la siguiente manera:

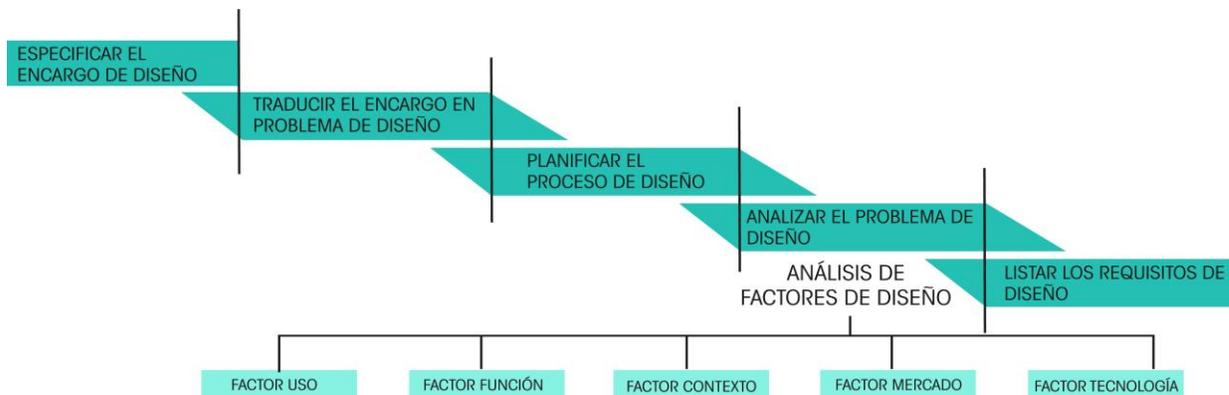


Figure 2. Fase Problema del Proceso de Diseño Industrial. ISDi. Elaboración Propia.

1.6. Métodos y Técnicas de la Metodología de la Investigación Científica (MIC)

Para la descripción y definición de los métodos y técnicas de la MIC se tomó como principal referente teórico el documento “El Diseño de Investigación” de los autores Dr. Eduardo Dorta Baños y el Dr. José A. Díaz Duque; al ser este un documento que muestra una gran profundidad en la búsqueda de estas definiciones y a su vez un resumen del estudio realizado.

Una de las primeras funciones que cumple la ciencia, en su decursar histórico, es describir la realidad, la cual marca un momento necesario en el proceso del conocimiento científico donde las técnicas y métodos se aplican a la recopilación de datos y hechos, y para establecer generalizaciones empíricas.

La utilización de métodos y medios especiales de investigación en la ciencia, diferencia a ésta con respecto al conocimiento empírico espontáneo y al razonamiento especulativo. La ausencia de métodos de investigación en el conocimiento empírico espontáneo determina que sus resultados permanezcan en el nivel empírico y posean un bajo nivel de confiabilidad y generalización; la carencia de métodos y medios en el razonamiento especulativo explica sus construcciones apriorísticas y divorciadas de la realidad. (Pérez Rodríguez, García Batista, Nocado de León, & García Inza)

Los métodos científicos cumplen una función fundamental en el desarrollo de la ciencia. Estos permiten obtener nuevos conocimientos sobre el fenómeno y desempeñan un papel importante en la construcción y desarrollo de la teoría científica.

En la investigación los métodos empíricos, estadísticos y teórico son de extraordinaria importancia, ya que permiten la obtención y elaboración de los datos empíricos y el conocimiento de los hechos fundamentales que caracterizan a los fenómenos. La observación, la experimentación, la entrevista, la encuesta, las técnicas sociométricas, los tests, etc., posibilitan estudiar los fenómenos observables y confirmar las hipótesis y las teorías.

Los métodos estadísticos cumplen una función relevante en la investigación educacional, ya que contribuyen a determinar la muestra de sujetos a estudiar, tabular los datos empíricos obtenidos y establecer las generalizaciones apropiada a partir de ellos.

De igual manera, tienen una especial importancia en el proceso de la investigación los métodos teóricos. Estos se utilizan en la construcción y desarrollo de teoría científica, y en el enfoque general para abordar los problemas de la ciencia por lo que permiten profundizar en el conocimiento de las regularidades y cualidades esenciales de los fenómenos. Los métodos teóricos comprenden el análisis y la síntesis, la inducción y la deducción, el tránsito de lo abstracto a lo concreto, la modelación, el enfoque de sistema, etcétera.

1.6.1. Métodos Empíricos

En la investigación empírica se emplean tres métodos fundamentales y dos complementarios, que son:

Métodos empíricos fundamentales: La observación / La medición / La experimentación.

Técnicas asociadas al método de observación: La entrevista / La encuesta.

La observación se encuentra en la base misma de todos los demás procedimientos empíricos y en varios de los teóricos, y constituye la forma más elemental de obtención del conocimiento científico.

La observación se puede emplear para la obtención de los datos primarios o para la comprobación de las consecuencias empíricas de los planteamientos hipotéticos.

En el acto de observación están presentes: - el objeto; - el sujeto; - los medios de observación; - las condiciones de la observación; - el sistema de conocimientos que formula el objetivo de la observación e interpreta los resultados.

Una de las más importantes exigencias a la observación científica es la repetición de la observación por diferentes observadores, los que deben tener presente las condiciones de observación. La percepción o formación de la imagen sensorial del objeto es el resultado directo del acto de observación. En la observación del objeto se fija una

determinada propiedad o una relación entre propiedades, o incluso entre objetos diferentes. Por ello, para la expresión de sus resultados resultan suficientes los conceptos cualitativos y comparativos.

La observación puede ser según la relación entre el sujeto y el objeto, la frecuencia y el conocimiento del acto de observación:

Simple (No se emplean medios técnicos especiales). **Compleja** (Se utilizan medios técnicos especiales: cámaras, grabadoras y otros dispositivos). **Participativa** (El observador se involucra). **No participativa** (El observador no se relaciona directamente). **Sistemática** (Se repiten observaciones en períodos establecidos de tiempo). **Abierta** (El observador no se oculta). **Cerrada** (El observador se oculta). **Real o Natural** (Se realiza en el lugar en que ocurre el hecho, fenómeno o proceso). **De laboratorio** (El hecho, fenómeno o proceso se provoca).

Cualquiera que sea el tipo de observación utilizada debe tenerse siempre una guía de observación, que permita cumplir los requisitos que se plantean para que una observación sea verdaderamente científica.

Para una observación científica es necesario:

- Definir los objetivos de la observación.
- Delimitar los aspectos que se van a observar (a qué aspectos del objeto, fenómeno o proceso debemos dirigir nuestra atención).
- Determinar cómo se va a actuar durante la observación.
- Precisar las formas de recogida de la información (escritos, grabados, filmados).

La observación puede ser empleada para diagnosticar o explorar el fenómeno a estudiar, para recoger información del fenómeno en desarrollo y al final para registrar los cambios producidos.

Existen datos primarios que no deben faltar en la observación como la fecha, lugar, duración de la observación, participantes, entre otros.

La guía de observación debe recoger aspectos relevantes de acuerdo con las variables en estudio. Estos aspectos pudieran llegar a ser los propios indicadores que garantizan

la existencia o no de la variable. Debe prepararse de forma que permita obtener fácilmente la información de lo observado.

La medición. Proceso de comparación de una determinada magnitud con otra magnitud homogénea, adoptada como patrón o unidad de comparación. De manera general la medición no es más que la atribución de valores numéricos a las propiedades de los objetos.

En numerosas ocasiones para estudiar el objeto, fenómeno o proceso en toda su magnitud, no resultan suficientes las descripciones cualitativas y comparativas que derivan de la observación, sino que se requiere de la determinación de magnitudes en forma cuantitativa por lo que es imprescindible el empleo del método empírico denominado **Medición**.

En el proceso de medición se compara una propiedad del objeto con determinada cifra, y esta misma propiedad en otro objeto con otra cifra, de forma tal que la diferencia en el grado de la propiedad en diferentes objetos se expresa por medio de una diferencia entre los valores numéricos.

La determinación de las magnitudes de las variables en los casos de las ciencias naturales es relativamente simple. En las ciencias sociales y humanísticas muchas variables son de carácter cualitativo.

La asignación de valores numéricos a las variables en las ciencias sociales y humanísticas es un proceso convencional, que debe observar los límites de la unidad dialéctica entre cualidad y cantidad, y solo se justifica para revelar las tendencias, las relaciones y las regularidades entre las variables con el empleo de las técnicas estadísticas.

Entre los procedimientos estadísticos más utilizados para el procesamiento de los datos procedentes de la medición están:

- a) Los correspondientes a la **estadística descriptiva**. Que permiten obtener relaciones y tendencias de las propiedades del objeto de estudio, mediante el

cálculo de **la media, la moda, la desviación estándar** y la construcción de **gráficos de frecuencia**.

- b) Los correspondientes a la **estadística de inferencias**. Se aplican para interpretar y valorar las magnitudes de las variables del objeto, determinando su probabilidad de ocurrencia, utilizando las **regresiones lineal o múltiple, el análisis de correlación, las superficies de tendencias, la prueba chí cuadrado** y otras.

La Experimentación. Constituye el método más importante y complejo de una investigación empírica, pues por lo general incluye a la observación y a la medición que se utilizan como procedimientos auxiliares, incorporándoles nuevos elementos.

Los diseños experimentales se relacionan con la realización de experimentos en los que el investigador construye “deliberadamente” una situación a la que son expuestos varios objetos. Esta situación consiste en recibir un tratamiento, condición o estímulo bajo determinadas circunstancias para después analizar los efectos de la exposición o aplicación de dicho tratamiento o condición. Por decirlo de otra forma, en un experimento se “construye” una realidad.

El experimento se realiza para obtener nuevos conocimientos científicos y descubrir las leyes objetivas que influyen sobre el objeto, por medio de instrumentos y mecanismos especiales, gracias a lo cual se obtiene:

- a) La separación o aislamiento del fenómeno o elemento estudiado respecto a la influencia de otros semejantes, no fundamentales, que ocultan su verdadera esencia e impiden su estudio de forma pura.
- b) La reproducción continuada del proceso en condiciones determinadas y sometidas al control.
- c) La variación planificada y organizada de diferentes condiciones con el propósito de obtener el resultado buscado.

El experimento es la actuación consciente y controlada sobre una variable independiente, para evaluar sus consecuencias sobre las variables dependientes.

Los experimentos pueden ser: **Cortos o largos. Simples o complejos. Natural o de laboratorio. De diagnóstico o constatación. Verificador o formativo. Participativo** (en equipo). **Directo** (se estudia directamente el objeto). **Indirecto** (se emplea un modelo).

Para la realización de un experimento se cumplen las siguientes etapas:

- Formulación del problema para cuya solución se plantea el experimento.
- Selección de las variables en el marco del experimento derivadas del problema, las cuales serán observadas o medidas directamente.
- Determinación de las condiciones en que se realizará el experimento.
- Selección de los medios a emplear en función de las variables y sus características.
- La acción sobre el objeto, observando su comportamiento, las variaciones de sus propiedades y midiendo las magnitudes de las variables controladas.
- Elaboración y tratamiento estadístico de los datos obtenidos.
- Interpretación de los resultados, asimilación teórica de los mismos, contraposición con las teorías existentes e incorporación del nuevo conocimiento a la teoría científica.

El experimento es un método de enorme valor para confirmar o refutar hipótesis y teorías, así como para formular explicaciones y leyes. Lo que lo convierte en el método por excelencia en las ciencias naturales y técnicas.

Sin embargo, en las ciencias sociales y humanísticas el experimento es un método polémico y discutido, puesto que resulta realmente impracticable cumplir a cabalidad con todas sus exigencias y especialmente mantener el control de las variables que intervienen en el mismo.

La investigación **no experimental** es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables, se observan los fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos. No se construye ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente. Aquí las variables independientes ya han ocurrido y no pueden ser manipuladas. El investigador no tiene

control directo sobre estas variables, no puede influir sobre ellas porque ya sucedieron, al igual que sus efectos.

Los diseños no experimentales se clasifican en: **Transversal o transeccional** y en **Longitudinal**.

En la investigación transeccional o transversal se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como tomar una fotografía de algo que sucede. Pueden abarcar varios grupos o subgrupos de personas, objetos o indicadores.

En la investigación longitudinal se analizan cambios a través del tiempo en determinadas variables o en las relaciones entre estas. Los diseños longitudinales recolectan datos a través del tiempo en puntos o períodos especificados para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias.

Las técnicas asociadas al método de observación permiten obtener información a través de la interrogación o formulación de preguntas a los sujetos, para lo cual existen dos formas fundamentales: **La Entrevista y La Encuesta**.

Tanto las encuestas como las entrevistas nos permiten conocer las ideas o apreciaciones que tienen las personas acerca de aquello que interrogamos.

La encuesta es de gran utilidad para estudios opinativos, la entrevista en cambio es recomendable cuando se desea profundizar en algunos aspectos específicos del tema que se investiga.

El cuestionario constituye el instrumento básico de ambos métodos, donde se formulan una serie de preguntas que permiten recoger información sobre determinados indicadores de una o más variables del objeto. Algunos denominan “cuestionario”, al instrumento básico de la encuesta y “guía de entrevista”, al instrumento básico de la entrevista.

En algunos casos la guía de entrevista está integrada por un grupo de aspectos a indagar, pero no necesariamente en forma de preguntas. Estas pueden ser elaboradas por el investigador en el propio momento de la entrevista.

En ocasiones cuando el cuestionario lo llena el propio encuestado se le llama “cédula de entrevista”.

La decisión del investigador por el empleo del diseño experimental o no experimental, y de algunos métodos empíricos, se basa en el tipo de problema y los objetivos que se persiguen.

1.6.2. Métodos Teóricos

Los métodos teóricos se utilizan desde el primer momento de una investigación en que detectamos un problema, sus manifestaciones, las posibles causas que pueden generarlo, indagamos acerca de los estudios realizados sobre el asunto, y como resultado de ello arribamos al problema de investigación, y a partir de este se elabora el Diseño de Investigación y se precisa la estrategia general para abordarlo hasta el análisis de los resultados de cada etapa, que incluye el análisis de los instrumentos diseñados y aplicados.

Los métodos teóricos cumplen una función gnoseológica importante, ya que posibilitan: Explicar los hechos. - Interpretar los datos empíricos hallados. - Profundizar en las relaciones esenciales y cualidades fundamentales de los procesos no observables directamente. - Formular las principales regularidades del funcionamiento y desarrollo de los procesos y objetos. - Elaborar el aparato conceptual, ordenado según la dialéctica interna y lógica del desarrollo del objeto. - Brindar conclusiones en forma de hipótesis o tesis. - Elaborar teorías.

Los métodos teóricos más empleados son: Análisis y síntesis. / Abstracción-Integración. / Inducción-Deducción. / Hipotético-deductivo. / Histórico-lógico. / Dialéctico. / Modelación. / Genético. / Sistémico.

Análisis y síntesis. El análisis es la operación intelectual que posibilita descomponer mentalmente un objeto, fenómeno o proceso, en todas sus partes y cualidades, en sus múltiples relaciones, propiedades y componentes. Permite estudiar el comportamiento de cada una de las partes, así como definir los elementos y aspectos que ejercen una influencia decisiva en las otras partes del objeto y determinan su comportamiento. La

descomposición de un fenómeno complejo, en otros más simples, permite delimitar lo esencial de lo que no lo es.

Mediante el análisis se llega al conocimiento de las partes, pero no es suficiente para llegar a comprender las relaciones y nexos entre ellas y pasar de la unidad a la diversidad.

La síntesis es la operación inversa, que establece mentalmente la unión o combinación de las partes previamente analizadas y posibilita descubrir relaciones y características generadas entre los objetos.

Sobre la base de la generalización de algunas características definidas como resultado del análisis, la síntesis teórica lleva a la formulación de leyes, teorías e hipótesis que explican la conducta del objeto en el momento actual, su comportamiento futuro y su posible desarrollo en condiciones específicas.

Ambos procedimientos, análisis y síntesis, constituyen una unidad indisolublemente ligada. La absolutización de uno de ellos conduce a errores conceptuales y metodológicos. Ambos constituyen procesos lógicos que se condicionan recíprocamente y se encuentran subordinados a las exigencias generales del método Dialéctico.

Para alcanzar el conocimiento completo del todo es necesario tanto conocer sus partes, como sus relaciones mutuas. Sin embargo, el todo posee propiedades que no posee ninguna de sus partes. El todo es algo más que la suma de las partes y sus relaciones, pero sin el conocimiento de las partes nunca será posible en la práctica alcanzar el conocimiento de ese todo.

Abstracción-Integración. La abstracción, vocablo que significa aislamiento, consiste en las separaciones mentales de alguna o varias propiedades del objeto y sus relaciones asequibles a los sentidos, tratando de descubrir el nexo oculto e inaccesible al conocimiento empírico. Como resultado de la abstracción aparecen conceptos y categorías los cuales poseen un carácter del reflejo esencial de la realidad concreta en el pensamiento (“infinito”, “naturaleza”, “conciencia”, “valor”, “idea”, entre otros).

Las abstracciones no deben verse como resultado de una actividad intelectual arbitraria, sin nexo alguno con el mundo objetivo ni con la actividad práctica del hombre.

La integración significa la unión de las abstracciones en el pensamiento con fines de generalización, al pasar de lo abstracto a lo concreto.

Lo concreto es la síntesis de variados conceptos en el pensamiento. Es el conocimiento más profundo y de mayor contenido esencial.

El proceso del conocimiento incluye el movimiento de lo concreto sensorial hacia lo abstracto, y de ahí hacia lo concreto en el pensamiento.

Inducción-Deducción. La Inducción es un modo de razonar que consiste en sacar de los hechos particulares una conclusión general. Es un razonamiento que analiza una porción de un todo, por lo que va de lo particular a lo general. Hace posible el paso de los hechos singulares a los principios y proposiciones generales.

Lo inductivo es algo más que el paso de lo particular a lo general, se convierte además en un procedimiento para pasar de lo conocido a lo desconocido, de la práctica a la teoría y viceversa, en estrecha relación con lo deductivo, a lo cual va indisolublemente ligado y condicionado.

Este método tiene gran importancia en la etapa de recogida del material empírico, ya que su base directa es la repetición de los hechos y fenómenos de la realidad, encontrando los rasgos comunes en un grupo definido, para llegar a conclusiones de los aspectos que lo caracterizan.

La fuerza de este método está en su vínculo estrecho con la práctica. Su debilidad radica en que no permite fundamentar, rigurosa y fielmente, de qué modo los resultados obtenidos en una muestra pueden convertirse en conclusiones que se relacionan con todos los hechos de ese tipo. No obstante, tiene un alto grado de confiabilidad cuando se aplican métodos estadísticos inferenciales.

La deducción es una demostración o inferencia de una aseveración particular, singular (consecuencia), a partir de una o varias aseveraciones generales, universales (premisas) aplicando leyes de la lógica. Es en resumen una inferencia de lo general a lo particular.

En otras palabras, la deducción es la forma de razonamiento mediante la cual se pasa de un conocimiento general a otro de menor nivel de generalidad.

Partir de un conocimiento verdadero nos garantiza una conclusión verdadera, siempre y cuando estén bien fundamentadas las premisas iniciales. Su empleo requiere cuidado porque se puede llegar a conclusiones erróneas si se olvida que el vínculo entre lo general conocido y lo particular desconocido no siempre es directo, sino que puede estar mediado por numerosas relaciones complejas, específicas de lo particular, que hay que tomar en cuenta para que el razonamiento deductivo sea válido.

En la investigación deductiva se buscan datos y hechos que corroboren una hipótesis o teoría, mientras que en la inductiva, se pretende descubrir una teoría que explique o interprete los datos y hechos obtenidos mediante métodos empíricos. La relación inductiva-deductiva presupone que los objetos, procesos y fenómenos de la realidad se encuentran sujetos a leyes, regularidades y tendencias.

Hipotético-deductivo. Es aquel que parte de una hipótesis sustentada por el desarrollo teórico de una ciencia, que siguiendo las reglas lógicas de la deducción, permite llegar a nuevas conclusiones y predicciones empíricas, las que a su vez son sometidas a verificación. Posibilita pronosticar y verificar nuevas hipótesis, así como inferir otras y establecer predicciones a partir del sistema de conocimientos que se posea.

Se aplica en el análisis y construcción de las teorías científicas, posibilitando la sistematización del conocimiento científico, al ser deducido de un número limitado y preciso de principios e hipótesis. Unifica el conocimiento científico en un sistema integral que presenta una estructura jerarquizada de principios y leyes, conceptos e hipótesis.

Desde su versión inicial, formulada por Isaac Newton en el siglo XVII, su esencia consiste en plantear aseveraciones en forma de hipótesis para intentar la explicación de los hechos y datos acopiados, y luego comprobarlos, deduciendo junto con conocimientos ya acumulados conclusiones que son confrontadas con nuevos hechos y datos.

La diferencia radical entre los razonamientos sobre los cuales se elaboran conclusiones, a partir de datos empíricos o los hipotéticos, estriba en que en el primer caso se apoyan

en juicios acerca de hechos firmemente establecidos, en tanto en el segundo, se apoyan en hechos probables, incluso no probados.

En los razonamientos hipotéticos la significación de las premisas puede ser desconocida, o incluso, contradecir los hechos. La forma misma del razonamiento es típicamente deductiva. Sin embargo, el carácter problémico de las premisas hace que la conclusión de los razonamientos resulte probabilística.

En este método intervienen un conjunto de procedimientos: - La confrontación de hechos. - La revisión y formación de conceptos. - La formulación y verificación de hipótesis. - Conciliación de las hipótesis con otras proposiciones teóricas.

Sus resultados dependen de la combinación con otros métodos.

La elaboración de inferencias lógicas deductivas se fundamenta en la aceptación de que en los objetos, procesos y fenómenos existe un determinado ordenamiento, que permiten descubrir regularidades, tendencias y leyes, las cuales se adelantan en forma de hipótesis para extraer de ellas conclusiones particulares.

Histórico lógico. Es un método de la investigación teórica, mediante el cual se estudian las distintas etapas por las que atraviesa un objeto, proceso o fenómeno, en su sucesión cronológica desde su surgimiento, para conocer su evolución y desarrollo con el propósito de descubrir tendencias.

Lo histórico está relacionado con el estudio de la trayectoria real de los fenómenos y acontecimientos en el decursar de una etapa o período. Lo lógico se ocupa de investigar las leyes del funcionamiento y desarrollo del fenómeno, estudia su esencia.

Su objetivo principal consiste en descubrir el nexo de los fenómenos estudiados en el tiempo, en estudiar las transiciones de formas inferiores a las superiores. Puede ser establecida la semejanza entre procesos formalmente análogos e inferir de ello una conclusión acerca de sus tendencias. La comprensión del pasado es indispensable para entender el presente y prever el futuro.

Lo lógico y lo histórico se complementan y vinculan mutuamente. Para poder descubrir las leyes fundamentales de los fenómenos, el método lógico debe basarse en los datos

que proporciona el método histórico, de manera que no constituya un simple razonamiento especulativo. De igual forma, lo histórico no debe limitarse solo a la simple descripción de los hechos, sino también, debe descubrir la lógica objetiva del desarrollo histórico del objeto de investigación.

Por lo general se emplea en asociación con otros métodos, de modo que no solo se estudie la estructura formal o apariencia externa, sino además, se descubren las relaciones sociales, ambientales y materiales que las condicionan.

Dialéctico. Estudia el objeto revelando las relaciones entre sus componentes a partir de las leyes más generales del desarrollo de la naturaleza, la sociedad y el pensamiento.

La categoría principal de este método es la *contradicción*, que conduce al movimiento, al cambio, al desarrollo a que se encuentran sujetos todos los objetos, procesos y fenómenos, tanto naturales, como materiales y sociales.

Se fundamenta en la teoría de las contradicciones, con lo cual se explica el desarrollo a partir de cambios cuantitativos en cualitativos, los saltos a partir de la negación del momento inicial del desarrollo y la negación posterior de esta misma negación; la unidad que forma todo sistema, cuyos componentes se encuentran en constante lucha de contrarios, mediante contradicciones (antagónicas o no) que conducen a su desarrollo.

Por tanto, el método dialéctico se basa en estas leyes esenciales, en la búsqueda de los cambios cualitativos que afectan la estructura del objeto, provocando la aparición de un nuevo objeto, con propiedades, funciones, estructura y relaciones diferentes.

Modelación. La modelación consiste en sustituir el objeto de investigación por un modelo, el cual representa un reflejo ideal de la realidad y se sustenta en la lógica de la ciencia.

En determinadas ciencias son comunes los modelos físicos, cuando posee la misma naturaleza física que el objeto; o los modelos matemáticos, cuando la naturaleza es distinta a la del objeto.

La aplicación del método de la modelación está íntimamente relacionada con la necesidad de encontrar un reflejo mediatizado de la realidad objetiva. De hecho, el

modelo constituye un eslabón intermedio entre el sujeto (investigador) y el objeto de investigación. La modelación es el método mediante el cual creamos abstracciones con vistas a explicar la realidad.

El modelo debe:

- Tener una determinada correspondencia con el objeto del conocimiento.
- Ofrecer información acerca de la estructura y las relaciones que se dan en el objeto.
- Ser operativo y mucho más fácil de estudiar que el fenómeno real.
- Poder sustituir al objeto de estudio en determinadas etapas del conocimiento.

Los principales tipos de modelos son:

- El modelo icónico (reproducción a escala del objeto real).
- El modelo analógico (esquema, diagrama o representación donde se refleja la estructura de relaciones y determinadas propiedades fundamentales de la realidad).
- El modelo teórico (utiliza símbolos para designar las propiedades del sistema que se desea estudiar. Representa las características y relaciones fundamentales del objeto, proporciona explicaciones y sirve como guía para generar hipótesis teóricas).

Aunque el modelo muestra aspectos importantes para la teoría y ayuda a su comprensión, hay que tener presente que es una visión simplificada, y por tanto incompleta, de la realidad, la cual puede presentarse compleja y de difícil comprensión.

Genético. Mediante este método se identifica una parte elemental del objeto, en la cual se observan todos los componentes y relaciones del objeto, lo que se identifica como célula del mismo.

Estudiando dicha célula se pueden extraer conclusiones acerca del objeto y la misma no puede subdividirse, pues se perderían las propiedades esenciales que lo caracterizan.

El caso más típico y que da nombre al método, es la célula animal o vegetal, en las ciencias biológicas.

En las ciencias pedagógicas se concluye que es la **clase** la célula del proceso docente educativo, pues en ella se aprecian todos los componentes y relaciones generales presentes en dicho proceso.

Este método se ocupa de estudiar el desarrollo de los hechos, procesos y fenómenos en el decursar de su evolución, así como los factores que lo condicionan. Puede instrumentarse su aplicación a través de un estudio longitudinal, que se caracteriza por investigar el objeto en una muestra de sujetos, a lo largo de su evolución, en un período determinado.

El estudio transversal, no puede seguir el proceso de evolución de la célula básica de manera continuada, por lo que se limita al conocimiento sobre la dinámica de su formación y desarrollo.

El método genético se enlaza con otros métodos lógicos, de manera que aplicándolos en forma de sistema, puede alcanzarse el conocimiento de la realidad.

Sistémico. Tiene como propósito modelar el objeto mediante el estudio de sus partes componentes, así como las relaciones entre ellos. Se investiga por un lado la estructura y por otro lado su desarrollo.

Puesto que la vida se presenta en forma de sistema, la investigación debe tener también forma de sistema.

La estructura de los objetos, fenómenos y procesos que se investigan, expresa la conexión y relación recíproca entre sus partes y componentes. Estas relaciones se encuentran sujetas a leyes, que son dependientes de la naturaleza del sistema.

A pesar de que todo sistema se encuentra en constante movimiento, cambio y desarrollo, su estructura permanece en esencia invariable, hasta que ocurre un salto cualitativo, por lo que se convierte en otro distinto.

De lo anterior se desprende, que resulta tan importante estudiar cada uno de los componentes de un sistema, como su estructura.

Las funciones del sistema son el reflejo de sus relaciones y se manifiestan en el comportamiento que presenta el objeto; son las propiedades que manifiesta el sistema en sus relaciones con el medio.

Las cualidades más importantes que debe cumplir un sistema son:

- **Componentes:** Son aquellos elementos principales, cuya interacción caracteriza cualitativamente el sistema.
- **Estructura:** Es el modo de organización e interacción entre los componentes que lo integran y es consecuencia del orden que establece la jerarquía.
- **Principio de jerarquía:** Todo sistema presenta una estructura jerárquica, ya que está integrado por diferentes partes y componentes que pueden ser considerados a su vez como subsistemas. Los sistemas inferiores sirven de base a los superiores y estos a su vez subordinan y condicionan a los inferiores.
- **Relaciones funcionales:** Son de coordinación (vinculación que debe existir entre los componentes del sistema de igual grado de jerarquía) y de subordinación (relaciones entre los componentes del sistema de diferentes grados de jerarquía, donde un conjunto de elementos conforman un subsistema, que a la vez se subordina a un subsistema mayor).

1.7. Conclusiones del capítulo.

- En las fases iniciales del desarrollo de proyectos, el objetivo de la investigación es traducir la realidad y las particularidades del contexto en condicionantes y requisitos del problema, en información para proyectar.
- Aunque la metodología del Proceso de Diseño Industrial no declara el empleo de las Técnicas y Herramientas de la Metodología de la Investigación Científica, es imprescindible el uso de las mismas para la recopilación de información para el proyecto en las primeras fases del proceso.
- La fase de Problema, es el germen inicial del proceso, donde se comienza a “empatizar” con el encargo, el cliente y todas las condiciones y elementos que determinan y rodean al mismo.

- La profundidad de los análisis, garantiza la toma de decisiones adecuadas en cada caso.
- En la investigación los métodos empíricos, estadísticos y teórico son de extraordinaria importancia, ya que permiten la obtención y elaboración de los datos empíricos y el conocimiento de los hechos fundamentales que caracterizan a los fenómenos.
- Los métodos teóricos estarán en total correspondencia con el tipo de investigación de que se trate. En ocasiones se utilizan de forma combinada, como en el caso del análisis- síntesis, la inducción-deducción, lo histórico-lógico, así como la modelación y el enfoque de sistema (método sistémico).

CAPÍTULO

02

DIAGNÓSTICO DEL EMPLEO DE
MÉTODOS Y TÉCNICAS DE LA MIC
EN LA FASE PROBLEMA

En este capítulo se realiza un acercamiento al estado actual del empleo de los métodos y técnicas de la Metodologías de la Investigación Científica en la fase Problema del Proceso de Diseño Industrial que se imparte en el ISDi. El objetivo de este análisis a modo de diagnóstico es explorar cuáles pueden ser los métodos y técnicas que pueden ser incorporados a la estructura metodológica de dicha fase del proceso; el mismo se compone de dos epígrafes.

El primer epígrafe comienza con la sistematización de ejercicios docentes, para ello se seleccionan los trabajos de diploma ya que se cuenta con una mejor organización y gestión de los mismos; además, por la importancia de estos al tener un carácter de formación profesional. Estos trabajos fueron realizados durante el segundo semestre del 5to año de los últimos 5 cursos de la carrera de Diseño Industrial dentro del Plan D de la carrera, puesto que en el momento de realizarse esta investigación el Plan E cursaba por años inferiores. Conformándose así Grupo de Estudio#1: Trabajos de Diploma, para el estudio de este grupo se emplearon los métodos de Análisis-Síntesis, Inducción-Deducción y Observación estructurada, para lo que se elaboró una guía de observación.

Luego, en el segundo epígrafe del capítulo con ayuda de la Encuesta como método empírico, se les realiza un cuestionario a los profesores del Departamento de Diseño Industrial del ISDi que forman parte de la Disciplina Integradora Diseño Industrial; por estar muy familiarizados con una terminología específica de la metodología propia del Instituto, quedando el Grupo de Estudio#2 con una muestra de 16 profesores. El fin de dicho cuestionario es identificar y diagnosticar la exigencia por parte de los docentes sobre el uso de los métodos y técnicas de la MIC en los trabajos de los estudiantes. Lo que nos permitirá aunar en el estado actual de la problemática tratada en esta investigación.

Estos análisis constituyen, de conjunto con los acercamientos teóricos iniciales, la esencia teórica y práctica para la definición de los métodos y técnicas científicos que se pueden emplear en la fase Problema. El capítulo termina con las conclusiones del diagnóstico tanto teórico como práctico he indica los principales criterios a manejar en la elaboración de la propuesta.

2.1 Presencia de los Métodos y Técnicas de la Metodología de la Investigación Científica (MIC) en la Fase Problema en los Trabajos de Diploma.

Se ha definido históricamente para el ejercicio de culminación de estudios en la carrera el desarrollo de un Trabajo de Diploma. Este está concebido como un ejercicio de proyecto para la solución de un problema profesional e alguna de las esferas de actuación definidas y como particularidad tiene un mayor nivel de complejidad y así como una vinculación directa a una empresa o institución estatal. Este ejercicio es la cima de la integración de los conocimientos y habilidades que el estudiante ha adquirido a lo largo de la carrera, al que se fue aproximando paulatinamente en cada año. (Colectivo de autores ISDi, 2016)

En el proceso de solución al problema de diseño se debe aplicar de forma responsable, independiente y creativa el método aprendido de la disciplina principal integradora, así como las técnicas y herramientas de la Metodología de Investigación Científica. La solución debe tener carácter integral y deberá abordar la solución desde los elementos referidos en los campos de acción: los factores funcionales, de uso, técnicos, productivos, económicos y socioculturales, todos ellos bajo los principios de humanismo, racionalidad económica y sostenibilidad. (Colectivo de autores ISDi, 2016)

Los planteamientos anteriores evidencian y justifican la integración de la MIC (... *así como las técnicas y herramientas de la Metodología de Investigación Científica.*) en la fase Problema (*los factores funcionales, de uso, técnicos, productivos, económicos y socioculturales*).

A pesar de esto, se ha podido constatar que los estudiantes presentan insuficiencias en la aplicación de los métodos y técnicas de la investigación científica como parte intrínseca en sus proyectos de diseño, aun cuando los conocen y dominan, en teoría. (García, 2017)

Para demostrar lo anterior se gestionaron en el Centro de Información del ISDi, las tesis de los últimos 5 años (2014 - 2018), sumando un total de 140 tesis. Haciendo uso del programa Decision Analyst STATS 2.0 (*Anexo 2*) se calculó para un porcentaje de error máximo aceptable de 5% con un nivel de porcentaje estimado del 5 o 95 % y con un nivel

de confianza deseado del 95% que la muestra suficiente para el análisis debería ser de 48 tesis distribuidas durante los 5 años entre las esferas de actuación de la especialidad Diseño Industrial; por lo que se distribuyó en 16 tesis por esfera de actuación (Anexo 3). Se exceptuaron las tesis puramente investigativas, ya que el empleo de los métodos y técnicas de la MIC es inherente a este tipo de trabajos, seleccionando solo los trabajos proyectuales para comprobar la problemática planteada en esta investigación.

La guía de observación elaborada permitió comprobar, de las 48 tesis analizadas, en cuántas los estudiantes hacían un uso explícito y consciente de los métodos y técnicas de la MIC; así como, en cuántas de ellas el uso de los métodos y técnicas de la MIC era de forma implícita e inconsciente. Además de determinar cuáles eran los métodos y técnicas de la MIC más empleados por los estudiantes en la fase Problema del PDI. Todo lo anterior queda recogido en los siguientes gráficos que serán analizados.

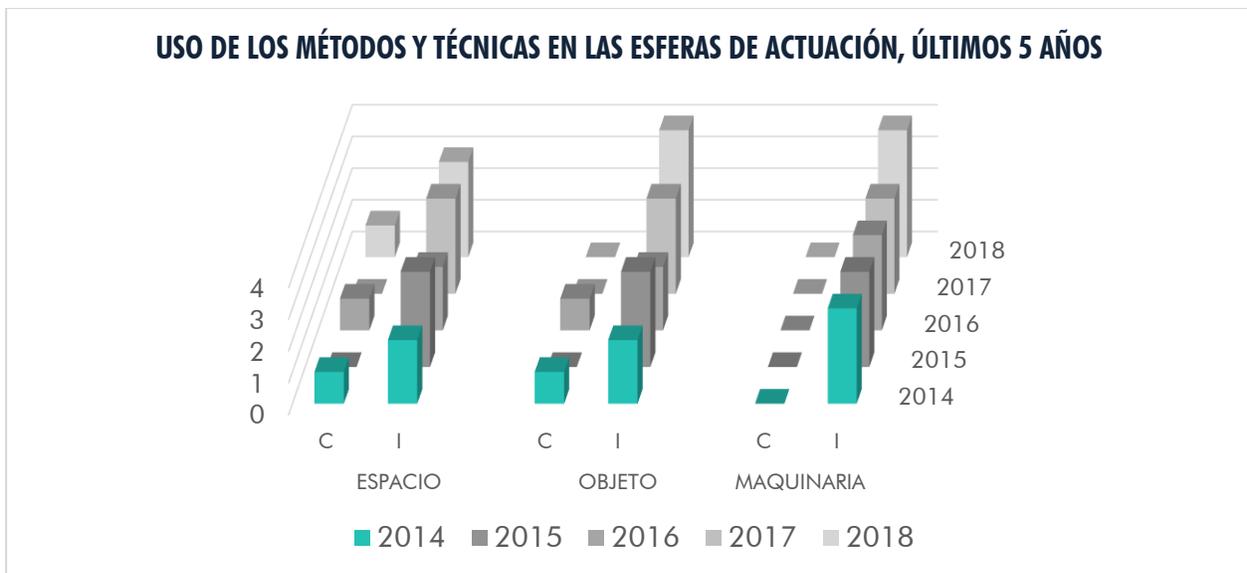


Gráfico 1. Uso de los métodos y técnicas en las Esferas de Actuación, últimos 5 años. Elaboración Propia

El gráfico 1 muestra la relación existente entre las 3 Esferas de Actuación en los últimos 5 años y el empleo de los métodos y técnicas de la MIC por los estudiantes en la fase Problema del PDI. Realizando un análisis comparativo de las barras se puede deducir que es en la Esfera Maquinaria donde los estudiantes hacen un mayor uso implícito e inconsciente de los métodos y técnicas. Otra deducción es que es en la Esfera Espacio donde se emplean mayormente de forma consciente los métodos y técnicas de la MIC.

Por otra parte la Esfera Objeto posee valores muy parecidos a los de la Esfera Espacio; sin embargo, en el año 2018 tuvo un comportamiento igual al de la Esfera Maquinaria. Esto se debe a la semejanza entre los encargos, así como los alcances y objetivos y de los proyectos.

La inestabilidad, por año, del valor para el uso explícito y consciente de los métodos y técnicas sustenta la creencia de que aún no se ha consolidado la integración de la MIC en la fase Problema del PDI.

Analizando por separado cada Esfera de Actuación se obtuvo los siguientes gráficos y resultados.

Esfera Espacio

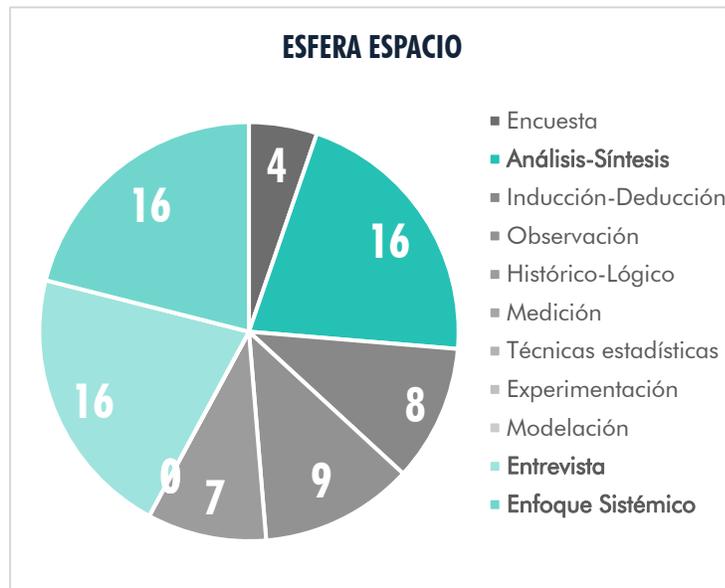


Gráfico 2. Métodos y Técnicas de la MIC empleados en la Esfera Espacio. Elaboración Propia.

El gráfico 2 contiene los datos arrojados, por la guía de observación, sobre el empleo de los métodos y técnicas de la MIC para la Esfera Espacio en las tesis analizadas; del mismo se plantea que en las 16 tesis observadas los métodos Análisis – Síntesis, Entrevista y Enfoque sistémico son los más empleados por los estudiantes para un 100% de las tesis. Alegando que al ser el tema de tesis un Encargo de Diseño real

pues el encuentro con el cliente es esencial durante todo el proceso intercambiando toda información requerida para la comprensión del proyecto, de ahí el uso de la Entrevista. Al ser la Esfera Espacios la que mejor pauta y define el análisis de las variables o subproblemas del proyecto es el Enfoque sistémico el método que más se adecua a este análisis. Lo mismo sucede con al Análisis – Síntesis.

El uso de la Observación representa el 56% del total de los métodos y técnicas y la Inducción – Deducción el 50%. Quedando el resto de los métodos y técnicas prácticamente inutilizados por los estudiantes. Cabe recalcar que el empleo de dichos métodos y técnicas representa un 81% de las 16 tesis analizadas para un uso inconsciente e implícito de los mismos.

Esfera Objeto



Gráfico 3. Métodos y Técnicas de la MIC empleados en la Esfera Objeto.
 Elaboración Propia.

Para determinar los métodos y técnicas de la MIC más empleados en la fase Problema del PDI, en la Esfera Objeto se realizó el gráfico 3. De este podemos plantear que, a partir, de las características de esta esfera los métodos más empleados para un 100% son el Análisis – Síntesis y la Entrevista; por el mismo motivo antes explicado en la Esfera Espacio referida al origen del encargo. Otro método más empleado es la Observación

para un 81%, pues al manejarse productos con una menor escala a la del ser humano la visualización, manipulación y estudio de los mismos se facilita con el empleo de la observación. La realización de mediciones es más posible y tangible en esta esfera para un pequeño 13%, aun así muestra el interés de algunos alumnos porque su solución proyectual sea cada vez más cercana a satisfacer la necesidad del encargo.

Esfera Maquinaria

El gráfico 4 muestra el empleo de los métodos y técnicas de la MIC en la fase Problema del PDI en la esfera Maquinaria. Una vez realizado y analizado el mismo se puede determinar que a pesar de que en el 100% de las tesis analizadas en esta esfera no se

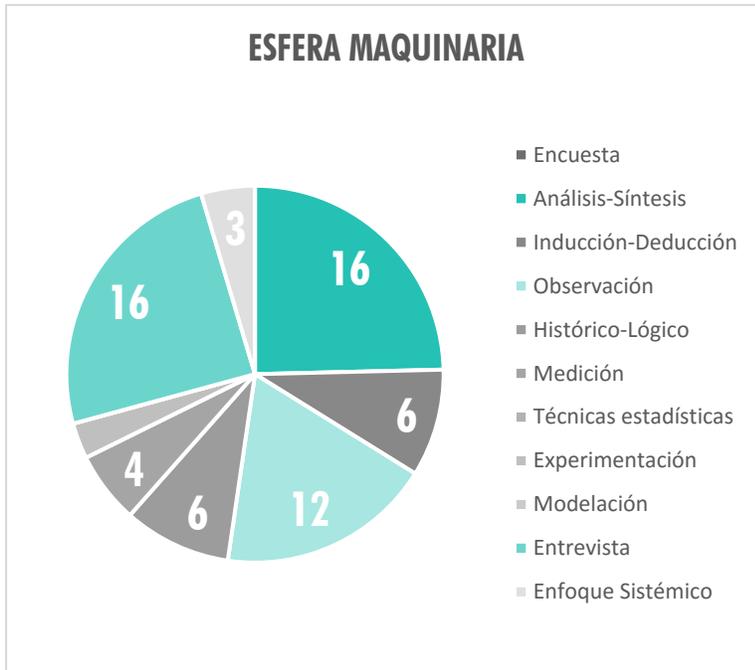


Gráfico 4. Métodos y Técnicas de la MIC empleados en la Esfera Maquinaria. Elaboración Propia.

declara uso alguno de forma explícita y consciente de dichos métodos y técnicas; son los métodos Entrevista, Análisis – Síntesis (ambos con un 100% de uso) y la Observación con un 75% de uso, los más empleados por los estudiantes. Esto se debe a la similitud entre la esfera Maquinaria y la Esfera Objeto, planteamiento que es resultados de la investigación de pregrado de la autora. (Aguirre Batista, 2017)

2.1.1 Conclusiones del Análisis de los Trabajos de Diploma por Esferas de Actuación en los últimos 5 años.

Al ser todos los proyectos encargos de diseño reales, que devienen de un cliente real, a pesar de no declararlo todos los diplomantes hacen empleo del método Entrevista.

La Esfera Espacios se caracteriza por el empleo del Enfoque Sistémico, ya que su análisis parte de la solución de variables.

Los proyectos de la Esfera Maquinaria responden a encargos provenientes de las FAR por lo que su problema bien definido y condicionado no da paso al empleo de muchos métodos y técnicas de la MIC.

A partir de las características de la Esfera Objeto, son la Observación (a referentes) y la Encuesta (a usuarios) los método y técnicas más empleados.

2.2 Empleo de los Métodos y Técnicas de la Metodología de la Investigación Científica (MIC) en la Fase Problema por los docentes de diseño industrial.

Como generalidad, la falta de rigor y de sistematización para realizar investigaciones cualitativas, permite que el aspecto intuitivo se apodere de los análisis y por lo tanto entorpezca el rigor metodológico. En muchas ocasiones los estudiantes piensan que son el usuario de su proyecto y hacen todo el planteamiento a partir de sus propias experiencias, sin identificar el verdadero problema de la realidad, lo que incide directamente en las decisiones que toman. (García, 2017)

Son precisamente los docentes los principales encargados de inculcar y desarrollar en el estudiante habilidades investigativas en sus proyectos. Sin embargo, una encuesta realizada a los docentes del Departamento Industrial del ISDi, pudo demostrar que aún existen incongruencias entre los mismos en cuanto al tema, así como insatisfacciones referidas a la integración de ambas asignaturas (MIC y Diseño Industrial); además, a la ubicación en el plan de estudios de las mismas en los distintos años académicos.

Para aplicar la encuesta se seleccionó de la Plantilla de Trabajadores del Departamento de Diseño Industrial sólo aquellos que eran plantilla fija e impartían la asignatura Diseño Industrial, resultando una muestra de un total de 20 docentes. Al igual que para el análisis de los trabajos de diploma se empleó el programa Decision Analyst STATS 2.0 para calcular que para un porcentaje de error máximo aceptable de 5% con un nivel de confianza estimado del 5 o 95 % y con un nivel de confianza deseado del 95% que la muestra suficiente para el análisis debería ser de 16 profesores. (Anexo 4)

Al aplicar la encuesta (Anexo 5) y procesar la información arrojada por la misma, se obtuvo que:

El 100% de los docentes encuestados conoce cuáles son los métodos y técnicas de la MIC.

A la pregunta referida a Cuál(es) es(son) la(s) fase(s) que considera pertinente para emplear los métodos y técnicas de la Metodología de la Investigación Científica; 4 de los encuestados consideran que los métodos y técnicas pueden ser empleados en todas las fases del PDI y 2 de los encuestados no respondieron la pregunta. De los 10 docentes

que respondieron a la pregunta un 81% considera que estos métodos y técnicas de la MIC deben emplearse en la fase Problema, quedando así también demostrada la pertinencia y coherencia del tema de esta investigación con la fase del PDI seleccionada.

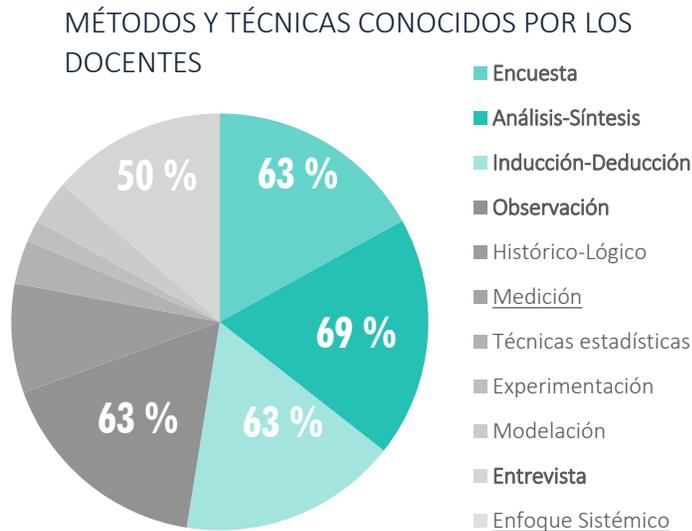


Gráfico 5. Métodos y Técnicas de la MIC más conocidos por los docentes de Diseño Industrial. Elaboración Propia.

En el gráfico 5 se muestran los métodos y técnicas de la MIC más conocidos por los docentes. Siendo el método Análisis – Síntesis el más mencionado y alcanzando valores similares la Encuesta, Inducción – Deducción y la Observación. Sin embargo, a pesar de que todos estos docentes han sido tutores de tesis sólo el 50% de ellos hace mención a la Entrevista.

Otra de las preguntas del cuestionario consistió en saber cuáles de estos métodos y técnicas consideraban que se debían emplear en la fase Problema para la recopilación de información, el gráfico 6 muestra los resultados.

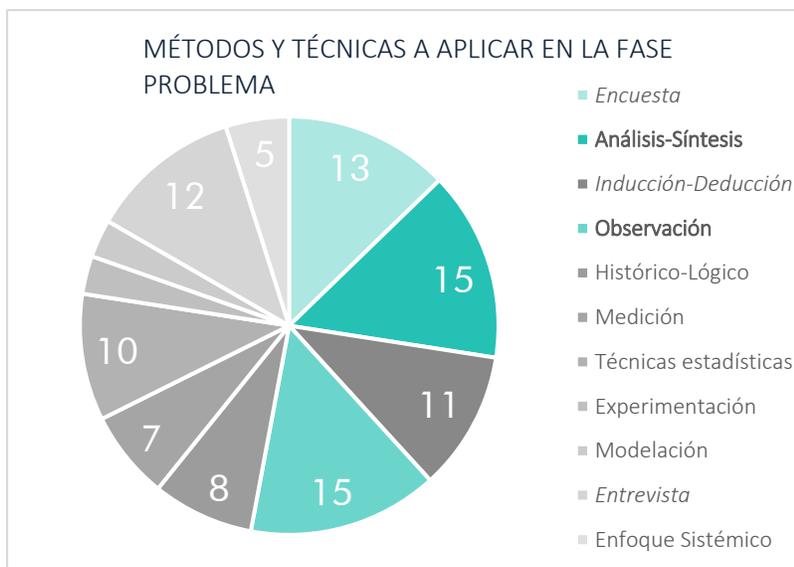


Gráfico 6. Métodos y Técnicas de la MIC que se deben aplicar en la Fase Problema. Elaboración Propia.

Con un 94% de criterio, los docentes, consideran que son los métodos Análisis – Síntesis y la Observación ya sea estructurada o no, los que mayor empleo deben tener en la fase analizada; siguiéndoles la Encuesta con un 85% y la Modelación con un 75%. Quedando una vez más la Entrevista y el

Enfoque sistémico, etc., descendidos en importancia.

Sólo el 50% de los encuestados manifiestan que exigen en sus clases el uso de los métodos y técnicas de la MIC, lo que demuestra la falta de rigor existente en el tema, quedando el uso de los mismos como algo no sustancial y de libre consideración para el proyecto. Lo anterior también se manifiesta en las respuestas a la pregunta de que si forma parte de la orientación escrita de los ejercicios docentes la aplicación de estos métodos y técnicas de la Metodología de la Investigación Científica en el proyecto; a la que el 75% de los docentes respondieron negativamente. Por lo que si no es exigencia desde la docencia el empleo de estos métodos y técnicas, es de esperar que los estudiantes no los apliquen en sus proyectos, llegando a soluciones “vacías” y sin fundamentación.

Por otra parte el 56 % de los docentes encuestados refieren que los estudiantes hacen alusión al uso de algún método y técnica de la MIC en sus trabajos por propia iniciativa, los que se muestran en el gráfico 7.

La gráfica permite percibir que el 81% de los encuestados refiere que los métodos y



proyectos. Elaboración Propia.

técnicas más empleados por los estudiantes son el Análisis – Síntesis y la Observación, coincidiendo estos de forma similar con los resultados arrojados en el gráfico 6. Luego se encuentran con mayor uso la Encuesta y la Entrevista, esto se debe a las necesidades que detectan los estudiantes de buscar información para sus

proyectos y debido a la poca experiencia de los mismos, les es imprescindible consultar con especialistas o clientes del proyecto, quienes muchas veces son los mismos docentes debido a la dinámica de los ejercicios proyectuales docentes.

Otro resultado de las encuestas es que a pesar de todas las incongruencias que aún existen en el tema el 100% de los docentes que imparten Diseño Industrial consideran útil el empleo de los métodos y técnicas de la MIC en la fase Problema. Sólo el 69% considera evidente la integración de los contenidos de la MIC en el PDI.

2.2.1 Conclusiones del Análisis de las Encuestas a los docentes que imparten Diseño Industrial en el ISDi.

A pesar que todos los encuestados conocen los métodos y técnicas de la MIC, los docentes con más años de experiencia poseen más conocimiento sobre el tema que los adiestrados.

Los métodos y técnicas de la MIC más conocidos por el claustro son la Encuesta, el Análisis – Síntesis, Inducción – Deducción, la Entrevista y la Observación.

A pesar de que el 50% de los docentes exige en sus clases el empleo de los métodos y técnicas de la MIC, estos no forman parte de la orientación de los ejercicios docentes, quedando el empleo de estos en un plano de sugerencia.

A pesar de que el 100% de los docentes de diseño encuestados consideran útil el empleo de los métodos y técnicas de la MIC en el PDI, aún no se evidencia en su totalidad la integración de ambos contenidos.

Una vez obtenidos estos resultados y determinando el uso los métodos y técnicas de la MIC que más emplean los estudiantes y docentes en los trabajos de diseño; se puede realizar la propuesta del Modelo para el empleo de los Métodos y Técnicas de la MIC en la fase Problema del PDI.

CAPÍTULO

03

PROPUESTA Y VALIDACIÓN
DEL MODELO

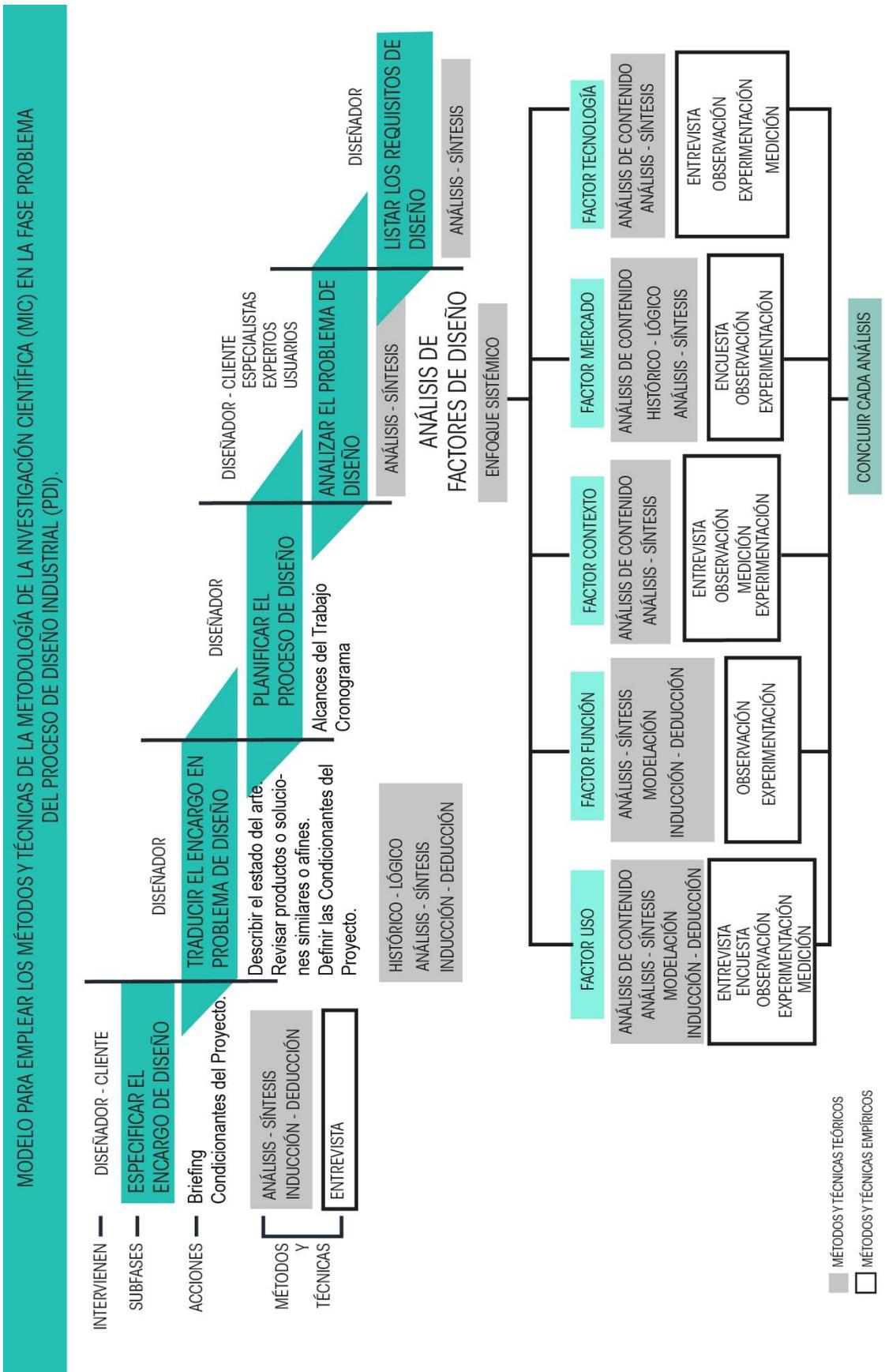


Ilustración 1. Modelo para el empleo de los Métodos y Técnicas de la MIC en la Fase Problema del PDI. Elaboración propia.

2.1 Modelo para emplear los Métodos y Técnicas de la MIC en la fase Problema del Proceso de Diseño Industrial (PDI)

Al estructurar el modelo para emplear los Métodos y Técnicas de la Metodología de la Investigación Científica (MIC) en la fase Problema del Proceso de Diseño Industrial (PDI), que se imparte actualmente en el ISDi, se partió de la estructura de dicha fase, descrita en capítulos anteriores, así como de las conclusiones parciales de los análisis teóricos como punto de conexión, contrastadas con los criterios emitidos por los docentes encuestados y los resultados obtenidos en la revisión de los trabajos de diploma de diseño industrial de los últimos 5 años en el instituto.

El modelo para emplear los Métodos y Técnicas de la Metodología de la Investigación Científica (MIC) en la fase Problema del Proceso de Diseño Industrial (PDI) constituye un **modelo conceptual** que puede entenderse como un mapa de conceptos y sus relaciones. Siendo el mapa conceptual una técnica usada para la representación gráfica del conocimiento que constituye una red de conceptos donde los nodos representan los conceptos, y los enlaces representan las relaciones entre los conceptos. (López Forniés, 2014)

Podríamos definir **modelo** en Diseño Industrial como la representación construida de manera explícita o implícita de una unidad a la que el modelo sustituye para facilitar su explicación y reproducción (Marti Font, 1999.) *y en ocasiones como la aplicación de un protocolo o pauta de actuación.* El modelo de diseño es la representación del proceso que desarrolla el diseñador en su actividad. Estos se pueden enmarcar dentro del campo de la «investigación en diseño», cuyo objetivo es establecer nuevas formas que potencien la eficiencia en el diseño. La capacidad de proyectar una idea y hacerla tangible ha hecho que el modelo sea una herramienta indispensable de planificación, por otra parte, su valor didáctico y comunicativo hace que sea un medio muy efectivo de enseñanza y explicación de conceptos. (López Forniés, 2014)

Es necesario hacer la aclaración en la definición de este término (modelo), ya que en ocasiones, se malinterpreta y se utiliza erróneamente. Además existen términos como *recomendaciones* y *consideraciones* que por su significado o poca rigurosidad en sus acciones, encaminando el proceso a consejos, valoraciones, sugerencias o reflexiones

dándole a las soluciones un carácter sin basamento científico y de libre “capricho”; contraponen la idea de aplicar un nuevo conocimiento como una *pauta de actuación* que potencie y garantice la eficiencia en el diseño brindando soluciones más completas y fundamentadas.

2.2 Descripción del Modelo para emplear los Métodos y Técnicas de la MIC en la Fase Problema del Proceso de Diseño Industrial (PDI)

2.2.1 Especificar el Encargo de Diseño



El Encargo constituye la primera información que debe entregar el cliente sobre el proyecto solicitado; la cual debe contener aspectos básicos y primordiales para satisfacer las necesidades del solicitante. Dicha información puede estar contenida en lo que se denomina “Briefing” cuyo significado es el de “carta, informe o instructivo” que se realiza antes del comienzo del proyecto; este puede ser tanto formal como informal.

Ilustración 2. Subfase 1 de la Fase Problema

El Briefing formal es un documento escrito que se entrega al diseñador, junto con el material de referencia, y que detalla un conjunto claro de objetivos que debe cumplir el diseño. Dichos objetivos pueden estar vinculados a aspiraciones creativas, valores estéticos, el desarrollo de la marca o criterios más tangibles. Por otra parte el Briefing informal (que constituye el más común de los casos) no es mucho más que una conversación rápida o una llamada. En tales casos, es importante que el diseñador tome notas y haga preguntas para comprender mejor lo que se pide y porqué. También es una buena práctica complementar esta conversación informal con una carta o correo electrónico, para confirmar con el cliente las instrucciones y formalizar y consolidar los objetivos del proyecto. Este tipo de Briefing muestra el grado de entusiasmo del cliente y durante la primera conversación a veces se generan ideas creativas. (Ambrose, 2009)

Partiendo de las acciones anteriores podemos plantear que los métodos y técnicas de la investigación científica predominantes para la recopilación de dicha información contenida en el Briefing son:

2.2.1.1 Entrevistas.

Se define como una reunión para conversar e intercambiar información entre una persona (el entrevistador) y otra (el entrevistado) u otras (entrevistados). En la entrevista, a través de las preguntas y respuestas se logra una comunicación y la construcción conjunta de significados respecto a un tema. Las primeras entrevistas son abiertas y de tipo “piloto”, y van estructurándose conforme avanza el trabajo de campo. Regularmente el propio investigador (en este caso el diseñador) conduce las entrevistas. (Hernández Sampieri, Metodología de la Investigación, 2016)

Estas generalmente se le realizan al mismo cliente y en su lugar a los expertos y especialistas vinculados al proyecto solicitado. Es recomendable cuando se desea profundizar en algunos aspectos específicos del tema que se investiga. La información que se recopile estará determinada por el nivel de experiencia que tenga el diseñador sobre el tipo de proyecto que se vaya a realizar. Pues preguntas como objetivos, condicionantes (qué puede hacerse y qué no), en qué período de tiempo se desarrollará, qué se hará, para quién, dónde se usará, cuándo, con qué tecnología, con qué presupuesto, etc.; guiarán al diseñador o al equipo de diseño a brindar una solución óptima. Por lo que es importante que esta entrevista sea planificada y estructurada con antelación para no obviar información privilegiada. (Anexo 6)

2.2.1.2 Observación estructurada y no estructurada.

Al encontrarse esta en la base misma de todos los demás procedimientos empíricos y en varios de los teóricos, y constituye la forma más elemental de obtención del información. Cualquiera que sea el tipo de observación utilizada debe tenerse siempre una guía de observación, que permita cumplir los requisitos que se plantean para que una observación sea verdaderamente científica. (Dorta Baños & Díaz Duque, 2015)

En el primer encuentro con el cliente el diseñador puede hacer uso de este método empírico para diagnosticar o explorar el fenómeno a estudiar; además de acercarse a la empresa, conocer sus trabajadores, los talleres (en caso de contar con ellos) y recursos con que cuenta el cliente.

Este método de recolección de datos consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables, a través de un conjunto de categorías y subcategorías. Útil, por ejemplo, para analizar la aceptación-rechazo de un producto en el mercado, el comportamiento de personas con capacidades mentales distintas, la adaptación de operarios a una nueva maquinaria, etc. (Haynes, 1978) menciona que es el método más utilizado por quienes se orientan conductualmente. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, Metodología de la Investigación, 2014)

2.2.1.3 Análisis – Síntesis

Cuando el Encargo de Diseño se ha adquirido de manera informal el método científico teórico que permite acotar y definir el mismo es el Análisis – Síntesis. Puesto que el análisis es la operación intelectual que posibilita descomponer mentalmente todo el contenido o problemática de diseño en todas sus partes y cualidades. Permitiendo estudiar el comportamiento de cada una de ellas, así como definir los elementos y aspectos que ejercen una influencia decisiva en las otras partes del mismo. Esta descomposición de la problemática, permite delimitar lo esencial de lo que no lo es.

Por otra parte la síntesis es la operación inversa, que establece mentalmente la unión o combinación de las partes previamente analizadas y posibilita descubrir relaciones y características generadas entre los componentes de la problemática de diseño.

Ambos procedimientos, análisis y síntesis, constituyen una unidad indisolublemente ligada, constituyen procesos lógicos que se condicionan recíprocamente.

Para alcanzar el conocimiento completo del todo es necesario tanto conocer sus partes, como sus relaciones mutuas. Sin embargo, el todo posee propiedades que no posee ninguna de sus partes; es algo más que la suma de las partes y sus relaciones, pero sin

el conocimiento de las partes nunca será posible en la práctica alcanzar el conocimiento de ese todo.

2.2.1.4 Inducción - Deducción.

En ocasiones el cliente no está consciente parcialmente (o sea, tiene muchas ideas) de lo que realmente necesita, siendo incapaz de concretar el encargo en sí. Es entonces cuando el diseñador debe hacer uso del método Inducción – Deducción.

Siendo *la inducción y la deducción* dos métodos teóricos de fundamental importancia para la investigación y que la *inducción* la podemos definir como una forma de razonamiento que pasa el conocimiento de casos particulares a un conocimiento general, reflejando lo que hay de común en los fenómenos individuales; y que por otro lado la *deducción* es una forma de razonamiento, mediante la cual se pasa conocimiento general a otro de menor nivel de generalidad.

Podemos plantear que este método el diseñador podría hacerlo de forma inversa; deducir a partir de los distintos puntos y elementos que le brinda el cliente la problemática general para definirla y nuevamente dividirla en partes concretas en fases posteriores del análisis.

Como se puede apreciar los métodos y técnicas de investigación no van desligadas unas de otras. Constituye el uso de ellos un proceso complejo de integración mental.

2.2.2 Traducir el Encargo en Problema de Diseño

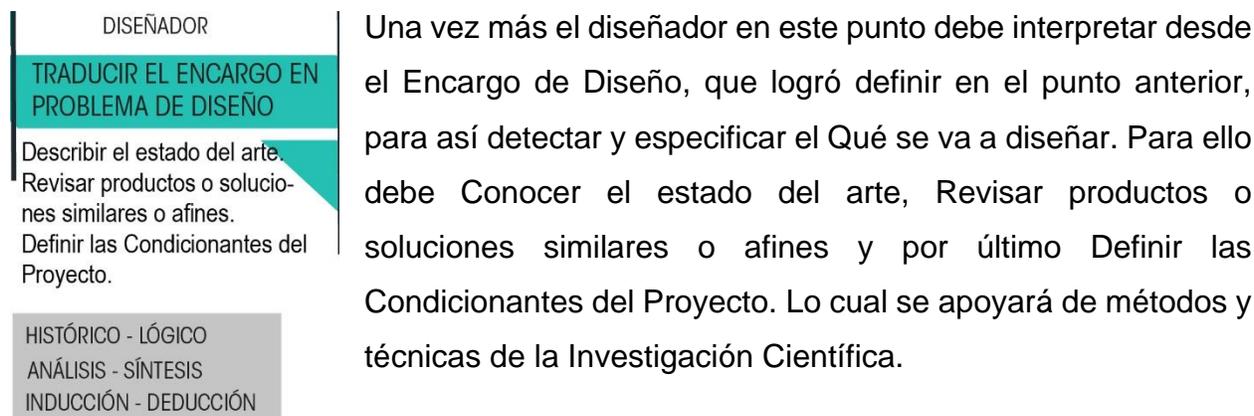


Ilustración 3. Subfase 2 de la Fase Problema

2.2.2.1 Histórico - Lógico.

Este método teórico le permitirá al diseñador Conocer el estado del arte. Pues permite estudiar la trayectoria real del producto que se va analizar y los cambios o procesos por los que ha atravesado en el decursar de su historia. El método lógico y el histórico no están divorciados entre sí, sino que por el contrario se complementan y están íntimamente vinculados.

El método lógico para poder descubrir las características fundamentales de los productos o procesos, debe basarse en los datos que le proporciona el método histórico, de manera que no constituya un simple razonamiento especulativo. Por lo que el método lógico podría ayudar al diseñador a investiga los parámetros generales del funcionamiento y desarrollo de los productos. Lo lógico no repite lo histórico en todos sus detalles, sino que reproduce en el plano teórico lo más importante del producto, lo que constituye su esencia.

Todo esto guía al diseñador para elaborar una breve introducción, en la cual señala las más significativas investigaciones previas realizadas sobre el producto o tipo de proyecto que se está diseñando, la importancia de la continuación de los estudios evolutivos para mejorar el producto a partir del impacto que hayan tenido sus similares en el mercado y la situación problemática que se aborda en el trabajo. Es un breve recuento de lo investigado hasta la fecha y señala el límite de lo desconocido, dejando claro si el encargo implica un rediseño o el diseño de un nuevo producto, así como las Condicionantes del Proyecto.

2.2.2.2 Análisis – Síntesis.

Revisar productos o soluciones similares o afines es una de las acciones que se realizan en este punto, para ello no sólo se apoya el diseñador del método antes descrito sino que también hace uso de análisis a productos y luego llega a conclusiones.

El análisis se produce mediante la síntesis: el análisis de los elementos que componen a la situación problemática se realiza relacionando estos elementos entre sí y vinculándolos con el problema como un todo. A su vez, la síntesis se produce sobre la base de los resultados dados previamente por el análisis.

En el estudio de similares el diseñador debe separar los elementos que componen al producto similar o sistema de producto, sus características tanto físicas como funcionales, para así analizar cada una de ellas y su comportamiento e interacciones. Con ayuda del proceso de síntesis podrá determinar particularidades, similitudes y/o contrastes, pero sobre todo llegará a conclusiones para el desarrollo y conducción del proyecto de diseño.

2.2.2.3 Inducción – Deducción.

En caso de que el proyecto de diseño demande de Condicionantes (elementos invariantes en el proyecto) es importante que luego de todo el análisis previo y los resultados que arroje la recopilación de información anterior que haya realizado el diseñador; se pauten estos elementos que no son más que los aspectos prioritarios e inalterables definidos para el proyecto. Siempre y cuando estos se concilien con el cliente.

2.2.3 Planificar el Proceso de Diseño

Definir tiempos, momentos de las entregas parciales, administración de los recursos son algunas acciones que se desarrollan en esta fase.

2.2.4 Analizar el Problema de Diseño



Ilustración 4. Subfase 4 de la Fase Problema

Analizar el Problema de Diseño se realiza a partir del estudio de los Factores de Diseño, pero antes es necesario retomar la Estrategia de Diseño que se haya pautado para el proyecto. Pues esta puede estar vinculada a un Factor de Diseño o a la combinación de varios; aunque, por lo general, ocurre la ponderación de uno; donde cada factor analizado debe responder a la Estrategia pautada. Esto garantiza que al finalizar la fase de Problema, todas las decisiones tomadas, sean consecuentes con lo planteado en la Estrategia.

En este punto es importante, además de que facilita el trabajo y comprensión del Problema de Diseño, la descomposición del Problema en sub-problemas. Es por ello que

el diseñador hace uso de métodos científicos como el **Análisis – Síntesis** descomponiendo el todo en partes y luego estudiando cada una de estas para luego volver a establecer el todo llegando a comprender sus características y definiendo requisitos o condicionantes para el proyecto.

2.2.5 Análisis de los Factores de Diseño

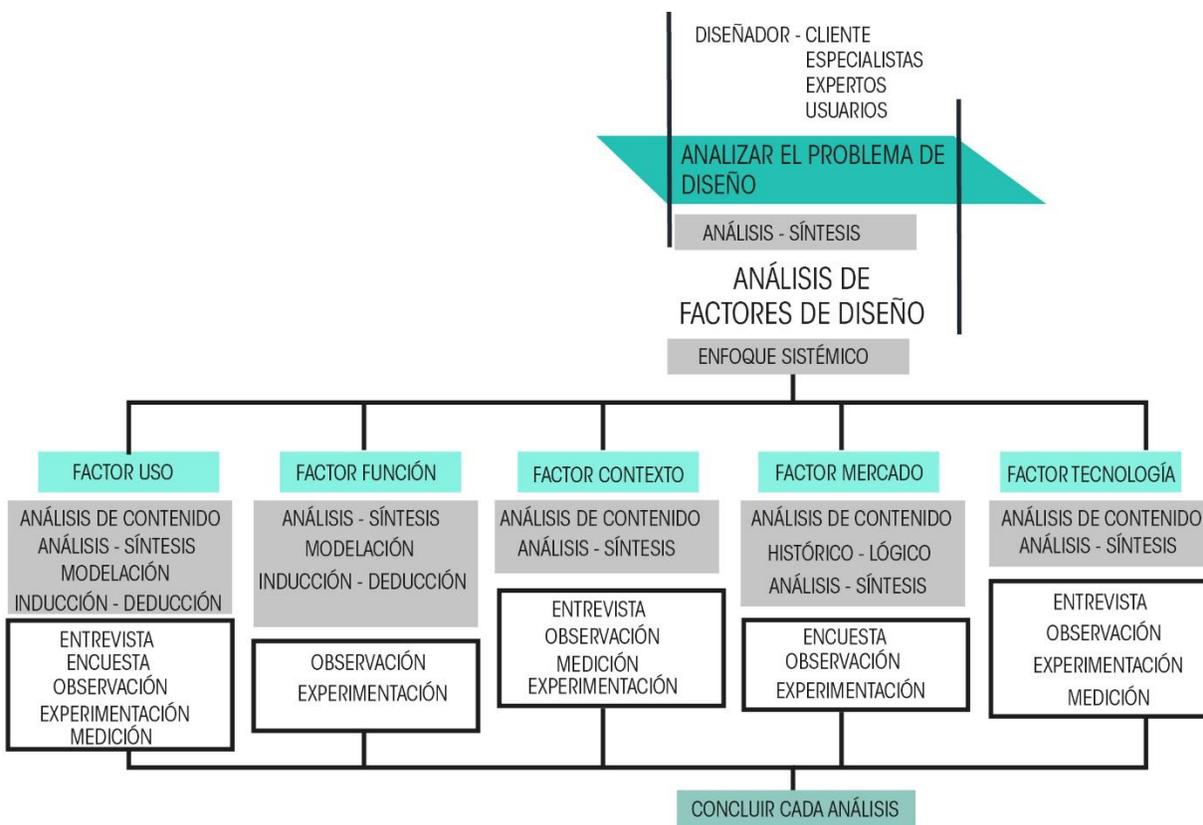


Ilustración 5. Análisis de Factores de Diseño. Fase Problema

Los factores de diseño nos permiten estructurar y guiar el proceso de análisis, nos garantizan barrer todos los elementos necesarios para el diseño de un producto.

El análisis de los mismos se realiza de manera jerarquizada según el Enunciado del Problema y la Estrategia de Diseño, además de identificar los aspectos de cada Factor que se necesitan analizar según el Enunciado del Problema y la Estrategia de Diseño; puesto que cada proyecto es distinto y tiene diferentes demandas y necesidades, y planificar la forma en que se recogerán y procesarán los mismos.

Partiendo de que la Estrategia de Diseño del proyecto está vinculada a un Factor de Diseño o a la combinación de varios, es el **Enfoque sistémico** el método de investigación científico que construye todo este el proceso de análisis. Para ello tendríamos que apreciar el conjunto de Factores de Diseño como un sistema para comprender las relaciones entre ello; donde se investiga por un lado la estructura y por otro lado su desarrollo.

La estructura de los Factores que se investigan expresa la conexión y relación recíproca entre sus partes y componentes, donde un Factor de Diseño puede (o no) incidir o condicionar a otro Factor.

Todo sistema presenta una estructura jerárquica, ya que está integrado por diferentes partes y componentes que pueden ser considerados a su vez como subsistemas. (Dorta Baños & Díaz Duque, 2015) Es precisamente la Estrategia de Diseño (como se mencionó anteriormente) quien pauta esta jerarquía.

2.2.5.1 Factor Uso

Constituye la materialización del consumo del producto, el acto de apropiación, la utilización e interacción del hombre (usuario) con el mensaje-producto para satisfacer sus necesidades. Contiene y estudia las acciones humanas que implementan, dirigen y/o controlan las funciones del producto. (Colectivo 2do año Diseño Industrial, 2019)

Para la recopilación de toda esa información el diseñador debe realizar toda una gestión bibliográfica sobre el tipo de usuario al que va destinado el producto o el sistema de productos. Para ello se auxilia del método de investigación científico **Análisis de Contenido** realizando un estudio exhaustivo de la bibliografía especializada ya sea desde la psicología y/o la ergonomía, entre otras especialidades que pueden intervenir en la problemática del proyecto para así describir y caracterizar al usuario. El análisis de dicho contenido va ligado de métodos como el **Análisis – Síntesis** y la **Inducción - Deducción** con el objetivo de establecer particularidades, comparaciones, generalidades y así arribar a conclusiones. Utilizando la **Observación** en sus dos variantes, apoyándose de las guías de observación, puede percibir y describir cómo el usuario interactúa con el producto para detectar su comportamiento y cómo el producto

responde a este, revelando los defectos y perfecciones de este último para satisfacer las necesidades del usuario. Así podrá comprender procesos, vinculaciones entre personas y sus situaciones, experiencias o circunstancias, los eventos que suceden al paso del tiempo y los patrones que se desarrollan. Con este método, teniendo acceso al producto en el caso de que el encargo sea un rediseño del mismo o sus similares para diseñar un nuevo producto, también puede comprobar las adecuaciones ergonómicas de este al usuario tanto fisiológicas, biomecánicas, antropométricas, cognitiva, anatómica y emocional. Por otra parte con el objetivo de conocer las opiniones, recomendaciones, frustraciones, insatisfacciones o satisfacciones, así como los gustos y preferencias del usuario con respecto al producto el diseñador puede aplicar tanto **Entrevistas** como **Encuestas** para recoger esa información. En el caso de las Encuestas estas constituyen un método más rápido y masivo para recoger la información, en aras de obtener un mayor número de respuestas en un menor plazo, de esta forma se gana tiempo para el proyecto. La Entrevista le permite al diseñador un acercamiento directo tanto al usuario como a especialistas de las disciplinas con que interactúa el proyecto y otros involucrados; pudiendo observar el comportamiento de estos y describirlo, así como profundizar en las dudas que vayan surgiendo en el proceso. También puede realizar ejercicios prácticos auxiliándose de los métodos de investigación **Medición** y **Experimentación**, comprobando las dimensiones del usuario, así como apreciar en los experimentos la interacción usuario-producto.

2.2.5.2 Factor Tecnología

Este factor está relacionado con la fabricación, elaboración y materialización del producto. Estudia el conjunto de procesos productivos, la organización de la producción, los métodos de fabricación, la disponibilidad tecnológica así como los recursos humanos y materiales. (Colectivo 2do año Diseño Industrial, 2019)

Al igual que en el Factor Uso el diseñador emplea métodos y técnicas de investigación para obtener respuestas y planteamientos que le ayuden a diseñar el producto en las siguientes fases del proceso. Entre estos métodos y técnicas encontramos el empleo de la **Observación** cuando el diseñador realiza un acercamiento a talleres de producción, los materiales con que se trabaja para la elaboración del producto y cuáles nuevos

pueden ser usados. Además de investigar las rutas tecnológicas, las maquinarias, acabados superficiales, en fin todos los recursos que intervienen en la producción del producto. Para ello también realiza **Entrevistas** tanto al cliente y expertos en el tema del proyecto, como a los obreros calificados para ello; así puede adentrarse a los procesos productivos lo que le permite crear soluciones fieles a la realidad tecnológica del contexto de producción y sobre todo productos posibles de realizar. Esta información el diseñador la contrasta con investigaciones que realiza en el plano bibliográfico con ayuda de los métodos investigativos **Análisis de Contenido** y **Análisis – Síntesis** de la misma forma que se ha explicado en puntos anteriores. También puede realizar ejercicios prácticos auxiliándose de los métodos de investigación **Medición** y **Experimentación**, comprobando la resistencia, factibilidad, durabilidad, maleabilidad y eficacia de los materiales. En numerosas ocasiones para estudiar el producto en toda su magnitud, no resultan suficientes las descripciones cualitativas y comparativas que derivan de la observación, sino que se requiere de la determinación de magnitudes en forma cuantitativa por lo que es imprescindible el empleo del método empírico denominado Medición. (Dorta Baños & Díaz Duque, 2015) Por otra parte la Experimentación constituye el método más importante y complejo de una investigación empírica, pues por lo general incluye a la observación y a la medición que se utilizan como procedimientos auxiliares, incorporándoles nuevos elementos. Los diseños experimentales se relacionan con la realización de experimentos en los que el investigador construye “deliberadamente” una situación a la que son expuestos varios objetos. Esta situación consiste en recibir un tratamiento, condición o estímulo bajo determinadas circunstancias para después analizar los efectos de la exposición o aplicación de dicho tratamiento o condición. Por decirlo de otra forma, en un experimento se “construye” una realidad. (Dorta Baños & Díaz Duque, 2015) De esta forma el diseñador puede someter al producto a pruebas experimentales y descubrir todo lo que influye en el mismo.

2.2.5.3 Factor Función

El factor Función está relacionado con la finalidad útil, para lo que sirve el producto, su cometido, servicio que presta, acciones que desarrollan para contribuir a la satisfacción de las necesidades humanas. Incorpora a la forma como un portador de función más y no como un elemento aislado. (Colectivo 2do año Diseño Industrial, 2019)

Este factor está muy vinculado al Factor Uso, pues el diseñador empleando el método de la **Observación** también puede estudiar las funciones que cubre el producto a partir de la contemplación de interacción usuario – producto; así puede inventariar, caracterizar y jerarquizar estas funciones. La determinación de las funciones prácticas y comunicativas del producto puede obtenerse a partir de la utilización de los métodos de investigación **Análisis – Síntesis e Inducción – Deducción**. Pues como se ha planteado anteriormente, estos métodos permiten la elaboración de listados de elementos jerárquicos, particulares y generales. Por ejemplo, al definir la Función Básica, que podemos decir que es la general ya que contiene la finalidad útil del producto, se descomponen las demás funciones; esta descomposición es posible gracias a los métodos antes mencionados. Al igual que en el Factor Tecnología, la **Experimentación** juega un papel importante en el análisis de este factor, ya que el diseñador puede evaluar los distintos principios de funcionamiento y los portadores funcionales que le pueden brindar una solución funcional óptima para el proyecto; a partir de pruebas y registro de resultados. Con apoyo del método **Modelación** y en específico de modelos icónicos puede mostrar los portadores funcionales que le pueden ser útiles en fases posteriores del PDI para la resolución de problemas.

2.2.5.4 Factor Mercado

Este factor comprende la circulación del producto, asociada al mercado y al funcionamiento social del hombre, a la manera en que el mensaje, el producto o espacio llega a manos del hombre, donde se materializa el valor de cambio y la promesa de utilidad del producto; su inserción en el mercado. Constituye el ambiente social que propicia las condiciones para los acuerdos, transacciones o el intercambio de bienes y servicios. Engloba: oferta, demanda, competencia, leyes, logística y regulaciones de un mercado determinado. (Colectivo 2do año Diseño Industrial, 2019)

Para conocer los productos competidores, sus precios, prestaciones, formas de venta, de transportación y almacenaje, el diseñador debe auxiliarse de métodos y técnicas investigativas como la **Observación** para determinar quiénes son todos los consumidores o compradores actuales y potenciales de un determinado producto. Además de detectar nuevos nichos de mercado, donde se podría insertar el producto

diseñado. Por otro lado el diseñador auxiliándose de las **Encuestas** a los consumidores de dichos productos podría determinar nuevas necesidades en el producto en cuestión, en dependencia del contexto y reducir o no el costo del mismo a partir del público meta. Apoyándose del método teórico **Histórico – Lógico** puede estudiar la trayectoria real del producto que se va analizar y los cambios o procesos por los que ha atravesado en el decursar de su historia en el mercado. También puede emplear el **Análisis de Contenido** para acercarse a investigaciones anteriores sobre el impacto que haya tenido ese producto en el mercado y con ayuda de los métodos de investigación **Análisis – Síntesis** arribar a conclusiones.

2.2.5.5 Factor Contexto

Comprende el entorno físico y psíquico donde ocurre el proceso de satisfacción de necesidades (consumo). Condiciona, participa, incide, media y modifica las relaciones de uso hombre-producto. Se debe analizar cómo el contexto influye en el producto a diseñar o viceversa, estableciendo las relaciones espaciales, funcionales, de uso y de compatibilidad espacial.

Para investigar lo relacionado al contexto el diseñador, sobre todo, se auxilia del método de investigación la **Observación**; pues de esta forma puede percibir la interacción del producto en cuestión con otros productos; incluida la búsqueda de la coherencia formal. Los propósitos esenciales de la observación en este análisis son la exploración y descripción de ambientes, comunidades, subculturas y los aspectos de la vida social, analizando sus significados y a los actores que la generan. Aunque cada investigación es distinta, algunos de los elementos más específicos que podemos observar en el contexto son las características del entorno físico donde se insertará el producto (tamaño, distribución, señales, accesos, sitios con funciones centrales resultando muy importantes las impresiones iniciales sobre este) y las características del ambiente social y humano que interactuará con el producto. Esta información puede ser contrastada o completada con la bibliografía analizada gracias a los métodos de investigación **Análisis de Contenido** y **Análisis – Síntesis**. Es precisamente para la caracterización y descripción del entorno físico, del que antes se mencionó, que el diseñador utiliza también el método de investigación **Medición**. Con el objetivo de caracterizar el ambiente

social y humano que interactuará con el producto se podrían realizar **Entrevistas** a expertos en el tema del proyecto, ya sean psicólogos, administrativos del área, etc. En este factor el diseñador puede emplear la **Experimentación** para comprobar las características del contexto y la inserción del proyecto en el mismo.

2.2.6 Listar los Requisitos de Diseño

Constituyen el resultado del análisis de cada Factor de Diseño, adoptando estas especificaciones un carácter de obligatorio cumplimiento para garantizar la eficiencia de la solución.

Para establecer este listado clasificado en los Factores de Diseño y las relaciones de influencia de uno sobre otro, el diseñador se apoya del método **Análisis – Síntesis**. Pues teniendo en cuenta que el análisis es una operación que descompone un todo en sus partes y cualidades y la síntesis es la operación que establece las partes, esto posibilita definir los Requisitos del Proyecto.

2.3 Validación de la Pertinencia de Aplicación del Modelo para emplear los Métodos y Técnicas de la MIC en la Fase Problema del Proceso de Diseño Industrial (PDI)

En ciertos estudios es necesaria la opinión de expertos en un tema. Estas muestras son frecuentes en estudios cualitativos y exploratorios para generar hipótesis más precisas o la materia prima del diseño de cuestionarios. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

La técnica **Delphi** es una técnica iterativa para llegar a un consenso en un grupo de expertos. Con respecto a la anterior, esta técnica permite corregir dificultades como la influencia de elementos dominantes dentro del grupo, evita el ruido semántico disminuyendo la presencia de sesgos. (Gallardo de Parada & Moreno Garzón, 1999)

Generalmente, el método comienza con un cuestionario que es enviado a los expertos quienes, una vez que han respondido los cuestionarios, los devuelven al investigador central. Este sintetiza y categoriza las respuestas obtenidas devolviéndolas luego a cada uno de los sujetos involucrados con la pregunta de si desean cambiar algunas de sus

respuestas. Esta mera información se contrasta, tabula y devuelve a los autores indicándoles si sus respuestas caen dentro o fuera del bloque central de respuestas y solicitándoles que expliquen las razones de su disenso. En este momento han aparecido puntos de consenso entre los expertos así como una cierta jerarquía en la importancia de los diferentes aspectos del problema. (Gallardo de Parada & Moreno Garzón, 1999)

Las principales ventajas de este método se sintetizan en que es más fácil obtener la respuesta de un grupo de expertos a través de un cuestionario abierto, que llevarlos a un punto o mesa de reuniones que los obliga a traslados y coincidencias en horarios de trabajo. El anonimato confiere un aspecto de respetabilidad de las respuestas y la retroalimentación sistemática suministra un enriquecimiento del grupo, además de que permite a cada uno expresarse con libertad tanto en la conducción de la discusión como en la expresión de sus razonamientos y argumentos personales. (Gallardo de Parada & Moreno Garzón, 1999)

También se empleó el estadígrafo **Kendall** con el objetivo de determinar el consenso que existe entre los expertos sobre los establecidos. Este método permite determinar el coeficiente de correlación *tau* (*t*) en un nivel de medición ordinal, de tal modo que los criterios pueden ordenarse por rangos (jerarquía) a partir del orden dado por los expertos. Este coeficiente varía de -1.0 (correlación negativa perfecta) a +1.0 (correlación positiva perfecta), considerando el 0 como ausencia de correlación entre las variables jerarquizadas. Se trata de estadísticas sumamente eficientes para datos ordinales. El coeficiente de Kendall (*t*) resulta un poco más significativo cuando los datos contienen un número considerable de rangos empatados. (Hernández Sampieri, 2016)

Para esta investigación se establecieron 4 criterios que sufrirán mejoras si se aplica el modelo propuesto, los expertos seleccionados deben ordenar jerárquicamente estos criterios del 1-4 siendo el 1 el valor máximo y posteriormente se establece el consenso en criterio entre los expertos en cuanto a la ponderación de los aspectos.

3.3.1. Selección de los Expertos para la Validación de la Pertinencia de Aplicación del Modelo para emplear los Métodos y Técnicas de la MIC en la Fase Problema del Proceso de Diseño Industrial (PDI)

Los expertos seleccionados cumplen con el criterio principal de estar vinculados al desarrollo de la fase Problema del Proceso de Diseño Industrial que se imparte en el Instituto Superior de Diseño (ISDi) y que posean conocimientos sobre los Métodos y Técnicas de la Metodología de la Investigación Científica. Este Grupo de expertos se compone de 10 especialistas del ISDi.

A continuación, se muestra en detalle la selección y el listado de expertos.

No.	Expertos	Cargo	Experiencia	Formación	Categoría/ Grado Científico
1.	Sergio Luis Peña Martínez	Director del ISDi	31 años	Lic. Diseño Industrial	Prof. Auxiliar Doctor
2.	Milvia Pérez Pérez	Decana de Diseño Industrial	28 años	Lic. Diseño Industrial	Prof. Auxiliar Máster
3.	Daniel Fadruga González	Jefe de Dpto. Diseño Industrial	10 años	Lic. Diseño Industrial	Prof. Auxiliar Máster
4.	Eduardo Dorta Baños	Profesor	44 años	Ing. Mecánica	Prof. Titular Doctor
5.	Jesús Milián Menéndez	Profesor	33 años	Ing. Mecánica	Prof. Auxiliar Máster
6.	José Luis Betancourt Herrera	Subdirector de Investigaciones	33 años	Ing. Mecánica	Prof. Titular Doctor
7.	Oreste Damaso Castro Pimienta	Asesor del Director	44 años	Lic. Pedagogía	Prof. Titular Doctor
8.	Noelia Barrueta Gómez	Vicedecana de Inv. y Postgrado	34 años	Ing. Mecánica	Prof. Titular Doctor
9.	Mario Zaldivar Salazar	Asesor del Director Investigación	39 años	Ing. Mecánica	Prof. Titular Doctor
10.	Eduardo Ramon Arrufat Corripio	Asesor del Director	40 años	Ing. Mecánica	Prof. Auxiliar Doctor

En la siguiente tabla se muestra el listado anterior de los expertos seleccionados con sus respectivos coeficientes de competencia e interpretación, que fueron establecidos luego de aplicar la Encuesta (Anexo 7) como herramienta del método Delphi.

No.	Expertos	Coficiente de competencia	Interpretación
1.	Sergio Luis Peña Martínez	1	Alto
2.	Milvia Pérez Pérez	1	Alto
3.	Daniel Fadruga González	1	Alto
4.	Eduardo Dorta Baños	0.8	Alto
5.	Jesús Milián Menéndez	0.7	Alto
6.	José Luis Betancourt Herrera	0.9	Alto
7.	Oreste Damaso Castro Pimienta	0.9	Alto
8.	Noelia Barrueta Gómez	0.9	Alto
9.	Mario Zaldivar Salazar	0.8	Alto
10.	Eduardo Ramon Arrufat Corripio	0.9	Alto

3.3.2. Resultados para la Validación de la Pertinencia de Aplicación del Modelo para emplear los Métodos y Técnicas de la MIC en la FProblema del Proceso de Diseño Industrial (PDI)

Se realizó una nueva encuesta (*Anexo 8*), como parte del método Delphi, con el propósito de conocer las categorías que los expertos le otorgan a los componentes del modelo, así como su pertinencia y aplicabilidad. En correspondencia a ello se revisará la estructura del modelo y en caso de ser necesario modificar algún elemento dentro de la misma.

Posteriormente, de haber sometido a criterio de los expertos, la determinación de las categorías que le otorgan al modelo se pudo comprobar la validez de la investigación. (Ver *Anexo 9* se muestra en detalle todo el procesamiento estadístico llevado a cabo para la obtención de resultados).

ASPECTOS	CATEGORÍA
Rigor Científico.	Muy Adecuado
Métodos y Técnicas de la MIC seleccionados	Muy Adecuado
Pertinencia	Muy Adecuado
Aplicabilidad	Muy Adecuado
Estructura del modelo	Muy Adecuado
Comprensión del modelo	Muy Adecuado

Como otra forma de validación para los resultados obtenidos en esta investigación se realizó otro análisis estadístico (*Anexo 10*) con ayuda del estadígrafo Kendall. Donde 4 criterios fueron sometidos a un orden de jerarquía por parte de los expertos seleccionados. Este análisis permitió establecer el consenso existente entre los expertos sobre aquellos aspectos que más se mejorarían al aplicar el modelo propuesto quedando ordenados de la siguiente manera:

- _2_ Calidad de resolución de la fase Problema.
- _1_ Rigor Científico de los resultados alcanzados en la fase Problema.
- _4_ Soluciones más completas y fundamentadas.
- _3_ Comprensión del proceso de su proyecto.

Lo cual demostró la importancia de incorporar en la fase Problema del PDI los Métodos y Técnicas de la MIC para así aumentar el Rigor Científico de los resultados alcanzados en dicha fase.



C
CONCLUSIONES &
RECOMENDACIONES

Conclusiones

Al término de la investigación para la elaboración de un Modelo que permita emplear los Métodos y Técnicas de la MIC en la fase Problema del PDI y habiendo cursado por las fases previstas para el cumplimiento del objetivo de la misma, se arribaron a las siguientes conclusiones:

- A pesar de que muchos autores se han referido a la necesidad de investigar en el proceso de diseño, aún no se ha encontrado una bibliografía que muestre la inserción los Métodos y Técnicas de la MIC en el Proceso de Diseño.
- Contrariamente a que todos los docentes encuestados conocen los Métodos y Técnicas de la MIC, los docentes con más años de experiencia poseen más conocimiento sobre el tema que los adiestrados.
- Aunque el 100% de los docentes encuestados consideran útil el empleo de los Métodos y Técnicas de la MIC en el PDI, aún no se evidencia en su totalidad la integración de ambos contenidos.
- Son la Entrevista, las Encuestas y la Observación los Métodos y Técnicas más empleados en el desarrollo de los trabajos docentes por los estudiantes independientemente de la Esfera de Actuación.
- El método Análisis - Síntesis participa en todo el proceso de resolución de la fase Problema, siempre permitiendo llegar a conclusiones.
- Los métodos teóricos permiten la recopilación de la información en los 3 primeros puntos de la fase Problema.
- Los Métodos y Técnicas empíricas jerarquizan el actuar en la fase analítica del problema, el análisis de Factores de Diseño.
- Los Factores Contextuales y Mercadológicos se suelen encontrar en un nivel superior, condicionando el comportamiento del Uso, la Función y la Tecnología.
- El Modelo además de organizar y estructurar la fase Problema del PDI, dota de un elevado rigor científico la resolución de dicha fase.
- La aplicación a expertos tanto el método Delphi y como el estadígrafo Kendall garantiza la validación de los resultados alcanzados en esta investigación así como la pertinencia de la aplicación de los mismos.

Recomendaciones

Teniendo en cuenta los resultados de la investigación y para garantizar la profundización y aplicación de estos, se recomienda:

- Extender el presente estudio al resto de las fases del Proceso de Diseño Industrial que se imparte en el ISDi para aumentar el rigor científico de estas.
- Incorporar al Proceso de Diseño Industrial el resto de los elementos que componen a la MIC.
- Insertar los resultados de la investigación como uno de los módulos del Diplomado en Gestión de la docencia universitaria para adiestrados del Instituto.
- Incorporar el modelo y su descripción en la Conferencia de la fase Problema que actualmente se les imparte a los estudiantes de 2do año.
- Socializar los resultados de la investigación tanto en publicaciones científicas y participación en eventos, como en reuniones metodológicas de la asignatura Diseño Industrial.



REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía

- Aguirre Batista, R. (2017). *Descripción de la etapa de conceptualización según las esferas de actuación del diseño industrial*. Trabajo de Diploma de culminación de estudios de Diseño Industrial, Instituto Superior de Diseño, Facultad de Diseño Industrial, La Habana.
- Álvarez, D. J. (2011). *Las competencias profesionales específicas para Proyectar en el Diseño Industrial*. La Habana.
- Ambrose, G. (2009). *Fundamentos del diseño gráfico*. (J. Usobiaga, Ed.) Parramón Ediciones.
- Añorga Morales, J. V. (2008). La parametrización en la investigación educativa. *Varona*, 47.
- Ariza, V. (2010). Estado del arte de la investigación en diseño, su construcción y resultados en posgrados del área en universidades mexicanas. *Memorias de DISEÑO + 4 ° Encuentro internacional de investigación en diseño*. Cali: Universidad Icesi.
- Ballesteros, B. A. (2014). *Taller de investigación cualitativa*. Madrid: UNED.
- Bayazit, N. (2004). Investigating Design: A review of Forty Years of Design Research. *Design Issues: 20*(No. 1), 16 - 29.
- Bernhard, E. B. (s.f.). *Diseño. Historia, teoría y práctica del diseño industrial*. GG.
- Blessing, L. (28 de 2 de 2016). *DRM: A Design Research Methodology. Konstruktionstechnik Und Entwicklungsmethodik*. Obtenido de http://www.ktem.tu-berlin.de/fileadmin/fg89/PDFs/Forschung/Flyer_Blessing_en.pdf
- Bonsiepe, G. (1995). *Teoría y metodología del Diseño. Apuntes para una manualística crítica*. Colección GG.
- Bonsiepe, G. (2015). Recuperando la Proyectualidad. Conferencia Magistral dictada en el VIII Congreso Internacional de Diseño Forma 2015. *FORMA 2015* (págs. 6-13). La Habana: FORMA.
- Bunge, M. (1972). *La ciencia y su método y su filosofía*. Buenos Aires: Siglo XX.
- Castro, O. (2016). La evaluación desde un enfoque complejo. *En C. d. Autores, Modelos clave para el diseñador* (pág. 389). Azcapotzalco: UNAM - . Azcapotzalco.
- Castro, O., Peña, S., Domínguez, A., Betancourt, J., & Peón, F. (2018). Factores del proceso de construcción de teorías substantivas del diseño (2018). *A3Manos*, 12-18.
- Chiavenato, I. &. (2017). *Planeación estratégica*. México: McGraw-Hill.
- Colectivo 2do año Diseño Industrial. (2019). *Introducción al Semestre. Factores de Diseño*. La Habana, Cuba.
- Colectivo de autores ISDi. (2016). *Plan de Estudios E de la carrera Diseño Industrial*. La Habana: ISDi.
- Costa, J. (2014). Diseño de comunicación visual: el nuevo paradigma. *Grafica*, 89-107.
- Costa, J. (2016). El diseño Gráfico en la era de la comunicación. *La Tiza*, 7-9.

- Cross, N. (2007). Forty years of Design Research. *Design studies*: 28, 1-3.
- Dorta Baños, E., & Díaz Duque, J. (2015). *El Diseño de Investigación*. La Habana, Cuba: ISDi.
- Fadruga, D. (2018). *Modelo de la etapa de conceptualización del proceso de Diseño Industrial*. La Habana: FORMA.
- Fernández, A., & Llorente, M. (2014). *Mapa Conceptual de la comunicación en los objetos de diseño industrial*. La Habana: ISDi.
- Findeli, A. (2008). *Research through design and transdisciplinarity: A tentative contribution to methodology of design research*.
- Franky, J. (2015). *El acto de diseñar...entre otras quijotadas*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Frascara, J. (2010). *Diseño y comunicación*. Buenos Aires: DIVINE EGG.
- Frayling, C. (1993). *Research into Art & Design*. London: Royal College of Art.
- García, C. G. (2017). *Diagnóstico del estado actual de la aplicación de la metodología de la investigación científica en el proceso de diseño industrial en el ISDi*. La Habana: IX Congreso Internacional de Diseño de La Habana Forma 2017.
- Gardner, H. (2016). *Estructuras de la mente: la teoría de las inteligencias múltiples*. México: Fondo de Cultura Económica.
- González Castellanos, R. A., Yill Lavín, M., & Curiel Lorenzo, L. D. (2003). *Metodología de la Investigación Científica para las Ciencias Técnicas*. Matanzas: Universidad de Matanzas.
- Haynes, S. (1978). *Principles of behavioral assessment*. Nueva York: Gardner Press.
- Hernández Sampieri, R. (2016). *Metodología de la Investigación*. México: McGrawHil.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). México DF, México: Mc Graw Hill.
- Horrutiner, P. (2007). El problema de la calidad, el acceso y la pertinencia. Capítulo VI del libro la universidad cubana: el modelo de formación. *Revista Pedagogía Universitaria*, Vol. XII No. 4. Pp. 92-132.
- ICSID. (Julio de 2015). *Definición de Diseño Industrial*. Obtenido de International Council of Societies of Industrial Design: <http://www.icsid.org>
- ICSID. (7 de Julio de 2017). *Definition of Industrial Design*. Obtenido de International Council of Societies of Industrial Design: <http://wdo.org/about/definition/>.
- Jover, J. M. (2006). La gestión del conocimiento, la ciencia, la tecnología y la innovación en la nueva universidad: una aproximación conceptual. *La nueva universidad cubana y su contribución a la universalización del conocimiento.*, 5.
- Keyson, D. V. (23 de 3 de 2016). *Empirical Research Through Design*. Obtenido de [http://www.iasdr2009.org/ap/Papers/...](http://www.iasdr2009.org/ap/Papers/)
- Langacker, R. (2017). Conceptualization, symbolization, and grammar. *The new psychology of language*, 1-39.

- Löblich, B. (1981). *Diseño Industrial. Bases para la configuración de los productos industriales*. Barcelona: Gustavo Gili.
- López Forniés, I. (2014). Modelo metodológico de diseño conceptual con enfoque biomimético. *Tesis Doctoral*. Zaragoza, España: Universidad de Zaragoza.
- Martí Font, J. (1999.). Introducción a la metodología del diseño. 1a ed UAB ed.
- Mazo, E. P. (2015). Introducción a la investigación formativa en diseño. Medellín, Colombia: Editorial Universidad Pontificia Bolivariana.
- Molina, A., & Maury, H. E. (2 de Octubre de 2018). *Evolución de los modelos del proceso de diseño*. Obtenido de ResearchGate: <https://www.researchgate.net/publication/272477876>
- Morin, E., & Delgado, C. (2017). *Reinventar la educación. Abrir los caminos a la metamorfosis de la humanidad*. La Habana: UH.
- Orúa Calzadilla, C. P. (julio de 2018). Sistema de Variables para el Diseño de Espacios Interiores. *Tesis en opción al Grado de Máster en Gestión del Diseño*. La Habana, Cuba: ISDi.
- Patiño Mazo, E. (2015). *Introducción a la investigación formativa en Diseño*. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana.
- Peña, S. (2007). *Currículo para las carreras de diseño en Cuba*. Tesis presentada en opción al Título Académico de Máster en Gestión e Innovación de Diseño, Instituto Superior de Diseño, La Habana.
- Peña, S. (2019). Modelo para caracterizar la profesión de diseño en el contexto social y productivo de Cuba. *Tesis de Doctorado*. La Habana, Cuba: ISDi.
- Peña, S., & Pérez, M. (2015). Diseño. Una definición integradora. *A3manos*, 22-30.
- Pérez Pérez, M., & Peña Martínez, S. (2015). Diseño. El objeto de la profesión. *A3manos(02)*, 05-26.
- Pérez Rodríguez, G., García Batista, G., Nocedo de León, I., & García Inza, M. L. (s.f.). *Metodología de la investigación educativa*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Pérez, M. (2015). La formación de Diseñadores Industriales en el ISDi. *A3Manos*, 68-86.
- Pérez, M., & Peña, S. (2015). Diseño: el objeto de la profesión. *A3Manos*, 6-26.
- Rodríguez, G. (s.f.). *Manual de Diseño Industrial*. México, México: GGili.
- Seivewright, S. (2008). *Diseño e investigación*. Madrid: Gustavo Gili.
- Simón Sol, G. (2011). *La trama del Diseño*. México: Designio.
- Wolfgang, J. (2007). Design Research and its Meaning to the Methodological Development of the Discipline. En *Design Research Now -Essays and Selected Projects*. Basel : Birkhäuser.



Anexo 1

Texto extraído del Documento “Evolución de los modelos del proceso de diseño” consultado vía internet el 2 de Octubre de 2018, de los autores Molina, A., & Maury, H. E.

Analizando las metodologías de diseño clásicas, tales como (Phal & Beitz, 1977), (Pugh, 1991) y (Ullman, 1992) a pesar de que las fronteras entre las fases es en general difusa y no todas ellas son abordadas de forma explícita por estas metodologías, podemos decir que globalmente pueden ser enmarcadas dentro de cuatro fases en el proceso de diseño, las cuales se definen a continuación (Tabla 1):

- *Ideación*. En esta fase se hace una definición de las necesidades del mercado y se definen los requerimientos del producto. Actualmente estas actividades se realizan generalmente por áreas como mercadotecnia. También se realiza un plan detallado de trabajo que permite identificar la concurrencia entre las actividades.
- *Desarrollo Conceptual y Básico*. En la fase de *Diseño Conceptual* se desarrollan las alternativas de solución sobre el producto funcional. Para lograr esto, se realizan actividades de *análisis* que permiten comparar productos análogos o principios básicos que pueden ser de utilidad en el desarrollo del concepto; actividades de *síntesis*, que integran los principios o ideas para generar las alternativas conceptuales; y actividades de *simulación y evaluación* para estimar el comportamiento de las alternativas generadas y seleccionar las mejores. Según (Phal & Beitz, 1977) en la etapa de *Diseño Básico* se determina la estructura constructiva del producto o sistema, lo que significa definir la composición y organización de los módulos (o sub-ensambles) y sus especificaciones para que a partir de ello se pueda proceder al diseño de detalle de las piezas o componentes (Riba, 2002)

Desarrollo Avanzado. Involucra todas las actividades que ofrecen como resultado documentos de ingeniería detallados que son la base para la fabricación del producto; es importante anotar, que en muchos de los modelos clásicos esta etapa se denomina *Diseño de Detalle*.

Lanzamiento. En esta fase se fabrican prototipos para evaluar el diseño e inclusive, se diseña el proceso de producción y se comienza con la manufactura del producto. Sólo algunos de los modelos clásicos estudiados como se aprecia en la tabla 1 abordan esta fase.

Tabla 1 - Metodologías clásicas para el diseño del producto

FASE	Pahl y Beitz [1977]	Pugh [1991]	Ullman [1992]	VDI 2221/2222 [1973]
Ideación	Clarificación de la tarea	Mercado	Establecimiento de la necesidad	Clarificación de la tarea
		Especificación	Desarrollo/Planeación de las especificaciones	
Desarrollo Conceptual y Básico	Diseño conceptual	Diseño del concepto	Desarrollo de Conceptos	Diseño conceptual
	Diseño Básico o de Materialización			Diseño de forma
Desarrollo Avanzado	Diseño detallado	Diseño detallado	Diseño del producto	Diseño detallado
Lanzamiento	No considerada	Manufactura	Producción Servicio Retiro	No incluida
		Ventas		

Autores como [Otto y Wood 2001] y [Yang y El-Haik 2003] han desarrollado modelos innovadores para el proceso de diseño. La diferencia entre los modelos clásicos con la metodología de [Otto y Word, 2001] se observa en la integración de herramientas que permiten ofrecer un valor agregado al producto. En el caso de [Yang y El-Haik, 2003], se integran también las etapas de DFSS (*Design for Six Sigma*) intentando crear una metodología de Diseño de Producto con un enfoque en teoría de calidad. Los resultados de este análisis se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2 - Metodologías actuales de diseño de producto.

FASE	[Otto y Word, 2001]	[Yang & El-Haik, 2003]
Ideación	Ingeniería Inversa (Investigación, Predicción e Hipótesis).	Identificación de los requerimientos (I)
Desarrollo Conceptual y Básico	Modelado y Análisis (Modelos del diseño y Análisis del diseño).	Caracterización del diseño (C)
Desarrollo Avanzado		Optimización del diseño (O)
Lanzamiento	Rediseño (Paramétrico, Adaptativo y Original)	Validación del diseño. (V)

Tabla 5 – Clasificación de Métodos y Herramientas de soporte al proceso de diseño

	Análisis	Síntesis	Evaluación
Ideación	<p>Curva S del producto Análisis competitivo Entrevistas al cliente Focus Group Cuestionamientos técnicos Cuestionarios contextuales Análisis de Usuario Líder Técnica Delphi, Etnografía del producto, JAD (Joint Application Design)</p>	<p>Lluvia de ideas Perfil del usuario Sesiones de creatividad Modelo Klein</p>	<p>Evaluación de Riesgos Tablas de Pugh VOA (Análisis de Oportunidad de Valor), Inteligencia Competitiva</p>
Desarrollo Conceptual y Básico	<p>Contextual inquirí TRIZ, Modelo de Kano Diagramas de Afinidad Sesiones de Creatividad Descomposición Funcional Diagramas de Análisis, Diagramas de clase, (UML)</p>	<p>Lluvia de ideas, Osborn's checklist QFD Cartas morfológicas Matriz de síntesis IDEF0 Diagramas entidad-relación (ERD), Diagramas de flujo de datos (DFD), Casos de Uso Diagramas de Robustez</p>	<p>Evaluación de concepto (exploratory, assessment, validation, comparison) Ponderación y ranking Idea log Estudios Trade-Off Convergencia controlada VOA (Value Opportunity Analysis)</p>
Desarrollo Avanzado	<p>Prototipos rápidos</p>	<p>Lluvia de ideas TRIZ Diagramas de restricciones espaciales, Matriz morfológica, Modeladores de sólidos, TRIZ Modularidad Diseño de Experimentos Diagramas de secuencia Diagramas de colaboración</p>	<p>Análisis de ingeniería de valor Diseño Axiomático, AMEF Modelos matemáticos, Análisis de Tolerancias, DFM , DFA, DFX CAE Cálculos de eficiencia en el diseño Códigos de análisis</p>
Lanzamiento	<p>Prototipos rápidos</p>	<p>Modeladores conceptuales</p>	<p>Tablas de Pugh DOE</p>

Anexo 2

Análisis matemático para la selección de la muestra de los trabajos de tesis utilizando el programa Decision Analyst STATS 2.0.

The screenshot shows the 'Sample Size Determination' window of the Decision Analyst STATS 2.0 software. The window title is 'Decision Analyst STATS™ 2.0'. The main heading is 'Sample Size Determination (Sample Size for Population Percentage Estimates)' with a calculator icon. The interface is divided into two main sections: 'Inputs' and 'Results'.

Inputs Section:

- Universe Size:** A text input field contains '140'. Below it, a note reads: 'If universe is less than 99,999, replace 99,999 with the smaller number'.
- Maximum Acceptable Percentage Points of Error:** A dropdown menu is set to '5%'.
- Estimated Percentage Level:** A dropdown menu is set to '5% or 95%'.
- Desired Confidence Level:** A dropdown menu is set to '95%'.

Results Section:

- The text 'The Sample Size Should Be...' is displayed above a text input field containing the value '48'.

Buttons and Footer:

- At the bottom, there are three buttons: 'Calculate', 'Reset', and 'Exit'.
- The footer contains the contact information: '817 640-6166 | www.decisionanalyst.com'.
- The logo for 'Decision Analyst' is visible, featuring a stylized profile of a head with a brain-like pattern, and the tagline 'The global leader in analytical research systems'.

Anexo 3

Distribución de las tesis por esfera de actuación en los últimos 5 años.

Año/ Esfera	Espacio	Objeto	Maquinaria	TOTAL
2014	3	3	3	9
2015	3	3	3	9
2016	3	3	3	9
2017	3	3	3	9
2018	4	4	4	12
TOTAL	16	16	16	48

Tabulación de los resultados arrojados por la guía de observación. (Elaboración Propia)

Esferas	Aspectos	2014			2015			2016			2017			2018				TOTAL	%	
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4						
Espacio	Hacen uso consciente y explícito			x					x						x				3	19
	Hacen uso inconsciente e implícito	x	x		x	x	x	x		x	x	x			x	x	x		13	81
	Encuesta			x					x		x				x				4	25
	Análisis-Síntesis	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	16	100
	Inducción-Deducción		x		x		x		x			x			x	x		x	8	50
	Observación		x	x		x		x	x		x		x	x				x	9	56
	Histórico-Lógico	x	x	x	x			x		x								x	7	44
	Medición																		0	0
	Técnicas estadísticas																		0	0
	Experimentación																		0	0
	Modelación																		0	0
	Entrevista	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	16	100
	Enfoque Sistémico	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	16	100

Objeto	Hacen uso consciente y explícito	X							X									2	13	
	Hacen uso inconsciente e implícito		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	14	88	
	Encuesta	X							X									2	13	
	Análisis-Síntesis	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	16	100	
	Inducción-Deducción	X							X			X	X	X			X	6	38	
	Observación	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X		X	13	81	
	Histórico-Lógico										X					X		2	13	
	Medición	X		X			X		X	X								5	31	
	Técnicas estadísticas																	0	0	
	Experimentación																	0	0	
	Modelación																	0	0	
	Entrevista	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	16	100
	Enfoque Sistémico		X				X		X					X				4	25	
	Maquinaria	Hacen uso consciente y explícito																	0	0
Hacen uso inconsciente e implícito		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	16	100	
Encuesta																		0	0	
Análisis-Síntesis		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	16	100	
Inducción-Deducción		X								X	X		X	X			X	6	38	
Observación			X		X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	12	75	
Histórico-Lógico				X				X			X	X		X		X		6	38	
Medición			X	X	X	X												4	25	
Técnicas estadísticas																		0	0	
Experimentación									X			X						2	13	
Modelación																		0	0	
Entrevista		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	16	100	
Enfoque Sistémico				X					X							X		3	19	

Anexo 4

Análisis matemático para la selección de la muestra de los docentes a encuestar, utilizando el programa Decision Analyst STATS 2.0.

The screenshot shows the 'Sample Size Determination' window of the Decision Analyst STATS 2.0 software. The window title is 'Decision Analyst STATS™ 2.0'. The main heading is 'Sample Size Determination (Sample Size for Population Percentage Estimates)'. The interface is divided into two main sections: 'Inputs' and 'Results'.

Inputs Section:

- Universe Size:** A text input field containing '20'. Below it, a note states: 'If universe is less than 99,999, replace 99,999 with the smaller number'.
- Maximum Acceptable Percentage Points of Error:** A dropdown menu set to '5%'.
- Estimated Percentage Level:** A dropdown menu set to '5% or 95%'.
- Desired Confidence Level:** A dropdown menu set to '95%'.

Results Section:

- The Sample Size Should Be...:** A text input field displaying the calculated result '16'.

At the bottom of the interface, there are three buttons: 'Calculate', 'Reset', and 'Exit'. The Decision Analyst logo and tagline 'The global leader in analytical research systems' are also visible.

Footer text: 817 640-6166 | www.decisionanalyst.com

Anexo 5

Encuesta aplicada para diagnosticar el **Empleo de los Métodos y Técnicas de la Metodología de la Investigación Científica (MIC) en la Fase Problema por los docentes de diseño industrial.**

Como parte del diagnóstico que se está llevando a cabo para la determinación del empleo de los métodos y técnicas de las Metodología de la Investigación Científica en el Proceso de Diseño Industrial, necesitamos su colaboración, de forma anónima, para dar respuesta al presente cuestionario. De ante mano agradecemos su cooperación.

1. ¿Conoce Usted cuáles son los métodos y técnicas de la Metodología de la Investigación Científica?

Sí No

2. ¿Cuáles son los métodos y técnicas de la Metodología de la Investigación Científica que usted conoce? Menciones al menos 4 de ellos.

3. ¿Qué fase del Proceso de Diseño Industrial usted imparte con mayor frecuencia?

Necesidad Problema Concepto Desarrollo Implementación

4. ¿Cuál(es) es(son) la(s) fase(s) que considera pertinente para emplear los métodos y técnicas de la Metodología de la Investigación Científica? Explique

Fase (s) _____

5. ¿Conoce Usted la fase Problema del Proceso de Diseño Industrial que se imparte en el ISDi?

Sí No

En caso de que la respuesta sea afirmativa.

¿Cómo definiría dicha fase?

6. Marque con una x cuáles son los elementos que la componen a partir de sus conocimientos.

Resolución de Variables Programa de Requisitos

- Análisis de los Factores de Diseño Alternativas de Solución
 Encargo de Diseño Enunciado del Problema
 Estrategia de Diseño Variante de Solución

7. Marque con una (x) qué métodos y técnicas de la Metodología de la Investigación Científica aplicaría en la fase Problema.

- Análisis y Síntesis Inducción-Deducción Histórico-Lógico Observación
 Medición Experimentación Modelación Encuesta Entrevista
 Técnicas estadísticas Enfoque Sistémico.

8. Exige Usted en sus clases el uso de estos métodos y técnicas de la Metodología de la Investigación Científica por parte de los estudiantes.

- Sí No

9. ¿Forma parte de la orientación escrita de los ejercicios docentes la aplicación de estos métodos y técnicas de la Metodología de la Investigación Científica en el proyecto?

- Sí No

10. En los documentos y presentaciones de los trabajos docentes por parte de los estudiantes, estos hacen alusión al uso de algún método y técnica de la Metodología de la Investigación Científica?

- Sí No

11. Con qué frecuencia hacen alusión al uso de algún método y técnica de la Metodología de la Investigación Científica

- Muy Frecuente Frecuentemente Poco Frecuente

12. ¿Qué métodos y técnicas de la Metodología de la Investigación Científica son de mayor uso por parte de los estudiantes a partir de su iniciativa?

- Análisis y Síntesis Inducción-Deducción Histórico-Lógico Observación
 Medición Experimentación Modelación Encuesta Entrevista
 Técnicas estadísticas Enfoque Sistémico.

13. ¿Considera útil el empleo de los métodos y técnicas de la Metodología de la Investigación Científica en la fase Problema?

- Sí No

14. ¿Considera evidente la integración de los contenidos de su asignatura con los contenidos de la asignatura Metodología de la Investigación Científica?

- Sí No (explique)

Anexo 6

Planificación de una entrevista. (Hernández Sampieri, Metodología de la Investigación, 2016)

Tabla 14.2 Clases de preguntas en entrevistas en general

Clase	Características	Ejemplos
<i>Preguntas generales (gran tour)</i>	Parten de planteamientos globales para dirigirse al tema que interesa. Propias de entrevistas abiertas.	¿Qué opina de la violencia familiar? ¿Cuáles son sus metas en la vida? ¿Cómo ve usted la economía del país? ¿Cómo es la vida aquí en Barranquilla?
<i>Preguntas para ejemplificar</i>	Sirven como disparadores para exploraciones más profundas. Se le solicita al entrevistado que proporcione un ejemplo de evento, suceso o categoría.	Usted ha comentado que la atención médica es pésima en este hospital, ¿podría proporcionarme un ejemplo? ¿Qué personajes históricos han tenido metas claras en su vida? ¿Qué situaciones le generaban ansiedad en la guerra cristera?
<i>Preguntas de estructura o estructurales</i>	El entrevistador solicita al entrevistado una lista de conceptos a manera de conjunto o categorías	¿Qué tipos de drogas se venden más en este barrio? ¿Qué clase de problemas tuvo al construir este puente? ¿Qué elementos toma en cuenta para decir que la ropa de una tienda departamental tiene buena calidad?
<i>Preguntas de contraste</i>	Al entrevistado se le cuestiona sobre similitudes y diferencias respecto a ciertos temas y se le pide que clasifique símbolos en categorías.	Hay personas a las que les gusta que los dependientes de la tienda se mantengan cerca y al tanto de sus necesidades, mientras que otros quieren que se presenten solamente si se les solicita, ¿usted qué prefiere? ¿Cómo es el trato que recibe de las enfermeras del turno matutino, en comparación con el trato de las enfermeras del turno nocturno? ¿Qué semejanzas y diferencias encuentra?

Mertens (2010) clasifica las preguntas en seis tipos, los cuales se ejemplifican a continuación:

1. *De opinión:* ¿considera usted que haya corrupción en el actual gobierno de...? Desde su punto de vista, ¿cuál cree que es el problema en este caso...? ¿Qué piensa de esto...?
2. *De expresión de sentimientos:* ¿cómo se siente con respecto al alcoholismo de su esposo? ¿Cómo describiría lo que experimenta sobre...?
3. *De conocimientos:* ¿cuáles son los candidatos a ocupar la alcaldía de...? ¿Qué sabe usted de las causas que provocaron el alcoholismo de su esposo?
4. *Sensitivas (relativas a los sentidos):* ¿qué género de música le gusta escuchar más cuando se encuentra estresado? ¿Qué vio en la escena del crimen?
5. *De antecedentes:* ¿cuánto tiempo participó en la guerra cristera? ¿Después de su primer alumbramiento sufrió depresión posparto?
6. *De simulación:* suponga que usted es el alcalde de ... ¿cuál sería el principal problema que intentaría resolver?

Recomendaciones para realizar entrevistas

- El propósito de las entrevistas es obtener respuestas en el lenguaje y perspectiva del entrevistado (“en sus propias palabras”). El entrevistador debe escucharlo con atención e interesarse por el contenido y la narrativa de cada respuesta.
- Lograr espontaneidad y amplitud de respuestas, así como que el entrevistado se relaje. Evitar que el participante sienta que la entrevista es un interrogatorio.
- Es muy importante que el entrevistador genere un clima de confianza con el entrevistado y cultive la empatía (*rapport*). Se recomienda que el entrevistador hable algo de sí mismo para lograrlo. Hay temas en los que un perfil es mejor que otro. Por ejemplo, si la entrevista es sobre la depresión posparto, resulta muy obvio que una mujer es más adecuada para la tarea. Gochros (2005) señala que, de preferencia, no debe haber una gran diferencia de edad, origen étnico o religión entre entrevistador y entrevistado.
- No preguntar de manera tendenciosa ni induciendo la respuesta. Un error consiste en hacer preguntas que inducen respuestas en cuestionamientos posteriores. Por ejemplo: ¿considera que la mayoría de los matrimonios son felices? ¿Es usted feliz en su matrimonio? ¿Piensa que su matrimonio es como el de la mayoría? La secuencia induce respuestas y genera confusión. Es mejor preguntar: ¿cómo se siente en su matrimonio? ¿Qué lo hace feliz de su matrimonio?, y dejar que la persona se exprese.
- No se deben utilizar calificativos. Por ejemplo: ¿la huelga de los trabajadores está saliéndose de control?, es una pregunta prejuiciosa. En todo caso es mejor: ¿cuál es el estado actual en que se encuentra la huelga?
- Escuchar activamente, pedir ejemplos y hacer una sola pregunta a la vez.
- Debemos evitar elementos que obstruyan la conversación, como el timbre del teléfono, el ruido de la calle, las interrupciones de terceros, el sonido de un aparato, etc. No interrumpir al entrevistado, sino guiarlo con discreción.
- No brincar “abruptamente” de un tema a otro, aun en las entrevistas no estructuradas, ya que si el entrevistado se enfocó en un tema, no hay que perderlo, sino profundizar en el asunto.

- Siempre informar al entrevistado sobre el propósito de la entrevista y el uso que se le dará. Incluso a veces resulta conveniente leer primero todas las preguntas.
- La entrevista debe ser un diálogo y resulta importante dejar que fluya el punto de vista único y profundo del entrevistado. El tono tiene que ser espontáneo, tentativo, cuidadoso y con cierto aire de “curiosidad” por parte del entrevistador. Nunca incomodar al entrevistado o invadir su privacidad. Evite sarcasmos y si se equivoca, admítalo.
- Normalmente se efectúan primero las preguntas generales. Un orden que podemos sugerir es el que se muestra en la figura 14.2.

● **Figura 14.2** Orden de formulación sugerido de las preguntas en una entrevista cualitativa.

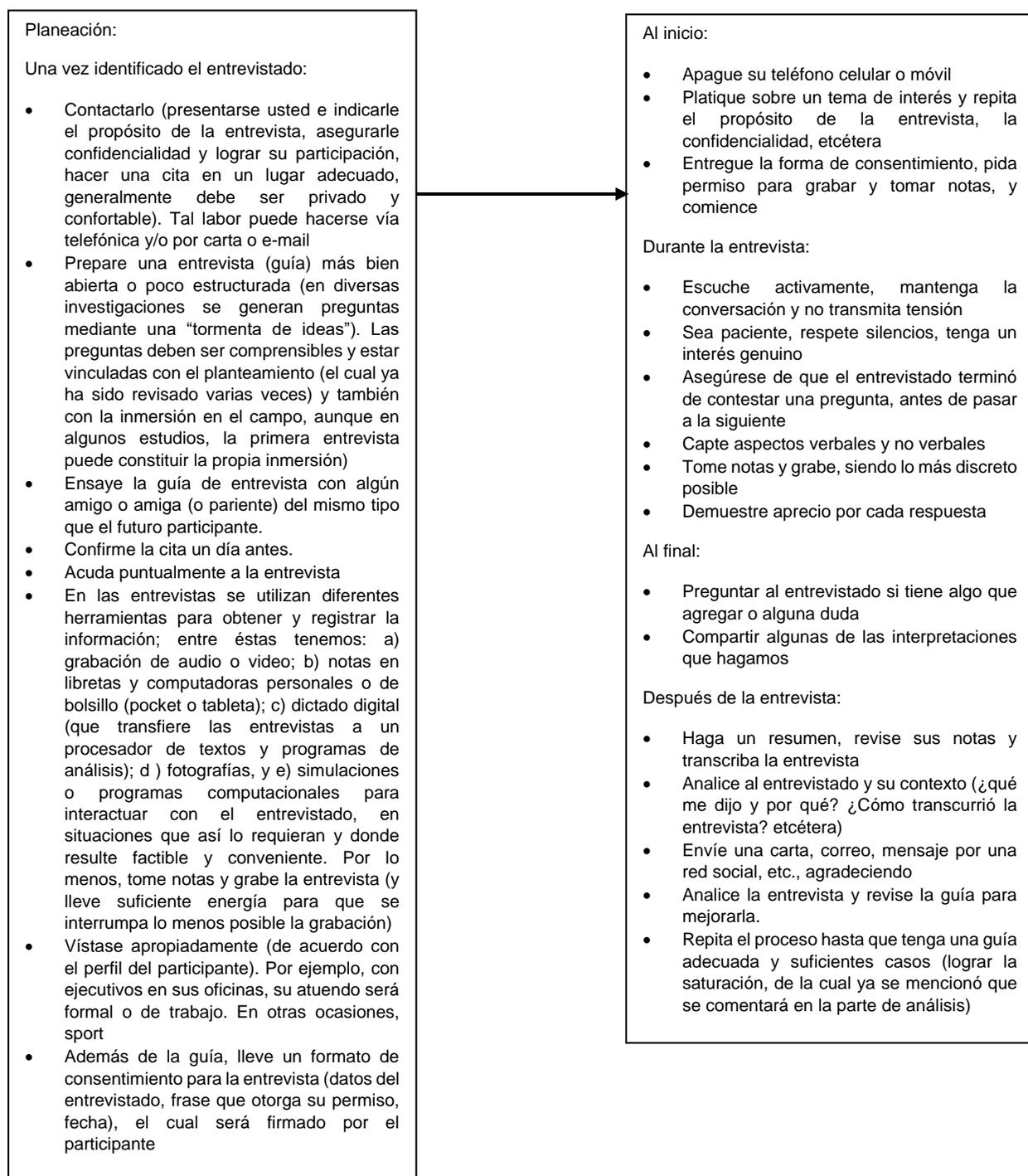


- El entrevistador tiene que demostrar interés en las reacciones del entrevistado y pedirle que señale ambigüedades, confusiones y opiniones no incluidas.
- Cuando al entrevistado no le quede clara una pregunta, es recomendable repetirla; del mismo modo, en caso de que el entrevistador no entienda una respuesta, es conveniente que le pida al entrevistado que la repita, para verificar que no haya errores de comprensión. Cuando las respuestas están incompletas pueden hacerse pausas para sugerir que falta profundidad o hacer preguntas y comentarios de ampliación (por ejemplo: dígame más, ¿qué quiere decir? ¿Lo cual significa que...?)
- El entrevistador debe estar preparado para lidiar con emociones y exabruptos. Si expresamos comentarios solidarios, debemos hacerlo de manera auténtica.
- Cada entrevista es única y crucial, y su duración debe mantener un equilibrio entre obtener la información de interés y no cansar al entrevistado.
- Siempre demostrar la legitimidad, seriedad e importancia del estudio y la entrevista.
- El entrevistado debe tener siempre la posibilidad de hacer preguntas y disipar sus dudas. Es importante hacérselo saber.

Partes en la entrevista cualitativa (y más recomendaciones)

Ahora, en la figura 14.3 vamos a hablar de recomendaciones de acuerdo con la secuencia más común de una entrevista, aunque recordemos que cada una es una experiencia de diálogo única y no hay estandarización.

Figura 14.3 Esquema sugerido de entrevista cualitativa (con más recomendaciones).



Anexo 7

Encuesta para la selección de expertos.

El siguiente cuestionario pretende servir de apoyo para la tesis en opción al título académico de máster en gestión e innovación de diseño **Modelo para emplear los Métodos y Técnicas de la Metodología de la Investigación Científica (MIC) en la Fase Problema del Proceso de Diseño Industrial (PDI)**.

De antemano, se le agradece su colaboración.

Como parte de la aplicación del método Delphi, para conocer el grado de conocimiento que usted posee acerca de la temática que se aborda, responda las siguientes preguntas.

1. Marque con una cruz, en una escala creciente de 1 a 10, el valor que se corresponde con el grado de conocimiento o información que tienen sobre el tema de estudio.

Grado de conocimiento.

Experto No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2. Realice una autoevaluación, de sus niveles de argumentación o fundamentación sobre el tema de estudio.

Grado de influencia de cada una de las fuentes en su formación.

Fuentes de Argumentación	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por usted.			
Su experiencia obtenida.			
Trabajos de autores nacionales			
Trabajos de autores extranjeros			
Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero.			
Su intuición.			

Anexo 8

Encuesta a expertos para la validación de la pertinencia de la aplicación del Modelo propuesto.

La presente encuesta tiene como principal objetivo evaluar la investigación realizada para la elaboración de un **Modelo para emplear los Métodos y Técnicas de la Metodología de la Investigación Científica (MIC) en la Fase Problema del Proceso de Diseño Industrial (PDI)**, a partir de un profundo proceso investigativo sobre los métodos y técnicas de la MIC, para conocer las categorías que usted como experto le otorga al mismo, así como su pertinencia y aplicabilidad. De antemano, se le agradece por su colaboración en el proceso; ya que de esta forma usted valdrá de sustento para la tesis en opción al título académico de máster en gestión e innovación de diseño, en la validación de los resultados obtenidos a partir del proceso investigativo.

****Para la validación del contenido se le fue mostrado a los expertos los resultados de la investigación.***

1. Marque con una (X) en cada caso, el nivel correspondiente del contenido investigativo propuesto, según los aspectos que se proponen.

Aspectos	Muy Adecuado	Bastante adecuado	Adecuado	Poco Adecuado	No Adecuado
Rigor Científico					
Métodos y Técnicas de la MIC seleccionados					
Pertinencia					
Aplicabilidad					
Estructura del modelo					
Comprensión del modelo					

2. ¿Cree que la Aplicación del modelo mejorará los siguientes criterios? Sí No

- Calidad de resolución de la fase Problema
- Rigor Científico de los resultados alcanzados en la fase Problema
- Soluciones más completas y fundamentadas
- Comprensión del proceso de su proyecto

Organizando del 1-4 siendo el 1 de mayor importancia, establezca de los criterios anteriores el orden jerárquico de ponderación.

Anexo 9

Aplicación del Método Delphi

Determinación del coeficiente de competencia de los expertos.

Se seleccionan 10 expertos que serán consultados, para lo cual, luego de confeccionar un listado inicial de personas que al parecer cumplan los requisitos, se les somete a una autovaloración de los niveles de información y argumentación que poseen sobre el tema en cuestión.

Para ello se les pide que marquen con una cruz, en una escala creciente de 1 a 10, el valor que se corresponde con el grado de conocimiento o información que tienen sobre el tema de estudio.

Resultados del grado de conocimiento.

Experto No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										X
2										X
3										X
4								X		
5							X			
6								X		
7								X		
8							X			
9								X		

A partir de aquí se puede calcular muy fácilmente el coeficiente de conocimiento o información Kc. a los 10 expertos que clasifican.

- Para el Experto No1. $Kc. = 0.1 \times 10 = 1$
- Para el Experto No2. $Kc. = 0.1 \times 10 = 1$
- Para el Experto No3. $Kc. = 0.1 \times 10 = 1$
- Para el Experto No4. $Kc. = 0.1 \times 8 = 0.8$
- Para el Experto No5. $Kc. = 0.1 \times 7 = 0.7$

- Para el Experto No6. $Kc. = 0.1 \times 8 = 0.8$
- Para el Experto No7. $Kc. = 0.1 \times 8 = 0.8$
- Para el Experto No8. $Kc. = 0.1 \times 8 = 0.8$
- Para el Experto No9. $Kc. = 0.1 \times 7 = 0.7$
- Para el Experto No10. $Kc. = 0.1 \times 8 = 0.8$

Posteriormente cada experto realiza una autoevaluación, de sus niveles de argumentación o fundamentación sobre el tema de estudio. Los expertos responden de la manera siguiente:

Fuentes de Argumentación	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por usted.	1 2 3 6 8	4 5 7 9 10	
Su experiencia obtenida.	1 2 3 5 6 7 8 10	4 9	
Trabajos de autores nacionales	1 2 3 7 8 9 10	4 5 6	
Trabajos de autores extranjeros	1 2 3 6	4 7 8 9 10	5
Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero.	1 2 3 6	4 7 8 10	5 9
Su intuición.	1 2 3 6 8	4 5 7 9 10	

Para calcular el coeficiente de argumentación o fundamentación (Ka) de cada experto es necesario utilizar como factores.

Fuentes de Argumentación	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por usted.	0.3	0.2	0.1
Su experiencia obtenida.	0.5	0.4	0.2
Trabajos de autores nacionales	0.05	0.05	0.05
Trabajos de autores extranjeros	0.05	0.05	0.05
Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero.	0.05	0.05	0.05
Su intuición.	0.05	0.05	0.05

A partir de la tabla patrón anterior y la autovaloración realizada por los expertos, se debe calcular K_a (coeficiente de argumentación) de la siguiente manera y posteriormente se pasa a calcular el coeficiente de competencia K a través de la ecuación (Cañedo et al., 2006): $K = 0.5 (K_c + K_a)$

Experto No.	K_a	K_c	Total ($K_a + K_c$)	K
1	$0.3+0.5+0.05 \times 4 = 1$	1	2	1
2	$0.3+0.5+0.05 \times 4 = 1$	1	2	1
3	$0.3+0.5+0.05 \times 4 = 1$	1	2	1
4	$0.2+0.4+0.05 \times 4 = 0.8$	0.8	1.6	0.8
5	$0.2+0.3+0.05 \times 4 = 0.7$	0.7	1.4	0.7
6	$0.3+0.5+0.05 \times 4 = 1$	0.8	1.8	0.9
7	$0.2+0.5+0.05 \times 4 = 0.9$	0.8	1.7	0.9
8	$0.3+0.5+0.05 \times 4 = 1$	0.8	1.8	0.9
9	$0.2+0.4+0.05 \times 4 = 0.8$	0.7	1.5	0.8
10	$0.2+0.5+0.05 \times 4 = 0.9$	0.8	1.7	0.9

El código de interpretación de tales coeficientes de competencias:

- Si $0,8 < K < 1,0$ coeficiente de competencia **alto**.
- Si $0,5 < K < 0,8$ coeficiente de competencia **medio**.
- Si $K < 0,5$ coeficiente de competencia **bajo**.

De los 10 expertos 9 poseen coeficiente de competencia alto y sólo 1 posee un coeficiente de competencia medio; lo cual nos asegura confiabilidad en los resultados.

Validación de los resultados de la investigación.

Objetivo: Determinar las categorías que los expertos le otorgan al modelo para la pertinencia de su aplicación.

Para ello, los expertos marcaron con una (X), la categoría otorgada, por los mismos a cada aspecto.

Resultados de la encuesta aplicada a expertos para validar la investigación.

Aspectos	Muy Adecuado C1	Bastante adecuado C2	Adecuado C3	Poco Adecuado C4	No Adecuado C5	Total
Rigor Científico	4	4	2	0	0	10
Métodos y Técnicas de la MIC seleccionados	4	4	2	0	0	10
Pertinencia	7	3	0	0	0	10
Aplicabilidad	6	2	2	0	0	10
Estructura del modelo	5	3	1	1	0	10
Comprensión del modelo	3	4	3	0	0	10

Las siguientes tablas muestran el procesamiento estadístico de los resultados:

Aspectos						F. Acumulativa					F. Relativa				
	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5
Rigor Científico	4	4	2	0	0	4	8	10	10	10	0.4	0.8	1	1	1
Métodos y Técnicas de la MIC seleccionados	4	4	2	0	0	4	8	10	10	10	0.4	0.8	1	1	1
Pertinencia	7	3	0	0	0	7	10	10	10	10	0.7	1	1	1	1
Aplicabilidad	6	2	2	0	0	6	8	10	10	10	0.6	0.8	1	1	1
Estructura del modelo	5	3	1	1	0	5	8	9	10	10	0.5	0.8	0.9	1	1
Comprensión del modelo	3	4	3	0	0	3	7	10	10	10	0.3	0.7	1	1	1

Aspectos	Distribución inversa de la normal					SUMA	PROM.	N-P	CATEGORÍA
	C1	C2	C3	C4	C5				
Rigor Científico.	-0.3	0.8	3.9	3.9	3.9	12.3	2.5	-1.14	Muy Adecuado
Métodos y Técnicas de la MIC seleccionados	-0.3	0.8	3.9	3.9	3.9	12.3	2.5	-1.14	Muy Adecuado
Pertinencia	0.3	3.9	3.9	3.9	3.9	15.9	3.2	-0.18	Muy Adecuado
Aplicabilidad	0.5	1.3	3.9	3.9	3.9	13.5	2.7	-2.7	Muy Adecuado
Estructura del modelo	0.0	0.5	3.9	3.9	3.9	12.2	2.4	-1.2	Muy Adecuado
Comprensión del modelo	0.0	1.3	3.9	3.9	3.9	12.98	2.6	-1.27	Muy Adecuado
	0.3	8.7	23.4	23.4	23.4	79.1			
	puntos de corte								
	0.014	0.43	1.17	1.17	1.17				
		N= 1.32							

Los puntos de corte se obtienen al dividir la suma de los valores correspondientes a cada columna entre el número de paso (promedio relativo).

Donde:

N- Es el resultado de dividir el total de las sumas entre el producto del número de categorías por el número de pasos;

$$N = 79.1 / 5 \times 6 = 79.1 / 30 = 1.32$$

P -Valor promedio;

N - P: Es el valor promedio que le otorgan los expertos consultados a cada pregunta.

Los puntos de corte nos sirven para determinar la categoría o grado de adecuación de cada pregunta según la opinión de los expertos consultados. Con ello se opera del modo siguiente:

Muy Adecuado	Bastante adecuado	Adecuado	Poco Adecuado	No Adecuado
0.014	0.43	1.17	1.17	1.17

Como dos valores negativos de N-P, se encuentran por debajo del primer punto de corte, o sea son menores que 0,014 las categorías son de muy adecuado para estos aspectos del modelo.

El siguiente gráfico muestra en detalle cada uno de los valores promedios correspondientes a cada aspecto, con los puntos de corte:

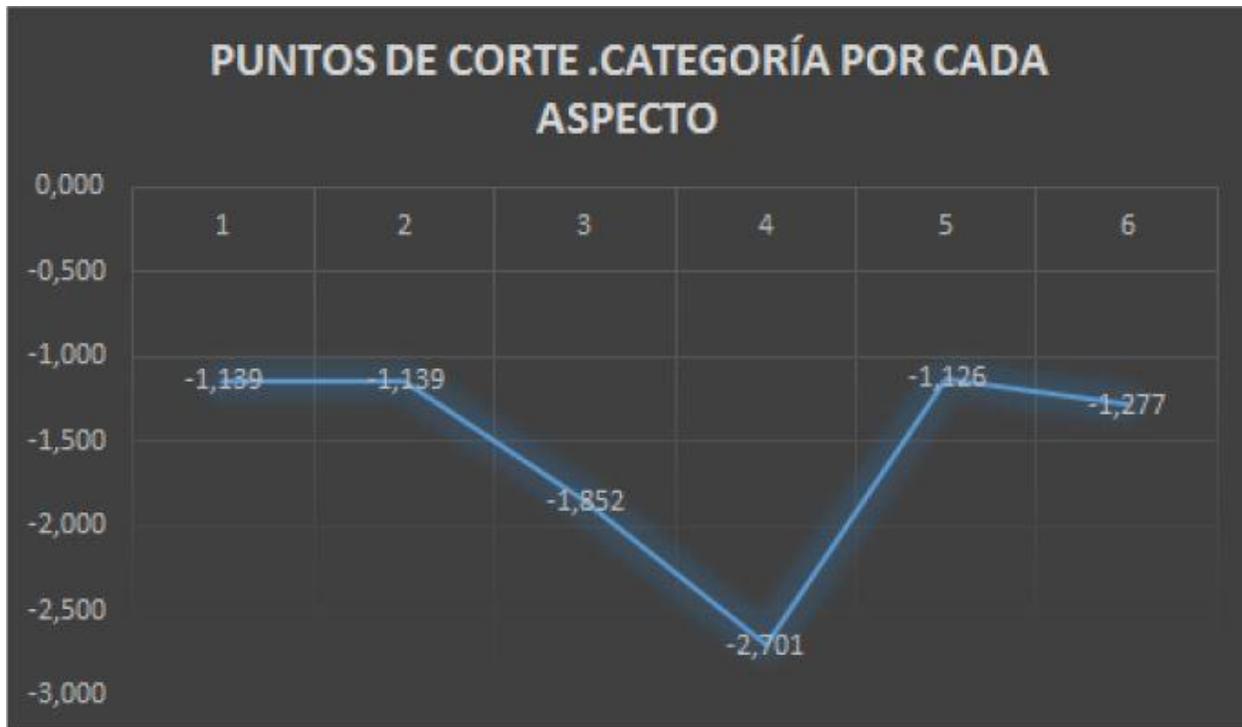


Gráfico 1 Valores promedios de cada aspecto

Anexo 10

Empleo del estadígrafo Kendall

	S1	S2	S3	S4
E1	2	1	4	3
E2	2	1	4	3
E3	2	1	4	3
E4	4	2	3	1
E5	2	1	3	4
E6	2	1	4	3
E7	2	1	4	3
E8	2	1	4	3
E9	2	1	4	3
E10	2	1	4	3

									St	MEDIA
Si	22	11	38	29	0	0	0	0	100	25
Si - M	-3	-14	13	4						
(Si - M) ²	9	196	169	16	0	0	0	0	390	
FP	0.22	0.11	0.38	0.29	0	0	0	0	1	

$W=0.8$

SHI CUADRADO PRÁCTICO

$E*(c-1)*W= 23.4$

SHI CUADRADO TEORICO (NC, GL C-1) 7.815 por tabla de valores de la distribución shi cuadrado (0,95; 3)

$23.4 > 7.815$ Hay consenso entre los expertos sobre las ponderaciones y nivel de importancia de los aspectos del modelo.