



UNIVERSIDAD DE  
MANIZALES

**FORMACIÓN EN DISEÑO INDUSTRIAL:  
UNA PROPUESTA METODOLÓGICA COHERENTE  
CON EL DESARROLLO SOSTENIBLE**

Guillermo Andrés Alvarado Nieto  
Paola Andrea Roa López  
Diana Lorena Zuleta Ortiz

UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas  
Centro de Investigaciones en Medio Ambiente y Desarrollo – CIMAD  
Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente  
2015

# **FORMACIÓN EN DISEÑO INDUSTRIAL: UNA PROPUESTA METODOLÓGICA COHERENTE CON EL DESARROLLO SOSTENIBLE**

Guillermo Andrés Alvarado Nieto  
Paola Andrea Roa López  
Diana Lorena Zuleta Ortiz

Trabajo de investigación para optar al título de:  
**MAGISTER EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE**

Directora:  
Mg. Adriana Villafañe Solarte

UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas  
Centro de Investigaciones en Medio Ambiente y Desarrollo – CIMAD  
Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente  
VII Cohorte  
2015

Dedico esta tesis a mis padres Bertha y Enrique, quienes fundaron en mí el ejemplo para cumplir mis metas y con su entrega inspiraron en cada momento la constancia para la realización de este trabajo. A mi esposa Diana con quien recorrí este camino y me acompaña día a día con su amor, su alegría y paciencia en esta aventura que es la vida. Para ellos dedico este esfuerzo.

**Guillermo Andrés Alvarado Nieto**

A mi esposo, por ese entusiasmo que siempre me impulsó a seguir adelante en búsqueda de mis sueños, por los días que con amor suplió mi ausencia en casa y principalmente por todas las veces que fue padre y madre de nuestro “Pollito”.

A mi “Pollito” por abrazarme en amor después de cada jornada de estudio y borrar con sus besos el cansancio físico.

A mis padres y hermanos por ser mi ejemplo de vida y la raíz que me mantiene aferrada a la tierra.

**Paola Andrea Roa López**

A Dios por la vida, por la oportunidad de hacer esta maestría, por la fuerza.

A Guillermo, mi amor, mi compañero de camino por estar siempre apoyándome e impulsándome. Por creer en mí, y aportar con su trabajo y esfuerzo al logro este resultado.

A mi familia, por su fe en Dios y en mí, por su entusiasmo y fuerza para siempre querer seguir adelante.

A Paola por su entrega, compromiso y trabajo incansable que nos impulsaron a no darnos por vencido.

**Diana Lorena Zuleta Ortiz**

# Agradecimientos

---

A la Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente de la Universidad de Manizales, que con su aporte generó en nosotros la conciencia para darnos cuenta que somos actores, no sólo observadores de un proceso social, que nos permite aportar a la formación de seres humanos consientes y con herramientas tangibles para un ejercicio profesional responsable.

A la Dra. Marleny Cardona Acevedo, que con su experiencia y compromiso nos hizo aportes fundamentarles para orientar el sentido y resultados de nuestra investigación.

A Adriana Villafañe por su acompañamiento, asesoría y apoyo durante todo el desarrollo del proyecto. Su inagotable energía fue una gran motivación para el desarrollo del mismo.

A las directivas de la Fundación Academia de Dibujo Profesional –FADP- por su apoyo para la realización y aplicación del presente trabajo de investigación.

A los estudiantes de quinto y sexto semestre de la carrera de Técnico Profesional en Producción en Diseño Industrial de la FADP por su compromiso y entrega:

- Luis García y Yeison Latorre
- Mauricio Gómez y José Fernández
- Juliana Arcila y Fabio Serna
- Sebastián Hernández y Samuel Palacios
- Cristian Vargas y Andrés Julián Castillo
- Juan Antonio Zapata y María Alejandra Muñoz
- Natalia Restrepo y Julián David Rendón

# Tabla de contenido

---

<b>1. Planteamiento del Problema .....</b>	<b>12</b>
1.1 Pregunta Problema .....	18
<b>2. Justificación .....</b>	<b>19</b>
<b>3. Objetivos .....</b>	<b>23</b>
3.1 Objetivo General .....	23
3.2    Objetivos Específicos.....	23
<b>4. Marco Teórico y Conceptual.....</b>	<b>24</b>
4.1 Desarrollo Sostenible .....	24
4.2 Una mirada al Diseño Industrial .....	26
4.3 El papel del método en el Diseño Industrial .....	32
4.4 De la cosa al artefacto .....	34
4.5 El Desarrollo Sostenible y sus herramientas para la gestión ambiental .....	35
4.5.1 Ecología Industrial .....	36
4.5.2 Producción más Limpia .....	37
4.5.3 Análisis del Ciclo de Vida .....	38
4.5.4 Ecodiseño.....	41
4.5.5 De la Cuna a la Cuna .....	42
<b>5. Estado del Arte.....</b>	<b>43</b>
<b>6. Metodología de la Investigación.....</b>	<b>45</b>
6.1 Tipología y ficha técnica de investigación.....	45
6.2    Procedimiento de la Investigación .....	46
6.2.1 Fase descriptivo-analítica.....	46
6.2.2    Fase descriptivo-evaluativa.....	46
6.2.3 Fase evaluativo- interpretativa .....	47
<b>7. Métodos de configuración de artefactos: Una mirada desde el Desarrollo Sostenible .....</b>	<b>48</b>
7.1 Metodología proyectual, propuesta por Bruno Munari (Munari, 1983) .....	49
7.1.1 Criterios de sostenibilidad identificados en la metodología propuesta por Munari: .....	50
7.2 Estrategia para el Diseño de Productos propuesta por Nigel Cross (Cross, 1984) .....	52
7.2.1 Criterios de sostenibilidad identificados en la metodología propuesta por Nigel Cross .....	53

7.3 Manual de Diseño Industrial planteado por Gerardo Rodríguez Morales (Rodriguez, 1996) .....	55
7.3.1 Criterios de sostenibilidad identificados en la metodología propuesta por Gerardo Rodríguez .	57
7.4 Metodología de diseño propuesta por Ambrose-Harris (Ambrose & Harris, 2010) .....	58
7.4.1. Criterios de sostenibilidad identificados en la metodología propuesta por Ambrose-Harris .....	59
7.5 Metodología de diseño propuesta por Paul Rodgers y Alex Milton (Rodgers & Milton, 2011) .....	61
7.5.1 Criterios de sostenibilidad identificados en la metodología propuesta por Paul Rodgers y Alex Milton.....	63
7.6 Guía Metodológica de Diseño Industrial, propuesta por la Fundación Prodintec (Fundación PRODINTEC, 2013).....	64
7.6.1 Criterios de sostenibilidad identificados en la metodología propuesta por Prodintec: .....	66
7.7 Resumen de criterios de sostenibilidad detectados en las metodologías analizadas .....	67
<b>8. Ruta Metodológica ARZ para artefactos sostenibles.....</b>	<b>68</b>
8.1 Criterios de sostenibilidad incluidos en el Método de diseño ARZ.....	134
<b>9. Resultados del piloto de aplicación: el comienzo hacia la implementación de ARZ .....</b>	<b>138</b>
<b>10. Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>151</b>
<b>11. Referencias.....</b>	<b>157</b>

# Lista de figuras

---

<i>Figura 1:</i> Vinculación de Profesionales de Diseño. (Sena - Universidad Nacional de Colombia, 2008) .	17
<i>Figura 2:</i> Actividades desarrolladas por las personas encargadas de las actividades de diseño. (Sena - Universidad Nacional de Colombia , 2008).....	18
<i>Figura 3:</i> Proceso lineal de configuración de producto. ....	20
<i>Figura 4:</i> Proceso cíclico de configuración de producto .....	21
<i>Figura 5:</i> Los tres elementos de la sustentabilidad y las interrelaciones entre sus componentes. (Cervantes, Sosa, Rodriguez, & Robles, 2009).....	25
<i>Figura 6:</i> Dimensiones del Diseño Industrial y su relación con los componentes del Desarrollo Sostenible .....	29
<i>Figura 7:</i> Esquema metodológico propuesto por Bruno Munari.....	50
<i>Figura 8:</i> Esquema metodológico fases propuestas por Nigel Cross. ....	53
<i>Figura 9:</i> Esquema metodológico metodología propuesta por Gerardo Rodríguez .....	56
<i>Figura 10:</i> Esquema metodológico.....	59
<i>Figura 11:</i> Esquema Metodológico propuesto por Rodgers & Milton.....	63
<i>Figura 12:</i> Esquema Metodológico propuesto por la Fundación PRODINTEC .....	65
<i>Figura 13:</i> Paralelo de las metodologías actualmente utilizadas.....	74
<i>Figura 14:</i> Método de Diseño ARZ, para artefactos Sostenibles. ....	75
<i>Figura 15:</i> El inicio de un estado del arte. (International Corporation of Networks of Knowledge, 2014)82	
<i>Figura 16:</i> Diagrama Morfológico de una máquina cosechadora de papas. (Cross, 2012).....	93
<i>Figura 17:</i> Diagrama Morfológico de una máquina cosechadora de papas. (Cross, 2012).....	94
<i>Figura 18:</i> Componentes de un sistema, aplicados a un proceso de producción.....	108
<i>Figura 19:</i> Proceso cíclico de configuración de artefactos.....	112
<i>Figura 20:</i> Ejemplo Planos de Reconocimiento. (Sandro Proyectos) .....	118
<i>Figura 21:</i> Ejemplo Planos de Construcción. (Sandro Proyectos) .....	119
<i>Figura 22:</i> Ejemplo Planos de Armado. (Sandro Proyectos) .....	120
<i>Figura 23:</i> Ejemplo Planos de Usuario. (Sandro Proyectos).....	120
<i>Figura 24:</i> Fotografías de la jornada de evaluación realizada con docentes de la Fundación Academia de Dibujo Profesional. ....	142
<i>Figura 25:</i> Valoraciones en niveles de “satisfactorio” o “muy satisfactorio” relacionadas con el cumplimiento satisfactorio de las condiciones evaluadas .....	143
<i>Figura 26:</i> Resultado de la valoración de las características de sostenibilidad .....	145
<i>Figura 27:</i> Fotografías de la jornada de valoración por parte de usuarios y clientes. ....	146
<i>Figura 28:</i> Valoración de la rigurosidad en la aplicación de criterios de sostenibilidad identificados ....	149

# Lista de Tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Estado del Arte</i> .....	43
<b>Tabla 2</b> <i>Ficha Técnica de Investigación</i> .....	45
<b>Tabla 3</b> <i>Criterios de sostenibilidad detectados en las metodologías analizadas</i> .....	67
<b>Tabla 4</b> <i>Análisis de Precios de Mercado</i> .....	84
<b>Tabla 5</b> <i>Identificación de Requerimientos de Diseño</i> .....	84
<b>Tabla 6</b> <i>Clasificación de Requerimientos</i> .....	87
<b>Tabla 7</b> <i>Aplicación de Modelos Sistemicos de Solución a los Requerimientos Planteados</i> .....	90
<b>Tabla 8</b> <i>Diagrama de Valoración</i> .....	96
<b>Tabla 9</b> <i>Ejemplo Diagrama de Valoración</i> .....	97
<b>Tabla 10</b> <i>Símbolos Básicos utilizados en la construcción del diagrama de flujo</i> .....	106
<b>Tabla 11</b> <i>Identificación de corrientes de entrada y de salida</i> .....	109
<b>Tabla 12</b> <i>Análisis de M.P/Insumos y posibilidades de corrientes de salida</i> .....	115
<b>Tabla 13</b> <i>Resultados de la Preserie</i> .....	116
<b>Tabla 14</b> <i>Objetivos publicitarios según la fase del ciclo de vida</i> .....	127
<b>Tabla 15</b> <i>Elementos de la estrategia publicitaria</i> .....	128
<b>Tabla 16</b> <i>Validación de las condiciones de Uso</i> .....	130
<b>Tabla 17</b> <i>Criterios de Sostenibilidad detectados en las metodologías analizadas y su aplicación en ARZ</i> .....	134
<b>Tabla 18</b> <i>Criterios de sostenibilidad incluidos en el método de diseño ARZ</i> .....	136
<b>Tabla 19</b> <i>Ficha técnica del artefacto resultante de la aplicación del Método de Ambrose y Harris</i> .....	139
<b>Tabla 20</b> <i>Ficha técnica del artefacto resultante de la aplicación del Método de Paul Rodgers</i> .....	139
<b>Tabla 21</b> <i>Ficha técnica del artefacto resultante de la aplicación del Método ARZ</i> .....	140
<b>Tabla 22</b> <i>Ficha técnica del artefacto resultante de la aplicación del Método de Bruno Munari</i> .....	140
<b>Tabla 23</b> <i>Ficha técnica del artefacto resultante de la aplicación del Método de Gerardo Rodríguez</i> ....	140
<b>Tabla 24</b> <i>Ficha técnica del artefacto resultante de la aplicación del Método de Nigel Cross</i> .....	141
<b>Tabla 25</b> <i>Ficha técnica del artefacto resultante de la aplicación del Método de la Fundación Prointec</i> .....	141
<b>Tabla 26</b> <i>Guía de preguntas para la valoración de los artefactos</i> .....	142

# Resumen

---

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo analizar la aplicación de criterios de sostenibilidad en los métodos de configuración de artefactos empleados en la carrera de Técnico Profesional en Producción en Diseño Industrial de la Fundación Academia de Dibujo Profesional, para proponer una ruta metodológica con mayores potencialidades de obtención de artefactos sostenibles, la cual fue evaluada con el fin de posibilitar su implementación en el modelo de enseñanza en dicho programa académico.

Para el desarrollo del proyecto se realizó un estudio cualitativo y descriptivo, utilizando principios de la investigación aplicada y del método deductivo; que incluyó una fase descriptivo-analítica que abarcó el estudio de los métodos actuales de configuración de artefactos para la identificación de criterios de sostenibilidad tenidos en cuenta; para pasar a una fase descriptivo-evaluativa en la que se articularon las fortalezas de los métodos actuales con otros criterios de sostenibilidad en un método de configuración de artefactos; y por último una fase evaluativo-interpretativa, en la que se desarrolló la evaluación de los resultados obtenidos de la aplicación de los diferentes métodos de configuración de artefactos producto de la investigación. Para la evaluación y comparación de los resultados obtenidos se tuvo en cuenta la valoración por parte de docentes de la Fundación Academia de Dibujo Profesional, así como la percepción de posibles usuarios y la revisión por parte de los autores del presente proyecto. El proyecto desarrollado muestra entre otras conclusiones, que el método de diseño es relevante para la obtención de artefactos sostenibles, sin embargo, los resultados de su aplicación dependerán de variables como la articulación de procesos pedagógicos transversales en torno a la sostenibilidad que acompañen con mayor eficiencia y rigurosidad los procesos de desarrollo de producto.

# Abstract

---

This research aimed the application of sustainable criteria in appliance configuration methods used in the Técnico Profesional en Producción en Diseño Industrial Program of Fundación Academia de Dibujo Profesional so propose a methodological path with more possibilities to obtain sustainable appliances, and evaluated in order to facilitate its implementation in the learning model of that Academic Program. For that purpose, was made a qualitative and descriptive research, using applied investigation principles and deductive method; which included an analytic-descriptive phase considering and analysing the current methods of appliance configuration methods to identify sustainable criteria taken into account, to continue with an evaluative-descriptive phase in which was articulated the current methods strengths with several sustainable criteria, founded in the theoretical framework and compiled in a new appliance configuration method. Last, an evaluative-interpretative phase, which were, evaluated the results of the application the diverse appliance configuration methods, analysed in the current document. For evaluate and compare the results, was taken into account the valuation by teachers of FADP, as well as the perception of possible customers, also the review by the authors of the current work. The project shows, among other finds, that design methods have relevance to obtain sustainable appliances; however, the success it will depends of variables such the implementation of cross-educational polices around sustainability that provides accompaniment with more efficiently and gruelling in product development processes.

# 1. Planteamiento del Problema

---

La preocupación por la actual crisis social y medio ambiental genera cada vez más inquietudes en todos los campos del conocimiento y en lo que respecta a esta investigación en el diseño industrial. Desde la mirada del desarrollo sostenible se busca mitigar el impacto que la especie humana deja en el planeta. Nos encontramos frente a problemas de contaminación, pérdida de especies vegetales y animales, transformación de ecosistemas, desplazamiento forzado, etc. que afectan directa o indirectamente, la calidad de vida de los seres humanos. La especie humana, considerada parte del entorno ecológico, poco a poco se ha desprendido de él y de su papel en el tejido natural, hasta formar un ecosistema totalmente diferente, alejado de los ritmos de la naturaleza y encauzado cada vez más en la búsqueda de riqueza para la satisfacción de sus necesidades (Noguera, 2004). Lo que es susceptible de comercializarse es usado, arrancado y cosificado. De ahí que el sentido de una mirada sostenible es buscar un equilibrio que permita el desarrollo social y la pervivencia del medio ambiente.

En el transcurso de la historia, el hombre, a la medida de su expansión, también ha aumentado considerablemente sus necesidades y expectativas, las cuales transforman los ecosistemas para el desarrollo y producción de objetos, tecnología, infraestructura, servicios, y demás elementos que soportan día a día la búsqueda de condiciones más cómodas de vida. El desarrollo de la cultura material da cuenta de las actividades sociales, económicas y rituales de diferentes grupos humanos y deja su huella en cada una de sus manifestaciones. De este modo se puede considerar que existen hitos en el tiempo, en los cuales esta manifestación cultural se ve impulsada por desarrollos tecnológicos: el descubrimiento del fuego, la edad de hierro, el desarrollo de la

artesanía y la hegemonía de los burgos que posteriormente formarían los emporios empresariales en las ciudades capitalistas de la revolución industrial.

En este punto es importante detenerse, ya que en dicho momento se impulsará el desarrollo de la producción a límites insospechados y con el posterior impacto del uso de los combustibles fósiles, se desencadenará gran parte de la crisis que hoy conocemos. El universo de la cultura material traza en el tiempo una huella que refleja el actuar ideológico de sus protagonistas.

Con la llegada de técnicas más sofisticadas en la producción, surgieron a su vez áreas del conocimiento que se involucran en la definición e implementación de estrategias que hacen más eficientes los procesos productivos. A partir de este momento surgió una corriente que criticó el funcionalismo de los artefactos y propuso elementos estéticos y de calidad, los cuales eran sacrificados al dar prelación a la cantidad de unidades producidas, denominada la escuela Arts&Crafts. Su crítica hizo contraposición a las técnicas de producción industrial, la artesanía y al valor del trabajo como fuente no de fines económicos sino de valores éticos y estéticos. Se buscaba situar al artesano al nivel de artista, retomar las prácticas medievales y se sostenía que los resultados de la producción masiva obedecían a un descenso del nivel de belleza de las cosas. La conciliación de las dos posturas nunca se logró ya que la creciente demanda de productos relegó a la escuela Arts&Crafts a producciones artesanales de alto costo dirigidas a públicos refinados. Solamente al tomar conciencia de que el fin de la producción no se fundaba en la ornamentación se estableció la trilogía forma-función-decoración que abrirá las puertas al Diseño Industrial. Fue en la segunda década del siglo XX, cuando la Escuela Bauhaus propuso un acercamiento metodológico hacia el diseño de artefactos basado en una forma que respondiera a

la función, y aportara a la solución de los interrogantes estéticos y comunicativos del objeto y de esta manera, hacerlo más cercano al usuario (Bürdek, 1991). En este momento, el diseño Industrial, empezó a formar parte fundamental en la gestión de productos de cultura material y a hacerse partícipe de la génesis del objeto desde su intención comunicativa, hasta su producción masiva.

En el modelo económico capitalista la producción de bienes de consumo supone un factor relevante en el crecimiento de la economía, y es por esto que para lograr que dichos niveles de crecimiento sean incrementables, promueve en los individuos activas prácticas de consumo, a través del uso de medios de comunicación masivos que están orientados a generar necesidades y demanda para movilizar el mercado. En esta ecuación surge el problema de que para mantener estos altos volúmenes de producción, se hace necesario contar con materias primas e insumos provenientes de la explotación intensiva de recursos naturales. Estas altas tasas de uso, en discordancia con los tiempos y lógicas naturales, han desencadenado diferentes y críticas problemáticas de orden económico, social y sobretodo, ambiental.

En el actual ritmo de producción-consumo-desuso los productos tienen un ciclo de vida más corto y son desechados a un ritmo nunca antes visto, excediendo todas las capacidades de absorción, reciclaje, disposición y manejo de los residuos resultantes. En este escenario, el papel del diseñador industrial llegaría al punto de establecer estrategias de durabilidad reducida de los objetos para reemplazarlos de manera rápida sin perder la confianza del consumidor, creando el concepto de obsolescencia programada y generando más necesidad de consumo para con ello, movilizar la economía (Leonard, 2010). En Colombia la situación no presenta diferencias

representativas. Tras estar sujetos al mismo modelo económico, el desarrollo de la producción manifiesta las mismas problemáticas económicas, sociales y ambientales. La falta de estandarización de procesos y la informalidad en el diseño de productos y procesos ocasiona mayores tiempos de ejecución, mayor contaminación y desperdicio de recursos, en suma, menor eficiencia en la obtención de productos. Elementos estos que en los dos contextos contradicen los criterios y el sentido del desarrollo sostenible.

La práctica del diseño Industrial en Colombia se remonta a la segunda década del siglo pasado con la creación de empresas como *Cristales Fenicia*, *Loza Faenza*, y algunas escuelas de artes decorativas cuya principal tarea estaba enfocada en las artes y oficios, más no en los elementos productivos. Las empresas productoras hacían uso esporádico de diseñadores industriales formados en el exterior bajo los parámetros de las escuelas herederas de la Bauhaus, tales como la escuela de Ulm y la Nueva Bauhaus. En la década de los 60 se gestó la intención de formación académica en Colombia que se concretó con la fundación en 1974 de la primera Facultad de Diseño Industrial a cargo de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, en cabeza del arquitecto Giulio Vinaccia con lineamientos metodológicos afines a los de los teóricos Tomás Maldonado y GuiBonsiepe, herederos de la escuela de HfG de Ulm. Empresas como Haceb, Imusa, entre otras, incursionaron en la generación de productos de carácter local con la preocupación de establecer una identidad en el diseño de producto a nivel nacional. La apertura económica de la década de los 90 desencadenó un estancamiento a nivel productivo, debido a la poca preparación de las industrias frente a las competencias del mercado extranjero, bien industrializado y con una gestión de producto superior a nivel de diseño, planeación, ejecución y post consumo. De esta situación surgió la necesidad de articular las estrategias productivas con la

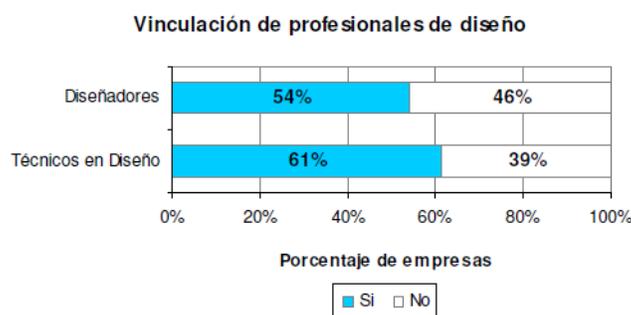
gestión y diseño de objetos para ser competitivos frente al desafío de la apertura económica (Castro, 2003), y se requirieron a su vez la inclusión de estrategias de gestión de producto más eficiente. Es en este momento en el que el Diseño Industrial permitió visualizar todas las soluciones de forma previa a su fabricación, controlando con ello el impacto social, económico y cultural (Mateo, 2013).

En la Fundación Academia de Dibujo Profesional, FADP, contexto en el que se enmarca la presente investigación, se forman técnicos profesionales en diferentes áreas como la Publicidad, el Diseño Gráfico, el Diseño de Interiores, el Diseño Arquitectónico, el Diseño Multimedia, la Producción de Audio y Video, el Diseño de Moda y el Diseño Industrial. El modelo pedagógico de la Institución ofrece una educación centrada en el ser como herramienta de transformación del individuo y cuyos objetivos misionales apuntan entre otros, a la responsabilidad social y ambiental.

En la carrera de Diseño Industrial de esta institución, desde el año 2008 hasta el 2014 se han graduado 361 estudiantes, quienes a partir de su ejercicio profesional aportan a la actividad productiva del país. El Ministerio de Comercio Industria y Turismo ha impulsado el Programa Nacional de Diseño Industrial y la Comisión Profesional Colombiana de Diseño Industrial, las cuales se agrupan en torno al objetivo de incluir al Diseño Industrial como herramienta de innovación en las empresas, con el fin de incrementar sus ingresos y posicionamiento (Min. de Comercio Industria y Turismo). Dada la importancia que tiene esta disciplina en la actividad empresarial e industrial del país, se considera necesario fortalecer la inclusión de criterios

sostenibilidad que direccionen la responsabilidad que su hacer profesional tiene en el mejoramientos de las condiciones medioambientales actuales.

En la mesa de Diseño del SENA (Sena - Universidad Nacional de Colombia , 2008), se investigaron las principales actividades a las que el área de diseño se dedica en las empresas manufactureras donde labora, pudiendo notar una mayor preponderancia de las actividades de desarrollo técnico y estético de los productos (71% y 70%), con lo que se puede establecer la importancia e impacto que tiene una adecuada formación en sostenibilidad como parte del rol y papel del Técnico Profesional en Diseño Industrial para la producción de artefactos o productos en las diferentes sectores participantes de la actividad económica regional, que quienes como se observa en la *figura 1*, son demandados por el 61% de las empresas.



*Figura 1:* Vinculación de Profesionales de Diseño. (Sena - Universidad Nacional de Colombia, 2008)

Por otra parte, como se evidencia en la *figura 2*, las actividades en torno al diseño en dichas empresas, están lideradas por actividades como conceptualización de producto, diseño de moldes y troqueles, desarrollo de producto y diseño de producto sumando un 73,5%, lo que sustenta la pertinencia del Técnico Profesional en Diseño Industrial en el desempeño de actividades propias de áreas relacionadas a la industria. En esto radica la importancia de incidir en la formación de los diseñadores industriales de manera que se impacte responsablemente a la luz del desarrollo sostenible en los resultados de la actividad del Diseño en la industria.



Figura 2: Actividades desarrolladas por las personas encargadas de las actividades de diseño. (Sena - Universidad Nacional de Colombia, 2008)

Estos antecedentes nos presentan un escenario de oportunidades para emplear las fortalezas de lo académico en el enriquecimiento del vínculo academia – industria, de manera que los procesos de investigación y de innovación se orienten en su resolución, con el fin de generar un impulso que arroje beneficios, tanto en la producción, como en la calidad de vida y el desarrollo humano y ambiental en la región. Se considera este panorama como propicio para realizar un análisis de los métodos de configuración de producto empleados en la formación académica en diseño industrial. La inclusión de criterios de sostenibilidad en su planeación, busca realizar un aporte al mejoramiento de los procesos académicos que al vincularse a la industria, sean capaces de generar una reducción del impacto ambiental, social y económico que desde la configuración misma del producto se definen.

## 1.1 Pregunta Problema

¿Cuáles son los criterios que se deben tener en cuenta para construir una ruta metodológica con mayores potencialidades de obtención de artefactos sostenibles, de manera que a partir de su aplicación, se logre una formación en Diseño Industrial coherente con los principios del desarrollo sostenible?

## 2. Justificación

---

Es evidente que para resolver sus necesidades, los seres humanos acuden a un sinnúmero de soluciones que gracias a los avances de la técnica hacen su vida más fácil; los desarrollos e inventos en las diferentes áreas del conocimiento, han posibilitado que la calidad de vida de millones de personas se vea mejorada al tener acceso a la electricidad, el agua potable, los medios de transporte etc. También es claro que dichas soluciones no llegan a la totalidad de la población y que la brecha en la desigualdad, a pesar de la mejora en las condiciones de vida de muchas personas, sigue en aumento. Pero asimismo si se da una mirada a cómo el hombre se ve frente a su cultura material, se puede llegar a la conclusión de que gran parte de lo que lo rodea, ha sido de algún modo, diseñado; ha sido sometido a un proceso productivo hasta llegar a sus manos y cada uno de estos productos posee dentro de su entorno un rango de funciones y un tiempo de vida útil. Precisamente al considerar cómo todos estos elementos han sido creados y producidos es cuando surge la inquietud frente a la crisis social, económica y ambiental que tal actividad ha desencadenado y de donde surgen las motivaciones que le otorgan un sentido a esta investigación.

El Diseño Industrial es un componente de gran importancia en el desarrollo del producto y responsable a su vez de una serie de procesos que pueden ser lineales o cíclicos dependiendo de su concepción. En la actualidad gran parte de la crisis social y ambiental frente a la industrialización se da como consecuencia de un sistema de producción lineal que no toma en cuenta las prácticas de extracción responsables, la huella de carbono generada en los procesos, el post consumo y las correctas políticas laborales y por el contrario, incentiva el consumo

desmedido y desconoce la perdurabilidad de los productos, haciéndolos rápidamente descartables, con el fin de movilizar el mercado de bienes de consumo (Leonard, 2010).

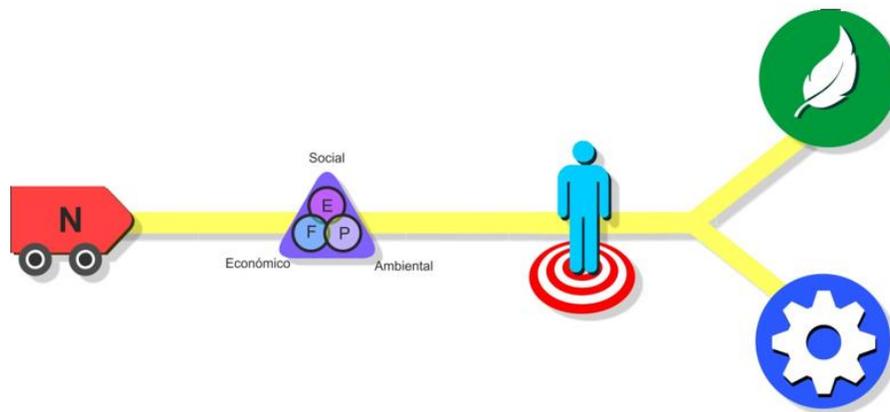
En la *figura 3*, podemos apreciar un proceso lineal que inicia con las necesidades humanas, la configuración y desarrollo del producto donde participa el diseñador, dirigiéndolo hacia el usuario consumidor que finalmente desecha el producto en el que la incertidumbre de su disposición final es una variable de gran importancia y constituye, en gran medida, el problema medio ambiental.



*Figura 3:* Proceso lineal de configuración de producto.

Debido a las evidentes consecuencias a nivel medio ambiental y social, se crearon nuevas estrategias con el fin de minimizar los impactos de la industria sobre los ecosistemas y las comunidades, y se propusieron alternativas que condujeran los procesos productivos hacia una dirección cíclica. De allí surgen las teorías de Ecología Industrial, Análisis de Ciclo de Vida de Producto (ACV) y Eco diseño, entre otras. Todas enfocadas a lograr una transición de los procesos lineales a una “*ciclicidad*” en las estrategias de gestión y desarrollo de producto. En esta dirección, los autores McDonough y Braungart proponen un método denominado “Cradle to Cradle”, *de la cuna a la cuna*, que toma en cuenta meticulosamente cada proceso en el diseño y desarrollo del producto con el fin de que al momento del desuso, éste pueda tomar la ruta de la biósfera o ciclo biológico, es decir, que se integre de nuevo al ciclo medio ambiental sin producir

impactos importantes, o bien, se dirija a la tecnosfera o ciclo tecnológico en donde sus componentes, materias primas y tecnología, serán parte de una nueva cadena productiva (McDonough & Braungart, 2005). Asimismo en cada una de las fases de producción, se busca eliminar el impacto ambiental que pudiera generarse como se indica en la *figura 4*.



*Figura 4:* Proceso cíclico de configuración de producto

Ahora bien, al ser el Diseño Industrial un elemento crucial en esta cadena, es de suma importancia asimilar estas teorías en torno a los procesos cíclicos como parte de un aporte a los métodos que rigen la configuración y desarrollo de productos en la disciplina del Diseño Industrial; puesto que su inclusión podría aportar al camino de transición hacia un producto sostenible y un aporte a la salida de la crisis en la actualmente se vive.

En la formación académica universitaria en Diseño Industrial es fundamental adquirir las bases estructurales del pensamiento sistémico en torno a la gestión y desarrollo de productos que involucre los elementos cíclicos anteriormente mencionados, para generar productos de diseño industrial sostenibles. De allí la pertinencia de realizar esta investigación dado que la formación en Diseño aún no incorpora varios de estos aspectos, los cuales pueden ser incluidos para incidir en el método y por ende en el resultado.

Dada la responsabilidad como educadores en Diseño Industrial, consideramos de suma importancia, realizar una revisión y análisis de los métodos empleados en la formación de nuestros estudiantes en lo referente a configuración de artefactos, de manera que puedan articularse elementos del desarrollo sostenible en una ruta metodológica que contribuya al mejoramiento de las prácticas académicas en la carrera Técnico Profesional en Producción en Diseño Industrial de la Fundación Academia de Dibujo Profesional FADP y con ello brindar un aporte al mejoramiento de los procesos industriales y empresariales de la región.

Los resultados de este proyecto buscan ofrecer elementos para crear una ruta metodológica en diseño, acorde al tipo de realidad social y ambiental en que vivimos; ser un constante motivador de la innovación que construya una cultura ambiental en la comunidad académica a partir de la construcción de consciencia y capacidades en sintonía con el desarrollo sostenible.

## 3. Objetivos

---

### 3.1 Objetivo General

Desarrollar una ruta metodológica con mayores potencialidades de obtención de artefactos sostenibles, de manera que a partir de su aplicación, se logre una formación en Diseño Industrial en la Fundación Academia de Dibujo Profesional coherente con los principios del desarrollo sostenible.

### 3.2 Objetivos Específicos

Revisar los métodos de configuración de artefacto empleados en la carrera de Técnico Profesional en Producción en Diseño Industrial de la Fundación Academia de Dibujo Profesional con el fin de detectar los criterios de sostenibilidad contemplados.

Plantear una ruta metodológica que integre los criterios de sostenibilidad aplicables a métodos de configuración de producto y los identificados en los métodos analizados, de manera tal que aumente las potencialidades de obtención de artefactos con mayores características sostenibles.

Analizar los resultados de la aplicación de la ruta metodológica propuesta con los obtenidos a partir del uso de los métodos comúnmente empleados, por medio de la realización de un piloto con estudiantes de últimos semestres de la carrera Técnico Profesional en Producción en Diseño Industrial de la FADP, para su posterior evaluación e implementación en el modelo de enseñanza del diseño de dicho programa académico.

## 4. Marco Teórico y Conceptual

---

Los conceptos centrales que soportan y enmarcan la presente investigación, se articulan en los componentes de Desarrollo Sostenible, Diseño Industrial, Método, Artefacto y Herramientas para la Gestión Ambiental. A partir de los cuales se realizará el abordaje de la pregunta problema, objeto del proyecto de investigación.

### 4.1 Desarrollo Sostenible

Con el fin de avanzar en mecanismos de valoración de la degradación ambiental ocasionada principalmente por el crecimiento económico de los países industrializados, se constituyó en el tema central de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo en 1987, de la cual resultó el documento conocido como el informe Bruntland que incluyó la definición del concepto de Desarrollo Sostenible como el proceso de “Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades” (UN, 1987). A pesar de la apropiación al parecer generalizada de esta definición, y de acuerdo con Goñi y Goin (Goñi & Goin, 2006) son muchos los interrogantes aún no resueltos. En este sentido y teniendo en cuenta que las necesidades humanas van más allá de las básicas y están relacionadas con múltiples dimensiones como la cultura, la política, el medio ambiente, la economía y la tecnología; surge la inquietud sobre si el límite de crecimiento y desarrollo se está definiendo a partir de la búsqueda de satisfacción de necesidades actuales y futuras cada vez más crecientes y exigentes de los seres humanos, o si por el contrario el sistema biofísico es el que debe poner los límites a los patrones dominantes de producción y consumo.(Leff, 2010).

Según Dalal-Clayton y Bass (Dalal-Clayton & Bass, 2002), el desarrollo sostenible implica que las naciones sean capaces de lograr el desarrollo económico y social, sin degradar el ambiente a niveles irreversibles, de manera tal que se protejan los derechos y oportunidades de las generaciones venideras.

El desarrollo sostenible debe integrar tres componentes (Naciones Unidas, 2005): Medioambiental, Económico y Social. Definiendo a su vez, desde sus interrelaciones, como se evidencia en la *figura 5*, las condiciones necesarias para lograr escenarios que faciliten la generación de beneficios en los tres aspectos, ya que si se generan acciones a cualquier nivel que van en detrimento de alguno de los tres componentes sería una postura miope que ayudará a aumentar las brechas y estadios insostenibles en cualquiera de sus vértices.



*Figura 5:* Los tres elementos de la sustentabilidad y las interrelaciones entre sus componentes. (Cervantes, Sosa, Rodríguez, & Robles, 2009)

Históricamente, el desarrollo de los países se ha relacionado directamente con su crecimiento económico, es decir, con sólo uno de los vértices; el cual ha estado ligado a mayores niveles de producción y consumo y no directamente al mejoramiento de las condiciones de vida. Desde esta

perspectiva, mejores condiciones de vida se deben ver reflejadas en el aumento del poder adquisitivo per cápita, el cual, motivado por el mercado, se debe expresar en mayores niveles de consumo, sostenidos por la industria que demanda cada vez más recursos naturales y a su vez, es una de las principales causantes de la contaminación del medio ambiente. De acuerdo con Leff, el crecimiento económico sustentable ecológicamente y sostenible en el tiempo, no deja de ser un mito que se evapora ante la evidente reducción de la biodiversidad (Leff, 2005).

## **4.2 Una mirada al Diseño Industrial**

Debemos empezar señalando que el diseño como disciplina es sólo reconocido hasta hace algunas décadas, sin embargo, si se da una mirada a la historia, la función del diseñador estaba representada por otros protagonistas como los artesanos e inventores.

Los tiempos de producción y el costo de los objetos artesanales, llevaron a la aparición de la Revolución Industrial, que se dio en Inglaterra durante el periodo comprendido entre 1760 y 1830, en el cual se inició el reemplazo de la mano de obra con la mecanización y se instauró un nuevo sistema de producción. La producción industrial, hizo cambios al esquema artesanal y separó las tareas de concepción e ideación de las de fabricación o construcción, escisión que establece una etapa nueva en la división técnica del trabajo, lo que permitió su repetición, y dio lugar a lo que hoy se conoce como producción en serie. Este sistema se convirtió en uno de los conceptos de productividad más poderosos de la historia y fue en gran medida responsable del surgimiento y la expansión del sistema industrializado basado en el consumo, existente en la actualidad. Con esto se disparan los impactos medioambientales negativos a partir del uso indiscriminado de recursos y por otra parte la división del trabajo plantea una crisis social en la

que el trabajador artesano fue desplazado por la mecanización de los procesos productivos; factores estos que son los que el desarrollo sostenible busca equilibrar actualmente.

Con la llegada de la revolución Industrial la labor del Diseñador Industrial fue reconocida y apetecida en la sociedad, sin embargo, sólo hasta 1969 el ICSID (International Council of Societies of Industrial Design) avala la definición de Diseño Industrial que en 1961 había propuesto el Diseñador 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 un 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 son siempre el resultado de la integración de factores diversos, tanto si son de tipo funcional, cultural, tecnológico o económico. (Maldonado, 1993)

La definición más actualizada propuesta por el ICSID es:

El diseño es una actividad creativa cuyo objetivo es establecer las cualidades multifacéticas de los objetos, procesos y servicios así como sus sistemas y sus ciclos de vida vitales de forma total. Por lo tanto, el diseño es el factor central para la innovación y la humanización de las tecnologías y un factor crucial para el intercambio cultural y económico.

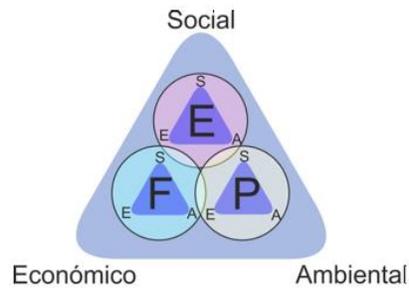
En este sentido, el Diseño Industrial descubre las relaciones estructurales organizativas, funcionales, expresivas y económicas de la actividad de producir objetos con Ética Global que mejoren la sostenibilidad y protección del medio ambiente. Ética Social, que permita beneficios y libertad humana, sea de manera individual o colectiva, velando por intereses de usuarios, productores y el mercado. Ética Cultural, que vela por la cultura aunque sin dejar de lado la globalidad.

Adicionalmente, el Diseño Industrial se entiende como una profesión multidisciplinar que busca mejorar la calidad de vida de la sociedad con la satisfacción de necesidades objetuales que son producidas industrialmente (Roa, 2013).

Frente a estos dos postulados se evidencia claramente la presencia e importancia del desarrollo sostenible dentro del quehacer del diseño industrial. Por una parte en la concepción de una visión holística y totalizante de los procesos de producción y por otro lado, la búsqueda del bienestar de la sociedad a partir de su ejecución.

Es importante señalar también que al interior de la práctica del diseño se establecen elementos sin los cuales éste no sería posible, el objeto y la necesidad. Frente a las necesidades o carencias de las personas, surgen los objetos y estos podemos definirlos como la cultura material, que a su vez representan rasgos de una sociedad, un momento histórico, etc.

En la *figura 6*, se plantea el elemento “Necesidad” como el motivador de la creación de artefactos (Rodríguez, 1996) por parte del diseñador quien a su vez contempla para su desarrollo las dimensiones estética (E), funcional (F) y productiva (P).



*Figura 6:* Dimensiones del Diseño Industrial y su relación con los componentes del Desarrollo Sostenible

La dimensión *estética* se ocupa de las características perceptivas y comunicativas del objeto de manera que sea posible la comunicación con el usuario y asimismo pueda leerse su función, para lo que fue hecho. Esto incluye también la comunicación simbólica dado que es la que determina las expectativas del usuario desde sus niveles culturales, rituales, comerciales y que en definitiva desencadena su elección de consumo (Lobach, 1976).

La dimensión *funcional* busca que el artefacto cumpla el objetivo para el que fue ideado mediante el desarrollo de los requerimientos de funcionamiento del producto y contempla variables como los mecanismos, la seguridad, la resistencia, sus componentes, estructura, etc.

Por último está la dimensión *productiva* del objeto en la que se toman en cuenta todos los parámetros acerca de las materias primas, producción, manufactura, costos, distribución, mantenimiento, desuso etc. A nivel general así como a nivel particular, estas dimensiones se

inscriben en una triada que contempla los parámetros básicos del desarrollo sostenible.

(Naciones Unidas, 2005) En primer lugar el componente social, en segundo lugar el componente económico y en tercer lugar el componente ambiental.

Si disgregamos los componentes del Desarrollo Sostenible (social, económico y ambiental), podríamos encontrar que en cada una de las dimensiones que componen el diseño industrial existe participación de los mismos. Así, en la dimensión estética, podemos encontrar elementos sociales en cuanto a las características culturales y etnográficas de los usuarios, sus concepciones de la belleza que establecen los contenidos simbólicos y comunicativos que se verán reflejados en el objeto. Se evidencian elementos ambientales dados por la relación usuario-producto y el vínculo que se genere entre ambos, condiciones que podrán prolongar el ciclo de uso del objeto y así aportar al medio ambiente en la medida en que no sea desechado, a su vez que el objeto pueda comunicar al usuario la posibilidad de una acción de reuso o disposición adecuada. De la misma manera se encuentran los elementos económicos mediante la posibilidad de que el usuario esté dispuesto a pagar un valor probablemente mayor, a cambio de un producto de calidad que además incluya elementos culturales que posicionen el sentido de pertenencia y movilicen la economía a nivel local.

La dimensión funcional del diseño plantea elementos sociales en la medida en que ajuste sus requerimientos de objeto a las necesidades del entorno para el que ha sido desarrollado, es decir, contemplar variables climáticas, topográficas, escolaridad y manejo de tecnologías, cualidades ergonómicas de la región intervenida y características de usabilidad de sus beneficiarios. En lo que respecta a lo ambiental, es importante que el producto desarrollado no impacte

negativamente el entorno en el que se desempeña, debe evitar toda contaminación y riesgos en su funcionamiento para garantizar la seguridad y calidad de vida de sus usuarios. De la igual forma que en la dimensión estética, se pueden evidenciar los elementos económicos a través de la posibilidad de que el usuario esté dispuesto a pagar un valor probablemente mayor por las capacidades y características funcionales del objeto.

Por último encontramos la dimensión productiva en la que se evidencian los factores sociales en la medida en que se involucre el capital social de la región en el desarrollo de los productos, se genere empleo a nivel local y se usen modelos de gestión humana empresarial que garanticen la capacitación, la salud y recreación de sus empleados, las oportunidades de educación y desarrollo vocacional, esto vinculado a la integración y bienestar de las familias. A su vez el componente económico es visible desde la planeación de costos de producción, la elección adecuada de materias primas, la eficiencia de la mano de obra, consumo energético e inclusión del producto en el mercado y las adecuadas medidas de lanzamiento, promoción y los dividendos que arroje frente a su consumo. El elemento ambiental juega un papel de vital importancia dentro de la dimensión productiva, dado que en un sistema de producción ideal se busca evitar a toda costa las corrientes de salida negativas que por lo general se traducen en contaminación de los ecosistemas, así como la extracción indebida de materias primas que no puedan ser renovadas en tiempos razonables. Las políticas de Ecología Industrial, el ACV (Análisis de Ciclo de Vida de Producto) y Cradle to Cradle, buscan precisamente efectuar una planificación de la producción respetuosa con el medio ambiente.

### 4.3 El papel del método en el Diseño Industrial

Se debe enfatizar en el hecho de que en el Diseño Industrial es importante proyectar con un método al momento de perseguir una producción seriada. Es necesario documentarse sobre lo ya realizado en el campo de lo que se ha de proyectar, para reducir el tiempo en corregir errores, que implicaría el uso de un método proyectual no experimentado.

El hecho de plantear la metodología como un factor diferenciador en el plan de trabajo implica referirse al método. El método establecido o construido para el logro satisfactorio de un objetivo, involucra el desarrollo de diferentes etapas y procedimientos, técnicas, ayudas o herramientas para diseñar. El método de diseño representa distintas actividades que el diseñador utiliza y combina en un proceso general de diseño.

Las características de los métodos de diseño son la formalización de procedimientos de diseño, con el objetivo de minimizar o evitar aspectos omitidos, errores y ampliación del enfoque, por un lado, y por el otro, la búsqueda de soluciones apropiadas dentro del proceso de diseño. Otra característica del método es la exteriorización del pensamiento de Diseño, dado que ningún proceso de Diseño culmina sin la comunicación de la idea. Como dice Heidegger (Amariles, 1998) con el diseño se cumple un propósito asignado por el diseñador, que se evidencia en el artefacto a partir de su función.

Entre los métodos proyectuales se encuentran los métodos creativos que estimulan el pensamiento creativo incrementando el flujo de ideas, eliminando bloqueos mentales y ampliando el área de búsqueda; y los métodos con marco de referencia lógica que al igual que el

método creativo estimulan la creatividad y tienen el poder de comunicar los objetivos, definición, valoración y ejecución de un proyecto de forma clara y comprensible en un sólo marco o matriz.

El método según Bruno Munari (1983), es el modo de obrar o proceder para llegar a un fin. El método consiste en operaciones necesarias, dispuestas en un orden lógico, dictado por la experiencia, logrando conseguir un máximo resultado con el mínimo esfuerzo. Lo importante de un método es seguir su orden, orden que ha sido sometido a pruebas con anterioridad y que garantiza éxito en su desarrollo.

Tomás Maldonado, en su libro el diseño industrial reconsiderado, plantea que Proyectar la forma significa coordinar, integrar y articular todos aquellos factores que, de una manera o de otra, participan en el proceso constitutivo de la forma del producto y con ello se alude precisamente tanto a los factores relativos al uso, función y consumo individual o social del producto (factores funcionales, simbólicos o culturales), como a los que se refieren a su producción (factores técnico-económicos, técnico-constructivos, técnico-sistemáticos, técnico-productivos y técnico-distributivos).

Los conceptos mencionados anteriormente apuntan a no desconocer las implicaciones culturales que involucra el uso del objeto así como los elementos técnicos atribuidos a la eficiencia en el desarrollo de las propuestas. Finalmente puede concluirse de ello una intención de impacto positivo a la cultura por intermedio de una práctica rigurosa del componente técnico y del ahorro de recursos en su desarrollo.

## 4.4 De la cosa al artefacto

Los artefactos son modificaciones de materia y forma de objetos naturales, para cumplir propósitos de uso, función y forma. Es importante tener en cuenta que los artefactos no son tan solo objetos útiles que se emplean con un propósito, sino que configuran las identidades, la cultura y prácticas de los seres humanos.

Según Álvaro Monterroza (Monterroza, 2013), los artefactos serían entonces:

Trozos de materia en las que son moldeadas las formas y la composición a través de los diseños y planes de acción (explícitos o no) de ciertas personas, con el propósito de cumplir determinadas funciones relevantes a ciertos grupos humanos (relevancia que manifiestan a través del uso). En esa medida, los artefactos sólo pueden ser construidos dentro y con una red de artefactos (herramientas, materiales, maquinaria, etc.), conocimientos (operacional, representacional) y símbolos (instituciones, normas, mercados, valores, etc.) existentes previamente, pero atendiendo a posibilidades que aún no existen. Como consecuencia, dichos objetos artificiales serían piezas concretas de las redes funcionales y las redes de significación que viabilizan las prácticas humanas y estabilizan las relaciones sociales en el tiempo, con ello, abren o cierran posibilidades de acción (Monterroza, 2013)

En palabras del Diseñador Industrial Mauricio Sánchez, el objeto es un constructo que revela las estructuras cognitivas de un grupo (Sánchez, 2001). Esto supone establecer que se debe ver el objeto como el resultado del conocimiento de un grupo humano convertido en forma. De allí que en los estudios arqueológicos se plantee la cultura material como el vínculo hacia la comprensión de elementos ideológicos y simbólicos de una cultura y no sólo es reflejo de sus

actividades socioeconómicas, políticas y culturales (Amariles, 1998), su capacidad simbólica la convierte, junto a los individuos que la producen, en agente activo en la construcción y transformación de los contenidos sociales y culturales. Por esta razón confluyen elementos que son analizados como particulares en otras disciplinas, pero que en el Diseño confluyen en el objeto. Estos elementos se constituyen desde la Gestalt o carácter perceptivo, la Estética o carácter comunicativo y la Semiótica o carácter simbólico. Es importante definir que el Diseñador Industrial compone el objeto a través de los tres y éstos se reafirman en el usuario mediante su lectura formal como estímulo primario, como elemento estético a partir de su comprensión y finalmente le asigna un carácter simbólico que depende de la relación establecida con dicho objeto. Esto se evidencia claramente en la significación que los objetos tienen en la cultura. La predilección, conservación y asignación de caracteres simbólicos a un objeto, se centra en la posibilidad de que el usuario lea en la forma caracteres afines a sus prácticas culturales de manera que lo sitúe como un hilo dentro de su tejido social. Lo que se aprecia se conserva. Lo que no, es desechado y reemplazado.

## **4.5 El Desarrollo Sostenible y sus herramientas para la gestión ambiental**

En la búsqueda de un equilibrio entre crecimiento y desarrollo, las empresas e industrias buscan ser sostenibles en un entorno cada vez más competitivo y con clientes y normatividad más exigentes, donde la gestión ambiental juega un papel protagónico en la orientación e influencia sobre todas las áreas de la empresa y eslabones relacionados, convirtiéndose en un factor de competitividad especialmente en el orden internacional.

### 4.5.1 Ecología Industrial

En este sentido, en la búsqueda de materializar la aplicación de principios del Desarrollo Sostenible desde un enfoque preventivo en las empresas, se ha definido el modelo de Ecología Industrial que está orientado a "reducir el consumo de materias primas y energía hasta valores que la biosfera pueda reemplazar y que las emisiones y los residuos se reduzcan hasta valores que la biosfera pueda asimilar" (Capuz, y otros, 2004). La Ecología Industrial pertenece a un área del conocimiento que pretende que los sistemas industriales se comporten de manera similar a los ecosistemas naturales, transitando de un modelo de producción industrial lineal a uno cíclico, impulsando interacciones entre economía, el ambiente y la sociedad (Cervantes, Sosa, Rodriguez, & Robles, 2009).

De acuerdo con Cervantes (2009), la importancia de los resultados que arroja la implementación de la Ecología Industrial, radica en que este enfoque ha logrado transformar los sistemas de producción lineales de diversas regiones en sistemas de ciclo cerrado donde todos los sectores que conforman la región se ven favorecidos. Y como lo sustenta también Cervantes (2009), la meta final de la ecología industrial es garantizar el desarrollo sustentable, bien sea en lo global, regional o local, siguiendo criterios rectores como la tendencia hacia un sistema industrial de ciclo cerrado; ahorro en extracción y uso de recursos naturales; obtención de energía de fuentes renovables; ecoeficiencia; desmaterialización de la economía; inclusión de costos ambientales en los bienes y servicios; creación de redes industriales y su entorno; creación y mejora de empleo.

En el estudio o la implantación de un ecosistema industrial se pueden usar métodos y herramientas como la producción más limpia, el análisis de ciclo de vida, el análisis de flujo de materia, el análisis económico-ambiental, la ecoeficiencia, los indicadores de desarrollo sostenible, las bolsas de residuos o subproductos, la huella de carbono y huella ecológica, análisis de redes sociales, etc. (Cervantes, Sosa, Rodriguez, & Robles, 2009)

#### **4.5.2 Producción más Limpia**

En este escenario, una de las estrategias de gestión ambiental utilizada por las empresas es la de Producción más Limpia, la cual de acuerdo a lo definido por la Oficina de Industria y Medio Ambiente del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en el año de 1989, es “la implementación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada y plicada a procesos, productos, y servicios para mejorar la eco-eficiencia y reducir los riesgos para los humanos y el medio ambiente” (Programa de las Naciones Unidas, Unidad Para el Medio Ambiente y la Industria, 1999). Esto se logra a través de la adecuada gestión de las corrientes de entrada y salida desde el diseño del producto hasta su comercialización:

- En el desarrollo y diseño del producto, los principios de la Producción Más Limpia se deben aplicar en la planeación de todos los requerimientos vinculados a cada una de las etapas a lo largo del ciclo de vida del producto desde la gestión de materias primas e insumos hasta la distribución.
- En los procesos de producción, la gestión bajo la estrategia de Producción Más Limpia debe reflejarse en el ahorro de materias primas y energía, disminución y reutilización en el uso de agua, la sustitución de materias primas e insumos tóxicos, el uso tecnología

adecuada, un recurso humano concientizado, la reutilización de los subproductos, la reducción en cantidades y toxicidad de desechos y emisiones y su respectiva gestión.

Tradicionalmente, en la implementación de la estrategia de Producción Más Limpia se ha considerado que sólo concierne al área de Producción de la empresa, sin embargo, en todas las áreas de la organización en las cuales se desarrollan tanto las actividades primarias como las de soporte, debe realizarse la gestión de sus procesos teniendo en cuenta el enfoque preventivo más que correctivo que plantea esta estrategia.

La estrategia de Producción más Limpia se ha desarrollado hacia un enfoque integral que incluye aspectos desde el desarrollo, la producción, comercialización hasta el consumo de bienes y servicios. El principio de prevención amplía los alcances e involucra un análisis sistémico del ciclo de vida que busca optimizar el sistema productivo desde las materias primas, atravesando los procesos de desarrollo y producción hasta la comercialización, uso y disposición final; involucrando desde los proveedores hasta los usuarios de los productos.

#### **4.5.3 Análisis del Ciclo de Vida**

El objetivo de la herramienta de Gestión Ambiental denominada Análisis del Ciclo de Vida, es abordar y analizar los aspectos ambientales y los potenciales impactos presentes en cada una de las etapas del ciclo de vida de un producto desde su diseño y desarrollo hasta su fin de uso. Este enfoque no sólo hace responsable a las empresas sino también a los consumidores quienes son los encargados de darle un adecuado uso, alargando lo más posible la vida útil del objeto y propendiendo por un buen manejo al final del ciclo para así aportar a una adecuada disposición final.

En este análisis se incluyen los productos, los efectos ambientales derivados del consumo de materias primas y de energías necesarias para su elaboración, las emisiones y los residuos generados en el proceso de producción, así como los efectos ambientales procedentes del fin de vida del producto cuando se consume o no se puede utilizar (Sanes Orrego, 2012).

El análisis del ciclo de vida (ACV) de un producto es una metodología que busca identificar, cuantificar y caracterizar los diferentes impactos ambientales potenciales, asociados a cada una de las etapas del ciclo de vida de un producto. Básicamente, se enfoca al rediseño de productos bajo el criterio en el cual los recursos energéticos y materias primas son limitados y normalmente se utilizan más rápido que como se reemplazan o como surgen nuevas alternativas (Sanes Orrego, 2012). Por tal motivo, la conservación de recursos privilegia la reducción de la cantidad de residuos generados (a través del producto), pero ya que éstos se seguirán produciendo, el ACV plantea manejar los residuos en una forma sustentable – desde el punto de vista ambiental – minimizando todos los impactos asociados con el sistema de manejo (Fundación Forum Ambiental, 2003) (Ludevid, 2000).

Son necesarias e importantes las iniciativas realizadas para optimizar los procesos de producción y gestionarlos ambientalmente, de forma tal, que se disminuyan los impactos causados por las corrientes de salida en cada uno de los subprocesos de este eslabón productivo. Sin embargo, desde el ACV se deben involucrar integralmente los diferentes eslabones de la cadena, desde el mismo diseño que permitirá definir y analizar en detalle de forma anticipada los requerimientos relacionados con materias primas, procesos de producción, políticas de recursos

humanos, estrategias de comercialización y venta, hasta la relación con clientes y consumidores para motivar el adecuado uso y disposición final incentivando e implementando programas de postconsumo. El desafío ahora ya no es tan solo cumplir con la legislación ambiental ni optimizar productos y su producción, sino que se trata de integrar la gestión ambiental como parte del mejoramiento continuo y la innovación, a todas las funciones y áreas de la industria o empresa, ampliando los límites, los cuales ya no están dados por la compra de materias primas y la venta del productos sino que van más allá, involucrando desde el análisis y verificación de los orígenes e impactos de la producción de las materias primas utilizadas hasta la relación cercana con el consumidor para incidir en el uso del producto hasta la búsqueda de lograr que una vez ya no esté en uso vuelva a la empresa o industria para hacer el cierre del ciclo.

Se convierte entonces en objetivo central para las empresas social y ambientalmente responsables, promover el consumo sostenible que se refiere "Al uso de bienes y servicios que responden a necesidades básicas y proporcionan una mejor calidad de vida, al mismo tiempo que minimizan el uso de recursos naturales, materiales tóxicos y emisiones de desperdicios y contaminantes sobre el ciclo de vida" (Programa de las Naciones Unidas, Unidad Para el Medio Ambiente y la Industria, 1999). Este concepto está relacionado directamente con el comportamiento de los consumidores a través de la selección, compra, uso, mantenimiento, reparación, desuso y eliminación de cualquier producto. Entre más conscientes y exigentes sean los consumidores frente a lo que compran, para preguntarse cómo lo hacen, qué materias primas se utilizaron, cómo son las condiciones de trabajo de los recursos humanos, cuál es su calidad, cuánto durará, qué tan contaminante son los componentes, dónde lo fabrican, etc; más exigidas

estarán las empresas para responder a estas demandas. Sostener consumidores estará cada vez más relacionado con tener y hacer evidente sus prácticas responsables con el medio ambiente.

#### **4.5.4 Ecodiseño**

Bajo el término de ecodiseño, se engloban diferentes filosofías cuyo objetivo final es la promoción del diseño de productos mejorados desde una perspectiva medioambiental (Bovea Edo, 2002). El ecodiseño es un proceso que facilita una mejora de los productos en numerosos aspectos y que se caracteriza por la reducción de los componentes y de materiales, la fácil identificación de los diferentes componentes para facilitar su posterior reciclaje, la utilización de materiales fáciles de limpiar, reparar y reutilizar; la eliminación de los materiales más tóxicos asociados al producto. En el ecodiseño se tienen en cuenta elementos como: la incorporación de los aspectos ambientales en la etapa de definir el diseño de un producto; la reducción de la carga ambiental asociada al ciclo del producto; la integración de acciones de prevención y minimización de los impactos ambientales asociados al producto en la etapa de diseño o rediseño; las acciones orientadas a la mejora ambiental del producto en la etapa inicial de diseño por medio de su función; la selección de materiales menos impactantes, aplicación de procesos alternativos, mejora en el transporte y en el uso y la minimización de los impactos en la etapa final de tratamiento; el diseño de productos que respondan a las necesidades reales del consumidor utilizando la menor cantidad posible de materia y energía para obtener las máximas prestaciones y una mayor reducción de su impacto ambiental. (Ecodiseño. Diseño responsable de competitividad, 2010).

#### 4.5.5 De la Cuna a la Cuna

William McDonough y Michael Braungart (McDonough & Braungart, 2005) autores de Cradle to Cradle o de la Cuna a la Cuna, presentan un enfoque en el que los ciclos biológicos y técnicos se cierran sin efectos perjudiciales para el medio ambiente. En este enfoque, los materiales de desecho se convierten en "Nutrientes" para un ciclo siguiente. Para lograrlo, establecen los siguientes principios:

1. Los residuos son comida, todo es un nutriente para otra cosa.
2. Utilice el Sol, uso de energías renovables solamente.
3. Disfrute de la diversidad, las especies, la diversidad cultural e Innovación

Este enfoque introduce el concepto de eco- efectividad para hacer frente a las deficiencias de la eco-eficiencia. Eco-eficiencia tiene como objetivo en la medida de lo posible educir y compensar los efectos nocivos sobre el medio ambiente. La Eco-efectividad busca el desarrollo de productos sin efectos nocivos en el medio ambiente.

Para los alcances de esta investigación se tendrá en cuenta que los productos sostenibles son aquellos que desde su configuración estética, funcional y productiva involucran los principios del Desarrollo Sostenible y articulan elementos orientados por la Ecología Industrial, el Análisis de Ciclo de Vida, el Consumo Sostenible, el Ecodiseño y la "ciclicidad" sustentada en la metodología de "la cuna a la cuna".

## 5. Estado del Arte

En la **Tabla 1** que se presenta a continuación, se relacionan diferentes productos de investigación pertinentes con el objeto del presente proyecto de investigación, en los cuales se identifican diferentes aportes para lograr los objetivos específicos propuestos.

**Tabla 1**  
*Estado del Arte*

Referencia	Autor	Tema desarrollado	Aporte a la investigación
Tesis de Maestría: El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) en el Desarrollo Sostenible	(Sanes Orrego, 2012)	Revisión de la metodología del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y propuesta de herramientas que, teniendo como soporte los conceptos de desarrollo sostenible y desarrollo humano, podrán ser utilizadas en el ACV de pequeños sistemas productivos.	Las investigaciones evidencian aspectos de sostenibilidad a tener en cuenta para el desarrollo de la ruta metodológica objeto de la presente investigación.
Libro: Guía Metodológica en ecodiseño	Ecodiseñas (Fundación Prodintec, 2009)	Considera las consecuencias ambientales en el ciclo de generación de un producto con el fin de reducirlas a lo largo su ciclo de vida, desde la obtención de materias primas y componentes, hasta la eliminación una vez desechado.	
Artículo de Revista: En el proceso de diseño: Alternativa metodológica para la concepción de productos	(Saenz, 2008)	Resalta la visión antropocéntrica, sistémica e interdisciplinaria de la Ergonomía y del Diseño, para productos que sean realmente para usar.	
Artículo Diseño y Bienestar Humano: Puntos De Encuentro a Partir de Metodologías de Diseño	(Ramírez, Lecuona, & Cardozo, 2012)	Se aborda la relación entre el Diseño y el bienestar humano a partir de las metodologías desarrolladas en diseño.	
Libro: De la Cuna a la Cuna: rediseñando la forma en que hacemos las cosas	(McDonough & Braungart, 2005)	Proponen una nueva forma de interpretar el ecologismo, presentando un enfoque en el que los ciclos biológicos y técnicos se cierran sin efectos perjudiciales para el medio ambiente.	

Referencia	Autor	Tema desarrollado	Aporte a la investigación
Libro: Ecodiseño: Ingeniería del Ciclo de Vida para el Desarrollo de Productos Sostenibles	(Rizo, y otros, 2002)	Se presenta el diseño ecológico como una de las herramientas fundamentales del ciclo de vida de la ingeniería para reducir el impacto ambiental de los productos y servicios durante todo su ciclo de vida.	Los documentos facilitan procesos metodológicos y elementos de sostenibilidad a tener en cuenta en la generación de la Ruta Metodológica.
Informe: Creatividad, Innovación y Desarrollo de Nuevos productos	(Hernandis & Cabello, 2006)	Plantea el cómo pequeñas y medianas empresas pueden beneficiarse del uso de las tan nombradas técnicas o métodos de creatividad, procurando por otra parte recomendar lo que supone un aporte de innovación mediante su uso.	
Tesis doctoral: Valoración de Productos Ecológicos, aplicación al diseño de mobiliario de oficina.	(Bovea Edo, 2002)	Propuesta de una metodología general que permita la valoración de los productos catalogados como ecológicos y el efecto que ello genera sobre el costo del producto, y la valoración del consumidor en la intención de compra.	
Informe: Naturaleza, diseño e innovación: propuesta metodológica. (Songel, 1994).	(Songel, 1994)	Muestra a la biónica como factor de innovación como forma de analizar los sistemas y para el establecimiento de modelos biológicos, analizando diferentes procesos proyectuales a la fecha, discutiendo los métodos del CRSN de Milán, IL de Stuttgart, y llegando al planteamiento de una metodología de Diseño basada en la Biónica.	

La búsqueda de antecedentes relacionados, arrojó evidencias sobre los adelantos que existen en cuanto al desarrollo de procesos de diseño y elementos responsables con el medio ambiente. Estos avances servirán de insumo para la definición del método de configuración de productos con criterios de sostenibilidad, objetivo de la presente investigación, sin embargo, en el rastreo de referencias bibliográficas no se encontró un estudio que comparara la aplicación de diferentes métodos de formación de Diseñadores Industriales a la luz del Desarrollo Sostenible y su integración en un propuesta metodológica, lo que confirma la necesidad de la formulación y ejecución del presente proyecto de investigación.

## 6. Metodología de la Investigación

### 6.1 Tipología y ficha técnica de investigación

Para el desarrollo del proyecto se plantea realizar un estudio cualitativo y descriptivo, utilizando principios de la investigación aplicada y del método deductivo; lo que incluye una fase descriptivo-analítica que abarca el estudio de los métodos actuales de configuración de artefactos y la identificación de criterios de sostenibilidad tenidos en cuenta; para pasar a una fase descriptivo-evaluativa en la que se articulan las fortalezas de los métodos actuales con otros criterios de sostenibilidad en un método de configuración de artefactos; y por último una fase evaluativo-interpretativa, en la que se desarrolla la evaluación de los resultados obtenidos de la aplicación de los diferentes métodos de configuración de artefactos producto de la investigación, de manera que se retroalimente la ruta metodológica propuesta. En la **Tabla 2** se presenta la ficha técnica de la investigación.

**Tabla 2**  
*Ficha técnica de Investigación*

En cuanto a	Tipo de investigación a Emplear	En qué fase se aplica
Estrategia de Investigación	Estudio descriptivo evaluativo	Toda la investigación
El método	Deductivo	En el análisis de los métodos existentes
El grado de abstracción	Investigación aplicada	En la generación de la ruta metodológica propuesta
El grado de generalización	Investigación acción	Aplicación de los métodos actuales y del propuesto
Naturaleza de los datos	Metodología cualitativa	Análisis de los métodos y de los resultados de aplicación
Manipulación de variables	Investigación descriptiva	Análisis de los métodos y de los resultados de aplicación
Naturaleza de los Objetivos	Investigación descriptiva	Objetivos y aplicación de métodos
El tiempo en el que se efectúa	Sincrónico	Aplicación
Dimensión cronológica	Investigación descriptiva	Aplicación de métodos
Fuentes	Investigación bibliográfica metodológica	Análisis métodos existentes
Naturaleza de la Información	Investigación cualitativa	Análisis de los resultados
La muestra	Estudio de grupo	Aplicación de métodos

## **6.2 Procedimiento de la Investigación**

### **6.2.1 Fase descriptivo-analítica**

En esta fase se pretende analizar los métodos de configuración de producto empleados en la carrera de Técnico Profesional en Producción en Diseño Industrial de la Fundación Academia de Dibujo Profesional con el fin de detectar sus fortalezas en cuanto a la inclusión de criterios de sostenibilidad. Para esto se tendrán en cuenta los siguientes elementos:

- Identificación de los métodos de diseño de artefactos actualmente incluidos en la formación de Técnicos Profesionales en Producción en Diseño Industrial de la Fundación Academia de Dibujo Profesional.
- Revisión de los métodos identificados.
- Identificación y análisis de criterios de sostenibilidad reconocidos en los métodos estudiados.

### **6.2.2 Fase descriptivo-evaluativa**

Con el desarrollo de esta fase, se espera desarrollar una ruta metodológica que integre criterios de sostenibilidad aplicables a métodos de configuración de producto y los identificados en los métodos analizados, de manera tal que aumente las potencialidades de obtención de artefactos con mayores características sostenibles.

### 6.2.3 Fase evaluativo- interpretativa

En esta fase, se realizará piloto de aplicación de la ruta metodológica propuesta y de los métodos comúnmente empleados, con estudiantes de últimos semestres de la carrera Técnico Profesional en Producción en Diseño Industrial de la FADP, de manera que se logre la posterior evaluación, retroalimentación e implementación de la ruta metodológica propuesta en el modelo de enseñanza del diseño de dicho programa académico. Para esto es necesario:

- Los estudiantes seleccionados para la realización del piloto, deben pertenecer a los dos últimos semestres (quinto y sexto semestre) de la carrera Técnico Profesional en Producción en Diseño Industrial y deben ser destacados por su desempeño académico y humano.
- Se conformarán 7 grupos. Cada grupo estará compuesto por dos personas. A cada uno de los grupos se le asignará uno de los métodos objeto de la investigación. A los grupos pertenecientes a sexto semestre se le asignarán los métodos más complejos ya que tienen mayores bases disciplinares para realizar su aplicación.
- Definición de la necesidad/problema de diseño y su respectiva socialización con los estudiantes.
- Aplicación del método de diseño por parte de los estudiantes cuyos resultados se vean plasmados en una propuesta objetual.
- Evaluación de resultados por parte de docentes de la disciplina del diseño y de los autores del presente proyecto.
- Realización de jornada de evaluación con posibles usuarios y clientes.
- Análisis de los resultados de evaluación que permitan la retroalimentación de la ruta metodológica propuesta.

## 7. Métodos de configuración de artefactos: Una mirada desde el Desarrollo Sostenible

---

En este capítulo se presenta la revisión de los métodos de configuración de artefactos empleados en la formación de Técnicos Profesionales en Producción en Diseño Industrial de la FADP, con el fin de detectar en ellos criterios de sostenibilidad.

En los contenidos académicos y programáticos de las diferentes asignaturas de la carrera en estudio, se identificaron seis métodos de diseño de artefactos usados para la formación académica, por lo que serán los tenidos en cuenta en el análisis.

Los métodos de configuración de artefacto usados actualmente se relacionan a continuación, organizados cronológicamente de acuerdo con su publicación:

- Metodología proyectual, propuesta por Bruno Munari (Munari, 1983)
- Métodos de Diseño Estrategia para el Diseño de Productos (Cross, 1984)
- Metodología planteada por Gerardo Rodríguez Morales. (Rodriguez, 1996)
- Metodología de diseño propuesta por Ambrose-Harris (Ambrose & Harris, 2010)
- Metodología de diseño propuesta por Paul Rodgers. (Rodgers & Milton, 2011)
- Guía Metodológica de Diseño Industrial, propuesta por la Fundación Prointec (Fundación PRODINTEC, 2013)

A continuación se presentan en los resúmenes y análisis de la inclusión de criterios de sostenibilidad en cada uno de los métodos objeto de investigación.

## 7.1 Metodología proyectual, propuesta por Bruno Munari (Munari, 1983)

Bruno Munari es considerado "uno de los máximos protagonistas del arte, del diseño industrial y gráfico del siglo XX" ya que logró hacer contribuciones fundamentales en variados campos de la expresión visual como la escultura, el diseño industrial, el diseño gráfico y la cinematografía y en campos no visuales como la poesía, la didáctica y la escritura. Se interesó por la investigación en temas como el movimiento, la luz, y el desarrollo de la creatividad y la fantasía en la infancia mediante el juego.

El método proyectual propuesto por Bruno Munari, se basa en los principios del método cartesiano y consiste en una serie 12 fases dispuestas en un orden lógico definido por lo que él denomina la experiencia ver *figura 7*. Estas fases van desde la identificación del problema, pasando por la creatividad y experimentación, para finalizar en el desarrollo de prototipos que reflejen las posibles soluciones objetuales identificadas para dar respuesta al problema que dio inicio al proceso metodológico. Es de resaltar que Munari da especial importancia a la identificación y análisis del problema, a lo cual le dedica las primeras cinco fases de la propuesta metodológica, ya que insiste en que la asertividad de las soluciones que planteará el diseñador depende de la rigurosidad con la cual se identifique y analice problema. Munari resalta la importancia de la experiencia y el criterio del diseñador para tomar decisiones sobre el orden de las fases y su profundidad para alcanzar el desarrollo de la solución o soluciones propuestas.



Figura 7: Esquema metodológico propuesto por Bruno Munari

### 7.1.1 Criterios de sostenibilidad identificados en la metodología propuesta por Munari:

En cuanto a la inclusión de criterios de sostenibilidad, no se evidencia de manera explícita que oriente la inclusión de aspectos medioambientales, relacionados con las especificaciones a tener en cuenta para la selección de materiales y tecnología, tampoco involucra el análisis del uso y disposición final del objeto. Sin embargo, es importante resaltar los siguientes aspectos relacionados con los principios planteados por el desarrollo sostenible:

- En la fase de identificación del problema, se orienta que la solución planteada como respuesta a la necesidad analizada debe aportar al mejoramiento de la calidad de vida del usuario. Esto tiene directa relación con el componente social del desarrollo sostenible, el cual se ocupa de movilizar estrategias y acciones orientadas al logro de mejores condiciones de vida.

- Igualmente en la fase de identificación del problema, el autor hace relación a que “el diseñador no debe dejarse comprometer en una operación realizada únicamente en provecho de la industria y en perjuicio del consumidor”, lo cual denota un llamado de atención frente al rol del diseñador para pensar en las necesidades y beneficios del consumidor y no en el rol de producción sin límite propuesto por la industria. Este tipo de observaciones del autor, aportan de algún modo a generar posiciones críticas en los diseñadores formados con esta metodología, y esto está relacionado directamente con los principios planteados por el desarrollo sostenible.
- Cinco de las doce fases de la metodología, están concentradas en el análisis y comprensión del problema. Esto denota la importancia que le da el autor al entendimiento del problema, lo cual aumenta las posibilidades de poder generar soluciones reales a la necesidad y no respuestas superficiales que promuevan el lujo. Esto facilita que la relación usuario-artefacto sea más fuerte debido a que el usuario seguro valorará un objeto que responda adecuadamente a su necesidad y que además le proponga características adicionales que surgieron del análisis riguroso hecho por el diseñador de los diferentes componentes del problema. Esta relación usuario-artefacto posiblemente se traducirá en ciclos de vida más prolongados que retrasarán su disposición final.
- En la fase de experimentación, el autor orienta que la prueba de los materiales, de las técnicas y de los instrumentos, permite recoger informaciones sobre nuevos usos de un producto concebido para un único uso. Esto sin duda, está también relacionado con la posibilidad de alargar el ciclo de vida del artefacto, a partir de la búsqueda de usos secundarios, de manera tal que al cumplir su función principal pueda ser aprovechado en otras aplicaciones.

## **7.2 Estrategia para el Diseño de Productos propuesta por Nigel Cross (Cross, 1984)**

El británico Nigel Cross, es un profesor en estudios de Diseño y pieza clave en la sociedad de investigación en Diseño, especialmente en metodologías de Diseño y el estudio de Diseño de la Cognición. Director del departamento de Diseño e Innovación de la facultad de Tecnología en la Universidad abierta del Reino Unido. Editor y Jefe de la revista internacional de investigación y Estudios de Diseño, publicada trimestralmente por el Sevier Science, en colaboración con la Sociedad de Investigación de Diseño. Autor de diversos libros y artículos, entre los que se encuentran *Can a Machine Design*, *The Automated Architect*, *Developments in Design Methodology*, *Engineering Design Methods*, *Designerly Ways of Knowing*, *Analysing Design Activity*, *Understanding how designers think and work*.

La Estrategia para el Diseño de Productos Propuesta por Nigel Cross se encuentra compuesta por 7 fases de desarrollo, que incluye la Clarificación de Objetivos, establecimiento de Funciones, fijación de requerimientos, determinación de características, generación de alternativas, evolución y mejora de detalles. En cada una de estas fases se destaca en el autor las sugerencias de diagramas y gráficos para su desarrollo, lo que sintetiza los procesos de forma gráfica. Siendo el autor Ingeniero Industrial se evidencia en su propuesta metodología un enfoque Técnico, de producción y rendimiento del objeto a diseñar. En la *figura 8* se presentan las fases de la metodología planteada por Nigel Cross:

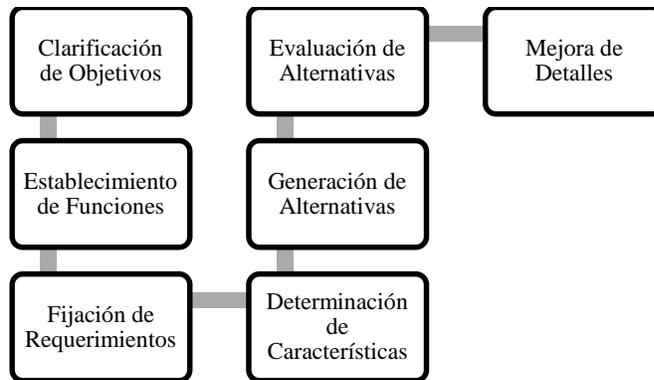


Figura 8: Esquema metodológico fases propuestas por Nigel Cross.

### 7.2.1 Criterios de sostenibilidad identificados en la metodología propuesta por Nigel Cross

El autor Nigel Cross en su metodología Estrategia para el Diseño de Productos no evidencia o hace en énfasis en el desarrollo de criterios sostenibles, pero incluye criterios que desde la perspectiva de lo sostenible generan resultados favorables como son:

- En la fase de Mejora de Detalles, propone eliminar todo aquello que se pueda eliminar sin alterar la función, reducir o combinarse componentes, simplificar funcionamientos o ensambles, modificar los materiales o procesos productivos y estandarizar o modularizar partes o dimensiones, buscando la reducción de costos de fabricación. Es importante destacar que aunque el autor no plantea dicho criterio buscando resultados sostenibles sino reducción de costos, sin duda alguna al aplicarlo en el desarrollo de un producto se logrará un aporte significativo en la sostenibilidad desde la producción de dicho objeto, dado que eliminar componentes de un objeto o combinarlos, simplificar funcionamientos, estandarizar materiales y procesos productivos, aunque logra la reducción de costos del producto, también reduce el consumo de energías y recursos humanos y mecánicos, reduce el consumo de materia prima y potencializa el uso de la infraestructura actual de la empresa productora sin la adquisición de una nueva, disminuyendo así las posibles

corrientes salidas negativas resultantes de operaciones productivas que no agregan un valor significativo al artefacto, logrando de esta manera un aporte significativo en la aplicación de estrategias de ecodiseño por medio de la optimización de técnicas de producción. De igual manera y evaluando el anterior criterio desde la sostenibilidad, el reducir el costo final de un producto potencializa la posibilidad de convertirse en un producto que se encuentra al alcance de más personas, siendo más elevada la cantidad que se ven beneficiadas positivamente con el uso del objeto diseñado, producido y vendido.

- En la fase de Mejora de Detalles también destaca que otros aspectos a tener en cuenta para la calidad o valor de un producto son el garantizar la utilidad, confiabilidad, seguridad, ausencia de procesos complejos de mantenimiento, tiempo de vida largo, y que no genere o genere pocos subproductos desagradables o indeseables como ruido o calor. Es importante recalcar que aspectos como utilidad, confiabilidad, seguridad y ausencia de proceso complejos de mantenimiento son características clave en el diseño de artefactos sostenibles, dado que posibilitan la aceptación y apropiación por parte de los posibles compradores y usuarios, permitiendo de esta forma que el artefacto tenga una vida larga en poder de sus destinatarios finales, lo que a su vez reduce la producción y consumo de otros artefactos y el desuso y desecho de los mismos.
- Que el producto diseñado no genere o genere pocos subproductos desagradables o indeseables como ruido o calor, planteado por Nigel Cross de en la fase anteriormente mencionado, es importante destacarla como una característica que permite alcanzar la sostenibilidad en el momento de uso del producto o artefacto, dado que el ruido y calor son agentes contaminantes del medio ambiente.

### **7.3 Manual de Diseño Industrial planteado por Gerardo Rodríguez Morales (Rodríguez, 1996)**

Gerardo Rodríguez, mexicano que cuenta con una amplia experiencia académica y trayectoria profesional en el área del Diseño y de su implementación de más de 30 años. Director de la Escuela de Diseño; Coordinador Académico; Presidente de Comités Dictaminadores; Consejero Académico; participante en comisiones docentes de trabajo para la elaboración de documentos fundamentales para las transformación de contenidos y ajustes al Plan de Estudios de Diseño; Jurado en concursos de diseño y en la Bienal Nacional de Diseño; autor de materiales y antologías didácticas; capacitador sensible dispuesto a asesorar alumnos o profesores. Institucionalmente se le conoce con un alto sentido de responsabilidad, visión ética, crítico y generoso que ha transformado el pensamiento del quehacer del diseño por sus aportaciones didácticas y metodológicas en el campo. Autor de libros que han sido referencia obligada en la formación de diseñadores de todo el país. Propone 6 fases de desarrollo, cada una con sus correspondientes subfases y clasificadas por el autor como Macro y Micro estructuras. Gerardo Rodríguez destaca fases como Planteamiento y Estructuración del Problema, Proyección o Desarrollo del Proyecto y Producción o Fabricación, proponiendo un mayor número de subfases de desarrollo en relación a su manual. Las fases de la metodología planteada por Gerardo Rodríguez Morales se presentan en la *figura 9*.

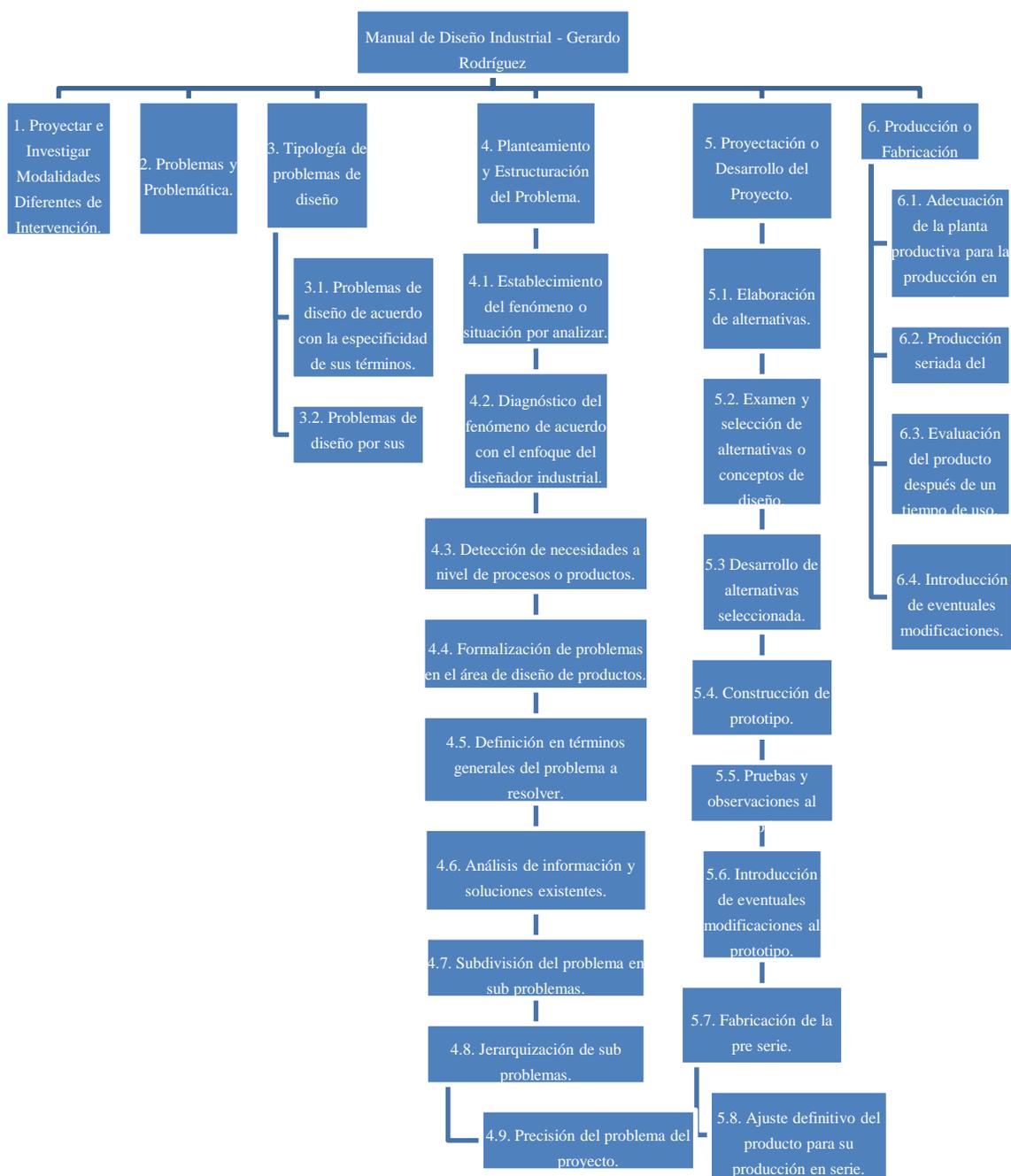


Figura 9: Esquema metodológico metodología propuesta por Gerardo Rodríguez

### **7.3.1 Criterios de sostenibilidad identificados en la metodología propuesta por Gerardo Rodríguez**

Gerardo Rodríguez en su método propone tres criterios que evaluados bajo las características sostenibilidad, se convierten en herramientas para el logro de artefactos sostenibles, dado que el autor no hace referencia ellos como un recurso para la sostenibilidad de los productos a diseñar

- En la fase uno de Proyectar e Investigar Modalidades Diferentes de Intervención, Gerardo Rodríguez propone que Proyectar es el primer paso del hombre para el control del ambiente. Es necesario indicar que aunque el autor en su recomendación ve el ambiente como el contexto o espacio en cual participara el artefacto a diseñar, este ambiente evaluado a la luz de la sostenibilidad, permite la generación de reflexión al diseñador evidenciado la responsabilidad que se tiene al momento de diseñar un artefacto que respete los recursos naturales y destacando que el proyectar es el primer paso para el control de las implicaciones al medio ambiente, objetivo perseguido por la sostenibilidad.
- Uno de los objetivos de la sostenibilidad es el desarrollo social por medio de la satisfacción de sus necesidad, objetivo que se evidencia en la fase de Establecimiento del fenómeno o situación por Analizar, cuando el autor sugiere observar las diversas variables en el medio y ver la posibilidad de intervención desde el Diseño Industrial como herramienta para servir a la sociedad.
- En la fase de ajuste definitivo del producto para su producción en serie, el autor propone tratar de optimizar el concepto de diseño simplificando y eliminando partes del producto, criterio que facilita la disminución de posibles corrientes de salidas negativas resultantes

de operaciones productivas que no agregan un valor significativo al artefacto, estrategia de ecodiseño en la optimización de técnicas de producción y optimización funcional del producto.

## **7.4 Metodología de diseño propuesta por Ambrose-Harris (Ambrose & Harris, 2010)**

Gavin Ambrose es diseñador gráfico y trabaja para el sector de las artes, galerías, editores y agencias de publicidad. Es autor y diseñador de varios libros sobre identidad corporativa y embalaje de productos. Es licenciado en Comunicación en la U. Central St. Martins de Londres, es editor y autor de varios libros relacionados con el ramo del diseño, la identidad corporativa y el embalaje de productos. Trabaja como diseñador autónomo.

Paul Harris es escritor y editor autónomo y colaborador en diversas revistas y periódicos. Se diplomó en London College Printing. Es autor de varias publicaciones relacionadas con el diseño de empaque.

Su metodología obedece a un orden en el que de un requerimiento dado por un cliente se obtiene una propuesta de diseño que soluciona una necesidad y es reflejada y sea en un elemento gráfico o bien, objetual. El proceso inicia con una fase se establecen los requerimientos que el cliente tiene para su proyecto, seguido a esto, el diseñador realiza una investigación de elementos útiles al desarrollo de la propuesta y adicionalmente, se nutre de otras respuestas de diseño similares que orienten la solución del problema. A esto se suma una fase de ideación,

probablemente donde el autor más empeño sugiere dada la importancia de su aplicación como garantía de un resultado innovador. Una vez planteada la idea se lleva a cabo un lanzamiento de propuestas por intermedio de prototipos del que se hará una selección del más apropiado para su posterior implementación en el mercado. Finalmente los autores recomiendan una fase de retroalimentación del proceso para hacer ajustes a la propuesta o bien, para el abordaje de futuros proyectos.

La metodología de diseño expuesta se enfoca como indica la *figura 10*, en los siguientes pasos.



*Figura 10:* Esquema metodológico.

#### **7.4.1. Criterios de sostenibilidad identificados en la metodología propuesta por Ambrose-Harris**

Dentro del proceso metodológico de los autores Ambrose Harris, no se evidencia con claridad una aproximación intencional a los elementos del desarrollo sostenible. La orientación de la ruta obedece más a los elementos del marketing que a una intención hacia el desarrollo social, económico o la protección del medio ambiente. Las recomendaciones que genera se enfocan principalmente al proceso creativo en el que desarrolla gran parte de su discurso. Por otro lado,

no existe una definición clara de elementos de la producción o relaciones con el recurso humano. Sin embargo, se pueden detectar elementos de sostenibilidad presentes de manera secundaria en este método que enfocados debidamente en el plano del desarrollo sostenible, sirvan como insumo en el planteamiento de estrategias de desarrollo de producto. Es el caso de la etapa de Definición en la que tanto el cliente como el equipo de diseño podrán establecer elementos o requerimientos claros que apunten al desarrollo económico y social, así como al bajo impacto ambiental. Esta definición de requerimientos no dependerá en sí de la metodología sino de la consciencia que en este ámbito las partes tengan frente al desarrollo del proyecto.

- De igual modo, el proceso de Investigación dará pautas frente a los desarrollos existentes en línea con el producto que se está generando, de modo que sirvan como pauta y referente en el momento de realizar toma de decisiones.
- De la misma forma la etapa de Ideación puede generar alternativas de producto que apunten al desarrollo sostenible, pero una vez más, no depende de la ruta metodológica en sí sino de las motivaciones del equipo creativo.
- Probablemente en la fase que mejor podría evidenciarse algún componente de criterios de sostenibilidad aplicados es en la fase de Implementación en la que se habla de la elección de los materiales y en este punto cabe resaltar que los autores plantean el suceso de longevidad del producto a través de su correcta elección y esto se puede relacionar claramente con una intención de evitar su rápido desecho; lo que en términos de las problemáticas medioambientales significa un aporte en cuanto a evitar incluir desechos que los ecosistemas deban asimilar.

- Finalmente, podemos encontrar que cuando los autores hacen mención a una etapa final de aprendizaje, pueden presentarse elementos de análisis frente al impacto social, económico y ambiental que tras su implementación y uso se compilen de manera que tales resultados sean tomados como pauta de mejoramiento frente a las anteriores condiciones de desarrollo de producto.

## **7.5 Metodología de diseño propuesta por Paul Rodgers y Alex Milton (Rodgers & Milton, 2011)**

Paul Rodgers es en la actualidad referente en temas de diseño de producto dada la gran cantidad de investigaciones publicadas en libros, periódicos y conferencias. Ha participado como miembro regular en consejos editoriales de diseño en la *Design Research Society (DRS)*, en la *Engineering and Product Design Education (EPDE)*, la *European Academy of Design (EAD)*, la *International Association of Societies of Design Research (IASDR)*. Asimismo ha sido miembro del consejo editorial del periódico internacional, *Design Studies* y miembro del consejo editorial de *Design Creativity and Innovation*, entre otros.

Dentro de sus investigaciones plantea la pregunta de cómo ver al diseño dentro de diversas ramas del saber y no en un sector particular ni en un área de conocimiento específica y cómo ello supone unas implicaciones en la práctica del mismo, en la educación y en la investigación. Asimismo se pregunta cómo la disciplina del diseño puede asegurar la salud y la calidad de vida de las personas a medida que se ven cada vez más disminuidos sus recursos, y de otro lado, garantizar la inclusión de los estudiantes de diseño en un universo de oportunidades de empleo cada vez más dinámico y complejo. Sostiene que los diseñadores son los responsables de

relevantes efectos en la calidad de los productos, servicios y espacios que crean y propone variados métodos de aproximarse a las realidades de la cotidianidad por intermedio de estudios tales como la etnografía, las entrevistas semi-estructuradas y las pruebas de concepto entre otras.

Su metodología de diseño se orienta en principio a la investigación de elementos similares, y la exploración de cualidades, que se centren más específicamente en el producto esperado. De ello surge una segunda fase que busca estructurar el proyecto en sus requerimientos generales (Brief). Seguido a esto los autores proponen la identificación de las expectativas y necesidades del cliente, con lo que se entrará a definir en detalle las características del producto (PDS), factor en el que los autores realizan énfasis dado el rigor con que estos deben ser resueltos para atender la necesidad del usuario final. Esta fase va ligada con el planteamiento del concepto de diseño donde se busca describir de manera coherente todo lo que reflejan las especificidades del producto en cuestión a partir de bocetos, maquetas, planos, etc., para dar finalmente selección a la propuesta más viable. Por último los autores señalan una fase final en la que se detalla y refina la propuesta elegida para su estado de producción y comercialización. En la *figura 11* se presenta el esquema metodológico propuesto por Rodgers & Milton.

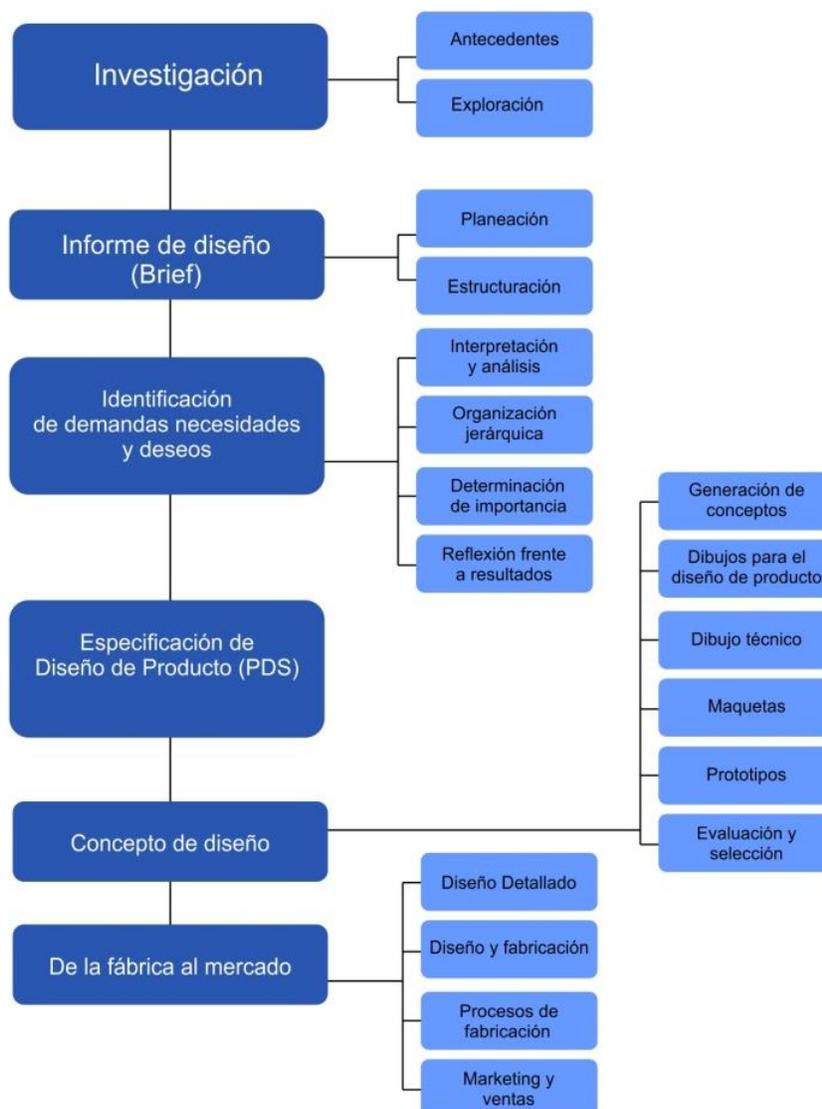


Figura 11: Esquema Metodológico propuesto por Rodgers & Milton

### 7.5.1 Criterios de sostenibilidad identificados en la metodología propuesta por Paul Rodgers y Alex Milton.

Dentro del proceso metodológico de Paul Rodgers, se evidencian con claridad aproximaciones intencionales a los elementos del desarrollo sostenible. El autor plantea, en la etapa de Especificaciones de Diseño de Producto (PDS), por sus siglas en inglés, diferentes

elementos a tomar en cuenta en la configuración total del producto y donde se abordan temas como:

- El tiempo de vida del producto, donde se busca medir el alcance frente al desuso del mismo
- Los materiales con los que se va a desarrollar, teniendo en cuenta su impacto medioambiental y retorno al sistema productivo
- Los aspectos políticos y sociales, como respuesta al estudio de grupo objetivo y usuario a través de pesquisas etnográficas
- Las políticas de seguridad del mismo, así como su coherencia con los estándares del contexto, sea local o internacional, donde por lo general se establecen normatividades orientadas a proteger y posibilitar la calidad de vida a nivel ambiental y social
- Por otra parte considera la importancia del reciclaje, facilidad de desmantelado y disposición final dentro de los procesos de fabricación.

## **7.6 Guía Metodológica de Diseño Industrial, propuesta por la Fundación Prointec (Fundación PRODINTEC, 2013)**

Esta guía metodológica, surge del Proyecto PREDICA (Promoción y estudio para un diseño industrial competitivo) el cual tuvo como objetivo, dar a conocer los beneficios del diseño y potenciar su incorporación en las PYMES del Principado de Asturias.

En la publicación de la metodología, incluyeron una guía con los casos prácticos del proyecto, donde quedaron recogidos los principios que giran alrededor de un proceso integral de diseño de productos, incluida su gestión, así como parámetros de valoración.

Pretenden que sea una guía sencilla y práctica, para facilitar en todo momento su aplicación dentro de la estrategia empresarial. De esta manera, la incorporación del diseño se convierte en una oportunidad para ser más competitivo en un mercado cada día más exigente.

Esta metodología orienta el desarrollo de 7 fases que inician con la dirección estratégica, para pasar al diseño del concepto y del detalle, de donde se continúa al ensayo y verificación para definir lo que se producirá, para posteriormente realizar la comercialización y distribución, incluyendo por último la estrategia reciclaje y evaluación del impacto medioambiental *Figura 12*.



Figura 12: Esquema Metodológico propuesto por la Fundación PRODINTEC

### **7.6.1 Criterios de sostenibilidad identificados en la metodología propuesta por Prodintec:**

La ruta metodológica propuesta por Prodintec, aborda de manera explícita orientaciones, actividades y herramientas relacionadas con la gestión ambiental desde el diseño hasta el fin de uso del artefacto. Se identifica que el enfoque medioambiental es transversal a la metodología y se tiene en cuenta claramente en el 70% de la metodología:

- En la fase de definición estratégica orienta la importancia de determinar los aspectos ambientales del producto, a través de la utilización de herramientas como la Matriz MET, los Eco-Indicadores, el software para el análisis de ciclo de vida, y la utilización de materias y componentes alternativos para evitar impactos medioambientales.
- En la fase de diseño de concepto incluye la realización del análisis de la relación producto-usuario, cuyo desarrollo riguroso se podrá traducir en atributos y características que fortalezcan este vínculo, de manera tal que el ciclo de vida del producto sea más largo a partir del deseo del usuario de no desprenderse de su objeto. En esta misma fase, como parte de las herramientas, se recomienda el uso de las estrategias de ecodiseño las cuales permitirán incluir explícitamente aspectos relacionados con selección de materiales de bajo impacto, optimización de las técnicas de producción y de los medios de distribución, la inclusión de atributos que permitan la reducción del impacto durante su uso y la optimización de la vida del producto.
- En la fase de ensayo y verificación, se recomienda la utilización de normativas que traten aspectos medioambientales (normas ISO 9001, ISO 14001) y dentro de las herramientas se orientan Eco-indicadores.
- En la fase de reciclaje y evaluación de impacto medioambiental, resaltan la importancia de tener en cuenta los materiales y el diseño para disminuir los impactos en el medio

ambiente que se puedan desencadenar de un inadecuado manejo en la disposición final del producto, de manera tal que se propenda por la reutilización o el reciclaje.

## 7.7 Resumen de criterios de sostenibilidad detectados en las metodologías analizadas

A continuación en la **Tabla 3**, se recopilan los criterios de sostenibilidad detectados en las metodologías analizadas, que son el objetivo del presente capítulo y punto de partida del desarrollo de la metodología ARZ.

**Tabla 3**

*Criterios de Sostenibilidad detectados en las metodologías analizadas*

Autor	Criterio sostenible propuesto por el autor(es)
<b>Ambrose - Harris</b>	Detectar en la investigación de referentes elementos innovadores, que sirvan de base a nuevo diseño.
	Posibilidad de Generar criterios sostenibles en la ideación del producto.
	Elegir materiales que generen en el usuario el deseo de conservar el producto
	Retroalimentación del producto en sus fases de uso.
<b>Paul Rodgers y Alex Milton</b>	Proyección de la vida del producto.
	Seleccionar materiales teniendo en cuenta su impacto medioambiental y retorno al sistema productivo.
<b>Alex Milton</b>	Comprender el grupo social objetivo dentro de su contexto.
	Tener en cuenta la normatividad del contexto.
	Tener en cuenta en la fabricación el reciclaje, facilidad de desmantelado y disposición final
<b>Bruno Munari</b>	La solución planteada debe aportar al mejoramiento de la calidad de vida del usuario
	El diseñador no debe dejarse comprometer en una operación realizada únicamente en provecho de la industria y en perjuicio del consumidor
	Rigurosidad en el análisis y comprensión del problema en busca de soluciones adecuadas.
	La prueba de los materiales, de las técnicas y de los instrumentos, permite recoger informaciones sobre nuevos usos de un producto concebido para un único uso.
<b>Gerardo Rodríguez</b>	Proyectar es el primer paso del hombre para el control del ambiente.
	La satisfacción de una necesidad como búsqueda del desarrollo social.
	Optimizar el concepto de diseño simplificando y eliminando partes del producto.
<b>Nigel Cross</b>	Eliminar todo aquello que se pueda eliminar sin alterar la función, reducir o combinar componentes, simplificar funcionamientos o ensambles, modificar los materiales o procesos productivos y estandarizar o modularizar partes o dimensiones, buscando la reducción de costos de fabricación.
	Tener en cuenta para la calidad o valor de un producto la utilidad, confiabilidad, seguridad, ausencia de procesos complejos de mantenimiento, tiempo de vida largo, y que no genere o genere pocos subproductos desagradables o indeseables como ruido o calor.
<b>Fundación Prodintec</b>	Uso de herramientas como la Matriz MET, los Eco-Indicadores, el software para el análisis de ciclo de vida, y la utilización de materias y componentes alternativos
	Análisis de la relación producto-usuario
	Articulación de normativas que traten aspectos medioambientales (normas ISO 9001, ISO 14001) y herramientas Eco-indicadores.
	Tener en cuenta los materiales y el diseño para disminuir los impactos en el medio ambiente

## 8. Ruta Metodológica ARZ para artefactos sostenibles

---

La ruta metodológica propuesta facilita al diseñador comprender una necesidad artefactual, para a partir de ello generar sus posibles soluciones, procesos de producción, definición de estrategias de mercadeo y venta, así como condiciones de uso y desuso.

El Diseño de la ruta metodológica ARZ es basado en los criterios detectados en los métodos empleados en la FADP actualmente y en los criterios de sostenibilidad definidos a partir de los elementos articulados en el marco teórico del proyecto y el estado del arte.

La inclusión de criterios de sostenibilidad fue transversal a la ruta metodológica ARZ, con una mayor y estratégica aplicación de criterios en fases como fijación de requerimientos, técnico productiva, transporte, distribución, condiciones de reuso y postconsumo; dado que son fases en las cuales la planeación y desarrollo se convierten en estrategia de la inclusión de criterios que permitan el diseño, producción, comercialización y postconsumo de artefactos sostenibles. En la ruta metodológica ARZ son contemplados los 22 criterios evidenciados en los métodos actualmente utilizados más 23 criterios adicionales. En total los 45 aspectos abarcados por ARZ generan mayores potencialidades de obtener artefactos con criterios sostenibles más evidentes y significativos.

Adicionalmente, la revisión de los métodos actualmente utilizados permitió identificar aspectos metodológicos a tener en cuenta para el planteamiento de la ruta metodológica ARZ. En

la *figura 13* se presenta un paralelo entre las metodologías empleadas en la formación en diseño se pueden apreciar elementos comunes a ellas. Es claro cómo en todas una definición del problema hace parte inicial, y en ella se determinan objetivos y lineamientos, se abordan las aproximaciones al contexto y se detectan las necesidades a resolver. Seguido a esto se evidencia la inclusión del proceso de creación, ideación, conceptualización, todo esto orientado a establecer las características, funciones y requerimientos del producto a todos los niveles, en algunos casos incluyendo representaciones gráficas y tridimensionales que comprueben elementos perceptivos y funcionales. En este punto los autores Ambrose & Harris, quienes hacen hincapié en los procesos y estrategias de creatividad y Nigel Cross, con sus diagramas de fijación y verificación de requerimientos, presentan elementos de más rigor frente a los demás autores. En cuanto al proceso productivo, exceptuando a Nigel Cross, los autores plantean lineamientos de abordaje al mismo en algunas ocasiones siendo más exhaustivo. Tal es el caso de Rodgers & Milton y la Fundación Pro dintec en los cuales proponen revisar el tipo de procesos, herramientas, especificaciones técnicas y ahorro de tiempos y recursos, mientras que en métodos como los de Munari y Ambrose & Harris, apenas se insinúan. De otro lado, se busca una aproximación a los elementos del mercado y la comercialización y distribución del producto de parte de la Fundación Pro dintec. Autores como Ambrose & Harris, y Rodgers & Milton hacen en este apartado, énfasis en el comportamiento del producto en el mercado en lo que respecta a su lanzamiento. Por último es importante destacar que existe un elemento final en metodologías como las de Cross y Ambrose & Harris en las que se realiza una retroalimentación de la experiencia del producto con su usuario final en búsqueda de mejoras. Pro dintec complementa a su vez con una consciencia de la disposición final del producto y su reciclaje en donde se evidencia una preocupación por los elementos medioambientales.

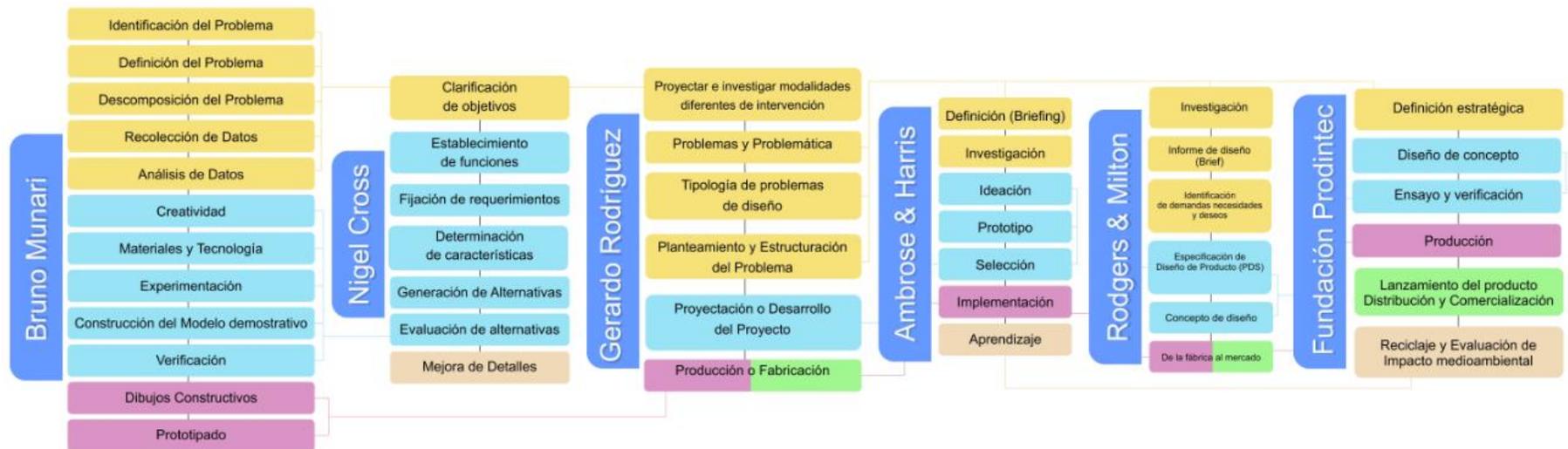


Figura 13: Paralelo de las metodologías actualmente utilizadas.

La figura 14 representa las cinco fases propuestas en la ruta metodológica ARZ, con sus diferentes subfases y actividades que a continuación serán desarrolladas.

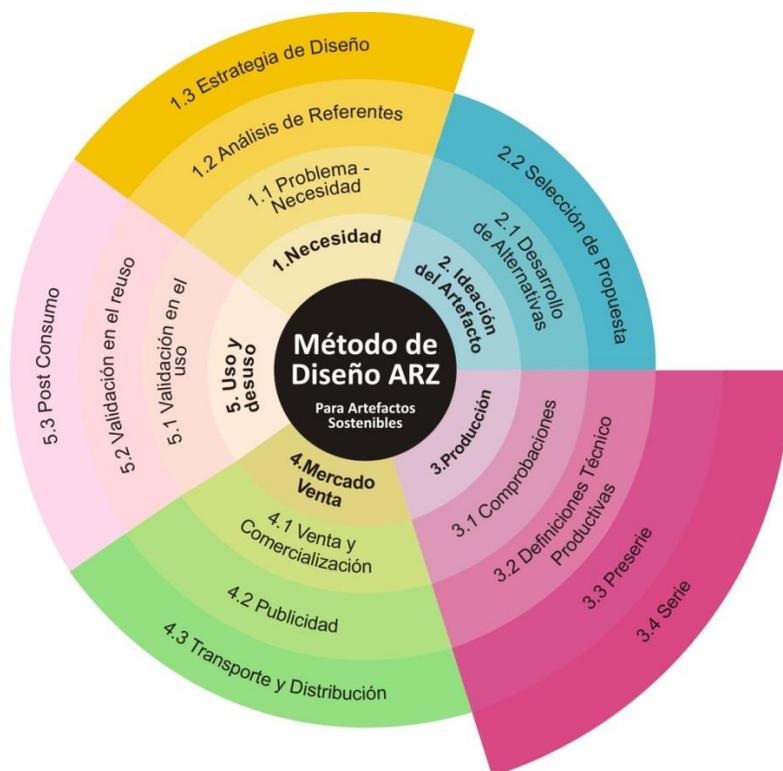


Figura 14: Método de Diseño ARZ, para artefactos Sostenibles.

## Fase1. Necesidad

Las carencias en múltiples aspectos, tanto en el individuo como en un grupo humano, dan origen al concepto de necesidad. Desde el Diseño Industrial tales carencias pueden ser resueltas a partir del planteamiento de artefactos y los mismos, son la base del desarrollo de la cultura material y el control del ambiente del hombre. (Rodríguez, 1996). Abraham Maslow en su libro *A Theory of Human Motivation* (Maslow, 1943), establece cinco categorías frente a las necesidades en lo que en su teoría definió como la “Auto-realización” donde se parte desde

necesidades básicas que se originan en la subsistencia, hasta las necesidades de auto-realización que van ligadas al ámbito espiritual. Maslow sostiene que no se puede alcanzar un nivel mayor en la jerarquía sin tener resueltas las necesidades del escalón en que se halla el individuo. Esta, a pesar de haber sido planteada como una teoría a nivel de la psicología humanista, es pertinente a otras áreas de las ciencias sociales. De otro lado, podemos encontrar los aportes del economista social Manfred Max Neef, que en su libro *El desarrollo a escala humana* (Neef, 1994) plantea una matriz de nueve necesidades humanas básicas que son de carácter transcultural y que constituyen la base de lo que él denomina una *felicidad relativa*, construida a base de pequeños esfuerzos en cada una de sus dimensiones y no sujeta tanto al crecimiento económico, como a elementos cualitativos y la equidad que el mismo provea a las personas. Estas dos visiones han sido apropiadas en diversas disciplinas, dentro de ellas, el Diseño Industrial. En este punto podemos establecer que el ser humano busca en ambos postulados un mejoramiento de la calidad de vida a través de la resolución de dichas necesidades. (Munari, 1983; Rodríguez, 1996). En el universo del Diseño Industrial se atienden una gran variedad de éstas por medio de la generación de los artefactos como testimonio de la cultura material de la sociedad en que se vive. De ahí que la antropología determine los lineamientos sociales y culturales de las sociedades que estudia, a través de las materialidades y que las mismas son un espejo que trasciende el tiempo y va incluso, más allá de sus creadores.

## **1.1 Problema-Necesidad**

### *1.1.1 Comprensión del problema y definición de la necesidad*

Como se mencionó anteriormente, la definición de una necesidad surge por lo general de una carencia en el individuo. En este punto se podría decir que si se mira detrás que aquella

necesidad, se encontrará de seguro, un problema. Basta el ejemplo de que si alguien se encuentra sediento al cabo de una larga jornada de ejercicio, ese problema de sed se reflejará en la necesidad de hidratarse.

Es entonces importante en la labor del diseñador, establecer también el origen y rigurosa comprensión del problema, que permita mediante el desarrollo artefactual, la satisfacción de la necesidad o de necesidades a partir soluciones adecuadas. (Munari, 1983)

De la misma manera, es importante detectar la prioridad que implica la atención a dicha necesidad y cómo el artefacto conduce esta carencia a la satisfacción, por intermedio de su elemento matérico. En sí tratándose de un proceso de diseño a consciencia, cualquier necesidad debería ser abordada con el mismo rigor metodológico para llegar a su resolución; es decir, no podemos desconocer la importancia de definir cuán valioso podría ser nuestro aporte al contemplar necesidades de tipo social que están asentadas en los cimientos de la subsistencia humana. Del mismo modo, al abordar necesidades menos prioritarias, es probable que su identificación se sitúe en un resultado más superfluo pero no por esto alejado del método de configuración del artefacto.

### *1.1.2 Definición del contexto de uso*

Con seguridad una de las variables que determinan con mayor fuerza la problemática de diseño es el contexto donde esta se desarrolla. Componentes como la situación geográfica, las condiciones sociales y políticas, factores climáticos y todo aquello que influye en los grupos humanos que allí se encuentran, debe ser tomado en cuenta para la comprensión del universo en

el que el artefacto se desenvolverá. (Rodgers & Milton, 2011). Probablemente existirán condiciones similares en diversos contextos pero asimismo, existirán elementos diferenciadores que determinarán la pertinencia de la inclusión del artefacto en dicho medio. La labor del diseñador no se limita entonces, a la simple descripción de la fenomenología, sino también a su análisis y comprensión. Esto adquiere validez al encontrar sentido en las relaciones que constituyen los universos contextuales y detectar qué problemáticas atiende y por ende, las necesidades a las que la propuesta de diseño se enfrenta al momento de su interlocución con el usuario y contexto de uso. Solo de este modo, logrando un conocimiento profundo del mismo, se podrá responder de manera eficiente a sus demandas.

### *1.1.3 Definición del Usuario*

Para ser asertivos en la relación producto-usuario al momento de plantear una propuesta de diseño, se debe conocer a fondo su destinatario final. En él se reúne la información necesaria para que los esfuerzos de planificación y creación se conviertan en un artefacto que atienda sus necesidades y las de su contexto y además permita un vínculo simbólico que refuerce su preferencia. (Fundación Prodimtec, 2009). Para lograrlo es de suma importancia definir a profundidad el individuo que subyace detrás de la necesidad, sus características psicológicas, sus relaciones sociales y los elementos contextuales que conforman la cultura en la que se desarrolla. Existen variedad de métodos que indagan sobre tales aspectos pero finalmente todos conducen su búsqueda a la creación de sentido y a la obtención de un panorama general, que dé las pautas para la creación del artefacto. De cualquier modo el investigador no deberá comportarse como un simple recopilador de eventos y situaciones, sino también como el protagonista de un análisis de todas las variables que constituyen una representación fiel del individuo objetivo y que lo

convierten en el usuario de su propuesta. Variables tales como la edad, la situación geográfica, condición económica, factores étnicos, creencias, fisiología, género, hobbies etc., hacen parte de los ingredientes del compilado heurístico que da sentido al artefacto diseñado. Este componente determinará posteriormente las condiciones y requerimientos que deberá tener la propuesta de diseño a la hora de resolver una problemática.

#### *1.1.4 Definición de la pertinencia de solucionar el problema planteado*

Una vez que se ha realizado una detección de las variables que componen el problema, es necesario revisar los elementos que frente a su pertinencia y aporte a la sociedad, la propuesta de diseño tiene. No se debe desconocer que el Diseño Industrial es ante todo un transformador de realidades. El diseñador entonces, deberá revisar cómo su producto influye positivamente en la sociedad en el ámbito social ambiental o económico, sin desconocer ninguno de los tres. Es usual encontrar que los modelos y políticas económicas consumistas desdibujan la atención de necesidades reales en el ser humano y en ese momento, dirigen la mirada del diseñador lejos de las realidades de su contexto, lejos de, como lo diría Bonsiepe, (bonsiepe, 1987) la periferia. Se debe buscar realizar un trabajo enfocado en mejorar las condiciones de vida de un mundo real, no uno imaginado a partir de las estrategias de mercado y la responsabilidad del diseñador en considerar pertinente la problemática que aborda, es un interrogante con inmensas implicaciones éticas. Siempre que se aborde una necesidad o problema de diseño, se debería plantear tal interrogante.

### *1.1.5 Definición de requerimientos del cliente o empresa*

Siempre que se busca abordar un problema de diseño es necesario determinar quiénes intervienen dentro de su posible desarrollo. Uno de ellos es el cliente o quien encarga la propuesta. Adicionalmente a las necesidades del contexto de uso es de vital importancia establecer qué expectativas plantea el cliente o empresa y a partir de su análisis, considerarlas como requerimientos a la hora de plantear el desarrollo del artefacto. Estas expectativas pueden apuntar a una tendencia estética o características formales, así como a un factor económico o bien, a un elemento técnico productivo. El diseñador debe poseer claridad y rigor interpretativo para recoger toda la información que el cliente le presenta y saberla traducir en términos que den luz a la construcción de requerimientos de diseño. Para ello existen diversidad de estrategias a la hora de definir tales pautas como la recolección de la información en entrevistas, grabaciones etc., que le permiten sintetizar, categorizar y organizar la información de manera que sea útil a la hora de realizarlo y de la misma forma es importante que esta información quede consignada en un documento de orden probatorio que consigne las características y requerimientos que se establecieron en dichas entrevistas o reuniones con el cliente, que garanticen eficiencia en el proceso y no desvíen el camino del que se planteó inicialmente.

## **1.2 Análisis de Referentes**

Cuando se habla de análisis de referentes, se busca abordar este tema por dos vías. La primera persigue establecer qué soluciones de diseño se han planteado en torno a problemáticas similares y con ellas, qué obstáculos proyectuales se han sorteado. En este punto se establecen los principales avances respecto a los mismos así como la continuidad histórica de su desarrollo. De

otra parte se indaga acerca de posibilidades configurativas que puedan aportar a nutrir el proceso creativo. Dentro del análisis de referentes se pueden destacar dos componentes principales: El estado del arte y el estado de la técnica. Como se verá, estos serán de ayuda a la hora de situarse de manera competitiva en el mercado y evitarán errores cometidos en el pasado así como gastos innecesarios.

### *1.2.1 Estado del Arte*

El estado del arte se puede definir como una revisión detallada de los momentos destacados de un proceso, desarrollo o estudio, con el fin de identificar el punto de perfeccionamiento más reciente y de mayor avance, de propuestas similares que se encuentran en el mercado. Por otra parte busca ubicar las tendencias existentes a nivel cronológico teniendo en cuenta la temática o problema que se está resolviendo. Este permite al investigador tener una referencia con la que defina un criterio o una postura que a su vez lo conducirá a detectar lo que en este tema, falta por desarrollar. Asimismo, según Ambrose & Harris (Ambrose & Harris, Metodología del Diseño, 2010), permite generar innovación en el artefacto diseñado, como se evidencia en la *figura 15*, se evita repetir lo dicho o replicar soluciones ya planteadas y señalar los obstáculos que gracias a esos estudios, se superaron.(International Corporation of Networks of Knowledge, 2014).

La observación de diversas variables como las tecnológicas, las estéticas y las sociales permiten entender el universo del artefacto, su dimensión más reciente para luego con ello, proponer un nuevo discurso en el que se planteen aportes a ese estado actual sin correr el riesgo de imitar propuestas ya existentes gracias al conocimiento previo de dichas condiciones.

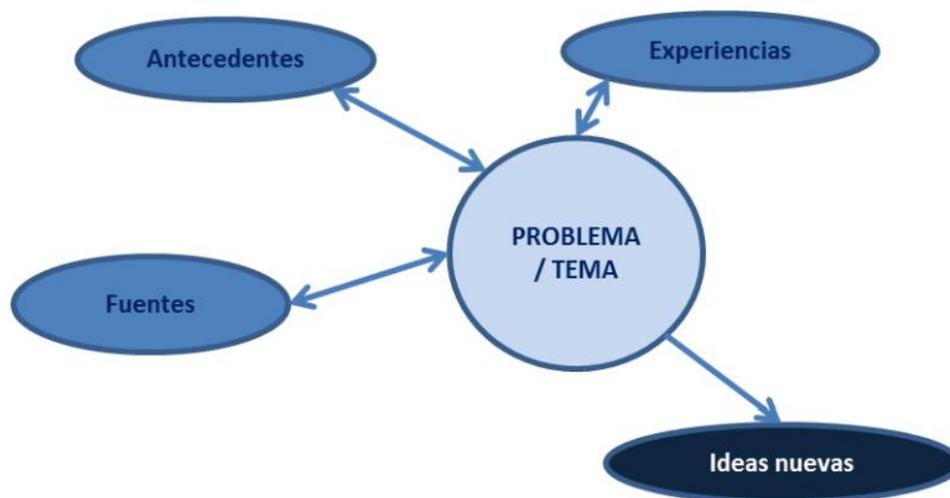


Figura 15: El inicio de un estado del arte. (International Corporation of Networks of Knowledge, 2014)

### 1.2.2 Estado de la técnica

Es posible que en algún momento un estado de la técnica fuera un estado del arte. Esto porque cuando se habla de estado de la técnica, se hace referencia a todo aquello que pueda valorar los límites de la creación intelectual (patentes) existentes en este momento, las condiciones de actualización tecnológica o estudios tecnológicos desarrollados así como determinar la viabilidad de patente de la propuesta de artefacto que se está manejando. Esto con el fin de no caer en gastos innecesarios o enfrentarse a problemas legales de propiedad, a la hora de comercializar la propuesta objetual.

En palabras del Instituto Nacional de Propiedad Industrial del Gobierno de Chile (INAPI, 2012):

El estado de la técnica, estado del arte o arte previo, comprende todo lo que se ha puesto a disposición del público en cualquier lugar del mundo, mediante una publicación en forma

tangible, la venta o comercialización, el uso o cualquier otro medio, antes de la fecha de presentación de una solicitud de patente o de la reivindicación de la prioridad de un derecho.

De la misma forma, la comprensión de avances en torno a temáticas similares al proyecto que se desarrolla, permite establecer características que puedan ser de utilidad a la hora de generar atributos en el artefacto; el análisis de Uso por ejemplo, establecerá patrones a nivel de la relación del usuario con el mismo (comodidad, conveniencia, practicidad, manipulación, ergonomía, biomecánica, etc.). El análisis de Forma dirige su mirada a analizar las relaciones estéticas y formales del producto. Cabe recordar lo estético como elemento de comunicación y como cualidad de percepción de la materia, más allá de sus meras implicaciones de belleza y cómo los accidentes formales están en capacidad de transmitir sus diversas particularidades simbólicas, aquellas que construyen un lenguaje o concepto de diseño. De otro lado un análisis de Función podrá determinar cómo actúa el producto a nivel técnico y a nivel físico. Esto nos dará información valiosa en cuanto a los materiales, las técnicas y los instrumentos a emplear, permitiendo recoger informaciones sobre nuevos usos de un producto concebido para un único uso. (Munari, 1983) Las características productivas del mismo pueden incluso sortear obstáculos a la hora de enfrentarlos en el propio, por lo que un trabajo de ingeniería inversa puede arrojar información que permita inferir procesos específicos, usados en su realización.

### *1.2.3 Análisis de precios de mercado*

Cuando se analizan productos de similares características al que se está desarrollando, es pertinente realizar una observación de los precios actuales de mercado, puesto que es importante situar la propuesta en términos económicos y tratar de intuir las razones por las cuales existen tales precios. En ocasiones se tratará de simplemente una relación costo-utilidad, pero

encontraremos que algunos productos en el mercado establecen sus precios muy por encima de esta relación y son consecuencia de estrategias de Marketing, y características psicosociales que determinan su demanda con lo que se da lugar a tales comportamientos. Para la realización de este análisis, en la **Tabla 4** presentada a continuación, se deben relacionar los datos vinculados con los artefactos analizados en las actividades “1.2.1 Estado del Arte” y “1.2.2 Estado de la técnica”.

**Tabla 4**

*Análisis de precio de Mercado*

Producto/Artefacto	Fabricante	Proveniencia	Precio

### 1.3 Estrategia de Diseño

#### *1.3.1 Identificación de Requerimientos de Diseño*

En este punto se plantean y organizan los deseos, expectativas y necesidades del cliente (C), del usuario (U), y del entorno (E) a manera de requerimientos que puedan ser abordados de manera ordenada a la hora de resolverlos y dar valor diferenciador al producto que se está desarrollando.

En **Tabla 5**, se deben registrar los deseos, expectativas y necesidades, las cuales a partir de su análisis se traducen en requerimientos.

**Tabla 5**

*Identificación de requerimientos de diseño*

Deseo/Expectativa/Necesidad	Fuente (C o U o E)	Requerimiento

### 1.3.2 Fijación de Requerimientos de Diseño

Dependiendo del planteamiento teórico que se aborde, se pueden establecer diversidad de categorías en las que se sitúen los requerimientos encontrados, principalmente, para generar un orden que permita realizar con eficiencia el desarrollo de la propuesta. En general, se plantean tres categorías fundamentales Uso - Función - Forma, pero cabe agregar que para efectos del correcto desarrollo de este método en cuestión, se debe tomar como prioridad la inclusión de criterios de sostenibilidad como elementos transversales a las categorías como por ejemplo los aspectos ambientales propuestos en por Caroline van Hemel en su tesis “*Eco Design Empirically Explored, 1998*” (Van Hemel, 1998) y los lineamientos y herramientas de ecodiseño (Matriz MET, Eco-Indicadores, software para el análisis de ciclo de vida, normas ISO 9001, ISO 14001) propuestos por la metodología de la Fundación Prodimtec (Fundación Prodimtec, 2009).

La categoría *Uso*, aduce a las interacciones del objeto con el usuario y contempla los elementos de percepción, manipulación, antropometría, ergonomía, seguridad, mantenimiento, etc. En este punto se debe tener en cuenta la proyección optimización de la vida útil del producto buscando generar confiabilidad y durabilidad, fácil mantenimiento y reparación, y un diseño clásico que fortalezca la relación usuario-producto (Fundación Prodimtec, 2009). Posterior a su uso se debe tener en cuenta la fácil recuperación o reciclado de materiales, su fácil desmantelamiento y su incineración segura o bien, su retorno a la biósfera (biodegradabilidad) con bajo impacto. Para esto deben tenerse en cuenta las normatividades propias del contexto en el que se está desarrollado el producto, puesto que las regulaciones de su disposición final y tratamiento pueden variar según la legislación de la región en la que éste se produzca (Rodgers & Milton, 2011).

A nivel de *Función*, se establecen los parámetros acerca de componentes, mecanismos, funciones del objeto, estructura, resistencia y acabados; mientras que los requerimientos de *Forma* apuntan a los accidentes formales, el estilo, la coherencia y equilibrio, el concepto y todo lo simbólico que el artefacto transmita, que incluso, será determinante en la decisión del usuario de prolongar su propiedad y por tanto, la vida del producto. (Ambrose & Harris, 2010)

Adicionalmente a estos, se deben categorizar los requerimientos dentro del plano Técnico-Productivo en donde se contemplan los elementos que intervienen en la producción del artefacto, sus costos, maquinaria, mano de obra, embalaje, materias primas, capital y lanzamiento y comercialización. Por lo que es importante contemplar la selección de materiales de bajo impacto, en los que podemos señalar materiales limpios, materiales renovables, menor contenido energético en materiales, materiales reciclados y materiales reciclables (Fundación Prodimtec, 2009). Asimismo se puede pensar en la reducción de su cantidad. De otro lado podemos encontrar técnicas de optimización de la producción que busquen reducir la cantidad de pasos y procesos complejos de mantenimiento, el consumo energético en su fabricación, el uso de energías más limpias y tener en cuenta para la calidad o valor de un producto la utilidad, confiabilidad, seguridad, tiempo de vida largo, y la generación de subproductos desagradables o indeseables como ruido o calor. (Cross, Métodos de Diseño, 1984). Se debe también pensar en la optimización de sus sistemas de empaque y comercialización, así como una logística energéticamente eficiente en su distribución.

De la misma manera estos requerimientos pueden ser organizados por prioridades. De ese modo encontramos requerimientos Primarios o Urgentes que deben ser cumplidos sí o sí para que exista el producto y atiende con eficiencia la necesidad y son las más generales del producto;

requerimientos Secundarios, que aportan complementos a la generalidad del diseño y finalmente, los Requerimientos Terciarios u Opcionales, que se enfocan en dar valor agregado al producto.

Los dos últimos deben detallarse de manera más minuciosa ya que en la primera categoría encontramos las visiones generales del producto, mientras que en las dos siguientes, las características que lo hacen diferente frente a las demás propuestas del mercado. Para la organización de los requerimientos se propone aplicar el formato “Clasificación de Requerimientos”, **Tabla 6**, en el cual deben quedar consignados de acuerdo a su categoría y priorización todos los elementos definidos.

**Tabla 6**

*Clasificación de requerimientos*

IMPORTANCIA	USO	FORMA	FUNCIÓN	T.P.
REQUERIMIENTOS PRIMARIOS O URGENTES				
REQUERIMIENTOS SECUNDARIOS O TRANSITORIOS				
REQUERIMIENTOS TERCARIOS OPCIONALES/PLUS				

### *1.3.3 Definición de Concepto de Diseño*

Entiéndase concepto de diseño como la posición en que el objeto se sitúa en el ámbito de la connotación y la denotación. Por una parte el artefacto obedece a la relación forma función y erige su condición existencial desde su sino o designio, para el que fue creado y las atribuciones de su función nunca se darán con posterioridad (Heidegger, 1996). De otro lado conocidas las prestaciones que va a cumplir tal artefacto, se busca hallar las formas que posibiliten su operatividad (Ricard, 1984). Por otra parte, el mismo responde a las experiencias culturales y sociales que lo edifican como un objeto con valor de uso adicionalmente a su función pragmática, es decir, “el objeto es comunicación, es un vehículo portador de signos, de mensajes, de expresiones, de cultura” (Amariles, 1998). Por tal motivo, en el planteamiento del concepto de diseño, estas condiciones simbólicas inmersas en la relación forma-función se sustentan en los

significados creados al atribuir características formales al artefacto mediante las cuales el usuario logra establecer la relación con este y devela el “designio”, la razón por la que fue creado. La responsabilidad del diseñador será entonces, establecer un vehículo claro de comunicación entre ambos y a su vez, coherencia entre la connotación y la denotación inherentes a su propuesta.

Basados en el análisis de requerimientos, los diseñadores plantean diferentes maneras de generar el concepto de diseño. Entre ellos podemos destacar el brainstorming, o lluvia de ideas, las listas de atributos, el pensamiento analógico, las listas de chequeo, los tableros de matrices estéticas y técnicas, el rompimiento de normas, donde se busca realizar cuestionamientos a los paradigmas sociales y culturales en torno al objeto, el pensamiento lateral, los mapas conceptuales, etc. Todas estas estrategias creativas tienen como fin enfocar el desarrollo del producto hacia un contexto específico y centrado en el consumidor y sus necesidades.

#### *1.3.4 Evaluación de capacidad Instalada*

La capacidad instalada se puede definir como los recursos con que cuenta una empresa a nivel de tecnología, maquinaria, instalaciones y mano de obra en el momento de desarrollar un producto. Es importante una vez planteados los requerimientos y el concepto del producto, que se haga un análisis de con qué elementos se cuenta a nivel técnico productivo a la hora de realizar la producción del artefacto. Esto dependerá mucho del contexto en que se esté desarrollando la investigación y de la variedad y calidad de la tecnología con que se cuente. Esto será de utilidad a la hora de ver la viabilidad de la propuesta y de inmediato volverá a remitir al diseñador a los requerimientos que podrán o no ser modificados según el caso para hacer eficiente y factible su desarrollo.

## **Fase 2. Ideación del Artefacto**

En la fase de Ideación del Artefacto, el Diseñador Industrial plantea alternativas y propuesta de solución a la necesidad generada en la fase 1.

La Ideación es un proceso creativo para generar diferentes alternativas de solución, encaminadas a resolver un problema, en este caso un requerimiento del artefacto a diseñar, persiguiendo romper con paradigmas existentes en el mercado, olvidando lo que se conoce y no copiando la competencia, creando de esta forma nuevas formas de generar valor en cada uno de los componentes del artefacto. El proceso de Ideación se encuentra compuesta por dos sub fases, la primera Generación de ideas, en la cual es importante plantear diferentes propuestas de solución a cada requerimiento; cuantas más ideas mejor y la segunda, Síntesis, donde se comentan las ideas, se combinan entre ellas, se evolucionan y finalmente se escoge un número reducido de las mismas que podemos considerar viables para la propuesta de Diseño. Para la ideación del Artefacto es necesario desarrollar las siguientes sub fases:

### **2.1 Desarrollo de alternativas**

El desarrollo de alternativas es quizá la sub fase en la cual los Diseñadores expresan todo su potencial creativo y ven de forma física la solución a la necesidad planteada, pero es necesario seguir actividades como la Aplicación de Modelos Sistémicos y bocetación o modelado, para lograr una propuesta acorde a los requerimientos planteados.

### 2.1.1 Aplicación de modelos Sistémicos de solución a los Requerimientos planteados

Para el inicio de la bocetación se recomienda el desarrollo de un diagrama que tiene como objetivo plantear diferentes soluciones (Lluvias de ideas) a cada uno de los requerimientos planteados. (Cross, Métodos de Diseño, 1984).

En el desarrollo de alternativas se propone diligenciar la **Tabla 7** a continuación.

**Tabla 7**

*Aplicación de modelos sistémicos de solución a los requerimientos planteados*

		Posibles soluciones				
Requerimientos		1	2	3	4	5
1						
2						

Columna “Requerimientos”: Se listan los requerimientos planteados en la actividad 1.1.5. de la Metodología. Tener en cuenta los requerimientos planteados por el cliente o empresa y los que son planteados por el diseñador.

Columna “Posibles Soluciones”: Inicialmente, hacer uso de la lluvia de ideas para plantear más de una solución a cada uno de los requerimientos planteados en el Diseño que suplirá la necesidad. Se recomienda generar diferentes alternativas de solución a cada requerimiento, facilitando de esta forma, abarcar la solución más viable para el artefacto a diseñar. La lluvia de Ideas es un proceso en el cual cada grupo de diseño o diseñador en particular da rienda suelta a su imaginación, generando diferentes ideas de solución al requerimiento planteado en la solución del problema de diseño, en un entorno no crítico, proponiendo de esta forma, ideas inusuales útiles en la solución al requerimiento. Se recomienda en esta fase incluir criterios de desarrollo sostenible en las alternativas propuestas, ya que se trata del primer paso al

planteamiento de las soluciones al proyecto de Diseño y su correcta inclusión, servirá como pauta al desarrollo posterior de tales planteamientos.

Al tener una amplia gama de posibles soluciones a cada uno de los requerimientos (resultado de la lluvia de ideas) es necesario someterlas a una preselección que destaca opciones amigables con el medio ambiente, con la sociedad y factores económicos. Para dicho filtro es necesario cuestionarse en los siguientes aspectos:

#### *Aspecto Ambiental*

- ¿La huella de carbono e hídrica durante su producción es sostenible?
- ¿El fabricante cuenta con políticas de gestión ambiental?
- ¿La opción planteada es reutilizable y/o reciclable y/o biodegradable?
- ¿La opción genera efectos nocivos al medio ambiente en su momento de uso?
- ¿La opción genera efectos nocivos al medio ambiente en su momento de desuso?
- ¿Cuánto tiempo de uso ofrece la opción a partir de sus condiciones de calidad y durabilidad?
- ¿El fabricante aplica, apoya, incentiva o promueve hábitos de post-consumo sostenible en sus usuarios?
- ¿Cuál es el origen de las materias primas empleadas en su producción? Por ejemplo; en el caso del uso de madera o papel, indagar si provienen de bosques renovables.

#### *Aspecto Social*

- ¿El uso de la solución genera efectos nocivos a la salud humana?

- ¿El desuso de la solución planteada genera efectos nocivos a la salud humana?
- ¿El fabricante cuenta con políticas de recursos humanos acordes a lo establecido por la ley?
- ¿El fabricante cuenta con políticas de responsabilidad social?

#### *Aspecto Económico*

- ¿La fabricación fue desarrollada con mano de obra y materias primas locales?
- ¿El precio en el mercado es competitivo?

Después de filtrar cada opción de solución a los requerimientos planteados con aspectos anteriormente mencionados, se obtienen soluciones amigables con el medio ambiente que posibilitarán la generación de una propuesta sostenible.

Las opciones resultantes del filtro deben trasladarse a la tabla de aplicación de modelos Sistémicos de solución a los Requerimientos planteados, en la columna de “Posibles Soluciones”. Como indica el ejemplo de la *figura 16*:

Soluciones		1	2	3	4	...
Funciones secundarias	1 Levantamiento	 y rodillo de presión	 y rodillo de presión	 y rodillo de presión	 Rodillo de presión	...
	2 Cribado	 Banda de cribado	 Rejilla de cribado	 Tambor de cribado	 Rueda de cribado	...
	3 Separar hojas			 Desplumador		...
	4 Separar piedras			 Balsa		...
	5 Clasificar papas	a mano	por fricción (plano inclinado)	verificar tamaño (orificio medidor)	verificar masa (pesado)	...
	6 Recolectar	Tolva de volteo	Transportador	Dispositivo para llenado de costales		...

Figura 16: Diagrama Morfológico de una máquina cosechadora de papas. (Cross, 2012)

### 1.1.2 Realización de bocetación o modelado de alternativas de Diseño

En la actividad de realización de bocetos o modelos de alternativas de diseño se retoma la tabla de Aplicación de Modelos Sistémicos de solución a los requerimientos planteados, para dar inicio a la selección aleatoria de posibles soluciones a cada requerimiento, dando como resultado una gama de diferentes alternativas de solución a la propuesta de diseño.

Para el desarrollo de esta actividad, es necesario tener en cuenta reducir la impresión indiscriminada y el uso de papel excesivo y buscar el uso de recursos de bocetación amigables con el medio ambiente.

Para el desarrollo de la bocetación o modelado, seguir los pasos relacionados a continuación:

1. Unir de forma aleatoria las posibles soluciones por requerimiento, se pueden generar tantas alternativas como considere el diseñador.

Ejemplo del Paso 1: figura 17

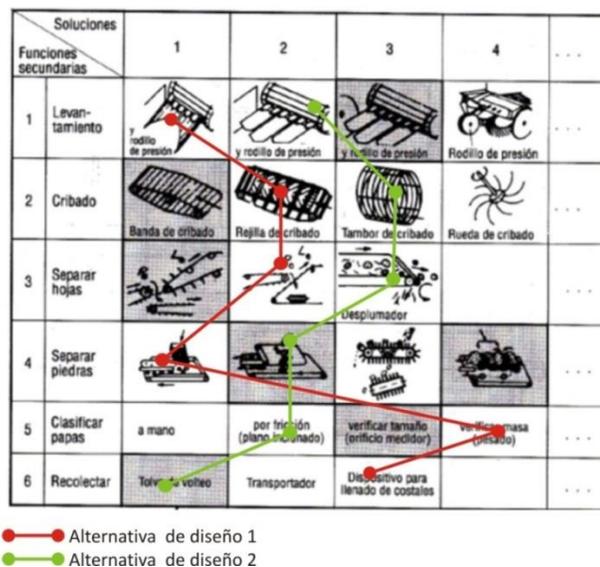


Figura 17: Diagrama Morfológico de una máquina cosechadora de papas. (Cross, 2012)

2. Representar gráficamente, por medio de bocetos o modelos cada una de las alternativas resultantes. Los bocetos son una forma de esbozar una idea de forma rápida, por lo tanto debe llevarse acabo de la forma que sea más ágil. Los modelos son representaciones tridimensionales de la alternativa o propuesta, generalmente desarrolladas en materiales de rápida construcción.

*Ejemplo Paso 2:*

El boceto o modelo de la Alternativa número 1 correspondiente a la línea debe contemplar o tener las siguientes características:

Levantamiento con un rodillo de presión

Cribado con una rejilla de cribado

Separador de Hojas con rodillos independientes

Separador de piedras por peso

Clasificación de papas por verificación de masa (pesado)

Recolección por dispositivo para llenado de costales.

El boceto o alternativa de la Alternativa número 2 correspondiente a la línea  debe contemplar o tener las siguientes características:

Levantamiento con un rodillo de presión

Cribado con un tambor de cribado

Separador de hojas con desplumador

Separador de piedras por selección manual

Clasificación de papas por fricción (plano Inclinado)

Recolección por tolva de volteo.

Finalizada la actividad de bocetación, el diseñador debe tener diferentes alternativas de diseño, cuya cantidad es definida por este, dado que el diagrama ofrece una gran variedad de cruces entre las alternativas de solución a cada requerimiento. Las alternativas bocetadas o modeladas solucionan la problemática de diseño planteada y cuentan con valor agregado de sostenibilidad.

## **1.2 Selección de propuesta**

Como resultado de la sub fase de desarrollo de alternativas el diseñador obtiene diferentes opciones de solución a la problemática planteada y se ve enfrentado a tomar la decisión de seleccionar una de ellas que se convertirá en la propuesta de diseño, considerada como propuesta

por ser la que más cumple con los requerimientos planteados para desarrollar el problema de diseño. La selección de la propuesta se logra por medio del desarrollo del Diagrama de Valoración, ajuste de la propuesta, presentación al cliente, usuario o empresa, refinamiento de la propuesta e ideación del empaque.

### 2.2.1 Desarrollo del Diagrama de Valoración

Las opciones de diseño obtenidas en la actividad de desarrollo de alternativas, son valoradas de acuerdo al nivel de cumplimiento de requerimientos, en el cual obtendrá un valor de 5 la propuesta que cumpla totalmente el requerimiento planteado, 3 la propuesta que cumpla medianamente el requerimiento planteado y 1, la propuesta que no cumple con el requerimiento.

Esta actividad es muy importante en el proceso de ideación desarrollado por el diseñador, dado que este puede perder su objetivo principal de diseño en el desarrollo de las fases, sub fases y actividades y llegar a una propuesta que no cumple con los requerimientos planteados por el cliente, usuario o empresa y los requerimientos estratégicos planteados por el diseñador al inicio del desarrollo de la metodología.

Para la selección de la alternativa que más cumple con los requerimientos de diseño, es recomendable la aplicación de la **Tabla 8**.

**Tabla 8**  
*Diagrama de Valoración*

DIAGRAMA DE VALORACIÓN						
	Alternativas de Diseño					
Requerimientos	1	2	3	4	5	6

En la columna de “Requerimientos” se debe anexar la lista de requerimientos desarrollada anteriormente. La columna Alternativas de Diseño (1, 2, 3, 4, 5, 6), debe tener la imagen del boceto o modelo desarrollado en la actividad 2.1.2.

A continuación cada alternativa debe ser evaluada según el requerimiento, así, si la alternativa cumple satisfactoriamente el requerimiento será calificada con 5, si lo cumple medianamente con 3 y si no cumple el requerimiento se calificará con 1. Terminada la evaluación de todas las alternativas versus requerimientos, se procede a realizar la sumatoria total por alternativa, obteniendo de esta forma la alternativa que más cumple los requerimientos con un máximo puntaje, convirtiéndose de esta forma en Propuesta de Diseño. En la **Tabla 9** se encuentra un ejemplo aplicado. (Cross, Métodos de Diseño, 1984)

**Tabla 9**  
*Ejemplo Diagrama de Valoración*

Requerimientos	Alternativas de Diseño		
			
Permitir cambios posturales	5	1	1
Espaldar inclinado	1	3	5
Materiales resistentes	5	5	5
Que pueda acceder al escritorio	3	5	5
<b>Suma total de Valoración</b>	14	14	16

### 2.2.2 Ajuste a propuesta

Terminada la valoración de las alternativas de la actividad 2.2.1 se obtiene la propuesta, cuyo puntaje fue el mayor. Ahora es necesario ajustar las propuesta (si es necesario) a todos los requerimientos en los cuales obtuvo un puntaje diferente a 5, dado que la propuesta de diseño debe cumplir con todos los requerimientos propuesto en la actividad inicial de diseño del

artefacto. Esta actividad requiere el rediseño o ajuste del boceto seleccionado como propuesta, hasta obtener una valoración de 5. Se sugiere observar en la tabla cual alternativa obtuvo un puntaje de 5 en la que la propuesta obtuvo uno desfavorable, para alimentarla con dichas características.

Para el desarrollo de esta sub-fase es necesario tener en cuenta reducir la impresión indiscriminada, el uso de papel excesivo y buscar el uso de recursos de bocetación amigables con el medio ambiente.

### *2.2.3 Presentación al cliente, usuario o empresa*

Cuando el diseñador desarrolla la propuesta de diseño, cuyo uso, función y forma cumple con los requerimientos planteados así como las condiciones de sostenibilidad planteados, es necesario darla a conocer al cliente o empresa, quien haya realizado el encargo, garantizando de esta forma su aceptación y vía libre para continuar con el desarrollo de la misma.

Es importante en el momento que el cliente o empresa acepte la propuesta de diseño, solicitar firma en carta de aprobación hasta su desarrollo, logrando reducir de esta forma la probabilidad de cambios no planeados.

### *2.2.4 Refinamiento de Propuesta*

Dado el caso que el cliente sugiera cambios de mejora a la propuesta de diseño, el diseñador desarrolla procesos de bocetación, dibujos tridimensionales o maquetas, en busca de suplir dicha necesidad. La respuesta obtenida en esta actividad será considera la propuesta final

del diseño y punto de partida para el diseño del empaque. Vale la pena destacar que terminada la actividad del diseño de empaque se retomará la propuesta, dado que pueden generarse cambios o mejoras como necesidad del proceso de empaquetado.

#### *2.2.5 Ideación empaque*

El empaque debe ser considerado como un puente comunicacional entre el consumidor y el artefacto. Dado que las funciones principales del empaque se enfocan hacia la protección del producto, el transporte y la exhibición del mismo, este deberá reforzar todas las virtudes que el objeto a nivel matérico no evidencie y proveerá al consumidor la información necesaria para que el mismo se entere de las condiciones de sostenibilidad con que el artefacto fue desarrollado; de manera que el usuario sea orientado en su decisión de compra a partir de la información de ventajas y valores agregados, que el artefacto posea. El empaque se debe concebir contemplando las fases desarrolladas para el diseño de un artefacto, por ende para su gesta y producción se recomienda la aplicación de esta metodología desde su inicio hasta el desarrollo de la fase 3.

#### *2.2.6 Refinamiento del artefacto según requerimientos del empaque*

Seguidamente al diseño del empaque del artefacto, puede aparecer la necesidad de cambios en la propuesta de diseño (generalmente en ensambles, uniones y articulaciones) que el diseñador debe realizar por medio de programas tridimensionales de dibujo, bocetos o maquetas (según el medio de representación usado), permitiendo de esta forma que la propuesta y empaque cumplan con la necesidad de portabilidad.

## **Fase 3. Producción**

La fase de producción incluye las subfases y actividades necesarias para proyectar la fabricación, elaboración u obtención del artefacto diseñado.

Esta fase comienza con la realización de las diferentes comprobaciones que darán como resultado el prototipo, para pasar a las definiciones técnico – productivas donde se detallan las diferentes operaciones y requerimientos necesarios para la fabricación del artefacto diseñado. Finalmente se abordan los aspectos relacionados con preserie y serie.

Se recomienda que esta fase sea abordada de manera interdisciplinaria con las áreas de conocimiento indicadas para ello.

### **3.1 Comprobaciones**

En esta subfase, se abordan las comprobaciones, las cuales son imprescindibles en los procesos de diseño ya que son las que permiten la comparación de los resultados esperados con los obtenidos en pruebas reales.

#### *3.1.1 Modelos de comprobación de uso, forma y función o prototipado rápido*

Los modelos de comprobación son una herramienta proyectual para asegurar el desempeño idóneo del producto o del proceso planteado en el diseño. Busca brindar la mínima desviación de especificaciones tanto para el cumplimiento de sus funciones como para la producción. Las

comprobaciones pueden ser tanto cuantitativas como cualitativas dependiendo de las variables a estudiar y de los métodos empleados (Daza, 2015).

El objetivo de esta actividad es poder obtener en el menor tiempo posible, prototipos que permitan analizar diferentes factores de diseño relacionados con aspectos estéticos, ergonómicos, geométricos y funcionales.

Los conceptos relacionados con el desempeño del artefacto que son susceptibles de comprobar son la usabilidad, la seguridad, el confort, la versatilidad, la durabilidad, la eficiencia, etc.

Cada una de las ideas de artefacto priorizadas debe tener un modelo de comprobación que permita en pruebas con posibles usuarios evaluar los diferentes conceptos y valores de interés durante el proceso de diseño.

Si los resultados arrojan la necesidad de cambios o ajustes significativos, debe realizarse de nuevo un modelo de comprobación al cual se le deben hacer nuevamente pruebas para validar los diferentes aspectos proyectados.

### *3.1.2 Refinamiento de la propuesta de artefacto*

Los resultados de las pruebas de usuario arrojarán diferentes aspectos y necesidades de ajuste. Las comprobaciones permitirán confirmar suposiciones o hipótesis traducidas en aspectos formales, funcionales y de uso, de acuerdo a Cross, (2012), establecidas en el diseño, eliminar

del artefacto todo aquello que no altere la función, reducir o combinar componentes, simplificar funcionamientos o ensambles, modificar los materiales o procesos productivos y estandarizar o modularizar partes o dimensiones, buscando la reducción de costos de fabricación. Dichos resultados de las pruebas validarán u orientarán la necesidad de modificaciones en el diseño proyectado. (Rodríguez, 1996)

El artefacto que obtenga el mejor desempeño en las diferentes pruebas, con los respectivos ajustes y mejoras identificadas es el que pasará a la fase de prototipo.

### *3.1.3 Desarrollo de Prototipo*

Según lo establece Gerardo Rodríguez, 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, a 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 artefacto y el del proceso presentarán su más íntima interrelación al tener que contemplar sobre la muestra física los distintos detalles de producción que implica.

Un prototipo tiene como objeto poner a prueba determinados aspectos de una solución de diseño, por lo que debe crearse de modo que esos aspectos estén presentes y puedan ser evaluados eficazmente; de tal manera que proporcione al equipo de diseño y al cliente la posibilidad de visualizar y manipular un concepto de diseño, tener una idea de su apariencia físicas y sus cualidades táctiles. (Ambrose & Harris, 2010)

### 6.2.3 *Muestra al cliente o posibles usuarios (Prueba de Concepto)*

De acuerdo con Gerardo Rodríguez, una vez construido el prototipo y contemplados todos sus detalles productivos se procederá a someterlo a pruebas y experimento -que corroboren su funcionalidad y valor de uso-. De estas pruebas y presentación al cliente surgirán algunas posibles modificaciones.

Las pruebas de concepto son espacios en los que con clientes y usuarios reales se hace valoración o validación de los supuestos orientadores del diseño del artefacto y de las posibilidades de éxito en el mercado. Esto como resultado de preguntas o variables cuantitativas o cualitativas planteadas directamente al usuario, o como interpretación y análisis de la interacción que el usuario tiene con el artefacto. Se pueden realizar a través de grupos focales, entrevistas, pruebas de uso, entre otras. La selección o mezcla de las técnicas y herramientas a usar depende de las características del artefacto y de la posibilidad de acceso a los usuarios o clientes.

Los principales elementos direccionadores de posibles hipótesis a probar, surgieron como resultado del desarrollo de la fase 1 del presente método:

- El entendimiento riguroso de la necesidad o problema cuya solución o mejoramiento se encuentra plasmada en el núcleo del artefacto diseñado.
- El conocimiento de quién es el usuario. En algunos casos no sólo el usuario directo, sino el usuario indirecto o cliente quien es quien toma la decisión de compra.
- La caracterización y comprensión de requerimientos del cliente o usuario.

- La identificación de posibles características diferenciadoras o ventajas competitivas.
- La fijación de requerimientos de diseño relacionados con Uso - Función – Forma teniendo en cuenta la sostenibilidad como variable transversal.
- La definición del concepto de diseño que refleja lo que se quiere comunicar con el diseño del artefacto, el cual reúne los recursos formales y estéticos para transmitir denotativamente su función o el fin para el cual fue creado, no sólo siendo capaz de comunicar elementos relacionados con instancias primarias de uso sino con aplicaciones de reuso y orientaciones para el desuso.

En general, con las pruebas de concepto, se busca responder a los siguientes cuestionamientos:

¿Qué tan eficaz es el artefacto en su capacidad de comunicar el discurso simbólico para el cual fue creado (concepto de diseño)? ¿A qué necesidad o problema cree el usuario que responde el artefacto? ¿Satisface la necesidad u ofrece una solución al problema que lo originó?

¿Existe conexión estética con el usuario que prolongue su disfrute y vida útil?

¿Qué elementos diferenciadores identifica el usuario frente a otros productos existentes?

Si encuentra este artefacto en el mercado ¿lo compraría? ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar?

¿Qué características de sostenibilidad identifica el usuario o cliente en el artefacto? ¿Qué tanto valora o considera importantes dichas características?

¿El artefacto es capaz de comunicar la intención de ser reutilizado o reciclado? ¿Qué alternativas de usos posteriores propone el usuario? ¿Qué comprende que el artefacto le comunica en cómo debe ser su desuso?

¿El producto tiene posibilidades de ser exitoso en el mercado?

Si los resultados de las pruebas de concepto no son satisfactorios en relación con las valoraciones esperadas, se deberán retroalimentar las fases, subfases o actividades relacionadas con el aspecto que requiera acciones de mejoramiento

### *3.1.5 Refinamiento a Prototipo*

Con base en los resultados de la prueba de concepto se deben realizar los ajustes, refinamientos o rediseños necesarios para que el prototipo final refleje las modificaciones finales resultantes.

Con base en lo orientado por Gerardo Rodríguez, una vez se cuente con las observaciones e identificación de últimos ajustes, si es necesario, se debe volver a construir el prototipo que refleje las modificaciones que surjan de las distintas pruebas y experimentos. Éste será sometido al número de pruebas que sea necesario hasta que productiva y funcionalmente así como en cuanto a valor de uso satisfaga lo pretendido, es decir, se obtenga una aproximación de lo que será el modelo para la producción.

## **6.3 Definiciones técnico productivas**

### *3.2.1 Diseño del proceso de Producción*

Con base en la teoría de los sistemas (Bertalanffy, 1950), un proceso de producción es un conjunto de partes coordinadas y en interacción para alcanzar un conjunto de objetivos. El proceso de producción es un sistema de acciones secuenciales que se encuentran interrelacionadas de forma dinámica y que se orientan a la transformación de diferentes

elementos para obtener como principal corriente de salida final una cantidad específica de unidades del artefacto. (Chase, Aquilano, & Jacobs, 2000)

Una herramienta necesaria en esta actividad es la construcción del diagrama de flujo o de procesos el cual es la representación gráfica y secuencial de las actividades. Este diagrama se basa en la utilización de diversos símbolos para representar actividades específicas, como se indica en la **Tabla 10**.

**Tabla 10**

*Símbolos Básicos utilizados en la construcción del diagrama de flujo*

TIPO DE ACTIVIDAD	SIMBOLOGÍA	SIGNIFICADO
<b>Inicio/Fin</b>		Indica el inicio o terminación del flujo del proceso
<b>Operación</b>		Representa la transformación de la materia prima de un estado A a un estado B. "Hay transformación". Hay un acercamiento real hacia el producto terminado.
<b>Transporte</b>		Desplazamiento de los materiales o del personal de un lugar a otro.
<b>Inspección</b>		Verificación de cantidad, calidad o ambas.
<b>Demora</b>		Implica la interrupción momentánea de un trabajo; acumulación de materiales entre dos operaciones sucesivas.
<b>Almacenamiento</b>		Resguardo de materiales, bajo control, no se pueden sustraer sin autorización previa.
<b>Decisión o alternativa</b>		Indica el punto dentro del flujo donde se debe tomar una decisión entre dos o más opciones

*Nota:* Tomada de (Chase, Aquilano, & Jacobs, 2000)

Una vez se definan los procesos y actividades, es necesario realizar un análisis de los mismos a través de diferentes preguntas que pueden ayudar a revelar posibilidades de mejora.

El objetivo para las operaciones es que sólo se realicen las realmente necesarias:

- ¿Todas las operaciones son totalmente necesarias?
- ¿Existen algunas actividades que puedan ser eliminadas?
- ¿Es posible combinar, cambiar la secuencia o simplificar las que son necesarias?

Se recomienda para el transporte eliminar o reducir los trayectos y distancias:

- ¿Es posible eliminar algunos trayectos?
- ¿Cómo se puede reducir las distancias?
- ¿El método y el equipo de transporte cómo pueden mejorarse para disminuir costos y posibles impactos negativos?

En cuanto a la inspección, lo que se busca es simplificar o eliminar estas actividades sin perder eficiencia y calidad:

- ¿Es posible simplificar o eliminar algunas actividades de inspección?

En relación con los momentos de demora, lo que se busca es eliminar o reducirlos al mínimo necesario:

- ¿Qué se podría hacer para eliminar o reducir las demoras?

Posterior a la realización del análisis de posibilidades de optimización de actividades dentro del proceso de producción, es necesario realizar un diagrama de flujo que refleje el rediseño o mejora realizado al proceso general. La búsqueda y análisis de oportunidades de mejoramiento

debe ser una actividad dinámica que permita la retroalimentación periódica el sistema productivo.

### 3.2.2 Definición de corrientes de entrada y salida

Desde la teoría de la dinámica de sistemas de Forrester se puede considerar un proceso de producción como un sistema abierto, entendido como aquel cuya corriente de salida no modifica directamente la corriente de entrada (Forrester, 1961).

Con base en esta teoría, los principales componentes de un sistema abierto son las corrientes de entrada, el proceso de conversión, las corrientes de salida y la retroalimentación como elemento de control, *figura 18*.



*Figura 18:* Componentes de un sistema, aplicados a un proceso de producción.

En el caso de los procesos productivos u organizacionales, las corrientes de entrada son los recursos que directa o indirectamente son requeridos para la realización de cada una de los procesos, operaciones o actividades. Estos recursos pueden ser del orden técnico o tecnológico como la maquinaria, equipos y herramientas, la materia prima e insumos que serán los directamente transformados con el proceso; del orden humano relacionado con el personal y mano de obra requerida; y otras corrientes de entrada como los medios de transporte.



En la columna de “Operación/Acción” debe relacionarse el nombre de la actividad productiva, en “clasificación” debe seleccionarse el símbolo que le corresponda según lo orientado en la tabla No. 10.

Para cada uno de las operaciones o actividades deben listarse en “Corrientes de entrada” todos los requerimientos o recursos necesarios para la realización de cada paso productivo. En relación con recursos humanos “RR.HH” o mano de obra se debe mencionar la denominación del rol(es) o cargo(s) que realizan la tarea; en “Maquinaria, equipos y herramientas” deben indicarse los nombres de todos los elementos de este nivel que son utilizados para la ejecución de cada operación; en “Materia prima e insumos” se deben listar todas las entradas relacionadas con esta categoría que hacen posible la operación específica, teniendo en cuenta que son las materias primas e insumos ya seleccionados en la actividad “2.1.1 Aplicación de modelos sistémicos de solución a los requerimientos planteados”; en “Otros” se deben incluir aspectos como los medios transporte que tengan participación en la operación y demás elementos relacionados que no estén directamente relacionados con las categorías antes mencionadas.

En el componente de “corrientes de salida” deben mencionarse todos los elementos resultantes de la operación sin importar su estado (sólido, líquido o gaseoso). El “Producto en proceso” es el que se convierte en corriente de entrada de una operación posterior y el que en conjunto con otras materias primas e insumos va obteniendo valor a medida que se desarrolla el proceso hasta convertirse en el artefacto terminado. Los “Subproductos” son los que pueden servir para otros procesos de producción y que durante el resto del proceso es posible que no tengan relación directa con el artefacto central objetivo del proceso en análisis. El “Producto

terminado” surgirá una vez el proceso total de fabricación casi llegue a su fin y se desarrollen las operaciones de cierre como las de inspección, empaçado y transporte a bodega de producto terminado. Cuando se habla de “Residuos” se hace referencia al material que pierde utilidad tras haber cumplido con su misión o haber servido para realizar un determinado trabajo, es un tipo de elemento o circunstancia secundaria que aparece como consecuencia colateral de la actividad principal, pueden ser también resultado del uso de determinados químicos o productos que generan restos o elementos descartables en una operación y en todos los casos está relacionado con que su productor o propietario considera que no tiene el valor suficiente para conservarlo. En el campo de las “Emisiones” se deben relacionar las sustancias líquidas o gaseosas producidas por la realización de las diferentes operaciones y que son emanadas o puestas en circulación en el aire o corrientes de agua.

### *3.2.3 Identificación y aplicación de estrategias de gestión ambiental en la planeación técnico-productiva*

En este punto metodológico, es fundamental tener en cuenta que debido a las evidentes consecuencias a nivel medio ambiental y social, se crearon nuevas estrategias con el fin de minimizar los impactos de la industria sobre los ecosistemas y las comunidades, y se propusieron alternativas que condujeran los procesos productivos hacia una dirección cíclica. De allí surgen las teorías de Ecología Industrial, Análisis de Ciclo de Vida de Producto (ACV) y Eco diseño, entre otras; todas enfocadas a lograr una transición de la “linealidad” a una “ciclicidad” en las estrategias de gestión y desarrollo de artefactos que deben trascender y orientar las actividades técnico productivas relacionadas. En esta dirección, con base en el método “Cradle to Cradle” o “de la Cuna a la Cuna” propuesto por los autores McDonough y Braungart, es necesario tomar en

cuenta meticulosamente la ruta de la biósfera o ciclo biológico, es decir, el ciclo medio ambiental y la tecnosfera o ciclo tecnológico relacionado con las distintas cadenas productivas (McDonough & Braungart, 2005).

La figura 19 representa un proceso cíclico, en el cual, una necesidad o problema generan el inicio del proceso de configuración de artefactos que desde el Diseño Industrial está configurado por la dimensiones Estética, Funcional y Productiva. Una vez surtido este macro proceso, el usuario adquiere el artefacto y hace uso de él. Cuando el usuario considera que para él dicho objeto ya no representa un valor, busca desecharlo, y es aquí cuando por influencia directa o indirecta comunicada por el diseño del artefacto, del empaque y las campañas de la empresa fabricante, se puede incidir en que se logren adecuadas estrategias de postconsumo de manera que el artefacto o sus partes pasen al ciclo biológico o ciclo tecnológico según sus posibilidades.

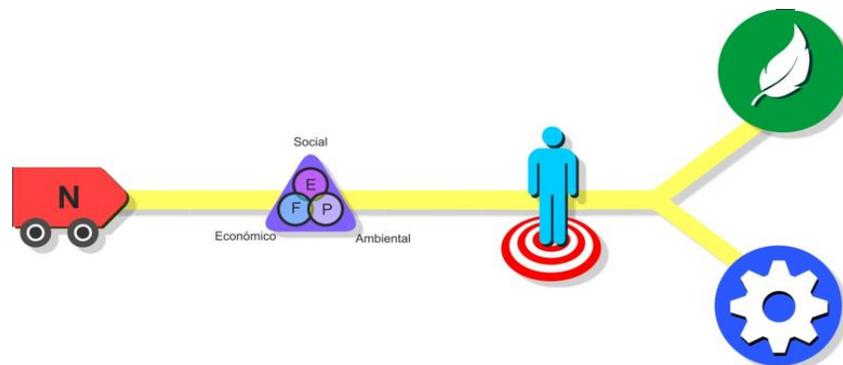


Figura 19: Proceso cíclico de configuración de artefactos.

Con base en dichos principios cíclicos, las corrientes de entrada de las diferentes operaciones del proceso productivo pueden ser alimentadas por componentes, tecnología, materias primas o insumos reutilizables que fueron ya parte de un artefacto que entró en desuso y que por su diseño, producción y adecuado postconsumo pueden ingresar nuevamente al proceso haciendo parte de la “tecnosfera”. Las corrientes de salida deben ser analizadas y tratadas de manera que

puedan tomar la ruta de la biósfera o ciclo biológico, es decir, que se integren de nuevo al ciclo medio ambiental sin producir impactos importantes (McDonough & Braungart, 2005). De manera general, cada una de las fases de la producción debe planearse y diseñarse desde una perspectiva preventiva que busca eliminar o disminuir lo más posible el impacto ambiental que pudiera generarse.

En este sentido, es importante considerar que en la búsqueda de materializar la aplicación de principios del Desarrollo Sostenible desde un enfoque preventivo en las empresas, se ha definido el modelo de Ecología industrial que está orientado a "reducir el consumo de materias primas y energía hasta valores que la biosfera pueda reemplazar y que las emisiones y los residuos se reduzcan hasta valores que la biosfera pueda asimilar" (Capuz, y otros, 2004). La Ecología Industrial pertenece a un área del conocimiento que pretende que los sistemas industriales se comporten de manera similar a los ecosistemas naturales, transitando de un modelo de producción industrial lineal a uno cíclico, impulsando interacciones entre economía, el ambiente y la sociedad (Cervantes, Sosa, Rodríguez, & Robles, 2009).

En el estudio o la implantación de un ecosistema industrial se pueden usar métodos y herramientas como la producción más limpia, el análisis de ciclo de vida, el análisis de flujo de materia, el análisis económico-ambiental, la ecoeficiencia, los indicadores de desarrollo sostenible, las bolsas de residuos o subproductos, la huella de carbono y huella ecológica, análisis de redes sociales, etc. (Cervantes, Sosa, Rodríguez, & Robles, 2009).

En el desarrollo de esta actividad se plantea la utilización del formato “Análisis de M.P/Insumos y posibilidades de corrientes de salida” presentado como **Tabla 12**, como herramienta de registro que permitirá evidenciar si se hará o se está haciendo uso de materias primas e insumos nuevos o reutilizados provenientes de otras operaciones del mismo proceso, de otros procesos de producción o de estrategias de postconsumo; para el componente de las corrientes de salida permite tener el panorama general sobre si el elemento resultante puede o podrá ser reutilizable, biodegradable o en caso contrario se deberá registrar la estrategia de gestión ambiental a utilizar para su manejo y tratamiento. En la columna “Nombre” se debe registrar la denominación de la corriente de entrada o de salida en análisis correlacionada con la operación respectiva. En los espacios “Nueva”, “Reutilizada”, “Reutilizable”, “Biodegradable” se debe marcar con una “X” según corresponda en cada caso. En el espacio de “Estrategia de gestión” se debe detallar la estrategia planeada para el tratamiento, gestión de los residuos o emisiones o la disminución de los mismos a partir del ajuste en el diseño de la operación o resultado de un cambio tecnológico.

El análisis realizado con el insumo de este registro de datos e información, podrá generar reflexiones que orienten decisiones y estrategias sobre la búsqueda de opciones de otras materias primas e insumos no contemplados que acerquen más las posibilidades de reutilización y biodegradabilidad, características relacionadas directamente con la “ciclicidad” buscada. El análisis de las posibles estrategias de gestión posiblemente arrojará como resultado la necesidad de ajustes, cambios o inclusiones de nuevos aspectos en las configuraciones de las operaciones que den cuenta por ejemplo del cambio en la maquinaria o tecnología asociadas y de las estrategias de gestión de las corrientes de salida dentro del mismo proceso.

**Tabla 12***Análisis de M.P/Insumos y posibilidades de corrientes de salida*

OPERACIÓN/ACCIÓN	TIPO DE MATERIA PRIMA O INSUMO			POSIBILIDADES CORRIENTES DE SALIDA			
	Nombre	Nueva	Reutilizada	Nombre	Reutilizable	Biodegradable	Estrategia de gestión

### 3.2.4 Consolidación Técnico Productiva

Con base en los resultados del análisis e inclusión de los principios orientados por los diferentes conceptos, métodos y herramientas abordados en la actividad anterior posiblemente será necesario redefinir el proceso de producción de manera que se incluyan los cambios, ajustes o nuevas operaciones; considerando las nuevas corrientes de entrada y demás cambios realizados. Para contar con los formatos y el registro del “después” del análisis e implementación de estrategias, se deberá contar con el Diagrama de Flujo, el formato de “Identificación de corrientes de entrada y de salida” y el formato “Análisis de M.P/Insumos y posibilidades de corrientes de salida”.

### 3.3 Preserie

Terminadas las fases de ideación del artefacto, comprobaciones y prototipado, se da inicio a la subfase de Preserie, cuyo objetivo es producir una pequeña cantidad de artefactos diseñados antes de la producción seriada (en grandes cantidades). La preserie permite analizar, comprobar

y corregir el funcionamiento de la maquinaria y equipo de trabajo, reduciendo el rango de error en el artefacto a producir y posibles pérdidas de materia prima, insumos, maquinaria, entre otros; además minimizar la posibilidad de producir un artefacto que no cumple con las características o requerimientos planteados en fases iniciales.

Según Gerardo Rodríguez, una Preserie es una producción piloto y limitada del producto diseñado con las materias primas y procesos productivos determinados para ello, que permite corroborar si los métodos de fabricación en planta son los adecuados para su producción, así como iniciar la estimación de tiempos de producción, detectar los distintos elementos auxiliares que la producción exige, determinar los requerimientos con los que a nivel de inventario se necesitará cumplir para iniciar la producción seriada.

Se recomienda realizar la producción en la preserie de la menor cantidad de artefactos posible, de manera que la implementación de mejoras o ajustes a maquinaria o equipo de trabajo resultantes del análisis de las unidades de preserie, genere la menor pérdida de material, insumos o tiempo en procesos productivos.

Para el análisis de los resultados de la preserie se recomienda el desarrollo de la **Tabla 13**.

**Tabla 13**

*Resultados de la Preserie*

RESULTADOS DE LA PRESERIE			
OPERACIÓN/ACCION	RESULTADO ESPERADO	CUMPLIMIENTO (1,3,5)	ACCIÓN DE MEJORA

Las columnas “Operación/Acción” y “Resultado esperado” deben diligenciarse antes de desarrollar la preserie. Las columnas “Cumplimiento” y “Acción de mejora”, deben diligenciarse terminado el proceso de producción de las unidades preserie del artefacto. En la columna “Operación/Acción” deben relacionarse las operaciones y acciones a desarrollar en la preserie. (Definidas en la actividad “3.2.2 Definición de corrientes de entrada y salida”).

En la columna de “Resultado esperado” debe incluirse los aspectos estratégicos (con los que se busca el cumplimiento de requerimientos del artefacto) de funcionalidad, forma, tiempo o acabados, entre otros, que determinen el éxito en la producción del artefacto, es decir, los resultados esperados de la operación acción que no se pueden pasar por alto, pues alterarían el diseño del artefacto.

La columna “Cumplimiento” debe diligenciarse terminada la preserie y evaluando el resultado obtenido en relación al resultado esperado. Evaluando de la siguiente manera:

1. Resultado no alcanzado
3. Resultado alcanzado parcialmente
5. Resultado esperado

Para dar por terminado el análisis de los resultados de la preserie, se deben generar acciones de mejora que permitan realizar en las operaciones o acciones necesarias las correcciones o ajustes, de manera que los resultados no alcanzados (1) o parcialmente alcanzados (3) se conviertan en lo esperado. Estas oportunidades de mejora se deben registrar en la columna de “Acción de mejora”.



Planos de Construcción: Permiten dar inicio a la producción del artefacto diseñado, al ser direccionados a ingenieros, supervisores y encargados de la producción en general. Se recomienda clasificar el artefacto por partes y darlas a conocer por medio de vistas generales, entre las cuales se encuentran la vista frontal, posterior, vista superior e inferior y laterales, cada una acotada y con tabla de especificación de materiales e insumos, como se muestra a continuación en la *figura 21*.

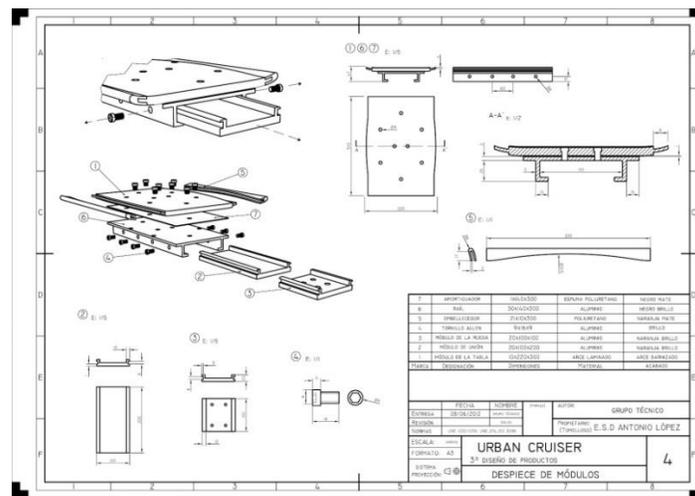


Figura 21: Ejemplo Planos de Construcción. (Sandro Proyectos)

Planos de Armado: Representaciones gráficas direccionadas a las personas encargadas de armar el artefacto, sea de la planta que lo produjo o el usuario final del mismo. Se recomienda la realización de explosiones que indiquen el paso a paso del armado del artefacto, así como la especificación del tipo de uniones y la herramienta a emplear. Como lo indica el siguiente ejemplo en la *figura 22*.

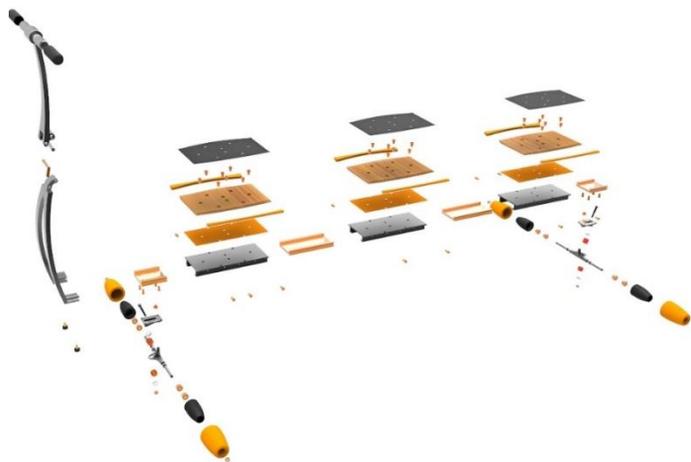


Figura 22: Ejemplo Planos de Armado. (Sandro Proyectos)

Planos de Usuario: Representaciones gráficas destinadas al usuario final del artefacto, que le ayudan a armar el elemento, entender su funcionamiento y conocer sus características técnicas. Los planos de usuario son la herramienta para el desarrollo de manuales de usuario como lo indica la *figura 23*.



Figura 23: Ejemplo Planos de Usuario. (Sandro Proyectos)

Es importante indicar que terminada la fase “5. Uso y Desuso” de esta metodología, se deben desarrollar manuales de usuario, con la ayuda de los planos anteriormente realizados, que den a conocer el desarmado o desensamblado del artefacto, bien sea para orientar usos posteriores o secundarios o la apropiada separación de los componentes de manera que sean adecuadamente dispuestos en la biosfera o tecnosfera.

### *3.3.2 Desarrollo de Monotipo*

Terminada la fase de preserie y el refinamiento de requerimientos no cumplidos o medianamente cumplidos se pasa al desarrollo del monotipo del artefacto, que es la producción del primer artefacto con la maquinaria, materiales, insumos y recurso humanos real. El monotipo cumple la función de comprobar finalmente el desempeño de la instalación de la planta de producción. Se recomienda producir una muestra del artefacto, para minimizar la posibilidad de pérdida de material, insumos y recurso humano, si la planta productiva no genera los resultados esperados.

Terminado el monotipo, se recomiendan evaluar el desempeño de la planta en los acabados, funcionamiento y uso del artefacto y dado el caso generar refinamiento a la planta productiva.

Si el resultado de la planta productiva en el monotipo es el esperado, éste puede ser usado para realizar el pre lanzamiento del producto al mercado y la campaña de comercialización.

### 3.4 Serie

En esta subfase se da inicio a la producción seriada del artefacto diseñado y su proceso de empaque y embalaje

#### *3.4.1 Producción en serie*

Cuando el proceso de producción sea nuevo o se le haya incorporado acciones en las que no se tenga experiencia previa, la Fundación Pro dintec recomienda cumplir antes con una auditoría que lo valide, dichas auditorías son realizadas internamente por los departamentos de calidad que entran a verificar si el artefacto cumple con las especificaciones de diseño requeridas. De igual forma, se realizan auditorías externas a los sistemas de gestión de la calidad para verificar que los procesos productivos cumplen con los estándares planteados. Los resultados obtenidos en estas auditorías permiten identificar posibles oportunidades de mejora para dar cumplimiento al objetivo requerido en el diseño y producción del artefacto (requerimientos de diseño de uso, forma y función).

Se recomienda establecer y desarrollar controles de calidad periódicos que garanticen mantener de forma continua las características de los artefactos producidos.

Terminada la validación en la planta de producción se da inicio a la producción en serie, que según Gerardo Rodríguez es la producción seriada del artefacto diseñado (es decir producir varios artefactos, según necesidad).

En la producción seriada es importante minimizar los consumos y la generación de corrientes residuales, además de los filtros ambientales recomendados en la actividad “3.2.1 Diseño del proceso de producción” de esta metodología.

#### *3.4.2 Empacado – Embalaje*

El empaque y embalaje como se indicó en la actividad “2.2.5 Ideación empaque”, debe ser concebido como el diseño de un artefacto, por ende para su diseño y producción se recomienda la aplicación de esta metodología desde su inicio hasta el desarrollo de la fase 5.

La fundación Pro dintec sugiere auditar el empaque y embalaje diseñado, asegurando de esta forma que proteja el artefacto durante todo su proceso de distribución. En dicha auditoria se debe contemplar el desarrollo de etiquetas que permitan la identificación del artefacto, referencias, cantidades, fechas, remitente y destinatario. Otro factor a auditar es la manejabilidad del producto, orientada por los símbolos de posicionamiento, apilamiento y limitaciones físicas en el lugar de uso o instalación. Finalmente es necesario garantizar el acondicionamiento de contenedores, la limitación de exposición a condiciones de temperatura, humedad y ventilación inadecuadas; dotándolo también de embalaje interno y material de relleno de protección para golpes y vibraciones.

## **Fase 4. Mercadeo y Venta**

La fase de Mercadeo y Venta incluye las subfases y actividades necesarias para proyectar los medios y canales a través de los cuales se publicitará y entregará al usuario el artefacto fabricado.

Esta fase comienza con la definición de la estrategia de venta y comercialización; para lograr la adecuada orientación de las estrategias publicitarias, para finalmente definir los medios de transporte y distribución.

Se recomienda que esta fase sea abordada de manera interdisciplinaria con las áreas de conocimiento indicadas para ello.

### **4.1 Venta y comercialización**

El éxito en la definición de las estrategias de venta y comercialización parte de lo bien que se conozca al usuario y cliente del artefacto diseñado. Para poder identificar cuál es la necesidad o problema con la que el artefacto se conecta, qué valora el usuario, cuál es su modelo de pensamiento, qué lugares frecuenta, cuál es su rutina, qué le gusta hacer, qué medios de comunicación utiliza, cuáles son los medios de compra preferidos, etc. El reto con estos elementos es lograr vincularse con el usuario o cliente en su cotidianidad y a través de los medios que para él son cercanos, de manera tal que pueda reconocer la marca y la sienta próxima. Con estos insumos se debe definir a través de qué medios o canales el producto va a

llegar al cliente o usuario, por ejemplo, almacenes de cadena, almacenes especializados, tiendas propias de la marca, compras por internet, entrega en su domicilio o trabajo, etc.

El conocimiento del usuario y cliente depende por un lado de la rigurosidad con la que se haya abordado la actividad “1.1.3 definición del Usuario” y de la profundidad, representatividad y alcance de la prueba de concepto orientada en la fase anterior.

Adicionalmente, es un insumo importante contar con la información del análisis de referentes para conocer las estrategias de venta y comercialización usadas por los competidores, de manera tal, que en las que se evalúen como eficaces se pueda también tener presencia.

En este sentido, es de importancia, definir estrategias de soporte postventa, que den tranquilidad al cliente en caso de requerir aclaraciones u orientación relacionadas con el funcionamiento, mantenimiento, reuso y recomendaciones para la disposición final del artefacto. Esto se logra a través de comunicación digital y líneas de servicio al cliente que faciliten el contacto frecuente, lo cual redundará en recordación y generará valor al usuario y cliente, al sentir que el productor se preocupa por el desempeño del artefacto y demás posibilidades exploradas más allá de la venta del mismo. De acuerdo con Oscar Mauricio Vásquez (2014), llega la etapa del enamoramiento, la cual es la etapa que permite el sostenimiento de los usuarios y clientes en el tiempo y logra que naturalmente sean los mayores divulgadores de los beneficios de los artefactos. El enamoramiento es una etapa continua, donde se requiere sorprender constantemente e incluye al cliente como parte de la co-creación de las nuevas propuestas de la empresa (Vásquez, 2014).

## 4.2 Publicidad

De acuerdo con Julio Carreto (2011):

La publicidad es toda transmisión de información impersonal y remunerada, efectuada a través de un medio de comunicación dirigida a un público objetivo, en la que se identifica el emisor, con una finalidad determinada, que de forma inmediata o no, trata de estimular la demanda de un producto o de cambiar la opinión o comportamiento del consumidor, de forma general, va a tener como finalidad modificar opiniones, actitudes, deseos y comportamientos del consumidor. Se trata, por tanto de una forma de comunicación esencialmente unilateral, en la que el anunciante (emisor identificado) dirige su mensaje simultáneamente a un gran número de receptores anónimos (es precisamente esto lo que le confiere el carácter de impersonal), con ánimo de modificar su comportamiento de compra.

El conocimiento profundo del usuario y cliente facilitará los elementos necesarios para identificar qué es lo que más valora, cómo conecta el artefacto con su búsqueda de bienestar, cómo responde a sus necesidades o cómo facilita la solución del problema. Insumos necesarios para el planteamiento y definición adecuadas de las estrategias publicitarias a utilizarse, las cuales articulan el mensaje (¿qué quiero comunicar?), con los medios necesarios (¿cómo lo voy a comunicar?), y el tiempo (¿cuándo y por cuánto tiempo se va a comunicar?). Para lograrlo es necesario ofrecer elementos innovadores y comunicar con claridad el concepto de diseño definido para el artefacto.

Teniendo en cuenta las fases del ciclo de vida del producto, para cada una de ellas los objetivos publicitarios son específicos y diferentes, como se evidencia en la **Tabla 14**.

**Tabla 14**

*Objetivos publicitarios según la fase del ciclo de vida.*

<p><b>1. Introducción</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dar a conocer el producto</li> <li>• Informar sobre las características</li> <li>• Estimular la demanda genérica</li> <li>• Facilitar la prueba del producto</li> <li>• Estimular la exploración de usos secundarios del producto</li> <li>• Resaltar los criterios de sostenibilidad</li> <li>• Estimular el uso o consumo responsable y adecuado</li> </ul>	<p><b>2. Crecimiento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimular la demanda selectiva</li> <li>• Crear preferencia de marca</li> <li>• Estimular el uso o consumo responsable y adecuado</li> <li>• Resaltar los criterios de sostenibilidad</li> </ul>
<p><b>3. Madurez</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimular la demanda específica o selectiva, a favor de la marca anunciada</li> <li>• Mantener la fidelidad de marca</li> <li>• Atraer nuevos segmentos de mercado</li> <li>• Intensificar el nivel de uso entre los actuales consumidores</li> <li>• Recordar la existencia y beneficios de la marca</li> <li>• Proponer nuevos usos del producto</li> <li>• Resaltar los criterios de sostenibilidad</li> </ul>	<p><b>4. Declive</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resaltar nuevos usos del producto</li> <li>• Resaltar el precio</li> <li>• Estimular el uso o consumo responsable y adecuado</li> <li>• Resaltar los criterios de sostenibilidad</li> </ul>

*Nota:* Tomada de (Carreto, 2011)

Adicionalmente a las fases propuestas en el ciclo de vida, desde esta metodología se sugiere el postconsumo como una fase que debe ser articulada a las estrategias de publicidad y comunicación, en la cual se deben desarrollar campañas de postconsumo o desuso, de manera que al usuario se le refuerce cómo realizar una adecuada disposición final del artefacto o sus partes. Estos insumos resultan del desarrollo de la Fase “5. Uso y Desuso”.

Como guía, en la **Tabla 15** se plantean elementos que pueden conformar la estrategia publicitaria

**Tabla 15***Elementos de la estrategia publicitaria*

<b>ESTRATEGIA PUBLICITARIA</b>	
<b>Nombre del artefacto</b>	
<b>Perfil del cliente (¿Quién lo compra?) o usuario (¿Quién lo usa?):</b> Descripción de edad, estrato socioeconómico, actividades, hobbies, ubicación geográfica de actividades principales, intereses, etc.	
<b>Necesidad o problema:</b>	
<b>Concepto de diseño:</b>	
<b>Qué valora el cliente o usuario del artefacto:</b>	
<b>Fase del Ciclo de vida:</b>	
<b>Qué se quiere comunicar con la publicidad:</b>	
<b>Medios publicitarios a utilizar:</b>	
<b>Frecuencia de estrategia:</b>	

### 4.3 Transporte y distribución

Una vez definidas las estrategias o canales de comercialización y venta, se definen los medios de transporte y distribución que se utilizarán para mantener el mercado abastecido del artefacto de acuerdo a la demanda, o si es una entrega personalizada, estos medios deberán facilitar las entregas en los tiempos esperados por el cliente o usuario.

Los diferentes medios de transporte tradicionales o convencionales son una de las principales fuentes de contaminación atmosférica, por lo que debe definirse de manera cuidadosa la que garantice mejor el cumplimiento de tiempos de entrega al cliente o usuario con los menores impactos ambientales posibles. En este sentido es importante explorar opciones de transporte alternativos y eficientes. Si el producto no se vence o se avería con el adecuado almacenamiento, realizar acuerdos que permitan que el distribuidor pueda mantener una cantidad adecuada de producto, que garantice las entregas oportunas y que disminuya la frecuencia de los desplazamientos. La optimización de los medios de transporte está directamente relacionada con el diseño de empaque y embalaje, ya que estos son los que determinarán las posibles cantidades a transportar.

## **Fase 5. Uso y Desuso**

En esta fase se analizarán los resultados de las condiciones de uso del artefacto en el contexto específico y se validarán las alternativas de post consumo que el usuario ha dado al producto. Ya sea con actividades de uso programadas por el diseñador, o bien como consecuencia de la capacidad creativa o utilidad que el usuario le asigne. Por otra parte se pretende ubicar el destino final del producto, su disposición, en ciclos no lineales y en lo posible vinculados a la tecnosfera o bien, a su descomposición y correcta asimilación por la biosfera.

Los resultados de esta fase se sustentan en la correcta observación, descripción y análisis de los comportamientos del usuario frente al producto y en la adecuada planificación y comunicación de las condiciones de reuso al usuario dadas en los requerimientos y en el análisis de la información arrojada por las pruebas de concepto y grupos focales previas al lanzamiento del mismo.

### **5.1. Validación en el uso**

La validación de las condiciones de uso del objeto busca realizar una comprensión de la correcta aplicación y entendimiento de las variables con las que el mismo fue planeado en su etapa de requerimientos y corroborar si las pruebas de concepto arrojaron a su vez elementos veraces dado que éstas toman sólo una muestra pequeña de la población y no abordan totalmente las expectativas y percepciones de los usuarios frente al producto. Por lo mismo es importante establecer una ruta de cómo este producto ha sido insertado en el mercado, sus canales de

distribución y posibles usuarios a la hora de adquirirlo. De esta forma se deben realizar observaciones en el contexto de uso y mediante técnicas de recolección de información como las encuestas, entrevistas, grupos focales etc. El equipo de diseño deberá elegir la que más se ajuste a su objetivo de observación. Estos datos arrojarán valores que describan el comportamiento del consumidor (Fundación PRODINTEC, 2013) y con ello, se llegará a conclusiones que retroalimentarán al producto a la hora de plantear ajustes y correcciones. (Ambrose & Harris, Metodología del Diseño, 2010)

Frente a esto el diseñador podrá diligenciar la **Tabla 16** con las siguientes preguntas.

**Tabla 16**

*Validación de las condiciones de Uso*

PREGUNTA	RESULTADOS ESPERADOS	CUMPLIMIENTO (1,3,5)	ACCIÓN DE MEJORA
¿Cómo está siendo usado el producto?			
¿Existe conexión estética con el usuario que prolongue su disfrute y vida útil?			
¿Existe conexión estética con el usuario que prolongue su disfrute y vida útil?			
¿El producto responde de manera atemporal a las condiciones y tendencias estéticas del medio?			
¿Dura el producto lo estipulado? ¿Dura más? ¿Dura menos?			

En la columna “Pregunta” se encuentran consignados elementos generales que pueden brindar ayuda a la hora de realizar estudios en este aspecto. Cada estudio tendrá particularidades en torno a sus características y las preguntas enunciadas serán tan solo guía para su posterior desarrollo.

La columna de “Resultados esperados” muestra los derroteros establecidos durante la etapa de construcción de requerimientos con el fin de realizar su confrontación con las condiciones de uso en su contexto.

La columna “Cumplimiento (1,3,5)” debe diligenciarse terminado el estudio y evaluando el resultado obtenido en relación al resultado esperado. Evaluando de la siguiente manera:

1. Resultado no alcanzado
3. Resultado alcanzado parcialmente
5. Resultado esperado

Asimismo, la columna “Acción de mejora” incluirá las acciones tendientes a plantear correcciones y ajustes que permitan tener experiencias de uso y desuso más completas de parte del usuario y podrían guiar el proceso de refinamiento del producto para posteriores inclusiones en el mercado.

## **5.2. Validación de condiciones de reuso**

Entiéndase por condiciones de reuso, todas aquellas actividades que el usuario propone alternativamente al objeto después de su función de uso primario, es decir las funciones que surjan de este en el momento en que deje de ser usado como el artefacto para lo cual fue diseñado. Algunas de ellas pueden intencionadamente ser sugeridas por el diseñador: la decoración en el envase de mermelada, así como sus dimensiones, sugieren un reuso como vaso, envases de café o similares sugieren un reuso como contenedores de alimentos en la despensa.

Este tipo de relación puede extenderse a variedad de artefactos, prolongando su vida útil y con ello, postergando su disposición final donde la incertidumbre de su aprovechamiento es de mayor calibre. De la misma forma el usuario puede plantear usos posteriores, siendo estos incluso más imaginativos que los propuestos en la etapa de requerimientos del desarrollo del artefacto. Estos pues suponen una gama de posibilidades que dependen del estado del objeto, ya sea físico o simbólico y de las necesidades inmediatas y particulares del usuario; un pocillo convertido en matera, una botella de vino convertida en lámpara decorativa, botellas de PET como insumo para la construcción etc., de igual forma agregan un valor de uso posterior al objeto, prolongando su vida y evitando su desuso y disposición final.

En ambos casos el diseñador deberá validar y evaluar cuáles de estos comportamientos se dan, en primer caso con las condiciones de uso planificadas, en donde se verificará si lo planteado durante la creación de requerimientos y sustentado en la prueba de concepto, es en verdad una realidad en el usuario dentro de su contexto específico. Por otro lado podrá, mediante el análisis de las funciones no planificadas del objeto, retroalimentar los procesos de relanzamiento de producto de manera que brinde al usuario diferentes posibilidades configurativas de reuso. ¿Por qué las cosas deben ser desechadas con tanta prontitud? Es una interrogante que se enfrenta a los modelos consumistas actuales pero que busca generar la reflexión hacia la búsqueda de un vínculo que acerque de manera más duradera la relación entre el usuario y el artefacto (Fundación PRODINTEC, 2013) y evite el suceso del desecho, donde radica uno de los principales problemas ambientales de nuestro tiempo.

### 5.3. Post consumo

Dado que inevitablemente el ciclo de vida útil de un producto termina, es de gran importancia planificar las estrategias para su disposición final. Así como el reuso vincula al usuario con el objeto y prolonga su vida útil, el diseñador puede incluir dentro de la configuración de sus productos, la condición de posibilitar su inclusión en el ciclo de la tecnosfera mediante el reciclaje, o de lo contrario su correcto ingreso al ciclo de la biósfera, de acuerdo con su tiempo de vida. No basta con informar al usuario mediante el empaque del producto que el mismo es de carácter reciclable o biodegradable.

El producto deberá poseer características estéticas que dirijan la mirada del usuario a la conciencia del post consumo y asimismo, el diseñador facilitará mediante estrategias de medios, alianzas con el sector productivo etc., la recolección y adecuada disposición del producto una vez finalizada su vida útil. Existen ya campañas en torno a esta política tales como la recolección de baterías, bolsas plásticas, botellas, etc., que motivan de manera lúdica al consumidor a dar una disposición adecuada al producto, al finalizar su consumo. De acuerdo a cada producto, existirán posibles estrategias para plantear la más adecuada en relación con sus materiales, tiempo de uso, costo y características estéticas.

No se debe como diseñador delegar la responsabilidad única de la disposición final al usuario y desviar la mirada frente a una responsabilidad inherente a la profesión. Por lo anterior, será un requerimiento indispensable dentro de la configuración del producto, el situar a este encada momento de su vida, teniendo siempre presente, la ciclicidad en su desarrollo.

## 8.1 Criterios de sostenibilidad incluidos en el Método de diseño ARZ

El Diseño de la ruta metodológica ARZ es basado en los criterios detectados en los métodos empleados en la FAD actualmente y en los criterios de sostenibilidad definidos a partir de los elementos articulados en el marco teórico del proyecto y los identificados en el estado del arte.

A continuación en la **Tabla 17** se relacionan los criterios de sostenibilidad identificados en los métodos actualmente empleados con su correspondiente fase de aplicación en ARZ.

**Tabla 17**

*Criterios de Sostenibilidad detectados en las metodologías analizadas y su aplicación en ARZ*

Autor	Criterio sostenible propuesto	Fase de aplicación en ARZ
<b>Ambrose - Harris</b>	Detectar en la investigación de referentes elementos innovadores, que sirvan de bases a nuevo diseño.	1.2.1 Estado del Arte
	Posibilidad de Generar criterios sostenibles en la ideación del producto.	2.1.1 Aplicación de modelos Sistémicos de solución a los Requerimientos planteados
	Elegir materiales que generen en el usuario el deseo de conservar el producto	1.3.2 Fijación de Requerimientos de Diseño
	Retroalimentación del producto en sus fases de uso.	5.1. Validación en el uso
<b>Paul Rodgers y Alex</b>	Proyección de la vida del producto.	1.3.2 Fijación de Requerimientos de Diseño
	Seleccionar materiales teniendo en cuenta su impacto medioambiental y retorno al sistema productivo.	1.3.2 Fijación de Requerimientos de Diseño
<b>Milton</b>	Comprender el grupo social objetivo dentro de su contexto.	1.1.2 Definición del contexto de uso
<b>Milton</b>	Tener en cuenta la normatividad del contexto.	1.3.2 Fijación de Requerimientos de Diseño
	Tener en cuenta en la fabricación el reciclaje, facilidad de desmantelado y disposición final	1.3.2 Fijación de Requerimientos de Diseño
<b>Bruno Munari</b>	La solución planteada debe aportar al mejoramiento de la calidad de vida del usuario	Fase 1. Necesidad
	El diseñador no debe dejarse comprometer en una operación realizada únicamente en provecho de la industria y en perjuicio del consumidor	1.1.4 Definición de la pertinencia de solucionar el problema planteado
	Rigurosidad en el análisis y comprensión del problema en busca de soluciones adecuadas.	1.1.1 Comprensión del problema y definición de la necesidad
	La prueba de los materiales, de las técnicas y de los instrumentos, permite recoger informaciones sobre nuevos usos de un producto concebido para un único uso.	1.2.2 Estado de la técnica

<b>Gerardo Rodríguez</b>	Proyectar es el primer paso del hombre para el control del ambiente.	Fase 1. Necesidad
	La satisfacción de una necesidad como búsqueda del desarrollo social	Fase 1. Necesidad
<b>Nigel Cross</b>	Optimizar el concepto de diseño simplificando y eliminando partes del producto	3.1.2 Refinamiento de la propuesta de artefacto
	Eliminar todo aquello que se pueda eliminar sin alterar la función, reducir o combinarse componentes, simplificar funcionamientos o ensambles, modificar los materiales o procesos productivos y estandarizar o modular partes o dimensiones, buscando la reducción de costos de fabricación.	3.1.2 Refinamiento de la propuesta de artefacto
<b>Fundación Prodintec</b>	Tener en cuenta para la calidad o valor de un producto la utilidad, confiabilidad, seguridad, ausencia de procesos complejos de mantenimiento, tiempo de vida largo, y que no genere o genere pocos subproductos desagradables o indeseables como ruido o calor.	1.3.2 Fijación de Requerimientos de Diseño
	Uso de herramientas como la Matriz MET, los Eco-Indicadores, el software para el análisis de ciclo de vida, y la utilización de materias y componentes alternativos .	1.3.2 Fijación de Requerimientos de Diseño
<b>Fundación Prodintec</b>	Análisis de la relación producto-usuario	1.1.3 Definición del Usuario. 5.1. Validación en el uso 5.2. Validación de condiciones de reuso
	Articulación de normativas que traten aspectos medioambientales (normas ISO 9001, ISO 14001) y herramientas Eco-indicadores.	1.3.2 Fijación de Requerimientos de Diseño
<b>Fundación Prodintec</b>	Tener en cuenta los materiales y el diseño para disminuir los impactos en el medio ambiente	1.3.2 Fijación de Requerimientos de Diseño

Para el desarrollo de la ruta metodológica ARZ, además de los criterios anteriormente relacionados, se tuvieron en cuenta otros criterios definidos a partir de la investigación desarrollada teniendo como base el marco teórico. Con la articulación de estos nuevos criterios compilados en la **Tabla 18** con los ya identificados, se buscó obtener una ruta metodológica con mayores posibilidades de obtención de artefactos sostenibles.

**Tabla 18***Otros criterios de sostenibilidad incluidos en el método de diseño ARZ*

FASE	CRITERIO
<b>1.1.4 Definición de la pertinencia de solucionar el problema planteado</b>	Ética del diseñador al momento de abordar un proyecto de diseño.
<b>1.3.2 Fijación de Requerimientos de Diseño</b>	Tener en cuenta los aspectos ambientales de eco diseño
	Proyectar la optimización de la vida útil del producto buscando generar confiabilidad y durabilidad, fácil mantenimiento y reparación, y un diseño clásico que fortalezca la relación usuario-producto
	La fácil recuperación o reciclado de materiales, su fácil desmantelamiento y su incineración segura o bien, su retorno a la biósfera (biodegradabilidad) con bajo impacto
	Optimización de sus sistemas de empaque y comercialización, así como una logística energéticamente eficiente en su distribución.
<b>2.1.1 Aplicación de modelos Sistémicos de solución a los Requerimientos planteados</b>	Incluir en la lluvia de ideas posibles soluciones de ámbito sostenible (Ambientales, económicas o sociales)
	Aplicación de preguntas filtro para destacar opciones amigables con el medio ambiente, la sociedad y los factores económicos.
<b>1.1.2 Realización de bocetación o modelado de alternativas de Diseño</b>	Tener en cuenta reducir la impresión indiscriminada y el uso de papel excesivo y buscar el uso de recursos de bocetación amigables con el medio ambiente.
<b>3.2.2 Definición de corrientes de entrada y salida</b>	Desarrollo con base en el formato de Identificación y Registro de Corrientes de Entrada
<b>3.2.3 Identificación y aplicación de estrategias de gestión ambiental en la planeación técnico-productiva</b>	Las corrientes de salida deben ser analizadas y tratadas de manera que puedan tomar la ruta de la biósfera o ciclo biológico, es decir, que se integren de nuevo al ciclo medio ambiental sin producir impactos importantes.
	Análisis tipo de materia prima o insumos y posibilidades de corrientes de salida.
	Desarrollo de manuales de usuario, con la ayuda de los planos de preserie que den a conocer el desarmado o desensamblado del artefacto, bien sea para orientar usos posteriores o secundarios o la apropiada separación de los componentes de manera que sean adecuadamente dispuestos en la biosfera o tecnosfera.
<b>4.2 Publicidad</b>	Desarrollo de la matriz Objetivos publicitarios según la fase del ciclo de vida.
<b>5.3 Transporte y distribución</b>	Definir el medio de transporte que mejor garantice el cumplimiento de tiempos de entrega al cliente o usuario con los menores impactos ambientales posibles.
	Plantear opciones de transporte alternativo y eficiente.
	Análisis de las condiciones de uso del artefacto.
<b>5.2. Validación de condiciones de reuso</b>	Validación y evaluación de los comportamientos relacionadas en primer caso con las condiciones de uso planificadas, en donde se verificará si lo planeado es en verdad una realidad en el usuario dentro de su contexto específico.

<b>5.2. Validación de condiciones de reuso</b>	Análisis de las funciones no planificadas del objeto, para retroalimentar los procesos de relanzamiento de producto de manera que brinde al usuario diferentes posibilidades configurativas de reuso.
<b>5.3. Postconsumo</b>	Inclusión dentro de la configuración de sus productos, la condición de posibilitar su inclusión en el ciclo de la tecnosfera mediante el reciclaje, o de lo contrario su correcto ingreso al ciclo de la biósfera, de acuerdo con su tiempo de vida.
<b>5.3. Postconsumo</b>	El producto deberá poseer características estéticas que dirijan la mirada del usuario a la consciencia del post consumo y asimismo, el diseñador facilitará mediante estrategias de medios, alianzas con el sector productivo etc., la recolección y adecuada disposición del producto una vez finalizada su vida útil.
<b>5.3. Postconsumo</b>	No se debe como diseñador delegar la responsabilidad única de la disposición final al usuario y desviar la mirada frente a una responsabilidad inherente a la profesión. Por lo anterior, será un requerimiento indispensable dentro de la configuración del producto, el situar a este encada momento de su vida, teniendo siempre presente, la ciclicidad en su desarrollo.

## 9. Resultados del piloto de aplicación: el comienzo hacia la implementación de ARZ

---

Como parte del proceso de investigación se consideró importante la evaluación de la aplicación de los diferentes métodos objeto y comparación de sus resultados de manera que se pueda comprobar y verificar la ruta metodológica propuesta, para con ello identificar los aspectos a mejorar en la definición de sus fases y en su proceso de aplicación. Todo lo anterior orientado a facilitar su implementación en el modelo pedagógico en formación en Diseño Industrial.

Para la evaluación y comparación de resultados, se realizó piloto de aplicación con estudiantes de últimos semestres (quinto y sexto) de la carrera Técnico Profesional en Producción en Diseño Industrial de la FADP. Para esto, se seleccionaron a los 14 mejores estudiantes, con quienes se conformaron 7 grupos. La distribución de los métodos analizados se realizó de la siguiente manera:

**Grupo 1:** Método de Ambrose y Harris. Estudiantes de quinto semestre.

**Grupo 2:** Método de Paul Rodgers y Alex Milton. Estudiantes de quinto semestre.

**Grupo 3:** Ruta metodológica ARZ. Estudiantes de sexto semestre.

**Grupo 4:** Método de Bruno Munari. Estudiantes de quinto semestre.

**Grupo 5:** Método de Gerardo Rodríguez. Estudiantes de sexto semestre

**Grupo 6:** Método de Nigel Cross. Estudiantes de sexto semestre

**Grupo 7:** Método de la Fundación Pro dintec. Estudiantes de quinto semestre.

La necesidad/problema de diseño definida fue la de crear un artefacto de iluminación para la habitación que supla la necesidad de hacer tareas escolares de niños y niñas entre 10 y 12 años.

Cada grupo debió realizar una aplicación del método de diseño asignado para responder con una propuesta objetual a la necesidad planteada. Obteniendo como resultado un informe de aplicación del método asignado y un prototipo de artefacto. A continuación se presentan las fichas técnicas y las imágenes de los artefactos resultantes de la aplicación de los diferentes métodos.

**Grupo 1:** Método de Ambrose y Harris (**Tabla 19**)

**Tabla 19**

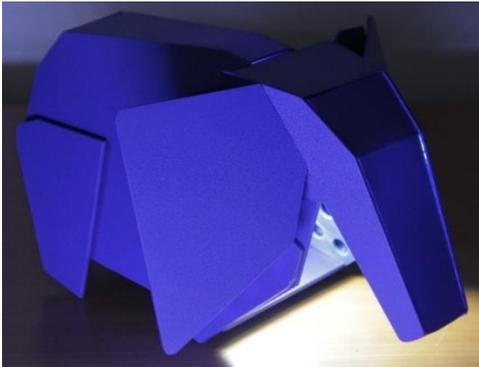
*Ficha técnica del artefacto resultante de la aplicación del Método de Ambrose y Harris*

<p><b>Descripción:</b> Luminaria escolar unisex, cuenta con una luz de fácil direccionamiento, y la posibilidad de escribir apuntes y recordatorios en la parte posterior de la caja de luz. Tiene también espacio para ubicación de útiles escolares. Utiliza tipo de bombillo halógeno dicróico.</p>		
<p><b>Dimensiones:</b> Base de 17,6 cm de alto por 25cm de ancho. Cabeza 13cm x 19,8 de ancho.</p>	<p><b>Materiales:</b> Madera; tablero hecho de resina fenólica; lámina de policarbonato traslúcida.; pintura tipo laca nitrocelulosa.</p>	

**Grupo 2:** Método de Rodgers & Milton (**Tabla 20**)

**Tabla 20**

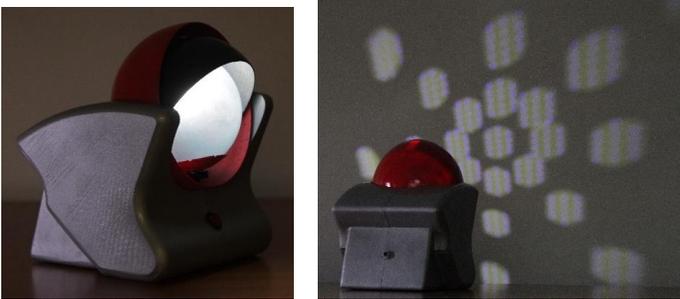
*Ficha técnica del artefacto resultante de la aplicación del Método de Rodgers & Milton*

<p><b>Descripción:</b> Luminaria escolar unisex, cuenta con cabeza movable que permite variación de la intensidad del flujo lumínico. Utiliza tipo de bombillo ahorrador.</p>		
<p><b>Dimensiones:</b> 18cm de alto, 20cm de ancho y 25 cm de fondo.</p>	<p><b>Materiales:</b> PMMA (acrílico) laminado y pegado.</p>	

**Grupo 3: Método ARZ (Tabla 21)**

**Tabla 21**

*Ficha técnica del artefacto resultante de la aplicación del Método ARZ*

<p><b>Descripción:</b> Luminaria unisex que cuenta con un filtro para disminución de la intensidad de la luz, y un filtro difusor de luz para simular una constelación. Utiliza tipo de bombillo led. Es portable. Cuenta con batería de ion-litio recargable de 12V.</p>		
<p><b>Dimensiones:</b> 16cm de fondo, 14cm de ancho, 19,8 cm de altura.</p>	<p><b>Materiales:</b> PLA Biodegradable</p>	

**Grupo 4: Método de Bruno Munari (Tabla 22)**

**Tabla 22**

*Ficha técnica del artefacto resultante de la aplicación del Método de Bruno Munari*

<p><b>Descripción:</b> Luminaria modular para armar en diferentes configuraciones que le dan la posibilidad al niño de interactuar y personalizar el objeto a su gusto. Utiliza tipo de bombillo led.</p>		
<p><b>Dimensiones:</b> Módulos 7cm de largo, 3cm de ancho y 3cm de alto</p>	<p><b>Materiales:</b> Madera triplex; madera pino; plug DC; Conectores DC; clavija; cable cristal; tornillos; pintura tipo laca nitrocelulosa.</p>	

**Grupo 5: Método de Gerardo Rodríguez (Tabla 23)**

**Tabla 23**

*Ficha técnica del artefacto resultante de la aplicación del Método de Gerardo Rodríguez*

<p><b>Descripción:</b> Lámpara decorativa con posibilidades de dibujar en su cara frontal simulando diferentes tipos de animales. Utiliza tipo de bombillo ahorrador.</p>		
<p><b>Dimensiones:</b> 29cm de fondo, 20cm de ancho, 35cm de altura.</p>	<p><b>Materiales:</b> Madera contrachapada de pino con acabado en laca catalizada. Parte frontal en PLA.</p>	

**Grupo 6:** Método de Nigel Cross (**Tabla 24**)

**Tabla 24**

*Ficha técnica del artefacto resultante de la aplicación del Método de Nigel Cross*

<p><b>Descripción:</b> Lámpara escualizable que ofrece dos tipos de posicionamiento (vertical y horizontal). Luminaria en bombillo led.</p>		
<p><b>Dimensiones:</b> 10cm de fondo, 10cm de ancho, 37cm de altura.</p>	<p><b>Materiales:</b> Madera contrachapada de pino; polietileno de alta densidad y varitas de bambú.</p>	

**Grupo 7:** Método de la Fundación Prodentec (**Tabla 25**)

**Tabla 25**

*Ficha técnica del artefacto resultante de la aplicación del Método de la Fundación Prodentec*

<p><b>Descripción:</b> Lámpara para segmento masculino, alegórica al fútbol, con posibilidad de escribir en sus paredes. Con iluminación interna y externa; la externa puede ser abatible. Cuenta con espacio para organizar útiles escolares. Bombillo interno tipo ahorrador y luminaria externa tipo led.</p>		
<p><b>Dimensiones:</b> 34cm de ancho, por 21cm de altura por 16cm de fondo.</p>	<p><b>Materiales:</b> Madera; PVC flexible laminado; lámina de policarbonato traslúcido.</p>	

Para la evaluación y comparación de los resultados obtenidos se tuvieron en cuenta tres instancias:

- Evaluación por parte de docentes de la Fundación Academia de Dibujo Profesional.
- Evaluación con posibles usuarios (niños y niñas entre 10 y 12 años) y clientes (padres o madres).
- Evaluación por parte de los autores del presente proyecto.

## 9.1 Evaluación por parte de docentes de la FADP

Se realizó una jornada de evaluación con cinco docentes diseñadores industriales y una docente arquitecta de la Fundación Academia de Dibujo Profesional, cuyas fotografías se muestran en la *figura 24*, con el fin de conocer su percepción en relación con los criterios de sostenibilidad visibles en un artefacto, así como el valor de diseño (uso, función y forma) que estos tienen para ellos. Esto con el fin de comparar los artefactos resultantes de las metodologías estudiadas.



Figura 24 Fotografías de la jornada de evaluación realizada con docentes de la Fundación Academia de Dibujo Profesional.

Los docentes valoraron cada uno de los artefactos a partir de la guía de preguntas abiertas y cerradas que se presentan a continuación en la **Tabla 26**. En las preguntas cerradas debían seleccionar la opción 5 cuando más cumplía o reflejaba la característica relacionada o 1 cuando menos la cumplía.

**Tabla 26**

*Guía de preguntas para la valoración de los artefactos*

	# de Artefacto				
El artefacto diseñado satisface la necesidad planteada	1	2	3	4	5
El artefacto ofrece ventajas frente a los existentes en el mercado	1	2	3	4	5
¿Cuáles considera que son estas ventajas?					
¿Cuáles considera que son sus desventajas?					
Se puede generar un vínculo usuario-artefacto que posibilite un tiempo de uso más prolongado	1	2	3	4	5
¿Cuánto tiempo cree usted que pueda durar el ciclo de vida de cada una de las lámparas?					
¿Qué características le hacen pensar eso?					

¿Qué características de sostenibilidad identifica en el artefacto?	Articulación con lo social
	Reciclabilidad
	Tipo de materiales
	Procesos de Producción limpios
	Valores agregados de diseño
	Bajo Consumo Energético
	Bajo Impacto ambiental con su uso
	Usos alternativos de postconsumo

A continuación, en la *figura 25* se observan los resultados de las valoraciones relacionadas con el cumplimiento satisfactorio o muy satisfactorio de las condiciones de solución a la necesidad planteada, ventajas frente a las existentes en el mercado, las posibilidades del vínculo usuario-artefacto y la identificación de características de sostenibilidad.

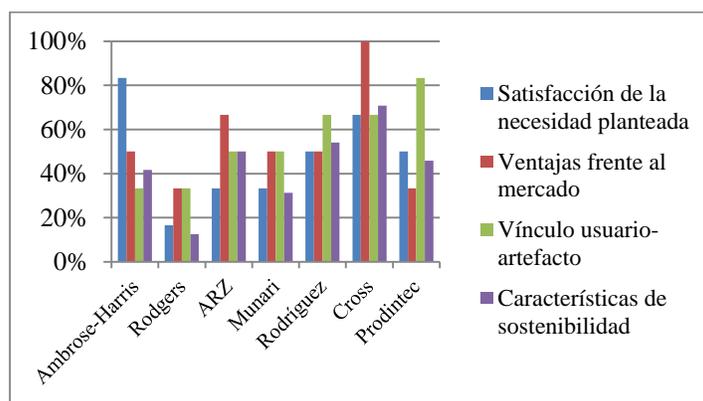


Figura 25: Valoraciones en niveles de "satisfactorio" o "muy satisfactorio" relacionadas con el cumplimiento satisfactorio de las condiciones evaluadas

En relación con el criterio de satisfacción de la necesidad planteada, los evaluadores consideraron que la que más cumple con este propósito es la resultante de la aplicación del método propuesto por Ambrose y Harris. Esto puede estar relacionado con que dicha lámpara contaba con una intensidad de luz adecuada para la realización de tareas escolares, además permitía el direccionamiento del foco de luz, y la posibilidad de escribir apuntes y recordatorios en la parte posterior de la caja de luz. Adicionalmente cuenta con un espacio para ubicación de útiles escolares. En cuanto a la luminaria diseñada con la aplicación de la ruta metodológica ARZ, sólo el 33% de los evaluadores considera que satisface la necesidad que la originó. Esto

puede deberse a que la intensidad y cobertura de la luz emitida no es la más adecuada para la realización de tareas escolares.

Según las valoraciones de los docentes evaluadores, la lámpara 6 (Cross) es la que más ventajas tiene frente a las que se encuentran en el mercado, seguida de la número 3 (ARZ) que contó con un 67% de valoraciones positivas en relación con ventajas identificadas. La lámpara 2 (Rodgers) para los evaluadores no tiene ninguna ventaja relevante.

La condición de generación de un vínculo usuario-artefacto que posibilite un tiempo de uso más prolongado, está directamente relacionado con la posibilidad de ciclos de vida más largos bien sea en aplicaciones primarias o secundarias que retrasen el fin de vida del artefacto, por lo que esta característica es considerada fundamental en la generación de productos sostenibles. En este sentido, para el 87% de los evaluadores, la lámpara 7 (Fundación Prodimtec) es la que tiene mayores posibilidades de establecer un fuerte vínculo usuario-artefacto. Esto puede deberse a los valores agregados en relación con lo estético (futbol) y funcional (superficies para escribir, accesorio lumínico portable, organizador de útiles). Seguidamente, con un 67% de valoraciones positivas se encuentran los artefactos 5 (Rodríguez) y 6 (Cross), lo cual está relacionado con ventajas como las posibilidades de configuración, cambio de ambiente a partir de funcionalidades no sólo académicas sino también decorativas. El artefacto 3 (ARZ) contó con un 50% valoraciones superiores y muy superiores en su posibilidad de establecer un fuerte vínculo con el usuario, lo cual está vinculado con la portabilidad y con la variedad de formas y filtros de iluminación que generan diferentes posibilidades en la configuración de ambientes. En este mismo nivel se ubica la lámpara 4 (Munari) debido a que por su característica modular facilita una interacción con el usuario a partir de sus posibilidades creativas.

Finalmente, en relación con la identificación de características de sostenibilidad, se puede observar en la *figura 26* que el primer lugar es ocupado por el artefacto 6 (Cross) con un 71% de calificaciones superiores en cuanto al cumplimiento de los atributos evaluados, reflejado principalmente en su alta calificación en aspectos como el bajo consumo energético y los valores agregados de diseño. En segundo lugar se ubica el artefacto 5 (Rodríguez) con un 54% de valoraciones positivas principalmente obtenidas en las variables de bajo impacto ambiental por su uso, bajo consumo energético y valores agregados de diseño. En tercer lugar se encuentra el artefacto 3 (ARZ), en el cual el 50% de los docentes valoraron altamente aspectos como los valores agregados de diseño y bajo consumo energético. Estas valoraciones se deben principalmente a que las lámparas no comunicaron explícitamente características relacionadas con las otras variables de sostenibilidad tenidas en cuenta (articulación con lo social, reciclabilidad, tipo de materiales, procesos de producción más limpios, usos alternativos de postconsumo), por lo que los elementos de más fácil identificación fueron los relacionados con las posibilidades funcionales (valores agregados de diseño) y el tipo de consumo energético dado por las características técnicas de los bombillos.

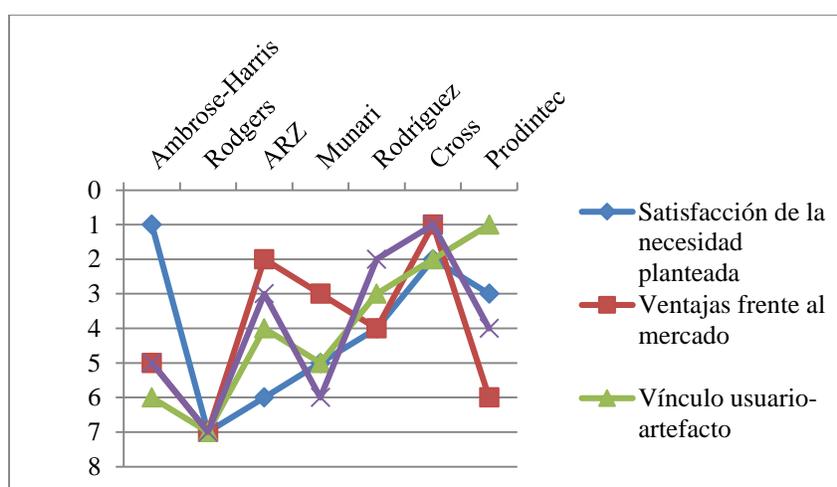


Figura 26: Resultado de la valoración de las características de sostenibilidad

## 9.2 Evaluación por parte de usuarios y clientes

Se realizó una jornada de evaluación con posibles usuarios (niños y niñas entre 10 y 12 años: participaron 5 personas) y clientes (padres y madres: participaron 5 personas) con el objetivo de conocer los criterios de sostenibilidad percibidos por ellos, así como el valor de compra y uso que estos tienen para ellos. Esto con el fin de comparar los artefactos resultantes de las metodologías estudiadas. En las *figura 27* se presentan las fotografías de la jornada realizada.



*Figura 27:* Fotografías de la jornada de valoración por parte de usuarios y clientes.

El cumplimiento de la función relacionada con la satisfacción de la necesidad planteada, es base para poder generar fortalezas en el vínculo usuario-artefacto, que a su vez puede reflejarse en mayores posibilidades de ciclos de vida más duraderos. En este sentido, las luminarias 1 (Ambrose y Harris), la 7 (Fundación Pro dintec) y la 6 (Cross) fueron para los participantes las que mejor cumplen la función escolar. Contrariamente la 4 (Munari) fue la menos valorada en dicha característica, debido a que su foco de luz es inestable. Con el objetivo de indagar en las posibilidades de interacción usuario-artefacto, se les preguntó acerca de las características específicas en relación con el grupo objetivo al cual está dirigida la solución y fueron resaltados los artefactos 1 (Ambrose y Harris), 7 (Fundación Pro dintec) y 4 (Munari) como los que son más acordes para niños y niñas de 10 a 12 años.

En relación con la conexión estética, los artefactos preferidos por los niños y las niñas fueron principalmente el 3 (ARZ) y el 7 (Fundación Prodintec). Dado en el primer caso por su atributo complementario de ambientación (estrellas) y su portabilidad. En el segundo caso es debido a la conexión simbólica que logra a través del concepto “fútbol” y a las funcionalidades complementarias como el que cuenta con espacios para escribir y la portabilidad de la lámpara auxiliar. Estas preferencias de los niños se ven reflejadas en las respuestas del tiempo de conservación de las lámparas, los cuales son prologados, y en 3 de los casos expresan interés en conservarlas hasta que se les dañen y en darles usos posteriores.

Para las preguntas que se relacionan a continuación, se realizó una explicación de diferentes características de sostenibilidad que se pueden encontrar en los artefactos: Articula elementos desde lo económico, medioambiental y social; hecho con mano de obra local; fabricado con materiales reciclables o reciclados, procesos de producción con bajo impacto ambiental; cuenta con valores agregados que alargan su vida útil: La lámpara puede tener usos secundarios distintos; bajo consumo energético; usos posteriores después de cumplir sus usos primarios.

En relación con la identificación de las diferentes características de sostenibilidad orientadas, se evidencia que se los participantes relacionan aspectos más cercanos al componente medioambiental del concepto de desarrollo sostenible. Por tal razón resaltan elementos como la madera por sus características de biodegradabilidad en los artefactos 1 (Ambrose y Harris), 5 (Rodríguez) y 6 (Fundación Prodintec) y el tipo de iluminación por el bajo consumo energético en todos los artefactos a excepción del 1 (Ambrose y Harris).

En relación con las posibilidades en el postconsumo, los niños y niñas resaltaron principalmente en los artefactos 1 (Ambrose y Harris) y en el 4 (Munari) variedad de posibilidades relacionadas en el primer caso con la función principal y en el segundo con alternativas de juego y diversión. Los adultos resaltaron funcionalidades posteriores en decoración y aplicaciones domésticas, principalmente en la luminaria 3 (ARZ), seguida de la 5 (Rodríguez), la 6 (Cross) y la 7 (Fundación Prodentec).

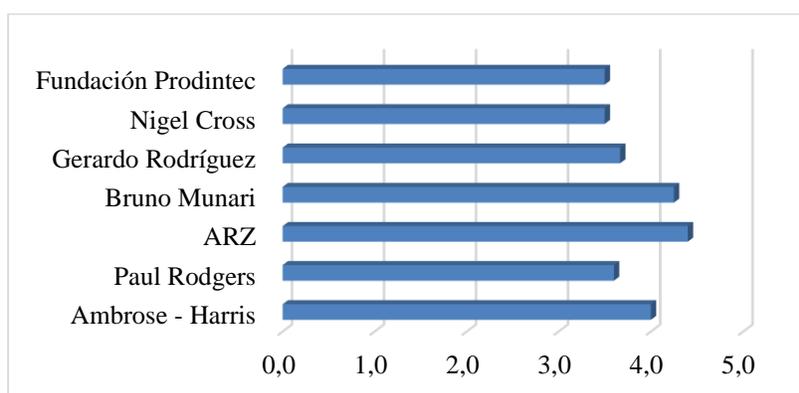
Por último, se solicitó a los participantes escoger las 3 mejores lámparas para ellos, con el fin de indagar sobre sus preferencias, las cuales seguramente se podrían reflejar en una clara opción de compra. En el caso de los niños y niñas, como se observa en el artefacto con mayor cantidad de apariciones en estos tres primeros lugares es el 7 (Fundación Prodentec), seguido del 3 (ARZ) y del 1 (Ambrose y Harris). En las razones de su elección, los niños resaltan atributos complementarios como el que cuentan con superficies para escribir, espacios para organizar útiles escolares, la practicidad, la posibilidad de lograr ambientes alternativos y la portabilidad como en el caso de la 3 (ARZ). Además, se considera relevante resaltar que le dan valor explícito a características de sostenibilidad como el tipo de material, la reutilización, usos posteriores, y el consumo energético.

Como se puede evidenciar en los resultados de preferencia en la selección realizada por los adultos, se nota que la luminaria 5 (Rodríguez), seguida de la 6 (Cross) y de la 3 (ARZ), son las que mayor selección presentan en el rango de adultos; quienes resaltan atributos como los decorativos, la portabilidad y las funciones adicionales como los cambios de ambiente. En

contraste con los niños y niñas, los adultos nos resaltan ninguno de los aspectos de sostenibilidad evidentes en los artefactos.

### 9.3 Evaluación por parte de los autores

En términos generales, los estudiantes participantes del estudio realizaron una adecuada aplicación del método de diseño asignado. En la *figura 28*, se pueden observar las valoraciones que realizaron los autores del presente proyecto en cuanto a la rigurosidad de articulación de criterios de sostenibilidad propuestos por los autores de cada método estudiado.



*Figura 28:* Valoración de la rigurosidad en la aplicación de criterios de sostenibilidad identificados

A continuación en la **Tabla 27** se presenta la evaluación realizada por los autores al proceso y resultados de la aplicación de los métodos objeto de la presente investigación. Esta valoración se realizó desde aspectos como la aplicación de la metodología, consideración y aplicación de criterios de sostenibilidad, innovación, desarrollo de la propuesta (prototipo, comunicación gráfica, y argumentación y sustentación).

**Tabla 27**

*Consolidado aspectos evaluados por los autores de la presente investigación*

Metodología	Aplicación	Consideración y aplicación de criterios de sostenibilidad	Innovación	Desarrollo de la propuesta			
				Prototipo	Comunicación gráfica	Argumentación	
<b>Ambrose &amp; Harris</b>	Los estudiantes se ciñeron de manera rigurosa, tomando en cuenta el orden y pasos señalados por los autores.	Tomados en cuenta de manera satisfactoria	Valores agregados de diseño y vínculo con el usuario,	Funcional y con buenos acabados.	Presentó deficiencias en mostrar detalles de las especificaciones técnico productivas.	Los estudiantes conocen de manera amplia el método aplicado y sustentaron de manera satisfactoria.	
<b>Rodgers &amp; Milton</b>		Fueron tomados en cuenta de manera medianamente satisfactoria	No presenta valor agregado ni vínculo con el usuario	No funciona	Eficiente en cuanto a la comunicación del proyecto		
<b>ARZ</b>		Tomados en cuenta de manera satisfactoria	Genera vínculo con el usuario, valores agregados de Diseño, materiales y ciclo de vida sostenibles.	Buenos acabados. Algunos mecanismos dificultan la manipulación	No comunican sus ventajas desde la sostenibilidad del producto		
<b>Bruno Munari</b>			Vínculo con el usuario a partir del uso	No funcional y uso restringido	Deficiencias en especificaciones de materiales y procesos de producción		
<b>Gerardo Rodríguez</b>		La aplicación fue somera y no logró un impacto sostenible en el artefacto final	Desarrollo formal que genero vínculo con usuarios	Funcional y buenos acabados	Rigurosidad en la comunicación del artefacto diseñado		
<b>Nigel Cross</b>		Poca rigurosidad en la aplicación de los criterios	Valores agregados de Diseño pero no genera vínculo con su usuario	Buenos acabados pero presento deficiencia en el uso			
<b>Fundación Prointec</b>		Algunas herramientas no fueron aplicadas de manera rigurosa.	Fueron tomadas en cuenta de manera medianamente satisfactoria	Valores agregados de diseño y vínculo con el usuario,	Funcional y buenos acabados.		Deficiencias en especificaciones técnicas.

## 10. Conclusiones y recomendaciones

---

Las características de los métodos de diseño son la formalización de procedimientos de diseño, con el objetivo de minimizar o evitar aspectos omitidos, errores y ampliación del enfoque, por un lado, y por el otro, la búsqueda de soluciones apropiadas dentro del proceso de diseño. El método entonces es la exteriorización del pensamiento de Diseño, dado que ningún proceso de Diseño culmina sin la comunicación de la idea. En este sentido se puede concluir que si se incide en el método se incide directamente en el resultado, y al hacerlo se puede lograr involucrar la gestión necesaria para obtener las corrientes de salida principales y secundarias deseadas y planeadas desde la comprensión del problema hasta la fase de uso y desuso proyectada. Aunadamente, se recomienda que al abordar el proyecto de diseño se realice teniendo en cuenta rigurosas pautas de desarrollo desde la estética que permitan al usuario final detectar los elementos del desarrollo sostenible inmersos en el producto y estos aporten a que generen valores explícitos que orienten la opción de compra y por supuesto ciclos de vida esperados a la luz de la sostenibilidad.

Es necesario continuar en el fortalecimiento del vínculo academia – industria, de manera que los procesos de investigación aporten en los diferentes aspectos tanto en la producción, como en la calidad de vida y el desarrollo humano y ambiental en la región. Desde la formación académica en diseño industrial se considera importante resaltar que los resultados en las características de productos y la articulación de los componentes del desarrollo sostenible dependen de lo orientado por el método de diseño que se utilice y por la rigurosidad y bases conceptuales con las que se aplique. La articulación e inclusión de criterios de sostenibilidad en una propuesta metodológica, busca realizar un aporte al mejoramiento de los procesos académicos que al vincularse a la industria, sean capaces de generar una reducción del impacto ambiental, social y económico que desde la configuración misma del producto se definen.

Frente al concepto básico que compone todo proceso de diseño en la triada forma, función y producción, es importante señalar que con la propuesta metodológica ARZ, se hace un aporte al articular en los tres ejes mencionados, el desarrollo sostenible como un elemento transversal a ellos y que en ninguno de dichos elemento se descuida la búsqueda de criterios para un desarrollo respetuoso por un lado, con el medio ambiente de quien se han realizado un sinnúmero de reflexiones y aportes desde todos los campos del saber; por otro lado, se contempla el factor social en la medida en que dentro de la ruta metodológica se hacen recomendaciones acerca de la importancia de establecer un lazo profundo con el contexto en que el proceso de diseño es desarrollado; en este sentido, es inevitable pensar que si no se toman en cuenta las prácticas éticas de contratación, el empleo de proveedores y alianzas estratégicas locales y el aprovechamiento responsable de los recursos disponibles en la región, las condiciones de la actual crisis social no podrán vislumbrar un futuro con oportunidades de desarrollo social y emancipación de la equidad. Asimismo, el contemplar un equilibrio económico y responsable frente a las prácticas productivas, implica pensar en elementos como una distribución de ganancias con principios de equidad, condiciones salariales justas y reinversión del capital en el plano de lo social, de manera que se aporten a la búsqueda de mejores condiciones de vida y oportunidades para todos.

De acuerdo al análisis de los métodos de Diseño empleados en la formación de la carrera de Técnico Profesional en Producción en Diseño Industrial de la FADP podemos señalar que los métodos planteados por la Fundación Pro dintec, y Paul Rodgers & Alex Milton, son los que más contemplan criterios de desarrollo sostenible para la configuración de producto, al abordar aspectos relevantes en las fases relacionadas con el planteamiento de requerimientos de diseño, la producción y el postconsumo. En contraste a ello, el método planteado por los teóricos Ambrose & Harris, no establece parámetros específicos en este aspecto, sino que sugiere una ruta que depende de criterios particulares del diseñador en cuanto a este ámbito, más que del método

en sí. De otro lado, métodos como los de Bruno Munari, Nigel Cross y Gerardo Rodríguez, proponen sin una clara intención frente al desarrollo sostenible, acciones que a la luz de este enfoque, pueden ser tomados en cuenta para encaminar las acciones que propone el método hacia la constitución de productos sostenibles. La inclusión de criterios metodológicos en torno a la sostenibilidad probablemente obedece también, al momento histórico en que cada una de ellas fue desarrollada. Se puede señalar cómo a nivel cronológico, existe una relación en donde las más recientes poseen mayores características mientras que las menos recientes se alejan de tales pautas.

Como parte de la creación de la ruta metodológica ARZ propuesta por los autores, fue necesario tomar en cuenta para su realización, una visión interdisciplinaria que abarcara la totalidad de sus planteamientos, desde la génesis del problema hasta la gestión de la disposición final del producto. Para ello, debieron tomarse en cuenta no solamente valores encaminados al desarrollo sostenible sino también elementos que fuesen de utilidad dentro de las estructuras metodológicas aportadas por cada uno de los teóricos analizados. Lo anterior permitió desarrollar la ruta metodológica ARZ en la que fueron contemplados los 22 criterios evidenciados en los métodos actualmente utilizados más 23 criterios adicionales. Se concluye entonces, que los 45 criterios de sostenibilidad abarcados por ARZ, dado lo holístico de su abordaje, generan mayores potencialidades de obtener artefactos con criterios sostenibles más evidentes y significativos.

Es fundamental que frente al desafío de la creación de un artefacto, el diseñador posea una fundamentación teórica consistente frente a los lineamientos del desarrollo sostenible porque de lo contrario, al abordar una ruta metodológica con este enfoque, éste desconocerá la variedad de posibilidades creativas y productivas que la misma le brinda y sus resultados estarán supeditados a plantear un producto sin hacer uso de todas las potencialidades propuestas por las herramientas que el método le sugiere.

El desarrollo de la prueba piloto con los docentes evaluadores arrojó resultados concluyentes en cuanto al análisis de uso y la relación forma-función. En relación con a la detección de criterios de sostenibilidad presentes en los artefactos analizados, sus hallazgos en torno a tales elementos fueron principalmente determinados por su análisis en torno a los procesos productivos y al consecuente entendimiento de los mismos dada su experticia disciplinar y a la percepción de lo que los artefactos les comunicaron de manera directa y explícita. De ello concluimos que los artefactos deben ir acompañados de elementos más allá de su forma y función que refuercen las características inherentes de sostenibilidad en él: manuales de uso, promoción a nivel de medios, empaques, etiquetas, etc. que den cuenta de sus fortalezas a este nivel.

En cuanto a la evaluación con usuarios se pudo establecer que la detección de elementos de sostenibilidad en el caso de los niños, respondió a la valoración que dieron a atributos complementarios, usos alternativos y posteriores, consumo energético, teniendo en cuenta también aspectos de índole estética y a elementos simbólicos del producto como el concepto de diseño o la expectativa frente a gustos y género; y en adultos a la condición de ahorro de energía y al elemento decorativo más que a atributos relacionados con el tiempo de vida, post-usos alternativos, desmantelamiento o reciclaje. Es claro que en ambos grupos –niños y adultos- el desconocimiento frente a las características de los materiales y los procesos productivos así como la incidencia de la producción, venta, consumo y desecho en los factores sociales y económicos, hacen que sus preferencias frente a la sostenibilidad apunten a interpretaciones soportadas por las lecturas primarias de características como el material de la superficie o el tipo de bombilla usada, por lo que se concluye que si se desea reforzar el concepto de desarrollo sostenible de un artefacto en usuarios, se debe acudir a estrategias similares a las mencionadas en el grupo docente estimulando de manera más consistente los elementos simbólicos y de expectativa en la promoción para que tal discurso se anide como un deseo de consumo ante todo, responsable.

Si bien la ruta metodológica ARZ plantea herramientas para la construcción consciente y adecuada de un proyecto de diseño que apunta a generar artefactos sostenibles, se debe aclarar que es fundamental que se realice un cambio en el modo de pensamiento del diseñador, a partir de una educación integral que tenga la formación en sostenibilidad como componente transversal, que aporte elementos no sólo en los aspectos académicos sino también, en el desarrollo de sus competencias como ser humano; de lo contrario este método no se aprovecharía en su total dimensión. La aplicación de la ruta metodológica ARZ facilita el acercamiento y entendimiento de las problemáticas sociales, económicas y ambientales de su contexto, situando al diseñador como protagonista y transformador del mismo. La intención de comprender el Diseño como herramienta de transformación cultural, seguramente aportará en desarrollar, sumado a este estudio, artefactos con las características buscadas.

Los resultados de este estudio nos plantean como docentes, la necesidad de formación en sostenibilidad para acompañar con mayor eficiencia y rigurosidad los procesos de desarrollo de producto, así como creadores de conciencia en el consumo y disposición final responsables. Adicionalmente a ello, se debe hacer la reflexión de si las actuales políticas de formación en infancia y juventud son consecuentes con dicho rumbo. Como formadores y ponentes de este estudio consideramos que este ejercicio, posibilita la articulación de estas facetas.

Teniendo en cuenta los comparativos realizados a las metodologías de los autores de referencia, se puede realizar un aporte en el ejercicio de la docencia en la manera en que los teóricos son abordados y cómo se puede generar una comprensión de estas metodologías desde la propuesta ARZ, ya que la misma compila los elementos metodológicos más representativos de éstas sumando a su vez, los criterios de sostenibilidad dentro de su ejecución. Se convierte entonces ARZ además de una ruta metodológica, un instrumento de aproximación

epistemológica e histórica al diseño con un enfoque vigente a las realidades ambientales, sociales y económicas de nuestro tiempo.

Se debe tener presente que la permanencia de los objetos como tales está directamente relacionada con su vínculo afectivo en el usuario y este es paralelo a su función estética. Para la formación de profesionales del diseño, ARZ brinda una mirada clara frente a, por un lado, tener presente en todo momento el hecho de que un objeto que no se desecha no se convierte en basura, no es fácilmente reemplazado y esto depende como se dijo, en principio de sus características estéticas así como de su versatilidad y elementos funcionales; por otro lado, el diseñador en formación podrá a través de la ruta metodológica propuesta, acudir a su consciencia frente a la responsabilidad como transformador de realidades y de mejorador de la calidad de vida de las personas. El diseño industrial se convierte desde este enfoque en un pilar fundamental de apoyo a todos los esfuerzos realizados en torno al desarrollo sostenible, al mejoramiento de la dignidad de las personas y a darles la posibilidad de la libertad a partir de ofrecer en las respuestas de objeto la posibilidad de encontrarla en el momento en que sean visibles las oportunidades de crecimiento social y se disminuyan las inmensas brechas que existen del centro a la periferia.

# 11. Referencias

---

- 123RF. (2005). Recuperado el 16 de marzo de 2015, de [http://es.123rf.com/photo\\_8764972\\_dibujos-de-sillas.html](http://es.123rf.com/photo_8764972_dibujos-de-sillas.html)
- Amariles, D. P. (1998). *Lenguajes objetuales y posicionamiento*. Bogotá: Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- Ambrose, G., & Harris, P. (2010). *Metodología del Diseño*. Barcelona: Parramón Ediciones.
- Bertalanffy, L. V. (1950). *Integración de Áreas*. Obtenido de <http://suang.com.ar/web/wp-content/uploads/2009/07/tgsbertalanffy.pdf>
- Bonsiepe, G. (1987). *Teoría y Práctica del Diseño Industrial: Elemento para un manualística y crítica*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Bovea Edo, M. D. (2002). *Valoración de Productos Ecológicos, aplicación al Diseño de Mobiliario de Oficina*. Castellón: Universitat Jaume I.
- Bürdek, B. H. (1991). *Historia, teoría y práctica del Diseño Industrial*. Mexico: Gustavo Gili.
- Capuz, S., Gómez, T., Vivancos, J., Viñoles, R., Ferre, P., & López, R. (2004). *Ecodiseño: Ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles*. México D.F: Alfaomega Grupo Editor.
- Carreto, J. (15 de 04 de 2011). *Estrategias de publicidad y promoción*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/jcarreto/estrategias-de-publicidad-y-promocin>
- Castro P, I. D. (2003). *Reflexiones en torno a la Artesanía y el Diseño en Colombia*. Bogotá: CEJA.
- Cervantes, Sosa, Rodríguez, & Robles. (2009). Ecolología Industrial y Desarrollo Sustentable. *Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY, 13-1*, 63-70.
- Chase, R., Aquilano, N., & Jacobs, R. (2000). *Administración de producción y operaciones : manufactura y servicios*. Colombia: McGraw-Hill Interamericana.
- Chaves, N. (1999). *Diseño Mercado y Cultura*. Argentina.
- Cross, N. (2012). *Métodos de Diseño. Estrategias para el Diseño de Productos*. Mexico: Limusa Wiley.
- CVC. (2012). *CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA*. Obtenido de [http://www.cvc.gov.co/portal/images/CVC/Informacion\\_Ambiental/Aire\\_y\\_ruido/Informes\\_calidad\\_aire/Informe\\_calidad\\_del\\_aire\\_2012.pdf](http://www.cvc.gov.co/portal/images/CVC/Informacion_Ambiental/Aire_y_ruido/Informes_calidad_aire/Informe_calidad_del_aire_2012.pdf)
- CVC. (2013). Obtenido de [http://www.cvc.gov.co/portal/images/CVC/Recurso\\_Hidrico/agua\\_superficial/calidad\\_de\\_agua/IndiceCalidad2013.pdf](http://www.cvc.gov.co/portal/images/CVC/Recurso_Hidrico/agua_superficial/calidad_de_agua/IndiceCalidad2013.pdf)
- Dalal-Clayton, D., & Bass, S. (2002). *Sustainable Development Strategies: A Resource Book*. Inglaterra y USA: Earthscan Publications Ltd.
- DANE. (17 de Octubre de 2014). *Boletín Técnico - Cuentas departamentales - Colombia*. Recuperado el Noviembre de 2014, de [http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/departamentales/B\\_2005/Bol\\_dptal\\_2011def\\_2013pre.pdf](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/departamentales/B_2005/Bol_dptal_2011def_2013pre.pdf)
- Daza, C. E. (10 de marzo de 2015). *tachodesign/comprobaciones*. Obtenido de <http://www.slideshare.net/tachodesign/comprobaciones>

- Ecodiseño. Diseño responsable de competitividad.* (5 de 11 de 2010). Obtenido de <http://www.xn--ecodiseño-j3a.org/>
- Forrester, J. W. (1961). *Industrial dynamics*. Estados Unidos: Productivity Press.
- Fundación Forum Ambiental. (2003). *Forum ambiental*. Obtenido de [www.forumambiental.org/pdf/guiacast.pdf](http://www.forumambiental.org/pdf/guiacast.pdf)
- Fundación Pro dintec. (2006). *Diseño Industrial Guía Metodológica*. España: Predica.
- Fundación Pro dintec. (2009). *Ecodiseñas*. España: Fundación Pro dintec.
- Fundación PRODINTEC. (2013). *Guía Metodológica de Diseño Industrial*. Asturias: Pro dintec.
- Gimeno, J. M. (2000). *La Gestión del Diseño en la empresa*. España: MCGRAW-HILL.
- Goñi, R., & Goin, F. (2006). Marco Conceptual para la definición del desarrollo sustentable. *Red Salud Colectiva*, 191-198.
- Heidegger, M. (1996). *La pregunta por la técnica*. Madrid: Alianza.
- Hernandis, B., & Cabello, M. (febrero de 2006). *Creatividad, Innovación y desarrollo de Nuevos Productos*. Valencia: Impiva Disseny. Obtenido de Impiva Disseny.
- INAPI. (2012). *BÚSQUEDA DEL ESTADO DE LA TÉCNICA PATENTES DE INVENCIÓN MODELOS DE UTILIDAD GUÍA - EJEMPLO*. Santiago de Chile: Ministerio de Economía, Fomento y Turismo de Chile.
- International Corporation of Networks of Knowledge. (2014). *Guía para construir estados del arte*. Bogotá.
- Leff, E. (2005). *La Geopolítica de la Biodiversidad y el Desarrollo Sustentable: economización del mundo, racionalidad ambiental y reapropiación social de la naturaleza*. Red de bibliotecas virtuales de ciencias sociales de América Latina y el Caribe.
- Leff, E. (2010). *Globalización, ambiente y sustentabilidad*. Siglo XXI Editores.
- Leonard, A. (2010). *La historia de las cosas*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Llovet, J. (1979). *Ideología y metodología del diseño*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Ludevid, M. (2000). *La gestión ambiental de la empresa*. Barcelona: Ariel.
- Maldonado, T. (1993). *El Diseño Industrial Reconsiderado*. Gustavo Gili.
- Manfred Max-Neef, A. E. (1993). *Desarrollo a Escala Humana*.
- Maslow, A. (1943). *A Theory of Human Motivation*.
- Mateo, J. M. (2013). La importancia de una definición del Diseño Industrial como base ideológica para el desarrollo profesional y la configuración de los planes académicos del diseño. *I Congreso de Diseño industrial de Málaga "Esto es Diseño Industrial"*, (pág. 54). Málaga.
- McDonough, W., & Braungart, M. (2005). *Cradle to cradle (de la cuna a la cuna): rediseñando la forma en que hacemos las cosas*. Madrid: McGraw-Hill.
- Moles, A. (1974). *Teoría de los Objetos*. barcelona: Gustavo Gili.
- Monterroza, A. (2013). *¿Qué es un Artefacto?* La Tekné.
- Munari, B. (1983). *¿Cómo nacen los objetos?, apuntes para una metodología proyectual*. Barcelona: Gustavo Gili.

- Naciones Unidas. (24 de Octubre de 2005). *Documento Final de la Cumbre Mundial 2005*. Recuperado el 15 de 07 de 2014, de <http://daccess-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N05/487/63/PDF/N0548763.pdf?OpenElement>
- Neef, M. M. (1994). *Desarrollo a escala humana: Conceptos, aplicaciones y reflexiones*. Barcelona: Icaria Editorial.
- Noguera, A. P. (2004). *El reencantamiento del mundo*. Manizales: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA.
- ONU. (1983). *Comisión Mundial del Medio Ambiente*.
- Programa de las Naciones Unidas, Unidad para el Medio Ambiente y la Industria. (1999). *Producción más limpia*. Obtenido de [www.pnuma.org/industria/publicaciones.php](http://www.pnuma.org/industria/publicaciones.php)
- Ramírez, N., Lecuona, M., & Cardozo, J. J. (2012). Bienestar humano: Puntos de Encuentro a Partir de Metodologías de Diseño. *Iconofacto*, 89-113.
- Reis, D. (2010). *Product Design in the sustainable era*. Alemania: Taschen.
- Ricard, A. (1984). *Esbozo, ¿Por qué?* Barcelona: Gustavo Gili.
- Rizo, S. C., Navarro, T. G., Bono, J. L., Cebolla, R. V., Gisbert, P. F., García, R. L., & Ceca, M. J. (2002). *Ecodiseño: Ingeniería del Ciclo de Vida para el Desarrollo de Productos*. Valencia: Editorial de la UPV.
- Roa, P. A. (2013). *El Diseño Industrial en la satisfacción de necesidades*. Obtenido de <http://www.fadp.edu.co/publicaciones/proyinvind-07.pdf>
- Rodgers, P., & Milton, A. (2011). *Diseño de Producto*. Barcelona: Promopress.
- Rodriguez, G. (1996). *Manual del Diseño Industrial*. México: Gustavo Gili.
- Saenz, L. M. (2008). En el Proceso de Diseño: Alternativa Metodológica para la concepción de Productos. *Iconofacto*, 170-182.
- Sánchez, M. (2001). *Morfogénesis del objeto de uso*. Bogotá: UJTL.
- Sanes Orrego, A. (2012). *El Análisis de Ciclo de Vida en el Desarrollo Sostenible: Propuesta Metodológica para la Evaluación de la Sostenibilidad de Sistemas Productivos*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Sena - Universidad Nacional de Colombia . (Julio de 2008). *Estudio de Caracterización MiPymes*. Recuperado el 2013, de [https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CBwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.mipymes.gov.co%2Fdescargar.php%3FidFile%3D4277&ei=pK1XVbmZLoHNgwSXnYG4Dw&usq=AFQjCNGeYao\\_qg25Lr1bKf3hrLUty2cRjw&sig2=IzDob73vWw\\_5Tx8VQTGD8](https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CBwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.mipymes.gov.co%2Fdescargar.php%3FidFile%3D4277&ei=pK1XVbmZLoHNgwSXnYG4Dw&usq=AFQjCNGeYao_qg25Lr1bKf3hrLUty2cRjw&sig2=IzDob73vWw_5Tx8VQTGD8)
- Songel, G. (1994). *Naturaleza, Diseño e innovación: Propuesta Metodológica*. España: Elisava.
- Van Hemel, C. (1998). *EcoDesign design empirically explored*. Amsterdam: Druck Tan Heck, Deft.
- Vásquez, O. M. (2014). Seducir, Conquistar y Enamorar a los Clientes. *El Clavo*, 34.
- Winconsin, U. o. (s.f.). *Digital Library for the Decorative Arts and Material Culture*. Obtenido de <http://digiColl.library.wisc.edu/cgi-bin/DLDecArts/DLDecArts-idx?type=div&did=DLDecArts.JournDesv01.i0006&isize=M>
- Zambrano, E. (1972). *Matriz de Optimización del Producto*. Colombia.