

# CAPÍTULO 3 MÉTODO, TÉCNICA Y PROCEDIMIENTO

---

## 3.1. Introducción

El desarrollo del presente TFC estará regido por una metodología basada en tres sistemas de análisis y procedimiento para desarrollo de trabajos en diseño industrial o de productos. Cada una de estas metodologías será brevemente explicada y analizada, para en una síntesis final indicar el sistema con el que se trabajará el resto de este TFC.

## 3.2. PROCESO DE DISEÑO: fases para el desarrollo de productos (INTI Argentina)

El diseño para el INTI es la acción de pensar antes que actuar, por lo que su metodología de trabajo tiene componentes muy lógicos en el desarrollo de un proyecto. Estos mecanismos están desplegados en sus siete etapas de desarrollo: Definición estratégica, Diseño de concepto, Diseño en detalle, Verificación y testeo, Producción, Mercado y Disposición final.

Una explicación más profunda de cada etapa nos mostrará en detalle cada paso y condicionantes a tener en cuenta en el desarrollo.

### 3.2.1. Definición estratégica

Es el primer paso en el desarrollo de un proyecto, a partir de un problema que ha sido detectado, se analiza toda la información recopilada en el contexto del problema y se busca un lineamiento de trabajo, delimitando las competencias que se tendrán respecto del desarrollo, “es definir un ¿Qué se va a hacer? Sin profundizar en el ¿Cómo vamos a hacerlo?” (INTI, 2009).

Dentro de los objetivos de esta etapa destacaremos el trazar el lineamiento estratégico, la definición del problema que se va a resolver, garantizar la afinidad entre el proceso y la estrategia de la empresa, evaluar las capacidades existentes y las que son necesarias adquirir para el desarrollo óptimo del proyecto, identificación de los usuarios tanto directos como indirectos así como la sectorización de los consumidores, entre otras.

Las acciones con las que se desarrollará esta etapa del proceso son: documentación de las necesidades que se van a satisfacer, selección del tipo de usuario al que se va a enfocar el producto, definir la comunicación del producto y su imagen corporativa, análisis y cruce de la diversas fuentes de información, generación de un equipo multidisciplinario de diseño que acompañe a todas las etapas del proyecto y la elaboración del plan estratégico.

Las herramientas que se utilizan en esta etapa del sistema son variadas y en muchos de los casos no son de uso exclusivo del diseñador pero son de gran valor por la información que facilitan al proceso, entre ellas tenemos:

- Diagnóstico de diseño
- Entrevista con focus group
- Sugerencia de clientes
- Observación de uso
- Análisis comparativo de productos
- Análisis de valor
- Mapa de producto
- Rueda Ecodiseño
- Análisis PEST - Matriz FODA
- Planificación de escenarios
- Análisis de tendencias, costos y competencias
- Benchmarking
- Cronograma por fase
- Ciclo de vida del producto

Los resultados que se esperan de esta fase del proceso son más relacionados con la creación de plan estratégico para el diseño del nuevo producto el cual nos facilite un listado de requisitos, condicionantes y cuantificantes que nos permitan tener una idea inicial del producto a desarrollar. Un plan de trabajo y un cronograma tentativo nos enmarcan el desarrollo del proyecto en una realidad de alcances a completar y nos estructuran de manera sistematizada los desarrollos a los que estaremos sujetos por lo menos de una manera muy escueta en un principio.

Se estima también que para esta primera etapa del desarrollo se indique o se busque el personal indicado y requerido para los procesos por venir y una estimación presupuestaria que en las siguientes etapas se irá puliendo.

### 3.2.2. Diseño de concepto

Es en esta fase donde fusionamos la creatividad con el análisis y desarrollamos propuestas concretas para dar forma al producto, de manera que puedan ser percibidos por el resto de personas del equipo de trabajo. Se marca ya el rumbo de trabajo mediante una conceptualización clara del objeto de diseño.

Trazando los lineamientos del producto y su comunicación, se generan alternativas creativas e innovadoras con criterios de sustentabilidad con orientación al usuario y su inclusividad, se programan tareas y se fijan los plazos en las que se cumplirán.

Esta es una etapa creativa, de proposición pero también de selección. Lo que nos permitirá continuar con una afinación de detalles en la siguiente fase.

Se definirán en este paso las tecnologías con las que se desarrollará el producto, los materiales a utilizar y, de las alternativas generadas, se practicará un estudio de factibilidad. Todo esto siempre acompañado del estudio de la legislación y la propiedad intelectual del producto relacionado con la industria.

Las acciones que se pretende desarrollar en esta etapa son, la generación del concepto incluyendo las características y parámetros generales, la tecnología a utilizar junto con el funcionamiento y la morfología del producto. La evaluación de los materiales y la tecnología seleccionada en su relación con las capacidades de la empresa, y la valoración de características de los usuarios y consumidores.

Las herramientas en este caso están más ligadas a las características productivas de la empresa o del parque productivo del entorno. Para rescatar algunas de las herramientas expondremos las siguientes:

- Brainstorming
- Rendering manual y 3D, bocetos, esquemas.
- Collage, fotomontajes
- Maquetas de estudio
- Análisis funcionales, utilitarios y comerciales
- Entre otros

Es muy deseable para esta etapa conseguir un pliego de condiciones del concepto elegido donde quede descrita la tecnología, el funcionamiento y la forma del producto, los responsables de cada actividad y la forma en la que se van a satisfacer las necesidades del cliente.

### **3.2.3. Diseño en detalle**

En esta fase de la metodología se ha seleccionado ya una de las alternativas producidas en la etapa anterior y proseguimos con su refinamiento. Al desarrollar la propuesta definiremos como construir el producto, esta es una fase crítica para definir detalles de sustentabilidad e inclusividad.

Se definirá el producto y el resto de elementos (soportes gráficos, embalaje, etc.) y las especificaciones técnicas para su producción. Se arma el proyecto definiendo aspectos perceptivos y utilitarios, conjuntos y subconjuntos, geometría y vínculos entre las partes, materiales a utilizar y procesos de producción. De preferencia para complementar esta fase se documenta la información y se buscan proveedores.

Los principales objetivos de esta etapa son: definir materiales y procesos de producción, detectar lo que se puede lograr con recursos propios y lo que se debe tercerizar, profundizar todos los elementos de soporte de comunicación del producto, definir cadenas de producción y elementos relacionados con el marketing y por último fijar los nuevos cronogramas y presupuestos

Dentro de las herramientas que se utilizan en esta fase se tomará en cuenta sistemas de modelado y diseño 3D, así como software administrativo que permita la medición de ciclos de vida y análisis económicos como el de rentabilidad. Las maquetas de estudio y los prototipos rápidos son también de gran ayuda.

Para el final de esta etapa se requiere tener los documentos técnicos detallados del producto, una memoria técnica, planos de conjunto y de despiece, plantas y secciones de ser necesarias. Un cronograma más ajustado y real junto con los costos e inversiones, así como también los recursos requeridos.

### 3.2.4. Verificación y testeo

Durante la etapa anterior se debió verificar que el producto cumpla efectivamente con las características conceptuales del producto, en esta fase se verificará, entre otros aspectos, la seguridad, la confiabilidad y la manutención.

La comprobación del cumplimiento de las especificaciones establecidas en las fases anteriores para facilitar el paso a la producción. En esta etapa también se verifican tanto características técnicas como compatibilidades dimensionales, de ensamblado y montaje con miras a su producción. Se trata de un proceso iterativo en el que la solución técnica se convertirá progresivamente en una solución factible de ser producida. Es también parte de esta etapa la validación de la propuesta en condiciones de uso realista, el ajustar el objeto para producción y la selección de proveedores.

Como objetivos se busca corroborar si las estrategias y definiciones planteadas en forma inicial han sido trasladadas de forma correcta al producto, verificaciones completas previas a la producción para poder efectuar rediseños, convertir progresivamente la propuesta seleccionada en un objeto industrializable.

Las herramientas de esta fase son los prototipos funcionales, los testeos con clientes seleccionados, el focus group, los ensayos de usabilidad y un análisis del producto contrapuesto al listado de requisitos.

Se realizarán pruebas con usuarios y en laboratorio, con el fin de verificar el funcionamiento y cumplimiento de las especificaciones establecidas en las fases anteriores. Se realizarán ensayos para validar las decisiones y definiciones tomadas en relación al producto y al usuario. Se procederá con pruebas de producción a fin de facilitar el nexo entre la parte de diseño y las áreas de producción.

Es deseable que para esta etapa se tenga una verificación detallada del diseño con las condiciones de uso más próximas a la realidad y esta propuesta llegue a ser fiel a un sistema de producción por lo que requerirá planos detallados para su producción.

### **3.2.5. Producción**

Esta fase pone en marcha la producción, generando una serie corta o prueba piloto, utilizando y poniendo a punto los medios productivos necesarios. Durante ella es muy típico tener que adquirir o subcontratar recursos edilicios, equipos o herramientas de producción.

El diseñador pierde el protagonismo que tenía en las etapas anteriores ya que pasa a ser un colaborador de las otras áreas de desarrollo y entran a escena departamentos como el de ingeniería de planta y producto, control de calidad, manufactura, compras, etc.

Sus objetivos principales son la organización, montaje y documentación de cuáles fueron las necesidades técnicas y específicas para una correcta producción y distribución del producto y definir cómo y con qué medios se lo va a producir.

Las herramientas a utilizar en esta etapa están marcadas por las características específicas de la producción, los diagramas de proceso, los análisis de tiempos, los análisis de modos de fallos y efectos, diagnóstico de envases y embalajes y todo aquel software administrativo que nos permita dirigir el proyecto sus análisis económico – financiero y de rentabilidad.

Se espera concretar esta etapa metodológica con el desarrollo de una pre-serie de fabricación, poniendo en marcha la maquinaria y las herramientas, validando el sistema de ensamblaje de los componentes, comprobando así la capacidad de fabricación. Esta primera serie de producción será puesta a disposición de clientes claves que nos permitan evaluar los resultados de esta primera producción.

Esta etapa del proceso de diseño es considerada la de mayor inversión económica y en muchos de los casos se lleva a cabo dentro de la misma organización para evitar espionaje y sabotaje en casos donde la producción es de gran competencia.

### **3.2.6. Mercado**

Una etapa de presentación neta al mercado, que se realiza en conjunto con todos los elementos de apoyo proyectados de manera tal que esté disponible para el público. También se incluye dentro de esta fase el seguimiento del producto a través de su ciclo de vida económico.

Es de vital importancia asegurar que confluyan todos los factores para la introducción del producto en el mercado. Es aquí donde se inicia la distribución y comercialización. Se debe controlar, monitorear y modificar el cumplimiento de las acciones planificadas, y una vez que se haya realizado un lanzamiento exitoso se inicia el ciclo más largo del producto: su entrega a los consumidores de, manera continua y con buena calidad.

Los objetivos claves de esta etapa son: lograr la correcta sincronización de las acciones de promoción y publicidad, seminarios y workshops que garanticen el lanzamiento exitoso del producto, garantizar el correcto entrenamiento del servicio técnico y de las áreas de devoluciones y reparaciones, tener agentes, canales, distribuidores, etc. debidamente entrenados en el momento adecuado.

Para ello se debe poner en marcha la distribución y comercialización del producto, poner en práctica las estrategias de comercialización definidas, buscando lograr que nuestro producto destaque sobre los productos similares de la competencia. Monitorear, controlar y modificar, de ser necesario, el cumplimiento de las acciones proyectadas sobre el monitoreo de la performance del producto.

Las herramientas que se utilizarán son prácticamente tomadas de las campañas publicitarias o de los sistemas de promoción del marketing entre estas se tienen los folletos, los stands, P.O.P., avisos publicitarios en revistas y otros medios, catálogos, página web y demás soportes gráficos de la estrategia de comunicación, los sondeos y las encuestas de opinión, los estudios de mercado, el análisis del ciclo de vida del producto (PLM) y el servicio de atención al cliente.

Se espera que al finalizar esta fase, el lanzamiento del producto al mercado se haya realizado según la estrategia adoptada, la captación de la atención del consumidor sea máxima gracias a los soportes que fueron diseñados con tal fin, tener listos los procedimientos de distribución, haber identificado los problemas y las acciones correctivas que se puedan desarrollar, identificar la percepción del mercado y tener monitoreada la efectividad del producto.

### 3.2.7. Disposición final

Esta es una instancia de control y monitoreo, esto queda definido así desde las otras fases del diseño, entra en ejecución justo el instante en el que el producto deja de ser útil o ha cumplido la función la para cual fue diseñada. Es decir el producto culminó su vida útil y necesita ser descartado.

En esta fase se verifica que los conceptos relacionados con segundo uso, reparación, separación de componentes, etc. sean los esperados; de no ser así, se debe elaborar una estrategia alternativa para minimizar el impacto medioambiental.

Se debe tomar en cuenta que esta etapa puede estar presente en varios tiempos ya que el producto no siempre tiene una vida de uso lineal. El proceso de venta puede continuar por mucho tiempo si se venden productos usados, el servicio posventa y la venta de repuestos pueden seguir por más tiempo aún. La responsabilidad legal continúa hasta que no exista más el producto y sus consecuencias sobre la gente y el ambiente.

Los temas ecológicos son relativamente nuevos para las organizaciones industriales, por lo que el equipo de diseño podría contactar consultores externos para que lo asesoren en temas ambientales tanto del producto así como sobre la imagen corporativa .

El objetivo de esta fase es la de verificar que el producto impacte de forma mínima en el ambiente en el momento de su disposición final.

Es necesario verificar si existe o no el cumplimiento de las premisas de diseño, contrastándolas con las observaciones de lo que realmente ocurre durante la disposición final de los productos. Los factores que afectarían la disposición final de los productos, que se habían delineado en el listado de requisitos y en las especificaciones del mismo son, entre otros, los siguientes: garantía, provisión de repuestos, biodegradabilidad, reciclado, impacto social y ambiental y reusabilidad.

Para esta etapa se trabaja con los sistemas de valoración estratégica ambiental (VEA), la lista de verificación de parámetros medioambientales, análisis de ciclo de vida (ACV), evaluación de cambio de diseño (ECD) y la matriz MET.

Se espera tener como resultados de esta etapa final, las recomendaciones necesarias para mejorar el proyecto actual y los futuros (vinculadas con la simplicidad de reparación y mantenimiento), un uso secundario o la facilidad de separar componentes y/o materiales. La posibilidad de un uso secundario del producto, una vez que el uso principal haya finalizado y la posibilidad de desmontaje y separación para reutilizar componentes o materiales.

### **3.3. PROPUESTA METODOLÓGICA Gerardo Rodríguez**

La palabra diseño proviene del término italiano disegno, que significa delineación de una figura, realización de un dibujo. (Rodríguez, 1900). Al existir una gran cantidad de definiciones de diseño, Gerardo Rodríguez adopta la definición de J. Christopher Jones: "El efecto de diseñar es iniciar un cambio en las cosas realizadas por el hombre". Aquí se desplaza claramente el problema de la definición de ¿qué es diseñar? a ¿cuál es el efecto de diseñar? Cualquier actividad que inicia un cambio en las cosas realizadas por el hombre es, pues, una actividad de diseño, esta es la definición que adopta el autor para la acción de diseñar.

Rodríguez también propone una concepción del diseño industrial, la misma que está basada en dos definiciones. El primer enunciado es el del ICSID (International Council of Societies of Industrial Design) y su autor es Tomás Maldonado: "El diseño industrial es una actividad proyectual que consiste en determinar las propiedades formales de los objetos producidos industrialmente. Por propiedades formales no hay que entender tan sólo las características exteriores, sino, sobre todo, las relaciones funcionales y estructurales que hacen que un objeto tenga una unidad coherente desde el punto de vista tanto del productor como del usuario, puesto que, mientras la preocupación exclusiva por los rasgos exteriores de un objeto determinado conlleva el deseo de hacerlo aparecer más atractivo o también disimular sus debilidades constitutivas, las propiedades formales de un objeto -por lo menos tal como yo lo entiendo - aquí son siempre el resultado de la integración de factores diversos, tanto si son de tipo funcional, cultural, tecnológico o económico. Dicho de otra manera, así como los caracteres exteriores hacen referencia a cualquier cosa como una realidad extraña, es decir, no ligada al objeto y que no se ha desarrollado con él, de manera contraria las propiedades formales constituyen

una realidad que corresponde a su organización interna, vinculada a ella y desarrollada a partir de ella". (Rodríguez, 19xx)

La segunda definición es la generada por el autor del libro: El diseño industrial es una disciplina proyectual, tecnológica y creativa, que se ocupa tanto de la proyección de productos aislados o sistemas de productos, como del estudio de las interacciones inmediatas que tienen los mismos con el hombre y con su modo particular de producción y distribución; todo ello con la finalidad de colaborar en la optimización de los recursos de una empresa, en función de sus procesos de fabricación y comercialización (entendiéndose por empresa cualquier asociación con fines productivos). Se trata, pues, de proyectar productos o sistemas de productos que tengan una interacción directa con el usuario (pudiendo ser bienes de consumo, de capital. o de uso público); que se brinden como servicio; que se encuentren estandarizados, normalizados y seriados en su producción, y que traten de ser innovadores o creativos dentro del terreno tecnológico (en cuanto a funcionamiento, técnica de realización y manejo de recursos), con la pretensión de incrementar su valor de uso. Estos productos y sistemas de productos deben ser concebidos a través de un proceso metodológico interdisciplinario y un modo de producción de acuerdo con la complejidad estructural y funcional que los distingue y los convierte en unidades coherentes. (Rodríguez, 19xx)

Esta forma de ver el diseño está plasmada directamente en la metodología que nos plantea Rodríguez para el desarrollo de proyectos de diseño. Su planteamiento contempla tres grandes macroestructuras o etapas para el desarrollo, así tenemos:

- Planteamiento o estructuración del problema
- Proyección o desarrollo proyectual
- Producción o fabricación

Cada una de estas fases tiene microestructuras que definiremos a continuación.

### **3.3.1. Planteamiento o estructuración del problema**

Los objetivos de esta macro estructura son: la determinación precisa de los límites concretos del campo real donde se efectuarán: la observación, la recopilación y la estructuración de nuevos datos necesarios para la definición del problema. La selección y estructuración lógica de la 'teoría del diseño' que permitirá derivar los

criterios de interpretación de los datos recabados dentro del marco teórico específico del diseño en el campo de que se trate, el análisis de soluciones existentes que se han desarrollado frente a problemas similares en otros lugares y épocas y la estructuración del problema de diseño como conjunto de requerimientos representados por datos organizados lógicamente para su interpretación en el lenguaje de diseño.

#### *3.3.1.1. Establecimiento del fenómeno o situación por analizar*

Se deben observar las situaciones que se desarrollan en el medio ambiente que nos rodea y seleccionar una de ellas para ver la posibilidad de intervención del diseño industrial como disciplina que trata de servir a la sociedad.

#### *3.3.1.2. Diagnóstico del fenómeno según el enfoque del D.I.*

Se determina dentro de la situación o fenómeno elegido las acciones que puede llevar a cabo el diseñador industrial para detectar las necesidades con base en dichos criterios.

#### *3.3.1.3. Detección de necesidades a nivel de procesos o productos*

Muchas de ellas son necesidades evidentes o parcialmente evidentes para algo, factibles de resolverse por medio de la acción del diseño industrial y que surgen en función de la situación o fenómeno analizado de antemano. Las necesidades detectadas pueden ser muy variadas: un producto nuevo (un televisor de tercera dimensión), un proceso nuevo (conversión de algas marinas en harina para hacer pan), un programa nuevo (método para combatir la contaminación del aire) o la modificación de algún procedimiento obsoleto o poco eficiente (un sistema de comunicación submarina).

#### *3.3.1.4. Formalización de problemas en el área de diseño*

Se desarrolla un listado jerarquizado de necesidades en función del efecto que el diseño industrial puede tener sobre ellas

### *3.3.1.5. Definición en términos generales del problema*

Una vez seleccionada una necesidad específica, elaborar un planteamiento claro y hasta cierto punto conciso, que incluya todos los elementos necesarios para delimitar cada una de las características del problema:

<b>¿Qué voy a hacer?</b>	Un producto o sistema de productos
<b>¿Por qué lo voy a hacer?</b>	La causa
<b>¿Para qué?</b>	La finalidad
<b>¿Para quién?</b>	El usuario
<b>¿Dónde?</b>	El sitio
<b>¿Con qué tecnología?</b>	Los recursos productivos
<b>¿Con qué capital?</b>	Los recursos económicos
<b>¿Para qué mercado?</b>	La distribución del producto

### *3.3.1.6. Análisis de información y soluciones existentes*

Es la búsqueda de información que servirá para determinar si no existe el producto o el sistema de productos por diseñar, o si hay algún programa o proceso en otro país o sector que esté tratando de resolverlo; lo anterior a fin de evitar la creación de un proyecto o la resolución de un problema ya resuelto. En caso de existir dicho proyecto, la información servirá para detectar cuáles son las desventajas que éste presenta y así poder superarlas.

### *3.3.1.7. Subdivisión del problema en sub problemas*

En caso de que el producto o sistema por diseñar o rediseñar cuente con alta complejidad funcional o estructural, se subdividirá en problemas parciales que pueden resolverse independientemente para finalizar el proyecto, integrarse dando la solución global del problema.

#### *3.3.1.8. Jerarquización de sub problemas*

Detección de los problemas clave o neurálgicos por resolver primero y que determinan los subsecuentes dando una orientación al proyecto.

#### *3.3.1.9. Precisión del problema del proyecto*

Es el establecimiento de los requerimientos que el proyecto de diseño debe satisfacer, éstos se establecerán con base en el análisis y la observación realizados hasta esta etapa del proyecto.

Estos requerimientos son variables que deben cumplir una solución cuantitativa y cualitativa, siendo fijadas previamente por una decisión, por la naturaleza y por requisitos legales, o por cualquier otra disposición que tenga que cumplir el solucionador del problema. Son variables que limitan las alternativas del solucionador de productos. Como acotación, el término requerimiento es sinónimo de restricción, especificación, consideración variable.

Estas condicionantes pueden ser obligatorias (aquellos que deben cumplirse en todos los casos; es decir, aquellos cuyo cumplimiento es sine qua non para que la solución sea aceptada) o deseadas (aquellos que en lo posible deben ser cumplidos, más no obligatoriamente).

### **3.3.2. Proyección o desarrollo del proyecto**

Los objetivos principales de esta macroestructura son las de, mediante el empleo de diversas técnicas de desarrollo de la creatividad generar conceptos varios de diseño en relación con el problema planteado, enfrentar continuamente los rubros estipulados como consideraciones o requerimientos con los conceptos de diseño generados, experimentar y elucubrar en dos y tres dimensiones formal, funcional y técnicamente el concepto de diseño por generar, hasta llegar a seleccionar la alternativa óptima por producir.

### *3.3.2.1. Elaboración de alternativas*

Precisadas ya las restricciones o requerimientos que debe cumplir el producto o sistema de productos por generar, se procederá en el caso de rediseño a la elaboración de un esquema estructural y en el de diseño a la elaboración de un esquema funcional.

### *3.3.2.2. Examen y selección de alternativas*

Una vez desarrollados los conceptos globales de diseño en función del problema planteado, deberá procederse a su selección examinándolos y evaluándolos, por medio de su contraposición a los criterios estipulados como requerimientos, para posteriormente proceder al detallado del concepto cuyo desarrollo se considere más viable. La selección la llevará a efecto el propio diseñador auxiliándose de los criterios que los distintos especialistas en la producción, el mercado o el área a la cual irá dirigido el producto emitan en torno a los conceptos de diseño generados con base en sus conocimientos o experiencia.

### *3.3.2.3. Desarrollo de alternativa seleccionada*

Esta microestructura del proceso, al igual que la de precisión del problema de proyecto, es determinante dentro de todo desarrollo de diseño ya que es en éste, donde teniéndose como fundamento un concepto de diseño-generado y secuenciado se precisarán:

- Las materias primas a emplear en la elaboración del producto.
- Las dimensiones del producto
- Los rasgos estéticos definitivos
- Sus elementos estructurales
- Los principios físico-técnicos de su funcionamiento
- La manera particular de fabricarlo
- Ejecutar antes de la realización del prototipo todas las pruebas y a escala 1:1 del producto diseñado.

Para lograr lo anterior el diseñador industrial requerirá de lo siguiente:

- Contar con un amplio conocimiento del perfil tecnológico (recursos humanos, materiales, de infraestructura, económicos) en donde se reproducirá el producto diseñado.
- Conocer y manejar las distintas técnicas de expresión y representación que le permitirán comunicar en forma precisa su concepto de diseño para su producción seriada.
- Ejecutar antes de la realización de prototipo todas las pruebas y exámenes por medio de modelos de simulación ergonómicos, funcionales y estructurales que le permitan precisar cómo debe ser el producto o sistema de productos por detallar.
- Producir la primera muestra física a escala con los materiales definitivos del concepto de diseño seleccionado (prototipo).
- Interrelacionarse con el diseñador del proceso con el propósito de determinar conjuntamente cuáles son los materiales y métodos o producción que ofrecen mayores ventajas de acuerdo con las características del producto diseñado y las cantidades por producir.

#### *3.3.2.4. Construcción de prototipo*

Una vez detallado y comprobado el concepto de diseño desarrollado, se procederá a la construcción del prototipo, el cual no es más que una pieza funcional única, escala 1:1 fabricada con los materiales definitivos. Es probable que el proceso de elaboración del prototipo desarrollado no se lleve a cabo en la forma en que se fabricará industrialmente, es en esta fase en donde el diseñador del producto y el del proceso presentarán su más íntima interrelación al tener que contemplar sobre la muestra física los distintos detalles de producción que implica.

#### *3.3.2.5. Pruebas y observaciones al prototipo*

Una vez construido el prototipo y contemplados todos sus detalles productivos se procederá a someterlo a pruebas y experimentos que corroboren su funcionalidad y valor de uso

#### *3.3.2.6. Introducción de eventuales cambios al prototipo*

Con base en las observaciones productivas visualizadas, al construir el prototipo y efectuarle las modificaciones que surjan de las distintas pruebas y experimentos planteados en la fase anterior, se procederá a hacer un nuevo prototipo modificado. Éste será sometido al número de pruebas que sea necesario hasta que productiva y funcionalmente se obtenga una aproximación de lo que será el modelo para la producción.

#### *3.3.2.7. Fabricación de la pre serie*

Es una producción piloto y limitada del producto desarrollado con las materias primas y procesos productivos determinados, que permite corroborar si los métodos de fabricación en planta son los adecuados para su producción, iniciar la estimación de tiempos de producción, probar dos o más propuestas de curso-gramas productivos, detectar los distintos elementos auxiliares que la producción exige, determinar los requerimientos con los que a nivel inventario se necesitará cumplir para iniciar la producción seriada.

#### *3.3.2.8. Ajuste definitivo para su producción en serie*

Una vez que el modelo propuesto ha pasado todas las pruebas y se han hecho todos los cambios necesarios, deberán hacerse los dibujos del modelo para la producción, para lo cual habrá que hacer planos técnicos así como planillas varias para la producción. En esta fase del desarrollo el diseñador del producto deberá tener presentes las siguientes consideraciones:

- Adecuar, en la medida de lo posible, el concepto diseñado a las herramientas y equipo con que se cuenta en la planta productiva.

- Tratar de optimizar el concepto diseñado simplificando o eliminando partes.
- Hacer un esfuerzo por eliminar operaciones difíciles o críticas.
- Emplear materiales y procedimientos estándar.
- Eliminar las características dudosas de funcionamiento.

### **3.3.3. Producción o fabricación**

Este es el proceso más técnico de las fases que se proponen en esta metodología. Sus principales objetivos son: la adecuación definitiva del producto a los requerimientos que establece la planta industrial en que se llevará a cabo su fabricación, adecuar el lay out y stock productivo a las condicionantes que requiere la fabricación del producto y al fabricación seriada e industrial del producto.

#### *3.3.3.1. Adecuación de la planta para producción en serie*

Con el propósito de expeditar el tiempo que se requiere para iniciar la producción, con toda anticipación deberán girarse las órdenes para el diseño de las herramientas y auxiliares de producción (moldes, matrices, dados, etc.), dando prioridad a aquellos cuyo diseño sea más lento o laborioso. En esta fase también deberán elaborarse, los manuales de operación y mantenimiento del producto, las placas de identificación del producto y los procedimientos de control de calidad. Se deberán calcular los costos estimados de producción y definir el tipo de empaque y política promocional de ventas que seguirá la empresa para la introducción del producto al mercado.

#### *3.3.3.2. Producción seriada del producto*

Se refiere a la producción misma, en la cual deberán comprobarse minuciosamente las primeras piezas fabricadas con los planos técnicos de diseño, poniendo especial interés en verificar si por medio del proceso productivo establecido se está logrando que los componentes y productos salgan con las especificaciones impuestas (tolerancias, ajustes, acabados, etc.). Tan pronto como se concluye la primera corrida de producción,

deben cotejarse los costos calculados con los costos reales a fin de investigar, en caso necesario las causas por las que no concuerdan.

La responsabilidad de la función del diseñador de producto cesa cuando se inicia la producción. No obstante, deberá estar siempre en la mejor disposición de colaborar con la producción en la resolución de los problemas que surjan.

#### *3.3.3.3. Evaluación del producto después de un tiempo en uso*

Más que una microestructura de la fase producción o fabricación, esta fase corresponde a una evaluación del producto en interacción con la realidad y del proceso mismo seguido en su elaboración. Consiste en confrontar después de cierto tiempo si las restricciones de uso, función, producción, mercado y estética estipuladas para la concepción del producto se dan como se esperaban.

#### *3.3.3.4. Introducción de eventuales modificaciones*

Con base en el tiempo de vida estipulado de antemano, se procederá a proponer ciertas adecuaciones o innovaciones que tengan por objeto optimizarlo en varios aspectos para incrementar su vida en el mercado.

Al igual que con la anterior fase cabe señalar que más que una microestructura de la producción o fabricación debe considerarse como una microestructura de la que se vale todo el proceso para seguir manteniendo al producto en el mercado.

### **3.4. ERGONOMÍA DE LA CONCEPCIÓN Martha Sarabia**

La manera de enfrentar un proyecto para Sarabia viene siempre desde la mirada del ergónomo, por lo que metodología es una guía de pautas requeridas para la evaluación de cualquier sistema existente o proyecto a realizarse pero desde la ergonomía de la concepción.

Esta metodología propone un desarrollo en 5 etapas:

1. Delimitación
2. Análisis

3. Definición
4. Aplicación
5. Seguimiento y Retroalimentación.

Cada una de estas etapas posee fases que se desarrollan con ciertas condicionantes, las mismas que se explicarán a continuación.

### **3.4.1. Etapa de delimitación**

Esta etapa será desarrollada en 4 fases: Descripción y determinación del sistema ergonómico, Descripción básica de tareas, Identificación de factores de adecuación ergonómica y la Identificación de los índices de adecuación ergonómica.

#### *3.4.1.1. Descripción y determinación del sistema ergonómico*

Se establecerán los 3 componentes claves del sistema ergonómico a diseñar (usuario, objeto y espacio físico) cada uno descrito de una manera clara y precisa a fin de recabar datos exactos para los siguientes pasos.

#### *3.4.1.2. Descripción básica de tareas*

Se especificarán las acciones a realizarse en el uso del objeto, detallando todas y cada una de las actividades y secuencias que se requieran, para ello podemos usar un diagrama de flujo o un mapa de acciones, etc.

#### *3.4.1.3. Identificación de factores de adecuación ergonómica*

Dependiendo del sistema ergonómico que se desea desarrollar, se enunciarán los factores de adecuación necesarios o requeridos para las futuras interacciones:

- Factores de usabilidad
- Factores de bienestar
- Factores de impacto ambiental
- Factores de aprehensión
- Factores socio-culturales
- Factores de mantenimiento

Estos son algunos de los factores más solicitados y son los que se usan en los proyectos de ergonomía.

#### *3.4.1.4. Identificación de los índices de adecuación ergonómica*

Son los aspectos cuantitativos que permiten encontrar las relaciones de adecuación entre los elementos del sistema ergonómico. Los más utilizados dentro de la ergonomía de la concepción son:

- Índices morfológicos
- Índices antropométricos
- Índices biomecánico
- Índices fisiológicos
- Índices energéticos internos
- Índices energéticos externos
- Índices sensoriales
- Índices cognitivos
- Índices ambientales (ruido, iluminación, calidad del aire, vibración y aceleración, temperatura y residuos sólidos).

### **3.4.2. Etapa de análisis**

Esta parte del proceso, permite tener un mayor conocimiento de los elementos pertinentes, en el sistema a desarrollarse, y de sus relaciones internas como estructura de actividades.

#### *3.4.2.1. Definición de métodos y técnicas de análisis*

Para desplegar el proyecto, se debe estructurar el sistema ergonómico a desarrollarse. Para ello, los datos a recolectar y analizar serán: datos de la(s) actividad(es), descripción de actividades, simulación de tareas, valoración del comportamiento en la actividad y evaluación de los requerimientos de la(s) tarea(s).

#### *3.4.2.2. Interpretación y evaluación de los datos obtenidos*

Tras la recolección de los datos anteriormente descritos, la interpretación de los mismos permitirá emitir conceptos tanto de tendencias como de relaciones en las acciones y entre los componentes del sistema.

### **3.4.3. Etapa de definición**

Gracias a los datos recolectados en la etapa de análisis, se puede ya, en esta etapa determinar las ventajas y desventajas que presenta, presentaría o debería presentar el sistema a desarrollarse. La posterior valoración de dichas características (ventajas y desventajas) será de vital importancia en el caso de encontrar falencias muy grandes en el proyecto y brinda la oportunidad de corregirlas antes de pasar al proceso de aplicación.

#### *3.4.3.1. Determinación de ventajas y desventajas*

Se determinan los pro y contra del sistema ergonómico, permitiendo establecer comparaciones directas con tipologías similares ya existentes, efectuar clasificaciones, incluso establecer la correspondencia entre el sistema ergonómico y la normativa existente.

#### *3.4.3.2. Valoración de ventajas y desventajas*

Una fase muy importante y que debe ser muy bien diferenciada de la anterior. La valoración, permite evaluar su complejidad, profundidad y cobertura en relación con el propósito del sistema ergonómico. También gracias a la valoración se puede incluir o descartar algunas determinantes del proyecto.

#### *3.4.3.3. Conclusiones*

Se realizan mediante la determinación y la valoración de las ventajas y desventajas del sistema ergonómico. Son la base y marco conceptual de la etapa de definición. En ellas se recogen todas las apreciaciones, consideraciones y definiciones resultantes de todas las etapas anteriores.

### **3.4.4. Etapa de aplicación**

En esta etapa, se verificará que los resultados obtenidos gracias a los pasos anteriores beneficien en la mejor forma posible a la ergonomía del sistema a desarrollarse. Se deberán enumerar y explicar los factores e índices de adaptación ergonómica que vamos a implementar con el proyecto y con el análisis de la dimensión ergonómica del sistema, la verificación se completará a fin de comprobar la efectividad del proyecto.

#### *3.4.4.1. Adecuación ergonómica*

En este paso se enumeran y detallan todas y cada una de las adecuaciones que se realizarán al sistema. Aquí los índices de adecuación se convierten en determinantes del diseño, ellas deberán propender a la optimización en la acción y la eficacia del sistema ergonómico.

#### *3.4.4.2. Dimensión ergonómica*

Al relacionar los factores de adecuación ergonómica y los índices de adaptación ergonómica podremos obtener las dimensiones de adaptación, esto nos permitirá determinar el grado o nivel del sistema a desarrollar.

#### *3.4.4.3. Comprobación*

Es aquí donde se pone en funcionamiento el sistema (o subsistemas) de manera que se pueda evaluar en la práctica. De acuerdo con la naturaleza del proyecto se pueden hacer comprobaciones con modelos, prototipos o con el sistema ergonómico real.

### **3.4.5. Etapa de Seguimiento y retroalimentación**

Para esta etapa y dependiendo de las características específicas del sistema diseñado, se deberá tener al sistema ergonómico operando durante un determinado lapso de tiempo. Con el fin de realizar una etapa de seguimiento y con los datos conseguidos en esta fase, se pueda desarrollar una retroalimentación que en muchos casos incluye un rediseño.

#### *3.4.5.1. Seguimiento*

En esta fase se debe verificar la correcta funcionalidad del sistema, de acuerdo con las relaciones de adecuación ergonómica implementadas. De la misma manera que en la etapa anterior este paso se puede desarrollar con modelos, prototipos o el sistema ergonómico real.

#### *3.4.5.2. Retroalimentación*

Este es el último paso de la metodología propuesta, la retroalimentación mantiene una dinámica cambiante y permite al sistema corregir o ajustar las interacciones entre los elementos del proyecto, a partir de las

observaciones y conclusiones que se obtengan en el paso anterior de seguimiento.

### **3.5. Descripción y estructura de la metodología a utilizar**

Tras el análisis y comparación de las metodologías antes descritas se pueden establecer lineamientos de proceso afines entre los 3 sistemas. Estas pautas son las que permitirán desarrollar un proyecto que tenga una minuciosa elaboración y que en su secuencialidad, permita encontrar una solución óptima a la problemática de diseño que se enfrenta.

Esta metodología contempla 4 macro estructuras, estas serán: Análisis del entorno del proyecto, planteamiento del problema, desarrollo proyectual y descripción de alternativa seleccionada. Cada una de estas etapas tendrá características específicas de trabajo que se describirán muy brevemente a continuación.

#### **3.5.1. Análisis entorno del proyecto**

Una revisión completa y exhaustiva por cada elemento que compone el entorno del desarrollo de este proyecto, desde sus usuarios hasta los escenarios donde se desarrollan las actividades y donde se gestiona el problema en sí, sus condicionantes y realidades analizadas desde la realidad.

#### **3.5.2. Planteamiento del problema**

Es en esta etapa donde se formaliza el proyecto, donde se estructuran las condicionantes y los requerimientos del proyecto, y se desarrollará el lineamiento de trabajo para el resto del proceso.

##### *3.5.2.1. Diagnóstico de la problemática*

Es el análisis de las actividades que generan la problemática, los integrantes de la misma y los factores que la mantienen como un conflicto que requiere un tratamiento de diseño para su resolución. Dentro de esta fase es necesario delimitar las acciones a tomar en cuenta y los objetivos planificados hasta la resolución de este TFC.

##### *3.5.2.2. Determinantes*

Se trazarán las guías y las pautas que marcaran la resolución mediante el diseño, tanto las actividades a desarrollarse como los individuos

participantes en ellas, así como sus requerimientos son los hitos que marcaran el proceso del TFC con esta metodología.

#### **3.5.2.2.1. Tareas a realizar**

Se presentará un listado detallado de las tareas que realizan los usuarios dentro de la actividad o actividades que comprometen al problema del diseño.

#### **3.5.2.2.2. Requerimientos de usuario**

Serán las condicionantes más estrictas en el desarrollo del TFC, estos requerimientos darán las pautas necesarias para desarrollar una solución óptima y en el transcurso de las etapas permitirán valorar y evaluar su fidelidad respecto de lo solicitado por los usuarios.

#### **3.5.2.2.3. Requerimientos de diseño**

Este listado nos enmarca en una realidad profesional del desarrollo proyectual, al tener requerimiento de diseño estamos limitando de manera más técnica las opciones de procesamiento y producción lo que permite acercarse ampliamente al desarrollo de una alternativa industrialmente desarrollable y verdaderamente producible que contemple características tales como: la innovación, estandarización, normalización, serialización, entre otras.

#### **3.5.2.2.4. Índices y factores de adecuación ergonómica**

Al ser este un proyecto que trabaja directamente con usuarios reales y que interactúan con el producto, la ergonomía nos obliga a trabajar con estos índices y más aún si este proyecto apunta al desarrollo de un objeto de uso, que sea amigable y pensado netamente con enfoque al usuario. La ergonomía sistémica brindará en esta etapa sus condicionantes al proyecto.

#### *3.5.2.3. Precisión del problema del proyecto*

Afianzados en los elementos que surgen de las fases anteriores (condicionantes, actividades, entorno y usuarios) se englobará cada

aspecto del proyecto y formularemos un problema en concreto, este será el objetivo del desarrollo de este TFC. Su resolución será la meta y el desarrollo en cada una de sus etapas será crucial.

### **3.5.3. Desarrollo proyectual**

Se conceptualizará en la elaboración de alternativas que den una solución a la problemática encontrada en la fase anterior. Estas propuestas serán plasmadas con el empleo de la mayor cantidad de técnicas de desarrollo creativo y estarán normadas por las condicionantes (requerimientos e Índices) que se determinaron con anterioridad.

#### *3.5.3.1. Elaboración de alternativas*

Se plantearán 3 alternativas que solucionen, sino todos los aspectos de la problemática, por lo menos abarquen la mayor cantidad de los mismos.

Estas alternativas se presentarán de manera básica, es decir no se requiere de estructuras o mecanismos todavía especificados. Pero deberán estar acompañadas de sus detalles funcionales (forma de uso, actividades que desarrollan, cantidad de usuarios) y de un análisis breve de las condicionantes que cumple y las que no.

#### *3.5.3.2. Valoración y selección*

Con el fin de escoger una de las alternativas desarrolladas para su completo desarrollo y que su selección se dé basándose en el cumplimiento de los requerimientos y las condicionantes antes obtenidas, el proceso de valoración y selección se hará en base a dos sistemas; el cuadro de adecuación ergonómica presentado por Martha Sarabia y el sistema de valoración comparativa QFD

##### **3.5.3.2.1. Matriz de la valoración de dimensión ergonómica**

Es la matriz que permite calificar las alternativas presentadas, ubicándolas dentro de un tipología de sistema y cruzando sus características con los índices de adecuación ergonómica, es una herramienta muy valiosa en la categorización de productos, donde

el enfoque primordial es la interactividad con el usuario y evaluándolas como un sistema ergonómico.

#### **3.5.3.2.2. Valoración comparativa QFD**

Parte de las evaluaciones que se realizan para la “casita de la calidad” están direccionadas a la valorización de propuestas contraponiéndola al cumplimiento de requerimientos y normativas. Esta manera de evaluar será utilizada en este TFC para la selección de la alternativa final. La tabla de valoración comparativa brindará una mirada imparcial y ayudará con esta selección.

#### **3.5.3.2.3. Conclusiones**

Una vez analizadas y valoradas las alternativas trabajadas se escogerá una que cumpla de manera más acertada con los requerimientos y condicionantes. Esta será la opción que se desarrollará en las siguientes fases.

### **3.5.4. Desarrollo de la alternativa seleccionada.**

Una vez seleccionada la alternativa que cumpla con la mayor parte de los requerimientos y determinantes, se procederá a un desarrollo más minucioso. En éste se determinarán características específicas como dimensiones, mecanismos, funcionalidad y métodos de producción. Si bien este TFC tiene como finalidad el desarrollo de una propuesta que resuelva la problemática hallada, el alcance del mismo está planteado hasta las especificaciones de esta respuesta, la especificación de las características técnico-funcionales de la alternativa final y no contempla el desarrollo de un modelo o prototipo con el cual desarrollar el resto de posibles fases especificadas en las anteriores metodologías investigadas.

#### *3.5.4.1. Dimensionamiento ergonómico*

Especificaremos los datos del usuario y del objeto en relación con la usabilidad y el ambiente en el que se desarrollarán las actividades.

##### **3.5.4.1.1. Datos antropométricos**

Todas aquellas medidas que intervienen en la utilización del producto, ya sean del usuario por si solo así como del conjunto de

usuarios antes y durante las actividades para las que ha sido creado el objeto o el conjunto de objetos.

#### **3.5.4.1.2. Ergonomía del uso**

Al ser un objeto de uso que estará en contacto directo con la fisionomía de los usuarios, el análisis ergonómico se torna indispensable. En esta etapa se generarán los esquemas necesarios para corroborar que el producto cuente con una comprensión total de las interacciones. Se desarrollarán esquemas de uso y diagramas que muestren todas las condicionantes y se satisfaga de manera óptima las características fisiológicas, anatómicas y psicológicas.

#### *3.5.4.2. Especificaciones del producto*

En esta etapa se detallarán las características del producto, estas especificaciones son de carácter técnico y tratan de aproximar la solución presentada a una realidad productiva actual. Pero no se limitan al desarrollo tecnológico del país donde se realiza esta investigación, por el contrario se proyecta a una realidad futura de la capacidad industrial del Ecuador e inclusive se proyecta a un trabajo conjunto con mercados tecnológicos avanzados.

##### **3.5.4.2.1. Somatografía**

Para una apreciación más próxima a la realidad se presentará una simulación del producto junto con el usuario en tamaño real y en interacción, esto se llevará a cabo con ciertas especificaciones que nos permitan asimilar sus dimensiones y estructuras a fin de entender de mejor manera las fases siguientes.

##### **3.5.4.2.2. Usabilidad**

Mediante esquemas y simulaciones se demuestra la interacción entre los usuarios y el producto, sus posibilidades de interacción y los modos de uso junto con las acciones varias que se podrían realizar (ensamblaje, desarmado, mantenimiento, etc.)

#### **3.5.4.2.3. Secuencia de uso**

Mediante diagramas o simulaciones se especificarán las acciones que se pueden realizar con el producto, así como su correcto uso y aplicación a diversas actividades dependiendo de los usuarios y condiciones del entorno.

#### **3.5.4.2.4. Proceso de producción**

Si bien los alcances de este TFC no contemplan la producción real, de un prototipo o de una pre serie, basados en las características del producto se podrá elucubrar sobre los posibles sistemas de producción, tanto de las partes como de los componentes, las secuencias de fabricación y los posibles orígenes de los componentes que no puedan desarrollarse en el país.

#### **3.5.4.2.5. Materiales**

Tal y como se vio en la etapa anterior se podrá especificar los materiales con los que se desarrollará el producto, esto no limitará de ninguna manera el desarrollo del mismo ya que de ser necesario el procedimiento real de producción de un objeto de diseño, estará siempre dispuesto a realizar cambios a la marcha, durante su calibración hacia el aparato productivo.

#### **3.5.4.2.6. Acabados**

Parte de la definición de los materiales será la especificación de los acabados, más que por el hecho de la afinidad de los medios productivos locales, esta etapa se desarrolla a fin de conseguir la mejor adaptación de los acabados en el objeto, siempre tomando en cuenta los indicadores de uso que se buscan en el objeto.

#### **3.5.4.3.7. Planos**

Al no ser un proceso estrictamente técnico o con fines productivos, el desarrollo de planos constructivos detallados de un producto que no se encuentra comprobado o testado en las etapas finales de prototipado o pre serie es poco necesario. Pero para los fines

prácticos a los que está enfocado este TFC se desarrollarán planos descriptivos del producto, del despiece y de los elementos que compondrán el producto o sistemas de productos. Estos planos estarán enfocados a dar una idea más clara de la estructura final del producto y no están obligados a ser técnicamente precisos o de alta complejidad como para el desarrollo en una fábrica.

#### **3.5.4.3.8. Ciclo de vida**

Tomando en cuenta las normativas de procesos ecológicos y de conciencia ambiental, se determinará un ciclo de vida del objeto o sistemas de objetos con el fin de analizar sus períodos de uso y prever opciones de mantenimiento, asistencia técnica o re uso de los componentes y/o materiales.